



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΙΓΑΙΟΥ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Μια μελέτη για το Μαθηματικό άγχος σε μαθητές στο Ελληνικό Δημοτικό Σχολείο.  
Διερεύνηση παρεμβάσεων για την άρση του με χρήση Νέων Τεχνολογιών»

ΠΕΝΕΚΕΛΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΡΟΔΟΣ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΙΓΑΙΟΥ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Μια μελέτη για το Μαθηματικό άγχος σε μαθητές στο Ελληνικό Δημοτικό Σχολείο.  
Διερεύνηση παρεμβάσεων για την άρση του με χρήση Νέων Τεχνολογιών»

‘A study on Mathematical Anxiety in Greek Primary School students. Investigating  
interventions to overcome it with the usage of New Technologies’

ΠΕΝΕΚΕΛΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

A.M.: 21033

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

**Αυγερινός Ευγένιος**, Καθηγητής Μαθηματικών – Διδακτικής Μαθηματικών και  
Επιμόρφωσης, Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Αιγαίου

ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

**Σοφός Αλιβίζος**, Καθηγητής Παιδαγωγικής με έμφαση στην Παιδαγωγική των  
Μέσων, Π.Τ.Δ.Ε. Παν. Αιγαίου

**Τσιμπιδάκη Ασημίνα**, Επίκουρη Καθηγήτρια Ειδικής Αγωγής, Π.Τ.Δ.Ε. Παν.  
Αιγαίου

ΡΟΔΟΣ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2023

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

*Μια μελέτη για το Μαθηματικό άγχος σε μαθητές στο Ελληνικό Δημοτικό Σχολείο.  
Διερεύνηση παρεμβάσεων για την άρση του με χρήση Νέων Τεχνολογιών*

\*

*A study on Mathematical Anxiety in Greek Primary School students. Investigating  
interventions to overcome it with the usage of New Technologies*

**ΠΕΝΕΚΕΛΗ ΓΕΩΡΓΙΑ**

Επιβλέπων: Αυγερινός Ευγένιος, Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή στις 12 Οκτωβρίου 2023

1. Αυγερινός Ευγένιος, Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου

2. Τσιμπιδάκη Ασημίνα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου

3. Σοφός Αλιβίζος, Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου



ΡΟΔΟΣ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2023

*Δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πρωτότυπης μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, ότι έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες και ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για το συγκεκριμένο Π.Μ.Σ.*

Πενέκελη Γεωργία

## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τον κ. Αυγερινό Ευγένιο, Καθηγητή Διδακτικής Μαθηματικών και επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας για όλα όσα μας δίδαξε για την ομορφιά των μαθηματικών κατά την διάρκεια αυτών των εξαμήνων αλλά και για την επιστημονική καθοδήγηση που μου παρείχε, την ενθάρρυνση για την επίτευξη του στόχου μου και το χρόνο που μου διέθεσε. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα και τους καθηγητές κα. Τσιμπιδάκη Ασημίνα και κ. Σοφό Αλιβίζο, μέλη της τριμελούς εποπτικής επιτροπής.

Εν συνεχεία θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου στους μεταδιδακτορικούς ερευνητές κα. Βλάχου Ρόζα και στον κ. Παντέρη Ελευθέριο για την πολύτιμη βοήθειά τους.

Θα ήμουν αγνώμων αν μέσα στις τόσες ευχαριστίες δε συμπεριλάμβανα τους μικρούς μαθητές και τις μικρές μαθήτριες, χωρίς τη συμβολή των οποίων δε θα υπήρχε ερευνητικό μέρος στην παρούσα μελέτη.

Τέλος αμφιταλαντεύομαι αν πρέπει να ευχαριστήσω την οικογένειά μου ή να της ζητήσω συγγνώμη! Όπως και να 'χει τους υπερευχαριστώ για τη στήριξη που μου παρέχουν, την αμέριστη συμπαράσταση και την υπομονή που δείχνουν και τους ζητώ συγγνώμη για την απουσία μου.

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	9
Abstract .....	10
Κατάλογος πινάκων.....	11
Κατάλογος γραφημάτων.....	12
Κατάλογος εικόνων .....	13
Κατάλογος συντομογραφιών.....	14
Πρόλογος.....	15
Εισαγωγή.....	17
<b>ΜΕΡΟΣ Α΄: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....</b>	<b>20</b>
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> : Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας.....	20
1.1. Η έννοια του άγχους.....	20
1.1.1 Ορισμός Μαθηματικού άγχους.....	22
1.1.2. Αίτια δημιουργίας του μαθηματικού άγχους.....	26
1.1.3. Ανάπτυξη μαθηματικού άγχους.....	32
1.1.4. Επιπολασμός του MA.....	34
1.1.5. Μαθηματικό άγχος και δημοτικό σχολείο.....	35
1.1.6. Σχέση του μαθηματικού άγχους με τις επιδόσεις των μαθητών.....	37
1.1.7. Θεωρίες για το μαθηματικό άγχος.....	39
1.1.8. Η μεγάλη εικόνα: το μαθηματικό άγχος ως ένα σημαντικό θέμα στα μαθηματική έρευνα.....	43
1.2. Νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση .....	45
1.2.1. Μαθηματικά και νέες τεχνολογίες.....	47
1.2.2. Geometer’s Sketchpad.....	49
1.2.3. Μαθηματικό άγχος και νέες τεχνολογίες.....	52
1.3. Παρεμβάσεις για την άρση του μαθηματικού άγχους με τη χρήση νέων τεχνολογιών-λογισμικού και μαθηματικών παιχνιδιών.....	53
1.4. Αναγκαιότητα της έρευνας.....	56
<b>ΜΕΡΟΣ Β΄: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>58</b>
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> : Μεθοδολογία της έρευνας.....	58
2.1. Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα .....	58
2.2. Ερευνητική στρατηγική.....	58
2.3. Συμμετέχοντες .....	60
2.4. Μέσα συλλογής δεδομένων.....	61
2.4.1. Κλίμακες Μέτρησης του MA.....	61
2.4.2. Δομημένη συνεντεύξη μαθητών/μαθητριών .....	62

2.4.3. Μαθηματικά έργα.....	65
2.5. Διδακτική παρέμβαση με το λογισμικό δυναμικής γεωμετρίας (GSP) .....	69
2.6. Ανάλυση αποτελεσμάτων.....	83
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> : Αποτελέσματα.....	86
3.1. Στατιστική Ανάλυση .....	86
3.2. Έλεγχος αξιοπιστίας ερωτηματολογίων έρευνας .....	87
3.3. Δημογραφικά Στοιχεία .....	87
3.4. Κλίμακες.....	91
3.4.1. Learning Mathematics Anxiety (LMA).....	93
3.4.2. Perception of Difficulty and Motivation (PDM) .....	96
3.4.3. Μαθηματικό άγχος .....	99
3.4.3.1. Θετικές ερωτήσεις .....	99
3.4.3.2. Αρνητικές ερωτήσεις.....	102
3.5. Ερωτήσεις Αξιοπιστίας .....	105
3.6. Διερεύνηση απαντήσεων ερωτηματολογίων-Συσχετίσεις δημογραφικών μεταβλητών με ερωτήσεις .....	106
3.7. Ανάλυση γραμμικής πολλαπλής παλινδρόμησης.....	108
3.8. Βαθμολογία ασκήσεων πριν και μετά την παρέμβαση.....	110
3.9. Ανάλυση CHIC.....	111
3.9.1. Κωδικοποίηση μεταβλητών της έρευνας.....	111
3.9.2. Αποτελέσματα από τα μαθηματικά έργα των παιδιών της ομάδας παρέμβασης πριν την έναρξη της παρέμβασης .....	111
3.9.3. Αποτελέσματα από τα μαθηματικά έργα των παιδιών της ομάδας παρέμβασης μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης .....	114
3.10. Ομαδοποίηση απαντήσεων δομημένων συνεντεύξεων .....	116
Κεφάλαιο 4 <sup>ο</sup> : Συζήτηση.....	122
4.1. Συζήτηση .....	122
4.2. Συμπεράσματα.....	136
4.3. Περιορισμοί της μελέτης .....	138
4.4. Εκπαιδευτικές επιπτώσεις των ευρημάτων της έρευνας .....	139
4.5. Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες .....	142
Βιβλιογραφία.....	145
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	165
ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑ.....	165
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΔΟΜΗΜΕΝΕΣ ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΙΣ.....	166
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑ .....	167
ΕΝΤΥΠΟ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΓΟΝΕΩΝ .....	169

ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΗ ΕΡΕΥΝΑ-ΔΙΕΘΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ.....	172
Προφορική Ανακοίνωση I και βιβλίο περιλήψεων διεθνούς συνεδρίου.....	172
Προφορική Ανακοίνωση II και πρακτικά τόμου διεθνούς συνεδρίου .....	173



## Περίληψη

Η μελέτη του Μαθηματικού Άγχους (ΜΑ) έχει αναδειχθεί διαχρονικά ως ένας παράγοντας που παρεμποδίζει τη μάθηση και την επίδοση στο μάθημα των μαθηματικών. Η εκμάθηση των μαθηματικών λαμβάνει χώρα ως επί το πλείστον εντός της σχολικής τάξης και συνεπώς γίνεται σαφές ότι η μείωση των συμπτωμάτων του ΜΑ -και μέσω της χρήσης νέων τεχνολογιών- μπορεί να είναι μια σχετική προσέγγιση για την υποστήριξη της μαθηματικής ανάπτυξης των παιδιών. Σε αυτήν την ανάγκη ανταποκρίθηκε η παρούσα έρευνα, επιχειρώντας να μελετήσει τις τελευταίες εξελίξεις σχετικά με το ΜΑ και τα αρνητικά δορυφορικά συναισθήματα για τα μαθηματικά σε 82 μαθητές και μαθήτριες του ελληνικού δημοτικού σχολείου (ΔΣ) τάξεων Δ' - Στ'. Επιπλέον, να εξετάσει εάν η χρήση των Νέων Τεχνολογιών - με τη χρήση λογισμικού δυναμικής γεωμετρίας - μπορεί να βοηθήσει στην εξάλειψη του ΜΑ σε μαθητές και μαθήτριες του ΔΣ. Η προσέγγιση του θέματος πραγματοποιήθηκε μέσω εμπειρικής ποσοτικής διερεύνησης. Οι μαθητές και οι μαθήτριες αξιολογήθηκαν α) στο ΜΑ τους με τη βοήθεια κλιμάκων αυτοαναφορών β) με μαθηματικά έργα σχολικού τύπου ενώ έγινε και διδακτική παρέμβαση με τη χρήση του GSP στα άτομα της Πειραματικής Ομάδας και τέλος γ) με δομημένες συνεντεύξεις. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων κατέδειξαν ότι ο βαθμός των μαθηματικών έχει στατιστικά σημαντική σχέση με τη βαθμολογία στο ΜΑ. Από την ανάλυση των δομημένων συνεντεύξεων ανιχνεύτηκε ότι το ΜΑ ξεκινά σε διαφορετικές τάξεις κατά τη διάρκεια του ΔΣ και οι μαθητές βιώνουν το ΜΑ ως (1) άγχος στη μάθηση των μαθηματικών και (2) άγχος στην αξιολόγηση των μαθηματικών. Επιπλέον πραγματοποιήθηκε εξέταση μαθητών με χαμηλό ΜΑ και χαμηλή μαθηματική επίδοση και με υψηλό ΜΑ και υψηλή μαθηματική επίδοση καθότι συνιστά ένα κενό στην διεθνή αλλά και ελληνική βιβλιογραφία. Από την παρέμβαση με το GSP διαφάνηκε ότι υπήρχε ειδοποιός διαφορά βελτίωσης στο ποσοστό των σωστών απαντήσεων στα μαθηματικά έργα και οι μαθητές φάνηκε ότι μείωσαν το ΜΑ τους. Η αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της έρευνας φιλοδοξεί να γίνει τόσο στο γνωστικό όσο και στο διδακτικό-παιδαγωγικό πεδίο. Τέλος, αναδεικνύεται η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα στις υπό εξέταση μεταβλητές.

**Λέξεις Κλειδιά:** μαθηματικό άγχος, λογισμικό δυναμικής γεωμετρίας-GSP, νέες τεχνολογίες, δημοτικό σχολείο, μαθηματική επίδοση

## Abstract

The study of Mathematical Anxiety (MA) has emerged over time as a factor that hinders learning and achievement in mathematics. Learning mathematics mostly takes place within the classroom and thus it becomes clear that reducing the symptoms of MA - also through the use of new technologies- can be a relevant approach to support children's mathematical development. The present research responded to this need, attempting to study the latest developments regarding MA and negative satellite feelings about mathematics in 82 students of the Greek primary school in grades 4-6. In addition, to examine whether the use of New Technologies – using a dynamic geometry software - can help to eliminate MA in male and female students in primary school. The approach to the subject was carried out through empirical quantitative investigation. The male and female students were assessed a) in their MA with the help of self-report scales b) with school-type mathematical projects, while there was also a teaching intervention using the GSP for the students of the Experimental Group and finally, c) with semi-structured/structured interviews. The results obtained from the statistical processing of the data showed that the grade of mathematics has a statistically significant relationship with the score in MA. From the analysis of the semi-structured interviews it was found that MA starts in different classes during the primary school and students experience MA as (1) anxiety in learning mathematics and (2) anxiety in assessing mathematics. In addition, an examination of students with low MA and low mathematical performance and with high MA and high mathematical performance was carried out as it constitutes a gap in the international and Greek literature. From the GSP intervention, there was a noticeable difference in improvement in the percentage of correct answers on math projects, and students appeared to reduce their MA. The utilization of the research results aspires to be done both in the cognitive and the teaching-pedagogical field. Finally, the need for further research on the variables under consideration is highlighted.

**Key words:** math anxiety, dynamic geometry software-GSP, new technologies, primary school, math achievement

## Κατάλογος πινάκων

<b>Πίνακας 1.</b> Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου της δομημένης συνέντευξης των μαθητών και μαθητριών.....	64
<b>Πίνακας 2.</b> Τεστ κανονικότητας Shapiro-Wilk.....	86
<b>Πίνακας 3.</b> Δείκτης Cronbach's $\alpha$ .....	87
<b>Πίνακας 4.</b> Δημογραφικά στοιχεία ανά τάξη.....	89
<b>Πίνακας 5.</b> Βαθμολογίες στις κλίμακες LMA , PDM & MA .....	92
<b>Πίνακας 6.</b> Ποσοστά ανά απάντηση στο LMA .....	94
<b>Πίνακας 7.</b> Ποσοστά ανά απάντηση στο PDM.....	97
<b>Πίνακας 8.</b> Ποσοστά ανά απάντηση στις θετικές ερωτήσεις για το Μαθηματικό Άγχος .....	100
<b>Πίνακας 9.</b> Ποσοστά ανά απάντηση στις αρνητικές ερωτήσεις για το Μαθηματικό Άγχος.....	103
<b>Πίνακας 10.</b> Γενικές Ερωτήσεις ελέγχου της αξιοπιστίας.....	105
<b>Πίνακας 11.</b> Συσχετίσεις με τους δημογραφικούς παράγοντες .....	107
<b>Πίνακας 12.</b> Ανάλυση γραμμικής πολλαπλής παλινδρόμησης- Βαθμολογία Μαθηματικού άγχους MA .....	109
<b>Πίνακας 13.</b> Βαθμολογίες στις ασκήσεις πριν και μετά την παρέμβαση. ....	110
<b>Πίνακας 14.</b> Κατηγοριοποίηση μεταβλητών σε επίπεδα (πριν την έναρξη της παρέμβασης).....	113
<b>Πίνακας 15.</b> Κατηγοριοποίηση μεταβλητών σε επίπεδα (μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης).....	116
<b>Πίνακας 16.</b> Ευρήματα σχετικά με τις εμπειρίες των μαθητών στο MA.....	121
<b>Πίνακας 17.</b> Πτυχές, επίπεδα και δείκτες MA.....	122

## Κατάλογος γραφημάτων

<i>Γράφημα 1.</i> Εθνικότητά ανά τάξη.....	88
<i>Γράφημα 2.</i> Βαθμός Μαθηματικών ανά τάξη.....	90
<i>Γράφημα 3.</i> Βαθμολογία στα μαθηματικά του δείγματος της έρευνας ανά φύλο..	90
<i>Γράφημα 4.</i> Ερωτήματα LMA - Μέση βαθμολογία ανά ερώτηση.....	95
<i>Γράφημα 5.</i> Ερωτήματα PDM - Μέση βαθμολογία ανά ερώτηση.....	98
<i>Γράφημα 6.</i> Θετικές ερωτήσεις για το Μαθηματικό Άγχος - Μέση βαθμολογία ανά ερώτηση.....	100
<i>Γράφημα 7.</i> Αρνητικές ερωτήσεις για το Μαθηματικό Άγχος - Μέση βαθμολογία ανά ερώτηση.....	104
<i>Γράφημα 8.</i> Επιρροή στην κλίμακα του MA .....	108
<i>Γράφημα 9.</i> Δενδροδιάγραμμα ομοιότητας πριν την έναρξη της παρέμβασης.....	112
<i>Γράφημα 10.</i> Συνεπαγωγικό διάγραμμα πριν την έναρξη της παρέμβασης.....	114
<i>Γράφημα 11.</i> Δενδροδιάγραμμα ομοιότητας μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης.....	115

## Κατάλογος εικόνων

<i>Εικόνα 1.</i> Το αναπτυξιακό δυναμικό βιο-ψυχοκοινωνικό μοντέλο αιτιών του ΜΑ...	31
<i>Εικόνα 2.</i> Η επίδραση του ΜΑ στην επίδοση των μαθηματικών.....	38
<i>Εικόνα 3.</i> Αιτιώδης σχέση της μειωμένης μαθηματικής απόδοσης με το αυξημένο ΜΑ.....	39
<i>Εικόνα 4.</i> Αιτιώδης σχέση του υψηλού ΜΑ με τη μειωμένη απόδοση στα μαθηματικά.....	40
<i>Εικόνα 5.</i> Διάγραμμα που απεικονίζει την αμοιβαία σχέση μεταξύ του αυξημένου ΜΑ και της μειωμένης απόδοσης στα μαθηματικά.....	41
<i>Εικόνα 6.</i> Επίδραση του ΜΑ στη μαθηματική επίδοση.....	42
<i>Εικόνα 7.</i> Χιουμοριστική εισαγωγή στο εμβαδόν επιφάνειας.....	69
<i>Εικόνα 8.</i> Το εμβαδόν επιφάνειας ορθογωνίου παραλληλόγραμμου.....	69
<i>Εικόνα 9.</i> Το εμβαδόν επιφάνειας τετραγώνου.....	70
<i>Εικόνα 10.</i> Υπολογισμός εμβαδού επιφάνειας ορθογωνίου παραλληλόγραμμου.....	71
<i>Εικόνα 11.</i> Υπολογισμός εμβαδού επιφάνειας τετραγώνου.....	72
<i>Εικόνα 12.</i> Τα βασικά γεωμετρικά σχήματα.....	73
<i>Εικόνα 13.</i> Ιδιότητες βασικών γεωμετρικών σχημάτων.....	73
<i>Εικόνα 14.</i> Είδη των γωνιών με βάση το άνοιγμά τους (οξεία γωνία).....	74
<i>Εικόνα 15.</i> Είδη των γωνιών με βάση το άνοιγμά τους (ορθή γωνία).....	74
<i>Εικόνα 16.</i> Σχηματισμός τριγώνου με βάση τη γωνία που δίδεται.....	75
<i>Εικόνα 17.</i> Σχηματισμός τετραγώνου με βάση τη γωνία που δίδεται.....	76
<i>Εικόνα 18.</i> Σχηματισμός πολυγώνου με βάση τη γωνία που δίδεται.....	76
<i>Εικόνα 19.</i> Εισαγωγή στο άθροισμα γωνιών τριγώνου.....	77
<i>Εικόνα 20.</i> Σύρετε και παρατηρήστε τις ομοιότητες και διαφορές στις γωνίες.....	78
<i>Εικόνα 21.</i> Μέτρηση γωνιών ενός τριγώνου.....	78
<i>Εικόνα 22.</i> Πρακτική Εξάσκηση-Χρήση των γωνιών ενός τριγώνου για την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων.....	79
<i>Εικόνα 23.</i> Παράδειγμα άσκησης υπολογισμού του αθροίσματος των γωνιών ενός τριγώνου.....	80
<i>Εικόνα 24.</i> Παιχνίδι αθροίσματος γωνιών τριγώνου.....	81
<i>Εικόνα 25.</i> Εξάσκηση υπολογισμού γωνιών τριγώνου με βάση το άθροισμα γωνιών τριγώνου.....	81
<i>Εικόνα 26.</i> Η διακήρυξη των δικαιωμάτων του Μαθηματικού Άγγους στην αγγλική γλώσσα.....	142

## Κατάλογος συντομογραφιών

ΜΑ: Μαθηματικό άγχος

ΔΣ: Δημοτικό σχολείο

LMA: Learning mathematics anxiety

PDM: Perception of Difficulty and Motivation

## Πρόλογος

Η μαθηματική ικανότητα είναι μια από τις πιο κρίσιμες δεξιότητες που απαιτείται να κατακτήσει ένα άτομο στη ζωή όσον αφορά το ύψος των αποδοχών του, την κοινωνικοοικονομική του κατάσταση (Dougherty, 2003· Gerardi et al., 2013· Gross et al., 2009 όπως αναφέρεται στο Živković et al., 2023), αλλά και προκειμένου να κατακτήσει σωστά τις καθημερινές δραστηριότητες και την προσωπική ευημερία του (Reyna et al., 2009, όπως αναφέρεται στο Živković et al., 2023). Οι Foley και συνεργάτες (2017) αναφέρουν ότι σε συλλογικό επίπεδο, οι μαθηματικές ικανότητες είναι απαραίτητες για την οικονομική επιτυχία των Εθνών αλλά και για την κατάπαυση της οικονομικής ανισότητας όπως σημειώνουν οι Pellizzoni και συνεργάτες (2020) (όπως αναφέρεται στο Živković et al., 2023). Δεδομένης της σημασίας αυτών των ικανοτήτων, είναι θεμελιώδους σημασίας η μελέτη και η περιγραφή των παραγόντων που μπορούν να προωθήσουν ή να εμποδίσουν τη μαθησιακή διαδικασία στη βάση αυτού του κλάδου (Živković et al., 2023).

Προηγούμενες μελέτες έχουν διερευνήσει εκτενώς τις γνωστικές ικανότητες (νοημοσύνη, μνήμη, ταχύτητα επεξεργασίας) που προτρέπουν τη μάθηση των μαθηματικών και τείνουν να θεωρούνται ως γενικοί γνωστικοί πρόδρομοι (Giofrè et al., 2017). Από την άλλη πλευρά, άλλες μελέτες έχουν αξιολογήσει τη συμβολή των συναισθηματικών παραγόντων (π.χ. γενικό ή ειδικό άγχος) στην απόδοση των μαθηματικών (π.χ. Donolato et al., 2020).

Όπως έχει δείξει προηγούμενη έρευνα για το μαθηματικό άγχος (MA), τα συναισθήματα του τρόμου, του φόβου και των αντιλήψεων του εαυτού γύρω από το μάθημα των μαθηματικών επηρεάζουν τους μαθητές διεθνώς (Rada & Lucietto, 2022). Ειδικότερα το MA αποτελεί ένα παγκόσμιο ζήτημα (Hampden-Thompson, 2012· OECD, 2013 όπως αναφέρεται στους Rada & Lucietto, 2022). Τα παιδιά που δεν έχουν αυτοπεποίθηση και την απαραίτητη εκπαιδευτική υποστήριξη αντιμετωπίζουν δια βίου προκλήσεις στα μαθηματικά. Καθώς ο φόβος γύρω από το μάθημα των μαθηματικών γίνεται συντριπτικός, τα παιδιά οδηγούνται στο να αποφεύγουν τα μαθηματικά και πέφτουν θύματα σκέψεων όπου υποτιμούν τον εαυτό τους για τις μαθηματικές τους ικανότητες. Ενώ τα αποτελέσματα του MA, των μαθηματικών επιδόσεων και της αυτοαντίληψης έχουν μελετηθεί ευρέως, εξακολουθεί να υφίσταται η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα (Rada & Lucietto, 2022). Ενώ το MA είναι αποδεκτό ως μη

διανοητικός παράγοντας της μαθηματικής επίδοσης (Blazer, 2011), η έρευνα εξακολουθεί να αμφισβητεί την προέλευση ως προς το γιατί και πώς ένα άτομο αναπτύσσει το MA.

Τυποποιημένες δοκιμασίες και καθορισμένες μονάδες μέτρησης μπορεί να οδηγήσουν σε μια βαθύτερη κατανόηση των αιτιών και των επιπτώσεων του MA (Lucietto et al., 2017). Η μελλοντική έρευνα πιθανόν να μπορέσει να προσφέρει διάφορες προσεγγίσεις για την εξερεύνηση του MA, καθότι οι ειδικοί στοχεύουν να κατανοήσουν και να υποστηρίξουν όσους βιώνουν αυτό το συναίσθημα. Η ανακάλυψη και η κατανόηση των ψυχολογικών και φυσιολογικών συνδέσεων που βιώνουν οι μαθητές όταν τους παρουσιάζονται μαθηματικές έννοιες παραμένει ανεκτίμητη (Rada & Lucietto, 2022).



## Εισαγωγή

Η σχέση που έχουν τα μαθηματικά με την καθημερινή μας ζωή είναι εκπληκτική. Η μαθηματική σκέψη συνδέεται περίπλοκα με την καθημερινή ζωή μας σε τέτοιο βαθμό, που συχνά περνά απαρατήρητη. Από την παιδική μας ηλικία, τα μαθηματικά επηρεάζουν τη σκέψη και τις αποφάσεις μας τόσο με διακριτικούς όσο και προφανείς τρόπους. Μάλιστα, σύμφωνα με τον Stuart (2000) «Τα πάντα μπορούν να θεωρηθούν ως ένα μαθηματικό πρόβλημα».

Στην μελέτη του Furner (2019) αναφέρεται ότι ένας διευθυντής δημοτικού σχολείου από το οποίο προέρχονται τα δεδομένα της έρευνάς του, του ανέφερε κάποτε ότι παίρνει πάντα συνεντεύξεις από όλους τους νέους μαθητές που έρχονται στο σχολείο και συνηθίζει να τους θέτει την ερώτηση: «Ποιο είναι το αγαπημένο σας μάθημα». Η πλειοψηφία των μικρότερων παιδιών απαντούν συνήθως τα «μαθηματικά». Ωστόσο, στα μετέπειτα σχολικά έτη τα μαθηματικά δεν παύουν να εντάσσονται συχνά στην κατηγορία των δύσκολων μαθημάτων από έναν σημαντικό αριθμό παιδιών και ενηλίκων, που τείνουν να βιώνουν συναισθήματα άγχους, ανησυχίας, έντασης ή δυσφορίας όταν έρχονται αντιμέτωποι με το μάθημα αυτό (Dondio, Gusev, & Rocha, 2023), το οποίο μπορεί να διαταράξει σοβαρά τη μαθηματική μάθηση και τις επιδόσεις τους, τόσο προκαλώντας αποφυγή μαθηματικών δραστηριοτήτων όσο και υπερφόρτωση και διαταραχή της μνήμης εργασίας κατά τη διάρκεια μαθηματικών εργασιών (Dowker, Sarkar, & Looi, 2016). Επηρεάζοντας 1 στους 6 μαθητές, αυτή η κατάσταση είναι πιο συχνή μεταξύ των κοριτσιών δημοτικού σχολείου παρά των αγοριών (Luttenberger, Wimmer, & Paechter, 2018 · Stoet, Bailey, Moore, & Geary, 2016 · Van Mier, Schleepen, & Van den Berg, 2019), επιδεινώνοντας έτσι το υπάρχον πρόβλημα της ανισότητας των φύλων στην εκπαίδευση STEM (Stoet et al., 2016). Το MA μπορεί ήδη να εντοπιστεί σε παιδιά δημοτικού σχολείου (Ramirez, Gunderson, Levine, & Beilock, 2013), δυνητικά εμποδίζοντας τη μελλοντική επαγγελματική τους απόδοση και τις επιλογές σταδιοδρομίας (McMullan, Jones, & Lea, 2012). Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι δεν είναι τυχαίο το ότι οι χαμηλές επιδόσεις και η χαμηλή συμμετοχή στα μαθηματικά αποτελούν θέματα ανησυχίας σε πολλές χώρες με το θέμα να λαμβάνει αυξανόμενη εστίαση τα τελευταία χρόνια (Dowker, Sarkar, & Looi, 2016).

Πιο αναλυτικά, οι άνθρωποι έχουν εκφράσει το MA εδώ και αιώνες: ο στίχος *‘Multiplication is vexation, Division is just as bad; The Rule of Three perplexes me, and Practice drives me mad’* (μτφρ. «Ο πολλαπλασιασμός είναι ταραχή, η διαίρεση είναι εξίσου κακή. Ο κανόνας των τριών με μπερδεύει και η εξάσκηση με τρελαίνει»), πηγαιίνει πίσω τουλάχιστον στον 16<sup>ο</sup> αιώνα. Το μαθηματικό άγχος είναι ένα φαινόμενο με σύνθετη αιτιολογία και πλήθος αρνητικών συνεπειών. Οι αρνητικές συνέπειες του μαθηματικού άγχους συχνά γίνονται αντιληπτές μόνο ποσοτικά ή με οικονομικούς όρους (Dondio, Gusev, & Rocha, 2023).

Το MA δεν παύει να επηρεάζει όλες τις ηλικίες, από μικρά παιδιά έως μεγαλύτερους ενήλικες, και παγκοσμίως να σχετίζεται με μειωμένες επιδόσεις στα μαθηματικά και αρνητικές στάσεις για τα μαθηματικά (Ramirez, Shaw, & Maloney, 2018). Αν και το MA του κάθε παιδιού μπορεί να είναι διαφορετικό, με μοναδικές προελεύσεις και ερεθίσματα, έχουν βρεθεί αρκετά κοινά ζητήματα τόσο μεταξύ των μαθητών της πρωτοβάθμιας όσο και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Carey, Devine, Hill, Dowker, McLellan, & Szucs, 2019). Επιπλέον, στις ΗΠΑ το ποσοστό του μαθηματικού άγχους εκτιμάται ότι κυμαίνεται από περίπου 25% έως 80% για τους φοιτητές, με το υψηλό επίπεδο να παρατηρείται μεταξύ των φοιτητών κολεγίων της κοινότητας (Beilock, & Willingham, 2014· Yaeger, 2012).

Το διαθέσιμο σύνολο γνώσεων και τα ευρήματα της έρευνας που σχετίζονται με στοιχεία για την επίδραση του MA στους δασκάλους και τους μαθητές αποτελούν επιπρόσθετες αιτίες ανησυχίας. Οι γυναίκες και τα νεαρά κορίτσια επηρεάζονται συχνότερα και πιο σοβαρά από το MA σε σχέση με τα αγόρια. Έως τώρα είναι γνωστό ότι οι θετικές και αρνητικές στάσεις των γυναικών δασκάλων πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης έχουν πολύ μεγαλύτερη επιρροή και επίδραση στις μαθήτριες από ό,τι οι δασκάλες στα αγόρια ή οι άνδρες δάσκαλοι σε κάθε ομάδα μαθητών. Περίπου το 80 με 95 τοις εκατό των δασκάλων πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης είναι γυναίκες. Ενώ η αναλογία των ανήσυχων-αγχωδών δασκάλων μαθηματικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης δεν είναι γνωστή και θα διαφέρει από σχολείο σε σχολείο, οι μαθηματικά ανήσυχες-αγχώδεις δασκάλες επηρεάζουν τη συμπεριφορά και ιδιαίτερα τις συμπεριφορές ιδιαίτερα των νεαρών μαθητών. Το MA δεν περιορίζεται σε άτομα με χαμηλές μαθηματικές ικανότητες. Υπάρχουν άτομα με υψηλό MA με υψηλές επιδόσεις και ομοίως υπάρχουν άτομα στο άλλο άκρο του φάσματος που δεν υποφέρουν από MA. Πολλές ερευνητικές δημοσιεύσεις, κριτικές και αναφορές έχουν ασχοληθεί με το

φαινόμενο του μαθηματικού άγχους, τις σχετικές ιδέες και τις ψυχολογικές τους κατασκευές (Maaike, 2019), όμως υπάρχουν και πολλά αναπάντητα ερωτήματα.

Παρά την εξέλιξη της τεχνολογίας και των νέων τεχνικών για τη βελτίωση της μάθησης και της διδασκαλίας στα μαθηματικά, παρατηρείται ότι οι μαθητές εξακολουθούν να είναι ανήσυχοι στα μαθηματικά (Alkan, 2018). Τα ευρήματα από τη βιβλιογραφία και την ανάλυση δεδομένων προκαλούν ανησυχία και καταδεικνύουν την ανάγκη για επείγουσα δράση για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών και τη μείωση του άγχους των μαθηματικών τόσο στους προϋπηρεσιακούς και ενδοϋπηρεσιακούς καθηγητές όσο και στους μαθητές τους.

Η παρούσα έρευνα επιδιώκει να συνεισφέρει στην περαιτέρω διερεύνηση των τελευταίων εξελίξεων για το ΜΑ και τα αρνητικά δορυφορικά συναισθήματα για τα μαθηματικά σε μαθητές και μαθήτριες στο Ελληνικό δημοτικό σχολείο τάξεων Δ' έως Στ' Δημοτικού. Επιπλέον να εξετάσει κατά πόσο η χρήση των Νέων Τεχνολογιών -με τη χρήση δυναμικού λογισμικού γεωμετρίας- μπορεί να βοηθήσει στην εξάλειψη του ΜΑ στους μαθητές και στις μαθήτριες του Δημοτικού.

Η ανάπτυξη της εργασίας οργανώνεται σε τέσσερα μέρη. Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει την εισαγωγική περιγραφή του θεωρητικού πλαισίου και το σκεπτικό της παρούσας εκπονηθείσας μελέτης. Στο δεύτερο μέρος αναλύεται η Μέθοδος που ακολουθήθηκε κατά την υλοποίηση της έρευνας. Στο τρίτο μέρος περιγράφονται αναλυτικά τα Αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή των στατιστικών αναλύσεων στα συλλεχθέντα δεδομένα της έρευνας. Στο τέταρτο και τελευταίο μέρος, τη Γενική Συζήτηση, συζητούνται τα αποτελέσματα της έρευνας σε σχέση με τη διεθνή βιβλιογραφία στο συγκεκριμένο πεδίο, και ακολουθούν οι περιορισμοί της έρευνας και ενώ επιχειρείται και η διατύπωση πιθανών εκπαιδευτικών προεκτάσεων της μελέτης στη σχολική εκπαίδευση και προτάσεων για μελλοντικές έρευνες. Τέλος, ακολουθούν η βιβλιογραφία και το παράρτημα.

## ΜΕΡΟΣ Α΄: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

### Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

#### 1.1. Η έννοια του άγχους

Σύμφωνα με το Λεξικό Ψυχολογίας της APA (2015) το άγχος μπορεί να οριστεί ως:

*«ένα συναίσθημα που χαρακτηρίζεται από ανησυχία και σωματικά συμπτώματα έντασης στα οποία ένα άτομο προσδοκά τον επικείμενο κίνδυνο, την καταστροφή ή την ατυχία. Το σώμα συχνά κινητοποιείται για να αντιμετωπίσει την αντιληπτή απειλή: οι μύες γίνονται τεντωμένοι, η αναπνοή είναι πιο γρήγορη και η καρδιά χτυπά πιο γρήγορα. Το άγχος μπορεί να διακριθεί από το φόβο τόσο εννοιολογικά όσο και φυσιολογικά, αν και οι δύο όροι χρησιμοποιούνται συχνά εναλλακτικά. Το άγχος θεωρείται μια προσανατολισμένη στο μέλλον, μακροχρόνια απάντηση που επικεντρώνεται ευρέως σε μια διάχυτη απειλή, ενώ ο φόβος είναι μια κατάλληλη, προσανατολισμένη στο παρόν και βραχύβια απάντηση σε μια σαφώς αναγνωρίσιμη και συγκεκριμένη απειλή» (APA Dictionary of Psychology, 2015).*

Το Mosby's Dictionary of Medicine, Nursing, and Health Professions (2022) ορίζει το άγχος ως

*«αναμονή επικείμενου κινδύνου και τρόμου που συνοδεύεται από ανησυχία, ένταση, γρήγορο καρδιακό παλμό και γρήγορη αναπνοή που μπορεί ή όχι να σχετίζεται με ένα συγκεκριμένο γεγονός ή κατάσταση».*

Το Merriam-Webster Dictionary (2022 Revised Edition) ορίζει το άγχος ως:

1. *«ανησυχία ή νευρικότητα συνήθως για μια επικείμενη ή αναμενόμενη ασθένεια: μια κατάσταση άγχους»*
2. *«μια μη φυσιολογική και συντριπτική αίσθηση φόβου και φόβου που συχνά χαρακτηρίζεται από σωματικά σημάδια (όπως ένταση, εφίδρωση και αυξημένο ρυθμό σφυγμού), από αμφιβολίες σχετικά με την πραγματικότητα και τη φύση της απειλής και από αμφιβολία για την ικανότητα κάποιου να αντιμετωπίσει μια κατάσταση» και*
3. *«ψυχικά οδυνηρή ανησυχία ή ενδιαφέρον».*

Πράγματι, το άγχος αναγνωρίζεται ως σύμπτωμα εδώ και αιώνες και μπορεί να οριστεί ως το σύνολο των συναισθηματικών αντιδράσεων του ατόμου που εγείρονται από την προσδοκία μίας φανταστικής ή ρεαλιστικής απειλής. Το κεντρικό χαρακτηριστικό του άγχους είναι η ανησυχία η οποία αναφέρεται ως μία υπερβολική σκέψη αλλά και υπερβολική έμφαση που δίνεται σε διφορούμενες καταστάσεις με αβέβαια αποτελέσματα. Η υπερβολική ανησυχία είναι μη παραγωγική, επειδή παρεμβαίνει στην ικανότητα του ατόμου να αναλάβει δράση και να αντιμετωπίσει μία κατάσταση (Barlow, 2002).

Συχνά στη βιβλιογραφία η έννοια του άγχους χρησιμοποιείται παράλληλα με την έννοια του φόβου, ωστόσο οι δύο αυτές έννοιες έχουν διακριτικά χαρακτηριστικά μεταξύ τους (Barlow, 2002). Ο φόβος είναι μια αυτόματη νευροφυσιολογική κατάσταση συναγερμού που χαρακτηρίζεται από μια απάντηση μάχης ή φυγής σε μια γνωστική εκτίμηση του παρόντος ή του επικείμενου κινδύνου (πραγματικό ή αντιληπτό). Το άγχος συνδέεται με τον φόβο και εκδηλώνεται ως μια κατάσταση διάθεσης προσανατολισμένη στο μέλλον που αποτελείται από ένα σύνθετο γνωστικό, συναισθηματικό, φυσιολογικό και συμπεριφορικό σύστημα απόκρισης που σχετίζεται με την προετοιμασία για τα αναμενόμενα γεγονότα ή περιστάσεις που γίνονται αντιληπτές ως απειλητικές. Το παθολογικό άγχος πυροδοτείται όταν υπάρχει μια υπερεκτίμηση της αντιληπτής απειλής ή μια εσφαλμένη εκτίμηση κινδύνου μιας κατάστασης που οδηγεί σε υπερβολικές και ακατάλληλες απαντήσεις (Hawken, Turner-Cobb, & Barnett, 2018 · Domhardt, Geblein, von Rezori, & Baumeister, 2019· Lahousen, & Karfhammer, 2018).

Όπως στους ενήλικες, έτσι και στα παιδιά το άγχος, σύμφωνα με το μοντέλο του Lang, παρουσιάζει τρεις διαστάσεις: τις σωματικές, τις γνωστικές/λεκτικές και τις συμπεριφορικές/κινητικές αντιδράσεις (Lang, 1968 στο Beidel & Turner, 2005). Οι τρεις αυτές διαστάσεις, αν και μπορούν να λειτουργούν ανεξάρτητα, ωστόσο μπορούν και να αλληλοεπηρεάζονται.

Στα χαρακτηριστικά συμπτώματα του παθολογικού άγχους μεταξύ άλλων συγκαταλέγονται:

1. Γνωστικά συμπτώματα όπως φόβος απώλειας ελέγχου, φόβος σωματικού τραυματισμού ή θανάτου, φόβος "να τρελαθώ", φόβος αρνητικής αξιολόγησης από άλλους τρομακτικές σκέψεις, νοητικές εικόνες ή αναμνήσεις, αντίληψη μη πραγματικότητας ή απόσπασης, κακή συγκέντρωση, σύγχυση, διάσπαση της

προσοχής, στένωση της προσοχής, υπερεπαγρύπνηση για απειλή, κακή μνήμη και δυσκολία στην ομιλία.

2. Σωματικά συμπτώματα όπως ο αυξημένος καρδιακός ρυθμός, αίσθημα παλμών, δύσπνοια, γρήγορη αναπνοή, πόνος στο στήθος ή πίεση, αίσθημα πνιγμού, ζαλάδα, ιδρώτας, εξάψεις, ρίγη. ναυτία, στομαχικές διαταραχές, διάρροια, τρέμουλο, μυρμήγκιασμα ή μούδιασμα στα χέρια και τα πόδια, αδυναμία, αστάθεια, λιποθυμία, τεντωμένοι μύες, ακαμψία και ξηροστομία.

3. Συμπτώματα συμπεριφοράς όπως η αποφυγή ενδείξεων ή καταστάσεων απειλής, απόδραση, επιδίωξη ασφάλειας, ανησυχία, ταραχή, πάγωμα και ακινησία και δυσκολία στην ομιλία.

4. Συναισθηματικά συμπτώματα όπως το να αισθάνεται κάποιος νευρικός, τεταμένος, πληγωμένος, φοβισμένος, τρομοκρατημένος, ανυπόμονος, απογοητευμένος.

Στο σημείο αυτό ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι τόσο ο φόβος (fear) όσο και το άγχος (anxiety) είναι φυσιολογικά συναισθήματα, τα οποία εμφανίζονται συχνά στη φυσιολογική πορεία της ανάπτυξης των παιδιών με διαφορετικούς τρόπους εκδήλωσης (Fonseca, Yule, & Erol, 1994). Ωστόσο, για αρκετά παιδιά το άγχος ξεπερνάει τα όρια του φυσιολογικού, παύει να αποτελεί μέρος της φυσιολογικής ανάπτυξης και γίνεται πρόβλημα που προκαλεί σημαντική δυσφορία και δυσλειτουργία στην καθημερινότητά τους (Kendall, 2000).

### 1.1.1 Ορισμός Μαθηματικού άγχους

Οι ερευνητές και οι εκπαιδευτικοί εδώ και πολλά χρόνια έχουν αναγνωρίσει το ρόλο των μαθηματικών στην ακαδημαϊκή και επαγγελματική επιτυχία. Ένας παράγοντας που επηρεάζει τη μάθηση και τη γνώση των μαθηματικών είναι το άγχος (Mononen, Niemivirta, Korhonen, Lindskog, & Tapola, 2021). Το MA φαίνεται να είναι τόσο μια πτυχή του «άγχους» όσο και μια πτυχή των «μαθηματικών».

Το άγχος των μαθηματικών έγινε εξέχον θέμα έρευνας τη δεκαετία του 1970, αν και η ύπαρξη του προβλήματος είχε αναγνωριστεί πολύ νωρίτερα (Dreger & Aiken, 1957 · Gough, 1954). Το 1957, οι Dreger και Aiken χρησιμοποίησαν για πρώτη φορά τον όρο MA για να περιγράψουν την αρνητική στάση των μαθητών απέναντι στα

μαθηματικά. Το MA εμφανίζεται όταν ένα άτομο βιώνει συναισθηματικές διαταραχές ή αρνητικά συναισθήματα λόγω καταστάσεων που περιλαμβάνουν τα μαθηματικά στη μάθηση ή στις καθημερινές δραστηριότητες (Namkung, Peng, & Lin, 2019).

Ειδικότερα το MA είναι *«ένα αίσθημα έντασης και άγχους που παρεμβαίνει στη χειραγώγηση των αριθμών και στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων σε μια μεγάλη ποικιλία συνηθισμένων καταστάσεων ζωής και ακαδημαϊκών καταστάσεων»* (Richardson & Suinn, 1972, σ. 551). Το MA ορίζεται ως ένα συγκεκριμένο είδος άγχους που επηρεάζει αρνητικά τα μαθηματικά αποτελέσματα σε διάφορα επίπεδα της μαθηματικής εκπαίδευσης (Hembree, 1990 όπως αναφέρεται στο Szczygieł, 2020) και μπορεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο σε διάφορους τομείς της ζωής, συμπεριλαμβανομένων των ακαδημαϊκών καταστάσεων (Ashcraft, 2002 · Dowker, Sarkar, & Looi, 2016).

Σύμφωνα με τους Cipora, Santos, Kucian, & Dowker (2022) δεν υπάρχει ένας καθολικά αποδεκτός ορισμός του MA, κάτι που υποδηλώνει ότι το MA μπορεί να οριστεί από διάφορες οπτικές γωνίες. Μια ομάδα ορισμών φαίνεται να αντιμετωπίζει το MA ως ένα χαρακτηριστικό ή κατάσταση που μπορεί να διαφέρει μεταξύ ατόμων και μεταξύ καταστάσεων. Για παράδειγμα, οι Richardson και Suinn ορίζουν το MA ως *«ένα αίσθημα έντασης και άγχους που παρεμποδίζει τη χειραγώγηση των αριθμών και την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων σε (...) συνηθισμένη ζωή και ακαδημαϊκές καταστάσεις»*. Ομοίως, οι Ashcraft και Ridley το ορίζουν το MA ως *«αρνητικές καταστάσεις που σχετίζονται με τα μαθηματικά και τις μαθηματικές καταστάσεις»*. Μια άλλη ομάδα ορισμών ορίζει το MA μέσα σε ένα κλινικό εύρος. Για παράδειγμα, σύμφωνα με τον Lazarus, το MA είναι *«ένας παράλογος και επιτακτικός τρόμος των μαθηματικών»*. Ο Tobias ορίζει το MA ως *«τον πανικό, την αδυναμία, την παράλυση και την ψυχική αποδιοργάνωση που προκύπτει μεταξύ ορισμένων ανθρώπων όταν καλούνται να λύσουν ένα μαθηματικό πρόβλημα»*. Σύμφωνα με κλασικές μελέτες του Faust, το MA πληρεί τα κριτήρια για την ειδική φοβία. Αυτός ο ισχυρισμός υποστηρίζεται επίσης από πιο πρόσφατες εργασίες που δείχνουν ότι τα πρότυπα συμπεριφοράς και ενεργοποίησης του εγκεφάλου ατόμων με υψηλό άγχος στα μαθηματικά -κατά τη διάρκεια της έκθεσης σε μαθηματικά προβλήματα (που δεν απαιτείται καν να τα λύσουν)- μοιάζουν με πρότυπα που παρατηρούνται σε άτομα με άλλες φοβίες (Cipora, et al., 2022).

Φτάνοντας στο σήμερα, σχεδόν οι μισοί μαθητές παγκοσμίως αναφέρουν ότι ανησυχούν για την αποτυχία στη μάθηση των μαθηματικών (OECD, 2013), με το άγχος

των μαθηματικών να συγκαταλέγεται ανάμεσα στα πιο διαδεδομένα ακαδημαϊκά άγχη και με μελέτη να διαπιστώνει ότι περίπου το 30% των 15χρονων μαθητών ενέκριναν συναισθήματα νευρικότητας, αδυναμίας και έντασης όταν πρόκειται να κάνουν μαθηματικές εργασίες (Cassady, 2010· OECD, 2013 όπως αναφέρεται στο O'Hara, Kennedy, Naoufal, & Montreuil, 2022). Μάλιστα το MA έχει βρεθεί ότι σχετίζεται με την πολυπλοκότητα των μαθηματικών δραστηριοτήτων (Faust et al., 1996 όπως αναφέρεται στο Namkung et al., 2019) και είναι ξεχωριστό από άλλα άγχη όπως το άγχος για τις φυσικές επιστήμες (Megreya, Szűcs, & Moustafa, 2021).

Το MA θεωρείται ως ένα πολυδιάστατο κατασκεύασμα, το οποίο αντιπροσωπεύεται καλύτερα από δύο διακριτές διαστάσεις, τη συναισθηματική και τη γνωστική (Ho, Senturk, Lam, Zimmer, Hong, Nakazawa, & Wang, 2000). Και οι δύο διαστάσεις γίνονται εμφανείς στην προσδοκία επίλυσης προβλημάτων καθώς και κατά τη διάρκεια της πραγματικής επίλυσης προβλημάτων. Η συναισθηματική διάσταση του MA αναφέρεται σε συναισθήματα νευρικότητας, έντασης, φόβου και δυσάρεστων φυσιολογικών αντιδράσεων, κατά τη διάρκεια επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων σε καθημερινές και ακαδημαϊκές καταστάσεις (Namkung et al., 2019). Για παράδειγμα, ένας μαθητής μπορεί να βιώσει φόβο και αυξημένο καρδιακό ρυθμό όταν σκέφτεται ένα προσεχές μάθημα μαθηματικών ή μια εξέταση μαθηματικών στο σχολείο. Η γνωστική διάσταση του MA με τη σειρά της, αναφέρεται σε αρνητικές σκέψεις, προσδοκίες και ανησυχίες σε σχέση με την αναμενόμενη απόδοση του ατόμου σε καταστάσεις που σχετίζονται με τα μαθηματικά (Namkung et al., 2019). Για παράδειγμα, ένας μαθητής μπορεί να αισθάνεται εξαιρετικά ανήσυχος μήπως δεν καταφέρει να λύσει σωστά μαθηματικά προβλήματα.

Παρόλα ταύτα, δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία από μελέτες ότι το MA στα μικρά παιδιά είναι ένα ειδικό είδος άγχους. Προηγούμενες μελέτες για την εξειδίκευση του MA δοκιμάζουν κυρίως την κοινή διακύμανση του MA με το γενικό άγχος που ορίζεται ως η διάθεση του ατόμου να ανησυχεί για διάφορα πράγματα, γεγονότα, συμπεριφορές και ικανότητες (Spence, 1997) και με το άγχος των εξετάσεων που ορίζεται ως ανησυχία σε καταστάσεις που περιλαμβάνουν αξιολόγηση απόδοσης (Putwain, & Daniels, 2010). Μερικές από τις μελέτες σε μικρά παιδιά έδειξαν ότι το MA συσχετίζεται μέτρια ή ισχυρά με το γενικό άγχος (Carey, Hill, Devine, & Szűcs, 2017· Cargnelutti, Tomasetto, & Passolunghi, 2017· Ganley & McGraw, 2016· Hill, Mammarella, Devine, Caviola, Passolunghi, & Szűcs, 2016 · Szczygieł, 2019) καθώς και με το άγχος δοκιμής (Carey et al., 2017· Gierl, & Bisanz, 1995). Ωστόσο, άλλες



μελέτες δεν ανέφεραν τέτοια σχέση μεταξύ του MA και του γενικού άγχους (Cargnelutti et al., 2017· Gierl & Bisanz , 1995· Wu, Barth, Amin, Melcarne, & Menon, 2012 όπως αναφέρεται στο Szczygieł, 2020).

Αξίζει να σημειωθεί ακόμα ότι οι Buckley, Reid, Good, Lipp & Thomson (2016) διαφοροποιούν το MA σε MA κατάστασης και MA χαρακτηριστικών. Το MA κατάστασης είναι παροδικό και είναι το είδος του άγχους που αισθάνεται κατά την εργασία, όπως όταν ένα άτομο συμμετέχει στα μαθηματικά, ενώ το MA χαρακτηριστικών είναι ένα πιο επίμονο χαρακτηριστικό που συνδέεται με το επίπεδο φόβου και απειλής που ένα άτομο συνδέει με τα μαθηματικά. Οι Buckley et al. (2016) προτείνουν ότι ένας τρόπος εννοιοποίησης των διαφορών μεταξύ των δύο τύπων είναι να σκεφτούμε το MA κατάστασης ως συμπτώματα άγχους και το MA χαρακτηριστικών ως συνδεδεμένο με αιτιολογικούς παράγοντες και πιο προσανατολισμένο στη φύσει μαθηματική μάθηση. Για το MA κατάστασης, ο αντίκτυπος εμφανίζεται στην εργασία κατά τη διάρκεια της μαθηματικής μάθησης και απόδοσης. Διάφοροι ερευνητές έχουν αναφέρει ότι τα φυσιολογικά συμπτώματα των μαθηματικών κατάστασης ( π.χ. αυξημένος καρδιακός ρυθμός και ρυθμός αναπνοής) καθώς και γνωστικά συμπτώματα (π.χ. ενοχλητικές σκέψεις ή ανησυχίες) μπορούν να βλάψουν αρνητικά την απόδοση και τη μάθηση (Ashcraft & Kirk, 2001· Ho et al., 2000). Σκέψεις όπως *«είμαι απελπισμένος στα μαθηματικά»* καταναλώνουν χωρητικότητα μνήμης εργασίας, η οποία διαφορετικά θα χρησιμοποιούνταν για την εκτέλεση μαθηματικών εργασιών ή τη μαθηματική σκέψη (Ashcraft & Kirk, 2001· Ramirez, et al., 2018). Το MA χαρακτηριστικών είναι πιο σταθερό και διαρκές και έχει αντίκτυπο μέσω των επιπτώσεών του στις επιλογές που σχετίζονται με τη μάθηση (Buckley et al., 2020). Οι μαθητές με υψηλότερα επίπεδα άγχους για τα χαρακτηριστικά των μαθηματικών είναι λιγότερο πιθανό να επιλέξουν να σπουδάσουν μαθηματικά ή να ακολουθήσουν σταδιοδρομία που περιλαμβάνουν μαθηματικά (Daker, Gattas, Sokolowski, Green, & Lyons, 2021). Το MA χαρακτηριστικών συνδέεται επίσης πιο στενά με τις αιτίες του άγχους των μαθηματικών. Σε ψυχολογικό επίπεδο, αυτές είναι επίμονες αρνητικές πεποιθήσεις και μοτίβα σκέψης που περιστρέφονται γύρω από την ιδέα ότι η ικανότητα των μαθηματικών είναι προκαθορισμένη και αμετάβλητη, για παράδειγμα, *«κληρονόμησα τις μαθηματικές μου ικανότητες από τους γονείς μου»*. *«Δεν είμαι άνθρωπος των μαθηματικών»* (Buckley et al., 2016). Αυτές οι πεποιθήσεις έχουν διάφορες ετικέτες στην εκπαιδευτική και ψυχολογική ερευνητική βιβλιογραφία. Για παράδειγμα, ορισμένοι αποκαλούν αυτό μια

σταθερή νοοτροπία στα μαθηματικά, η οποία αναφέρεται στη σκέψη των μαθητών ότι η ικανότητα των μαθηματικών δεν μπορεί να αλλάξει, ενώ άλλοι λένε ότι αντιπροσωπεύουν τις πεποιθήσεις ενός εξωτερικού τόπου ελέγχου για τα μαθηματικά ή πιστεύουν ότι η ικανότητα των μαθηματικών σχετίζεται με εξωτερικούς παράγοντες στο άτομο/παράγοντες πέρα από τον έλεγχό τους (Claro et al., 2016). Όποια και αν είναι η ετικέτα, αυτές οι ιδέες τροφοδοτούν άμεσα την αίσθηση του άγχους των μαθηματικών και διαμορφώνονται από εμπειρίες πάλης με τα μαθηματικά, μέσω αλληλεπιδράσεων με την οικογένεια και τους συνομηλίκους, και μέσω των στάσεων και της παιδαγωγικής των δασκάλων (Buckley et al., 2020· Maloney et al. , 2013).

### 1.1.2. Αίτια δημιουργίας του μαθηματικού άγχους

Η έρευνα για το MA έχει μακρά παράδοση και από τη δεκαετία του 1950 έχουν διεξαχθεί πολυάριθμες μελέτες σε διεθνές επίπεδο. Η κατανόηση των αιτιών του MA είναι ένα ζήτημα πολύ σημαντικό αλλά ταυτόχρονα και ιδιαίτερα πολύπλοκο, καθώς οι παράγοντες που επιδρούν στο άτομο ποικίλουν και είναι πολυάριθμοι. Τα τελευταία χρόνια έχει καταβληθεί μεγάλη προσπάθεια για να κατανοηθεί τι προκαλεί το MA, αλλά αυτή η έρευνα δεν έχει ακόμη δώσει οριστικές απαντήσεις, καθώς οι μαθητές μπορεί να αναπτύξουν MA για διαφορετικούς λόγους (Hartwright, Looi, Sella, Inuggi, Santos, Gonzalez, & Salinas 2018· McDonough, & Ramirez, 2018).

Με βάση τη βιβλιογραφική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε από τους Ersozlu και Karakus (2019), τις τελευταίες δεκαετίες, πολλές έρευνες διερευνούν τους παράγοντες που σχετίζονται με τη MA σε ατομικό πλαίσιο, όπως κίνητρα, αυτο-αποτελεσματικότητα, αυτοαντίληψη, διαφορές φύλου και άγχος εξετάσεων. Επιπλέον, η μετα-ανάλυση που πραγματοποιήθηκε από τους Namkung, et al. (2019) που περιλάμβανε 131 μελέτες εντόπισε επίσης τη γνωστική και το περιβάλλον ως τους κύριους παράγοντες που οδηγούν σε MA. Οι Chang και Beilock (2016) ταξινόμησαν αυτούς τους παράγοντες σε δύο τομείς, δηλαδή σε ατομικούς (γνωστικούς, συναισθηματικούς/φυσιολογικούς, παρακινητικούς) και περιβαλλοντικούς (κοινωνικούς/συμφραζόμενους). Πιο συγκεκριμένα, επί του παρόντος, οι θεωρίες που έχουν σχεδιαστεί για να εξηγήσουν την ανάπτυξη του μαθηματικού άγχους εμπίπτουν ευρέως σε μία από τις τρεις κατηγορίες: (α) φτωχές μαθηματικές δεξιότητες, (β)

γενετικές προδιαθέσεις ή (γ) κοινωνικοπεριβαλλοντικοί παράγοντες (Ramirez, et al., 2018). Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν αναλυτικά μερικές από αυτές τις κατηγορίες:

Ένας πιθανός παράγοντας του MA που έχει διερευνηθεί είναι η γενετική. Οι Wang, Hart, Konas, Lukowski, Soden, Thompson, ... & Petrill (2014) δημοσίευσαν την πρώτη (και από όσο γνωρίζουμε, τη μοναδική) εμπειρική συμπεριφορική γενετική ερευνητική μελέτη που προσπάθησε να απαντήσει στο ερώτημα πώς η γενετική συμβάλλει στο MA σε ένα δείγμα 514 δωδεκάχρονων δίδυμων ζευγαριών. Τους δόθηκε η έκδοση του MARS για μαθητές Δημοτικού ως μέτρο του MA, η κλίμακα άγχους των παιδιών Spence ως μέτρο του άγχους των εξετάσεων, μια υποδοκιμή επίλυσης μαθηματικού προβλήματος του Woodcock-Johnson III Tests of Achievement και ένα τεστ κατανόησης ανάγνωσης από το Woodcock Reading Mastery Test. Το MA συσχετίστηκε σημαντικά με το γενικό άγχος και επίσης συσχετίστηκε αρνητικά τόσο με την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων όσο και με την αναγνωστική κατανόηση, ενώ το γενικό άγχος δεν συσχετίστηκε σημαντικά με κανένα ακαδημαϊκό μέτρο. Η μονομεταβλητή και πολυμεταβλητή συμπεριφορική γενετική μοντελοποίηση έδειξε ότι οι γενετικοί παράγοντες αντιπροσώπευαν περίπου το 40% της διακύμανσης στο MA, με τα περισσότερα από τα υπόλοιπα να εξηγούνται από μη κοινούς περιβαλλοντικούς παράγοντες. Έτσι, το άγχος των μαθηματικών μπορεί να προκύψει από έναν συνδυασμό αρνητικών εμπειριών με τα μαθηματικά και προδιαθεσικών γενετικών παραγόντων κινδύνου που σχετίζονται τόσο με τη μαθηματική γνώση όσο και με το γενικό άγχος (Dowker, et al., 2016).

Επιπλέον, διανοητικοί παράγοντες μπορεί να εμπλέκονται στο MA. Τα παιδιά με αναπτυξιακή δυσαριθμησία και άλλες ΕΜΔ στα μαθηματικά έχουν αυξημένο κίνδυνο να βιώσουν MA (Pasolunghi, 2011· Rubinsten & Tannock, 2010 όπως αναφέρεται στο Carey, et al., 2019).

Όμως και άλλα προσωπικά χαρακτηριστικά ενός ατόμου μπορεί να επηρεάσουν το MA όπως α) το φύλο – καθότι τα κορίτσια είναι πιθανότερο να βιώσουν MA (Hembree, 1990) β) η αυτοεκτίμηση, με τη χαμηλότερη αυτοεκτίμηση να συμβάλλει σε υψηλότερα επίπεδα MA (Abbasi, Samadzadeh, & Shahbazzadegan, 2013) γ) ο Μαθησιακός τρόπος (Sloan, Daane, & Giesen, 2002) δ) το άγχος γενικών χαρακτηριστικών (Cipora, Szczygiel, Willmes, & Nuerk, 2015· O'Leary, Fitzpatrick, & Hallett, 2017· Paechter, Macher, Martskvishvili, Wimmer, & Papousek, 2017· Lauer, Esposito, & Bauer, 2018 όπως αναφέρεται στο Moustafa, Al-Emadi, & Megreya, 2021), η οποία είναι μια σχετικά σταθερή ατομική διάθεση και σχετίζεται με

το αίσθημα άγχους σε διαφορετικές καταστάσεις και σε διαφορετικά περιβάλλοντα ε) οι ατομικές διαφορές στη συναισθηματική ρύθμιση (Klein, Bieck, Bloechle, Huber, Bahnmueller, Willmes, et al., 2019) καθώς η συναισθηματική απορρύθμιση σχετίζεται με χαμηλή απόδοση στα μαθηματικά και το MA (Pizzie, & Kraemer, 2018 · Klein et al., 2019).

Ακόμη το MA σε ορισμένα άτομα μπορεί να σχετίζεται με αρνητικές μαθηματικές πεποιθήσεις, δηλαδή, πεποιθήσεις για τις μαθηματικές ικανότητες κάποιου (Buckley et al., 2016· Ramirez et al., 2018). Δεν είναι σαφές πώς οι αρνητικές πεποιθήσεις των μαθηματικών θα μπορούσαν να σχετίζονται με το MA και τις επιδόσεις στα μαθηματικά. Ωστόσο, μια εξήγηση θα μπορούσε να είναι ότι οι μεταγνωστικές διεργασίες μεσολαβούν στη σχέση μεταξύ αρνητικών μαθηματικών πεποιθήσεων και μαθηματικών επιδόσεων, όπως αναφέρεται σε μελέτες (Buzzai, Filippello, Puglisi, Mafodda, & Sorrenti, 2020 · Gabriel, Buckley, & Barthakur, 2020). Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να διερευνήσει τον ακριβή μηχανισμό του πώς αλληλεπιδρούν οι πεποιθήσεις, η μεταγνώση και η απόδοση των μαθηματικών (Moustafa, et al., 2021).

Επίσης, ορισμένοι ερευνητές που ασχολούνται με τους λόγους για το MA υποδεικνύουν τα διάφορα είδη φόβων πίσω από αυτό: 1) ο φόβος αποτυχίας (Pantziara & Philippou, 2011· Petronzi, Staples, Sheffield, & Hunt, 2019a· Sorvo, Koronen, Viholainen, Aro, Räikkönen, Peura, Dowker, & Aro, 2017 όπως αναφέρεται στο Szczygieł, & Pieronkiewicz, 2021) 2) ο φόβος για τις αντιδράσεις άλλων ανθρώπων που συνδέονται με τον κίνδυνο δημόσιας αμηχανίας και ταπείνωσης (Szczygieł, & Pieronkiewicz, 2021) και 3) ο φόβος τιμωρίας με κάποιο τρόπο, π.χ. από απόρριψη όταν αποτυγχάνεις να ανταποκριθείς στις προσδοκίες των άλλων ή επειδή βαθμολογήθηκε με χαμηλό βαθμό (Petronzi et al., 2019a).

Επιπλέον, η πολυπλοκότητα μιας μαθηματικής εργασίας φαίνεται να είναι ένας σημαντικός παράγοντας που σχετίζεται με το MA, καθώς βιώνονται περισσότερα συναισθήματα MA κατά την ολοκλήρωση πιο δύσκολων μαθηματικών εργασιών (Trezise, & Reeve, 2018· Artemenko, Cipora, & Nuerk, 2021). Αρκετοί δείκτες έχουν χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενη έρευνα για να διαφοροποιήσουν την πολυπλοκότητα των μαθηματικών εργασιών (Artemenko et al., 2021). Συγκεκριμένα, η αριθμητική χρησιμοποιείται συχνά, με δείκτες δυσκολίας να είναι για παράδειγμα μεγαλύτερος αριθμός τελεστών, μεγαλύτερος αριθμός ψηφίων και «με μεταφορά» (σε αντίθεση με χωρίς μεταφορά) (Hunt, Bhardwa, & Sheffield, 2017· Pizzie, Raman, & Kraemer, 2020

όπως αναφέρεται στο Demedts, Reynvoet, Sasanguie, & Depaere, 2022). Για παράδειγμα, οι Pizzie et al. (2020) παρατήρησαν ότι οι χρόνοι αντίδρασης αυξάνονται και η ακρίβεια μειώνεται καθώς οι μαθηματικές εργασίες γίνονται πιο δύσκολες (σε αυτή τη μελέτη που υλοποιείται από τον δείκτη «αριθμός χειριστών»).

Ακόμη, οι Rubinsten et al. (2018) στο μοντέλο παραγόντων κινδύνου μαθηματικού άγχους υποδηλώνουν ότι υπάρχει μια δυναμική αλληλεπίδραση μεταξύ των χαρακτηριστικών του μαθητή των μαθηματικών και του περιβάλλοντος. Τα παιδιά μπορεί να αναπτύξουν MA λόγω ενός συνδυασμού αυτών των ατομικών και περιβαλλοντικών παραγόντων και το μαθησιακό περιβάλλον θα έπαιζε κρίσιμο ρόλο σε αυτή τη διαδικασία (όπως αναφέρεται στο O'Hara, et al., 2022)

Η ανάπτυξη του άγχους των μαθηματικών θα μπορούσε επίσης να προέλθει από τις αλληλεπιδράσεις με τους γονείς και τους δασκάλους (Berkowitz, Schaeffer, Maloney, Peterson, Gregor, Levine 2015· Maloney, Ramirez, Gunderson, Levine, & Beilock, 2015).

Αν και η αποτελεσματικότητα της γονικής εμπλοκής στα μαθηματικά δείχνει ανάμεικτα στοιχεία (H. Cooper, Lindsay, & Nye, 2000· Hoover-Dempsey, Battiato, Walker, Reed, DeJong, & Jones, 2001· Patall, Cooper, & Robinson, 2008 όπως αναφέρεται στο Ramirez, et al., 2018) τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι κατά τη διάρκεια αυτών των καταστάσεων βοήθειας για τα μαθηματικά, οι μαθηματικά ανήσυχοι γονείς μπορεί να μεταδίδουν αρνητικές στάσεις και πεποιθήσεις για τα μαθηματικά στα παιδιά τους και ότι τα παιδιά τους, με τη σειρά τους, εσωτερικεύουν αυτές τις αρνητικές στάσεις και πεποιθήσεις μέσω της επικύρωσης των στερεοτύπων (Carey, et al., 2019). Μελετώντας οικογένειες παιδιών πρώτης και δεύτερης δημοτικού, οι Maloney et al. (2015) διαπίστωσαν ότι για τους γονείς με υψηλότερο MA, η συχνότερη βοήθεια με τα μαθηματικά στο σπίτι οδηγεί σε αυξημένο MA μέχρι το τέλος του σχολικού έτους σε σύγκριση με τα παιδιά που έλαβαν λιγότερη βοήθεια από τους ανήσυχους γονείς τους ή τα παιδιά που έλαβαν βοήθεια από μη ανήσυχους γονείς.

Επιπλέον, οι μαθητές χτίζουν το μεγαλύτερο μέρος των μαθηματικών τους γνώσεων στην τάξη και συχνά οι πρώτες τους αλληλεπιδράσεις με τα επίσημα μαθηματικά ξεκινούν με τους δασκάλους τους. Το MA έχει αναγνωριστεί ως ένας παράγοντας επιρροής στις πεποιθήσεις και τη συμπεριφορά των μελλοντικών δασκάλων, τα οποία επηρεάζουν τις διδακτικές πρακτικές των δασκάλων (Brady & Bowd, 2005). Ένας μεγάλος αριθμός μελλοντικών δασκάλων του δημοτικού έχει αναγνωριστεί ότι έχουν υψηλό επίπεδο άγχους για τα μαθηματικά, το οποίο τους

ακολουθεί στην τάξη ( Hembree, 1990 · Swars, Daane, & Giesen, 2006). Μια άλλη συναισθηματική μεταβλητή που πιστεύεται ότι επηρεάζει τις διδακτικές πρακτικές των δασκάλων του δημοτικού είναι οι πεποιθήσεις τους σχετικά με τη φύση των μαθηματικών και τη διδασκαλία και τη μάθηση των μαθηματικών (Beswick, 2006). Οι υποψήφιοι δάσκαλοι που βιώνουν MA έχουν συχνά αρνητικές πεποιθήσεις για τα μαθηματικά (Swars, et al., 2006). Αυτές οι αρνητικές πεποιθήσεις μπορούν να οδηγήσουν τους δασκάλους να αναπτύξουν παραδοσιακές διδακτικές πρακτικές, αυξάνοντας έτσι το άγχος των μαθηματικών και μειώνοντας τις επιδόσεις των μαθητών (Kolstad & Hughes, 1994).

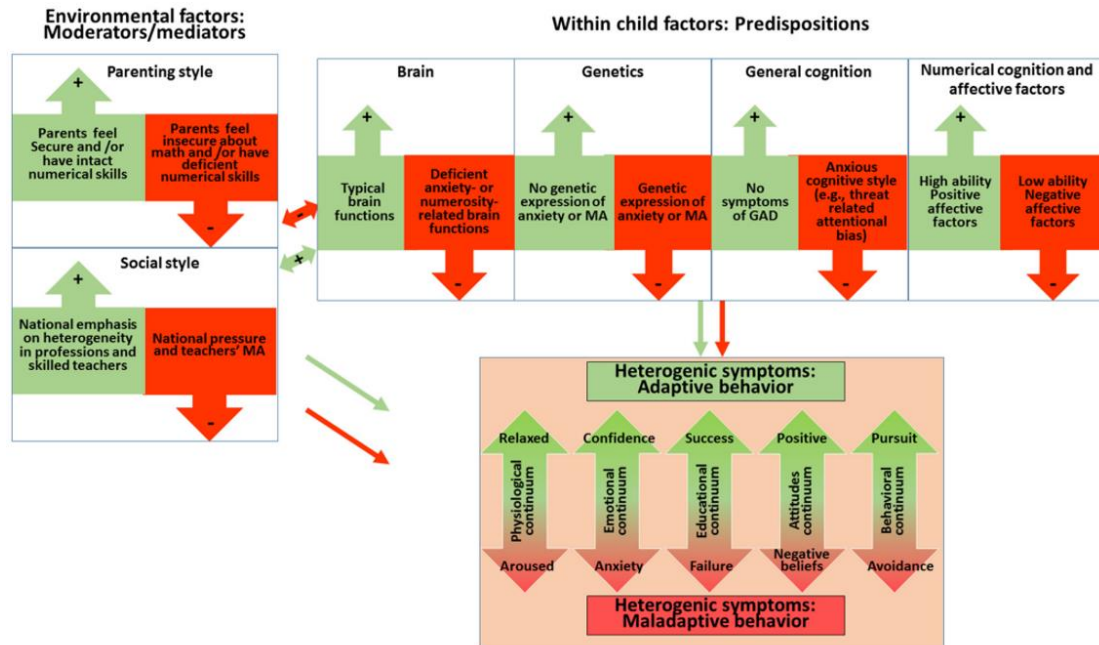
Προηγούμενη έρευνα υποδηλώνει ότι οι δάσκαλοι με MA έχουν επίσης χαμηλότερες προσδοκίες για την επίδοση των μαθητών στα μαθηματικά (Mizala, Martinez, & Martinez, 2015). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό να σημειωθεί, καθώς οι μαθητές μπορούν να πάρουν κοινωνικές ενδείξεις από τους δασκάλους τους και να κάνουν ουσιαστικά συμπεράσματα σχετικά με τις δυνατότητές τους για ακαδημαϊκή επιτυχία (Ambady & Gray, 2002· Keller, 2001 όπως αναφέρεται στο Ramirez et al., 2018). Σε μια μελέτη δασκάλων δημοτικού και μαθητών τους στις ΗΠΑ, οι Beilock, Gunderson, Ramirez, & Levine (2010) διαπίστωσαν ότι τα παιδιά είναι πιο πιθανό να μιμηθούν τη συμπεριφορά και τις στάσεις ενηλίκων του ίδιου φύλου αντί των ενηλίκων αντίθετου φύλου. Στο τέλος της μακροχρόνιας μελέτης τους, κατάφεραν να δείξουν ότι όσο υψηλότερο είναι το MA της δασκάλας, τόσο χαμηλότερα τα επιτεύγματα των κοριτσιών –αλλά όχι των αγοριών– στα μαθηματικά. Τα ευρήματα των Beilock et al. (2010) βασίζονται σε 17 δασκάλους δημοτικού, 52 αγόρια και 65 κορίτσια στις δημοτικές τους τάξεις. Η μελέτη τους οδηγεί τον δρόμο στην εξέταση του τρόπου με τον οποίο το MA των δασκάλων μεταβιβάζεται στις μαθήτριες και παρέχει σημαντική εικόνα, αν και βασίζεται σε ένα μέτριο δείγμα δασκάλων και μαθητών.

Τέλος και το εκπαιδευτικό σύστημα έχει αναγνωριστεί από πολλούς ερευνητές (Alsup, 2004· Benner, 2010· Rosnhan, 2006· Sun, 2009 όπως αναφέρεται στο Szczygieł, & Pieronkiewicz, 2022) ως σημαντικός παράγοντας στην ανάπτυξη του MA. Οι ανεπαρκείς μέθοδοι διδασκαλίας περιλαμβάνουν μετωπικές διαλέξεις, διδασκαλία σε όλη την τάξη, εργασία σε καθίσματα και παρακολούθηση εγχειριδίων (Finlayson, 2014). Επιπλέον, τα εκπαιδευτικά συστήματα χρησιμοποιούν ακατάλληλα όργανα που μπορεί να δημιουργήσουν το έδαφος για την ανάπτυξη του MA. Συχνά τα τυποποιημένα τεστ και η πίεση χρόνου κατά τη διάρκεια των μαθημάτων και των τεστ μαθηματικών προκαλούν νευρικότητα και άγχος σε πολλούς μαθητές (Petronzi et al.,

2019a). Τα μαθήματα μαθηματικών γίνονται συχνά ένα μέρος όπου οι μαθητές υποφέρουν από την αντιπαλότητα των συνομηλίκων και τη δημόσια έκθεση (Sun, 2009 όπως αναφέρεται στο Szczygieł, & Pieronkiewicz, 2022). Επίσης, οι μαθητές αντιμετωπίζουν πολλές καταστάσεις εκτός σχολείου που εμπίπτουν στον γενικό όρο των «κοινωνικών αιτιών του μαθηματικού άγχους» (Spencer, Steele, & Quinn, 1999).

Παρακάτω διαφαίνεται ένα αναπτυξιακό δυναμικό βιο-ψυχοκοινωνικό μοντέλο MA που προτάθηκε από τους Rubinsten και συν. (2018) (*Εικόνα 1.*). Το μοντέλο προβλέπει την προσαρμοστική καθώς και την δυσπροσαρμοστική ετερογένεια στα συμπεριφορικά αποτελέσματα (π.χ. ετερογενείς νευρογνωστικές προδιαθέσεις που αλληλεπιδρούν με τη γονική μέριμνα και το κοινωνικό στυλ κατά την ανάπτυξη του παιδιού). Το μοντέλο δίνει έμφαση σε δύο θεμελιώδη στοιχεία του πλαισίου: α) τη δυναμική πτυχή, όπου οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ ετερογενών παραγόντων κινδύνου οδηγούν σε MA. Το σύμβολο συν (+) μέσα σε ένα πράσινο βέλος σημαίνει μια ευεργετική αλληλεπίδραση ή επιρροή, ένα σύμβολο μείον (-) μέσα σε ένα κόκκινο βέλος υποδηλώνει μια δυσμενή αλληλεπίδραση ή επιρροή. και β) την αναπτυξιακή πτυχή, όπου η επίδραση περιβαλλοντικών παραγόντων (γονικό και κοινωνικό στυλ) στην ανάπτυξη—αυτές οι επιδράσεις μπορούν να λειτουργήσουν τόσο ως διαμεσολαβητές όσο και ως μεσολαβητές (έχοντας και μέγεθος και κατεύθυνση προς τη νευρογνωστική προδιάθεση) ή σε ορισμένες περιπτώσεις ως ανεξάρτητες και άμεσες αναπτυξιακές αιτίες του MA (π.χ., όταν το παιδί δεν παρουσιάζει βιολογικές προδιαθέσεις αλλά οι αρνητικές επιπτώσεις του περιβάλλοντος είναι σοβαρές, οδηγώντας ανεξάρτητα σε MA).

**Εικόνα 1.** Το αναπτυξιακό δυναμικό βιο-ψυχοκοινωνικό μοντέλο αιτιών του MA (Rubinsten et al., 2018).



### 1.1.3. Ανάπτυξη μαθηματικού άγχους

Αν και η έρευνα για το MA βρίσκεται σε εξέλιξη τα τελευταία τουλάχιστον 60 χρόνια, δεν υπάρχουν διαχρονικές μελέτες για την ανάπτυξη αυτού του MA από την αρχή έως το τέλος των σχολικών ετών. Σύμφωνα με τους Ramirez, et al. (2018) η ανάπτυξη του MA στους μαθητές διέπεται από τον τρόπο που αξιολογούν, αντιλαμβάνονται και ερμηνεύουν προηγούμενες μαθηματικές εμπειρίες και αποτελέσματα, τους δασκάλους και τους εαυτούς τους. Μάλιστα οι ερευνητές αναφέρονται σε αυτή την προσέγγιση ως «ερμηνευτικό λογαριασμό».

Μία από τις πιο σημαντικές αναφορές για την τροχιά ανάπτυξης του MA είναι μετα-ανάλυση που διεξήγαγε ο Hembree (1990), τα αποτελέσματα της οποίας κατέδειξαν ότι το επίπεδο του MA αυξάνεται στα επόμενα στάδια της εκπαίδευσης, φτάνει στο αποκορύφωμά του στο γυμνάσιο και μετά παραμένει σταθερό μέχρι την ενηλικίωση. Ωστόσο περιορισμό της μελέτης συνιστά ότι δεν περιλάμβανε αποτελέσματα που λήφθηκαν από παιδιά μικρής σχολικής ηλικίας. Μάλιστα, για μεγάλο χρονικό διάστημα, τα μικρά παιδιά δεν ελέγχονταν για MA επειδή θεωρήθηκε ότι δεν ανήκαν σε ομάδα κινδύνου (Gunderson, Park, Maloney, Beilock, & Levine, 2017).



Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, οι απόψεις για τη φύση του MA και την προέλευσή του έχουν αλλάξει. Οι ερευνητές παρατήρησαν ότι εφόσον τα παιδιά στην τέταρτη ή την πέμπτη τάξη βιώνουν άγχος στα μαθηματικά, αυτό σημαίνει ότι το MA μπορεί ήδη να έχει ξεκινήσει νωρίτερα (Gunderson et al., 2017). Πράγματι, τα αποτελέσματα πολλών μελετών δείχνουν ότι τα πρώτα συμπτώματα αυτού του άγχους εμφανίζονται ακόμη και στην προσχολική ηλικία (Petronzi et al., 2019b) ή στην πρώιμη σχολική ηλικία (Cargnelutti, Tomasetto, & Passolunghi, 2017· Ramirez, Chang, Maloney, Levine, & Beilock, 2016, Ramirez, Gunderson, Levine, & Beilock, 2013· Sorvo, Koronen, Viholainen, Aro, Räikkönen, Peura, Dowker, & Aro, 2017 όπως αναφέρεται στο Szczygieł & Pieronkiewicz, 2022). Αυτό εγείρει το ερώτημα πότε αρχίζει το άγχος των μαθηματικών και πώς αναπτύσσεται στα μικρά παιδιά (Dowker, Cheriton, Horton, & Mark, 2019). Επειδή η ανάπτυξη του μαθηματικού άγχους σε μικρά παιδιά έχει μελετηθεί ανεπαρκώς (Batchelor, Torbeyns, & Verschaffel, 2019· Dowker et al., 2019), τα αποτελέσματα μιας διαχρονικής μελέτης σε παιδιά που ξεκίνησαν το σχολείο σε ηλικία των 6 ή 7 ετών μπορεί να συμπλήρωναν τη γνώση για την προέλευση και τη δυναμική της ανάπτυξης του MA. Αν και πολλές μελέτες για το επίπεδο άγχους των μαθηματικών έχουν διεξαχθεί τα τελευταία χρόνια, λίγες από αυτές ήταν διαχρονικές (Cargnelutti, Tomasetto, & Passolunghi, 2017· Krinzinger, Kaufmann, & Willmes, 2009· Vukovic, Kieffer, Bailey, & Harari, 2013) και η πλειοψηφία τους διεξήχθη στο Δυτικό εκπαιδευτικό πλαίσιο (ΗΠΑ: Vukovic et al., 2013 · Ηνωμένο Βασίλειο: Petronzi et al., 2019b· Ιταλία: Caviola, Primi, Chiesi, & Mammarella, 2017 όπως αναφέρεται στο Szczygieł & Pieronkiewicz, 2022).

Μια πρόσφατη διαχρονική μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τις Szczygieł & Pieronkiewicz (2022) για το MA των παιδιών που παρακολούθηθηκαν στην πρώτη χρονιά του δημοτικού κατέδειξε ότι οι μαθητές της πρώτης τάξης παρουσίασαν ήπιο άγχος στα μαθηματικά που κορυφώθηκε στην αρχή της σχολικής χρονιάς. Τα περισσότερα παιδιά βίωσαν χαμηλό επίπεδο μαθηματικού άγχους. Μερικά δε από αυτά δεν ήταν καθόλου ανήσυχα ή εμφάνισαν μέτριο άγχος, ενώ μόνο λίγα παιδιά ήταν πολύ ανήσυχα με τα μαθηματικά. Οι λόγοι για το MA που αναφέρθηκαν συχνότερα από τους μαθητές σχετιζόνταν με τον κίνδυνο αποτυχίας, τη δυσκολία εργασίας, την πίεση χρόνου και τον φόβο να λάβουν χαμηλή βαθμολογία.

Η φαινομενική αύξηση στο MA με την ηλικία είναι συνεπής με ευρήματα που δείχνουν ότι άλλες στάσεις για τα μαθηματικά αλλάζουν με την ηλικία. Δυστυχώς, τείνουν να επιδεινώνονται καθώς τα παιδιά μεγαλώνουν (Ma and Kishor, 1997·

Dowker, 2005· Mata et al., 2012). Ο Blatchford (1996) διαπίστωσε ότι τα δύο τρίτα των 11χρονων παιδιών αξιολογούν τα μαθηματικά ως το αγαπημένο τους μάθημα, αλλά ότι λίγοι 16χρονοι το κάνουν. Τέλος, ορισμένες μελέτες υποδεικνύουν ότι η επιδείνωση των στάσεων αρχίζει ακόμη και πριν από το τέλος του δημοτικού σχολείου (Wigfield, & Meece , 1988).

#### 1.1.4. Επιπολασμός του MA

Μια εύλογη ερώτηση που απαντάται συχνά είναι σχετικά με τον επιπολασμό του MA. Παρά το γεγονός ότι είναι ένα θεμελιώδες ερώτημα, αυτό το ερώτημα εξακολουθεί να μην έχει μια απλή και ικανοποιητική απάντηση (Círoga, et al., 2022). Σύμφωνα με τους Devine, Hill, Carey, & Szűcs (2018) είναι δύσκολο να προσδιοριστεί ο επιπολασμός του MA, επειδή οι μετρήσεις του MA είναι συνεχείς χωρίς σαφή διαχωρισμό ως προς το εάν ένα άτομο είναι μαθηματικά ανήσυχο ή όχι. Επιπλέον το MA δεν αναγνωρίζεται ως νοσολογική οντότητα και δεν υπάρχουν εξωτερικά κριτήρια διάγνωσης χρυσού προτύπου, και ως εκ τούτου, οι παρεμβάσεις για το MA είναι ανεπαρκώς ερευνημένες (Guimarães, Haase, & Neufeld, 2021).

Εξετάζοντας τις κατανομές διαφορετικών βαθμολογιών σε κλίμακες MA, βλέπουμε ότι είτε ακολουθούν μια κανονική κατανομή (δηλαδή, οι περισσότεροι συμμετέχοντες αποκαλύπτουν βαθμολογίες κοντά στο μέσο όρο του δείγματος και οι βαθμολογίες πιο μακριά από το μέσο όρο είναι όλο και λιγότερο συχνές), είτε η κατανομή τους είναι λοξή προς τα δεξιά (οι πιο συχνές είναι σχετικά χαμηλές βαθμολογίες, οι υψηλότερες βαθμολογίες είναι όλο και λιγότερο συχνές). Σε κάθε περίπτωση, δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι η κατανομή είναι διτροπική (δηλαδή, δύο σχετικά ξεχωριστές ομάδες βαθμολογιών, χαμηλή και υψηλή) (Círoga, et al., 2022).

Φυσικά οι εκτιμήσεις για τον επιπολασμό του MA ποικίλλουν αρκετά διότι είναι πιθανό να εξαρτώνται και από τους πληθυσμούς που αποτελούσαν το δείγμα των μελετών, από τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν (αν και πολλές από τις μελέτες περιλαμβάνουν παρόμοια εργαλεία) και, ίσως ιδιαίτερα, από ποια κριτήρια χρησιμοποιούνται να κατηγοριοποιήσει τους ανθρώπους ως «μαθηματικά ανήσυχους» (Dowker, et al., 2016).

Από μελέτες που έχουν διεξαχθεί ο επιπολασμός του MA έχει βρεθεί ότι ποικίλλει. Οι Richardson και Suinn (1972) εκτιμούν ότι το 11% των φοιτητών πανεπιστημίου εμφανίζουν αρκετά υψηλά επίπεδα MA ενώ ο Betz (1978) κατέληξε

στο συμπέρασμα ότι περίπου το 68% των μαθητών που εγγράφηκαν σε μαθήματα μαθηματικών βιώνουν υψηλό MA. Οι Ashcraft και Moore (2009) υπολόγισαν ότι το 17% του πληθυσμού έχει υψηλά επίπεδα MA. Οι Johnston-Wilder, Brindley, & Dent (2014) διαπίστωσαν ότι περίπου το 30% μιας ομάδας μαθητευόμενων εμφάνιζε υψηλό MA, με ένα επιπλέον 18% να επηρεάζεται σε μικρότερο βαθμό. Ο Chinn (2009) πρότεινε το πολύ χαμηλότερο ποσοστό 2-6% των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Αγγλία, το οποίο μπορεί απλώς να υποδεικνύει τη χρήση ενός ασυνήθιστα αυστηρού κριτηρίου για τον ορισμό των μαθητών ως μαθητών με υψηλό MA. Καταληκτικά δεν υπάρχει αμφιβολία, ότι ακόμη και στην περίπτωση που γίνονται οι χαμηλότερες εκτιμήσεις ότι το MA αποτελεί ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα (Dowker, et al., 2016).

#### 1.1.5. Μαθηματικό άγχος και δημοτικό σχολείο

Για αρκετό καιρό, υπήρξε μια ενδιαφέρουσα συζήτηση σχετικά με το εάν τα παιδιά έχουν τη γνωστική πολυπλοκότητα να αναφέρουν επαρκώς τα συναισθήματά τους σχετικά με το άγχος των μαθηματικών (Ashcraft & Krause, 2007· Ganley & McGraw, 2016· Vukovic, Kieffer, Bailey, & Harari, 2013 όπως αναφέρεται στο Ramirez et al., 2018). Το MA θεωρείται σημαντικός παράγοντας πρόβλεψης των μαθηματικών δεξιοτήτων σε παιδιά σχολικής ηλικίας, εφήβους και ενήλικες (Dowker, et al., 2016· Zhang, Zhao, & Kong, 2019). Τα τελευταία χρόνια, έρευνες που έχουν διεξήχθη μεταξύ ολοένα και μικρότερων μαθητών αναφέρουν στα αποτελέσματά τους ότι ακόμη και τα παιδιά που ξεκινούν το σχολείο αισθάνονται κάποιο επίπεδο MA (Carey, Hill, Devine, & Szűcs, 2017· Cargnelutti, Tomasetto, & Passolunghi, 2017· Ganley, & McGraw, 2016· Harari, Vukovic, & Bailey, 2013 · Hill, Mammarella, Devine, Caviola, Passolunghi, & Szűcs, 2016· Jameson, 2013, 2014· Krinzinger, Kaufmann, & Willmes, 2009· Mutlu, 2019 · Ramirez, Gunderson, Levine, & Beilock, 2013· Ramirez, Chang, Maloney, Levine, & Beilock, 2016· Vukovic, Kieffer, Bailey, & Harari, 2013· Young, Wu, & Menon, 2012· Wu, Barth, Amin, Malcarne, & Menon, 2012 όπως αναφέρεται στο Szczygieł, 2020).

Μελέτες οι οποίες εξέτασαν το MA στα τέλη του δημοτικού έως το γυμνάσιο έχουν βρει ότι από την τέταρτη έως την όγδοη τάξη, η τάση του MA ακολουθεί ένα ανεστραμμένο σχήμα U με κορύφωση γύρω στην έκτη δημοτικού (Chiu & Henry,

1990). Οι Gierl και Bisanz (1995) ανέφεραν επίσης μια κορύφωση στο άγχος των μαθηματικών τεστ κατά την έκτη δημοτικού. Στην αρχή του δημοτικού σχολείου, συνήθως βρίσκουμε μια πτωτική τάση: Αρκετές μελέτες που εξετάζουν το άγχος των παιδιών για τα μαθηματικά μεταξύ της πρώτης και της τρίτης τάξης (Ramirez, Chang, Maloney, Levine, & Beilock, 2016· Ramirez et al., 2013· Vukovic, et al., 2013 όπως αναφέρεται στο Ramirez, et al., 2018) αναφέρουν μείωση του μέσου όρου του MA σε όλη τη σχολική χρονιά που παρατηρήθηκε. Ωστόσο, η Jameson (2013) ανέφερε μια κορύφωση στην τρίτη δημοτικού (αντί για μια πτωτική τάση) στη μελέτη της για τη μέτρηση του MA από την πρώτη έως την τέταρτη δημοτικού. Αν και αυτά τα διαφορετικά αποτελέσματα μπορεί να υποδηλώνουν ότι το MA κυμαίνεται από έτος σε έτος, υπάρχουν αρκετές μελέτες που δεν βρίσκουν καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των ετών που παρατηρήθηκαν. Μελέτες MA που εξετάζουν παιδιά στις τάξεις α) 4-6 (Suinn, Taylor, & Edwards, 1988) β) 4 και 5 (Yuksel-Sahin, 2008) γ) 3 και 5 (Dowker et al., 2012) και δ) 1-3 (Ganley & McGraw, 2016· Wu et al., 2012· Young et al., 2012) (όπως αναφέρεται στο Ramirez et al., 2018) δεν αναφέρουν διαφορές στο MA σε αυτές τις σχολικές τάξεις. Εν ολίγοις, δεν υπάρχει σαφής τάση σε διάφορες συγχρονικές μελέτες που εξετάζουν το MA σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες.

Το MA μπορεί να εμφανιστεί και να παρουσιάσει δυσμενείς επιπτώσεις νωρίς και να επιδεινωθεί στα σχολικά στάδια (Ramirez et al., 2013· Wu, Barth, Amin, Malcarne, & Menon (2012) · Young et al., 2012). Σε μια αξιολόγηση συμπεριφοράς, οι Wu et al. (2012) ανέφεραν αρνητικές συσχετίσεις μεταξύ του μετρημένου επιπέδου άγχους των μαθητών από τη δευτέρα έως τρίτη δημοτικού και τον υπολογισμό τους καθώς και τις δεξιότητες μαθηματικού συλλογισμού. Παρόμοιες επιδράσεις βρέθηκαν σε μικρότερα παιδιά της πρώτης και της δεύτερης τάξης (Gunderson et al., 2017). Οι Chiu και Henry (1990) ανέφεραν αρνητική συσχέτιση μεταξύ του MA και των βαθμών των μαθηματικών, ιδιαίτερα σε παιδιά άνω της πέμπτης δημοτικού. Πέρα από την παιδική ηλικία, το άγχος των μαθηματικών μπορεί να επιδεινωθεί με την πάροδο του χρόνου (Hembree, 1990· Ma, 1999). Ο Biatchford (1996) ανέφερε ότι υπήρχαν πολύ λιγότεροι μαθητές γυμνασίου σε σχέση με το δημοτικό που ανέφεραν τα μαθηματικά ως τα αγαπημένα τους μαθήματα. Συνολικά, τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι η κατοχή αρνητικών συναισθημάτων στο αρχικό επίπεδο μπορεί να οδηγήσει σε δια βίου επιζήμια αποτελέσματα στα μαθηματικά επιτεύγματα (Ng, Chen, Wu, & Chang, 2022).

Ακόμη, τα κορίτσια στο Δημοτικό Σχολείο συχνά παρουσιάζουν υψηλότερο MA από τα αγόρια σε πολλούς πολιτισμούς, παρά το γεγονός ότι τείνουν να εμφανίζουν

παρόμοια επίπεδα πρώιμων μαθηματικών δεξιοτήτων (Kersey, Braham, Csumitta, Libertus, & Cantlon, 2018) και αργότερα επιδόσεις στα μαθηματικά στο σχολείο, αν και ορισμένες διαφορές μεταξύ των φύλων (υπέρ είτε κοριτσιών είτε αγοριών) έχουν αναφερθεί σε εθνικό επίπεδο σε αρκετές χώρες (Reilly, Neumann, & Andrews 2019).

Το χάσμα μεταξύ των φύλων στο MA είναι ήδη παρόν στη 2-3 τάξη του δημοτικού σχολείου τα αγόρια μικρότερης ηλικίας συχνά βαθμολογούν τον εαυτό τους υψηλότερα στα μαθηματικά από τα κορίτσια (Dowker, Bennett, & Smith, 2012). Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ένας από τους υποτιθέμενους λόγους για τους οποίους οι γυναίκες «δραπετεύουν» από τις επιστήμες STEM είναι το MA (Choe, Jenifer, Rozek, Berman, & Beilock, 2019).

Τα ευρήματα σχετικά με τις διαφορές μεταξύ των φύλων στο MA είναι πιο ασυνεπή. Παρόλο που η έρευνα δεν έχει δείξει διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στις συνδέσεις μεταξύ MA και μαθηματικών επιδόσεων (Barroso, Ganley, McGraw, Geer, Hart, & Daucourt, 2021· Zhang et al., 2019) τα αποτελέσματα των περισσότερων ερευνών στα μικρά παιδιά δείχνουν ότι τα κορίτσια είναι πιο αγχώδη για τα μαθηματικά από τα αγόρια (Carey et al., 2017· Hill et al., 2016· Szczygieł, 2019· Szczygieł, 2020 όπως αναφέρεται στο Szczygieł & Pieronkiewicz, 2022), αλλά υπάρχουν και αντιφατικές μελέτες που αποδεικνύουν ότι αυτό το γεγονός είναι ανυπόστατο (Kucian et al., 2018· Ramirez et al., 2018 · Young et al., 2012 όπως αναφέρεται στο Szczygieł & Pieronkiewicz, 2022· Primi, Donati, Izzo, Guardabassi, O'Connor, Tomasetto, & Morsanyi, 2020), ενώ μερικές φορές έχει βρεθεί και ότι τα αγόρια εμφανίζουν υψηλότερο MA από τα κορίτσια (Dowker et al., 2019).

#### 1.1.6. Σχέση του μαθηματικού άγχους με τις επιδόσεις των μαθητών

Ένα εύρημα που αναφέρεται συχνά είναι μια αρνητική σύνδεση μεταξύ του MA και της απόδοσης των μαθηματικών (Barroso et al., 2021). Ορισμένες μελέτες, κυρίως συγχρονικές, καταδεικνύουν την παρουσία του MA ήδη στις πρώτες τάξεις του δημοτικού σχολείου (Szczygieł & Pieronkiewicz, 2022) και τη σύζευξή του με κατώτερες επιδόσεις στα μαθηματικά (Gunderson et al., 2018· Primi et al., 2020), ενώ άλλες μελέτες αποτυγχάνουν να ανιχνεύσουν αυτήν την αρνητική σύνδεση (Haase, Júlio-Costa, Pinheiro-Chagas, Oliveira, Micheli, & Wood, 2012 · Krinzinger, Kaufmann, & Willmes, 2009 όπως αναφέρεται στο Mononen et al., 2021).

Σύμφωνα με τη Szczygieł (2020) μερικές μελέτες δείχνουν ότι το MA και η επιτυχία στα μαθηματικά σχετίζονται όταν το γενικό άγχος (Ganley & McGraw, 2016· Hill et al., 2013 - σε παιδιά δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) και το άγχος των εξετάσεων (Gierl & Bisanz, 1995· Van Mier, Schleepen, & Van den Berg, 2019 – στα κορίτσια) ελέγχονται, ενώ άλλες μελέτες δείχνουν ότι δεν υπάρχει τέτοια σχέση (Ganley & McGraw, 2016· Hill et al., 2013 – σε παιδιά δημοτικού· Van Mier et al., 2019 – στα αγόρια).

Αξίζει ακόμα να τονιστεί ότι είναι λίγες οι διαθέσιμες μελέτες που διερευνούν τις αναπτυξιακές αλλαγές ταυτόχρονα στο MA και στις μαθηματικές επιδόσεις στα παιδιά (Mononen et al., 2021). Οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί δείχνουν ότι το MA είναι σχετικά σταθερό με την πάροδο του χρόνου ( $\beta = 0,33-0,63$ ) και η επίδοση στα μαθηματικά ακόμη περισσότερο ( $\beta = 0,63-0,91$ ) (Cargnelutti et al., 2017· Gunderson et al., 2018· Krinzinger, Kaufmann, & Willmes, 2009· Sorvo, Koronen, Viholainen, Aro, Räikkönen, Peura, Tolvanen, & Aro, 2019 όπως αναφέρεται στο Mononen et al., 2021). Αντίθετα, τα ευρήματα σχετικά με την αλλαγή του μέσου επιπέδου κατά τις πρώτες τάξεις είναι επίσης μικτά, υποδηλώνοντας τόσο αύξηση (Krinzinger et al., 2009) όσο και μείωση από βαθμό σε βαθμό (Gunderson et al., 2018· Pantoja, Schaeffer, Rozek, Beilock, & Levine, 2020· Sorvo et al., 2019 όπως αναφέρεται στο Mononen et al., 2021). Ωστόσο, το μέσο επίπεδο MA στην αρχή της πρώτης τάξης είναι συνήθως εξαιρετικά χαμηλό (Szczygieł & Pieronkiewicz, 2022), ορίζοντας έτσι την έναρξη της αλλαγής.

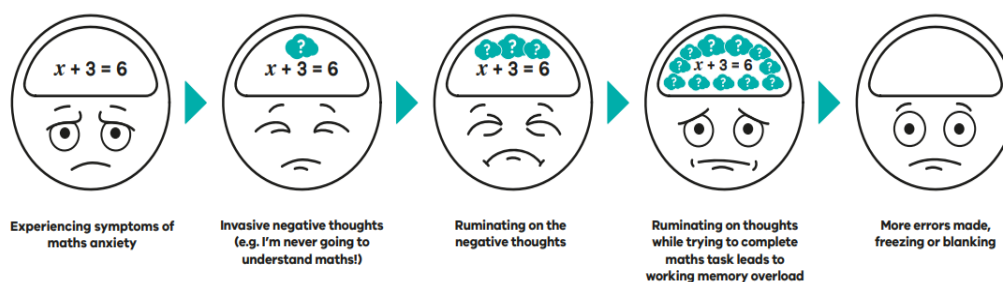
Άξιο αναφοράς είναι και το γεγονός ότι αν και υπάρχουν ευρήματα για το πως επηρεάζει το υψηλό MA τις επιδόσεις των μαθητών, υπάρχει σχετικά μικρή έρευνα για τον αντίθετο πόλο του φάσματος του MA, δηλαδή την απουσία ή το χαμηλό MA (δηλαδή α. το να είναι ένας μαθητής ουδέτερος για τα μαθηματικά β. το να υπάρχει έλλειψη άγχους αλλά και άλλα αρνητικά συναισθήματα για τα μαθηματικά (π.χ. θυμός, μίσος ή αντιπάθεια γ. το να υπάρχει έλλειψη άγχους στα μαθηματικά αλλά αίσθημα παραίτησης και αδυναμίας ή δ. το να νιώθει κάποιος θετικά συναισθήματα για τα μαθηματικά). Ορισμένα άτομα εμφανίζουν γνήσια θετική αίσθηση για τα μαθηματικά και μερικές μελέτες έχουν εξετάσει άμεσα την επίδραση των θετικών συναισθημάτων στις μαθηματικές επιδόσεις (Villavicencio, & Bernardo, 2016· van der Beek, van der Ven, Kroesbergen, et al., 2017· Pinxten, Marsh, de Fraine, et al., 2014 όπως αναφέρεται στο Cipora, et al., 2022). Αντίθετα, ορισμένα άτομα βιώνουν αρνητικά συναισθήματα όταν αντιμετωπίζουν μαθηματικά, ακόμα κι αν αυτά τα συναισθήματα και οι στάσεις

δεν σχετίζονται άμεσα με το άγχος, για παράδειγμα, τα αρνητικά συναισθήματα μπορεί να συμπεριλαμβάνουν αντιπάθεια ή πλήξη ή το να αντιλαμβάνονται τα μαθηματικά ως άσχετα ή άχρηστα (φυσικά, τέτοια συναισθήματα μπορεί να -συμβαίνουν με το ΜΑ ή ακόμη και να συνεισφέρουν στο ΜΑ σε ορισμένα άτομα (Círoga, et al., 2022).

Παρακάτω παρουσιάζεται η πορεία που ακολουθεί το ΜΑ και επηρεάζει την επίδοση στα μαθηματικά. Κατά τη διάρκεια μιας μαθηματικής άσκησης το παιδί βιώνει το ΜΑ και ξεκινά να κάνει αρνητικές σκέψεις, τις οποίες ανακυκλώνει. Η ανακύκλωση αρνητικών σκέψεων σε συνδυασμό με τους γνωστικούς πόρους που απαιτούνται για την επίλυση της άσκησης οδηγούν σε υπερφόρτωση της μνήμης εργασίας με αποτέλεσμα το παιδί να οδηγείται σε ολοένα και περισσότερα λάθη ή να σβήνονται οι πληροφορίες.

**Εικόνα 2.** Η επίδραση του ΜΑ στην επίδοση των μαθηματικών (Buckley, 2020).

#### Completing a maths task



#### 1.1.7. Θεωρίες για το μαθηματικό άγχος

Οι Haase, Guimarães, & Wood (2019) περιγράφουν τη σχέση μεταξύ μαθηματικών και συναισθημάτων ως σύνθετη και αλληλένδετη όπου οι δραστηριότητες που περιλαμβάνουν μαθηματικά μπορούν να ξεκινήσουν είτε θετικές είτε αρνητικές αντιδράσεις. Πολυάριθμες μελέτες έχουν δείξει ότι οι συναισθηματικοί παράγοντες μπορεί να παίζουν μεγάλο ρόλο στη μαθηματική απόδοση, με το ΜΑ να παίζει ιδιαίτερα μεγάλο ρόλο (Ma, & Kishor, 1997 · Ho et al., 2000 · Miller, & Bichsel, 2004 · Baloglu, & Κοζακ, 2006 όπως αναφέρεται στο Dowker, et al., 2016). Οι βαθμολογίες ΜΑ συσχετίζονται αρνητικά με τις βαθμολογίες στα τεστ μαθηματικής ικανότητας και επίδοσης, ενώ συνήθως δεν παρουσιάζουν σημαντική συσχέτιση με τη λεκτική ικανότητα και τα επιτεύγματα.

Οι πιθανές κατευθύνσεις της σχέσης μεταξύ άγχους και απόδοσης μπορούν να συνοψιστούν με δύο διαφορετικές θεωρίες: τη *Θεωρία του Ελλείμματος* (The Deficit Theory) και το *Επιβλαβές Μοντέλο Άγχους* (Deleterious Anxiety Model) (Carey, Hill, Devine, & Szucs, 2015).

Ειδικότερα η Θεωρία του Ελλείμματος προτείνει ότι τα άτομα που ξεκινούν με χειρότερες επιδόσεις στα μαθηματικά είναι πιο πιθανό να αναπτύξουν ΜΑ –όπως συνοψίζεται στο Σχήμα 1- (Carey et al., 2015). Για παράδειγμα, μελέτες έχουν προτείνει ότι τα παιδιά με ΜΔ στα μαθηματικά, οι οποίες προκαλούν μειωμένη απόδοση, όπως λόγου χάρη η αναπτυξιακή δυσαριθμησία έχουν υψηλότερα επίπεδα ΜΑ συγκριτικά με τα παιδιά που δεν εμφανίζουν τέτοιου είδους ΜΔ (Pasolunghi, 2011· Rubinsten, & Tannock, 2010). Διαχρονικές μελέτες που έχουν διεξαχθεί υποδηλώνουν επίσης ότι η μειωμένη επίδοση στα μαθηματικά μπορεί να συνδέεται με υψηλότερο άγχος για τα μαθηματικά το επόμενο σχολικό έτος (Ma, & Xu, 2004 · Meece et al., 1990).

**Εικόνα 3.** Αιτιώδης σχέση της μειωμένης μαθηματικής απόδοσης με το αυξημένο ΜΑ (βασισμένη στους Carey et al., 2019).



Το *Επιβλαβές Μοντέλο Άγχους* προτείνει ότι η σύνδεση μεταξύ του ΜΑ και της μαθηματικής απόδοσης καθοδηγείται από τις καταστροφικές συνέπειες του άγχους στη μάθηση και την ανάκληση των μαθηματικών δεξιοτήτων ΜΑ –όπως συνοψίζεται στο Σχήμα 2- (Carey et al., 2015). Το ΜΑ μπορεί να έχει επίδραση στην απόδοση των μαθηματικών σε πολλά διαφορετικά επίπεδα. Πρώτον, τα στοιχεία δείχνουν ότι τα άτομα με ΜΑ είναι λιγότερο πρόθυμα να ασχοληθούν με τις μαθηματικές εργασίες (Carey et al., 2019). Αυτό υποδηλώνει μια τάση προς την αποφυγή των μαθηματικών σε άτομα με ΜΑ, η οποία έχει αρνητικό αντίκτυπο τόσο στις ευκαιρίες μάθησης όσο και στην ανάκληση στα τεστ (Carey et al., 2015). Δεύτερον, ενώ τα άτομα ασχολούνται με μαθηματικά καθήκοντα, το ΜΑ μπορεί να αποσπάσει την προσοχή τους από αυτό που προσπαθούν να μάθουν ή να θυμηθούν. Η ιδέα ότι το άγχος θα μπορούσε να



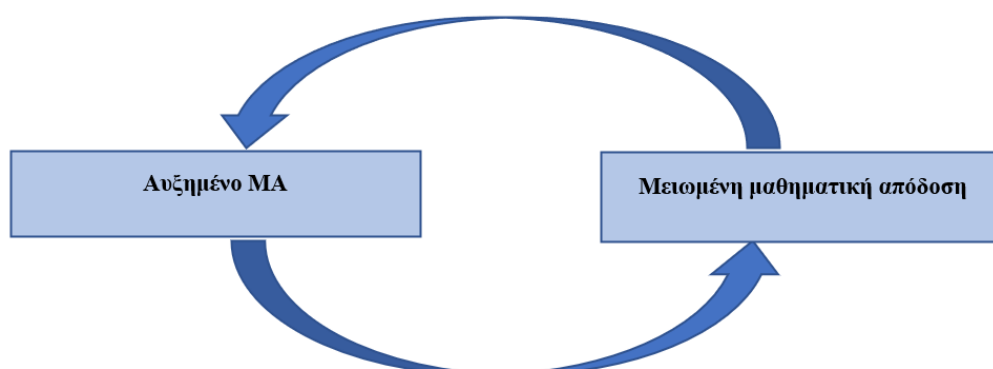
επηρεάσει τη μάθηση και την ανάκληση είναι γνωστή ως «γνωστική παρέμβαση» – το άγχος δημιουργεί σκέψεις και αισθήσεις που αποσπούν την προσοχή που επηρεάζουν την ικανότητα μνήμης. Αυτή η ιδέα υποστηρίζεται από στοιχεία που υποδηλώνουν ότι όσοι έχουν υψηλότερο άγχος στα μαθηματικά έχουν φτωχότερη μνήμη εργασίας (είναι η νοητική ικανότητα, το είδος της μνήμης που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση, επεξεργασία και διαχείριση πληροφοριών (Szücz, & Mammarella, 2020). Οι πιο δύσκολες μαθηματικές εργασίες απαιτούν γενικά μεγαλύτερη χωρητικότητα μνήμης εργασίας από τις ευκολότερες εργασίες. Ως εκ τούτου, η διακοπή της μνήμης εργασίας που προκαλείται από το MA έχει περισσότερες δυνατότητες να επηρεάσει αρνητικά την απόδοση σε πιο δύσκολα παρά ευκολότερα μαθηματικά προβλήματα (Szücz, & Mammarella, 2020).

**Εικόνα 4.** Αιτιώδης σχέση του υψηλού MA με τη μειωμένη απόδοση στα μαθηματικά (βασισμένη στους Carey et al., 2019).



Συνολικά τα στοιχεία που αντλούμε και από τις δύο θεωρίες υποδηλώνουν ότι στην πραγματικότητα μπορεί και οι δύο να παίζουν ρόλο στη σχέση μεταξύ του MA και της απόδοσης. Δηλαδή, το MA μπορεί να προκαλέσει μειωμένη απόδοση και η φτωχότερη απόδοση μπορεί να προκαλέσει MA -όπως συνοψίζεται στο Σχήμα 3- (Carey et al., 2015).

**Εικόνα 5.** Διάγραμμα που απεικονίζει την αμοιβαία σχέση μεταξύ του αυξημένου MA και της μειωμένης απόδοσης στα μαθηματικά (βασισμένη στους Carey et al., 2019).



Την παραπάνω θέση έρχονται να επιβεβαιώσουν τα ευρήματα από μελέτες που χρησιμοποιούν απεικόνιση λειτουργικού μαγνητικού συντονισμού (fMRI) για να εξετάσουν τις διαφορές στην ενεργοποίηση του εγκεφάλου μεταξύ παιδιών με υψηλότερο και χαμηλό MA κατά τη διάρκεια μαθηματικών εργασιών υποστηρίζουν και τις 2 θεωρίες. Οι Young, Wu και Menon (2012) εξέτασαν παιδιά ηλικίας μεταξύ 7 και 9 ετών που είχαν την αποστολή να κρίνουν εάν τα λυμένα μαθηματικά προβλήματα (πρόσθεση και αφαίρεση) ήταν σωστά ή λανθασμένα ενώ βρίσκονταν σε σαρωτή fMRI. Κατά τη διάρκεια της εργασίας, τα υψηλότερα μαθηματικά ανήσυχα παιδιά εμφάνισαν περισσότερη ενεργοποίηση σε περιοχές του εγκεφάλου που σχετίζονται με την επεξεργασία αρνητικών συναισθημάτων και απειλητικών ερεθισμάτων (δηλαδή, την αμυγδαλή) και έδειξαν λιγότερη ενεργοποίηση σε περιοχές του εγκεφάλου που σχετίζονται με τη μνήμη εργασίας (δηλαδή, τον ραχιαίο προμετωπιαίο φλοιό και τον οπίσθιο βρεγματικό λοβό) (Young et al., 2012). Επιπλέον, τα παιδιά με υψηλότερο MA παρουσίασαν επίσης μειωμένη ενεργοποίηση στις περιοχές του οπίσθιου βρεγματικού φλοιού που είναι γνωστό ότι παίζουν κρίσιμο ρόλο στην αριθμητική και μαθηματική γνώση. Το εύρημα ότι οι μαθητές με MA δείχνουν ενεργοποίηση τόσο στον γνωστικό έλεγχο όσο και στις περιοχές αριθμητικής επεξεργασίας υποδηλώνει ότι το MA είναι τόσο η αιτία όσο και το αποτέλεσμα των φτωχών μαθηματικών ικανοτήτων (Ramirez, et al., 2018).

**Εικόνα 6.** Επίδραση του MA στη μαθηματική επίδοση (Σουβερμεζλή, 2019).

Προεπεξεργασίας	Επεξεργασίας	Ανάκτησης μαθηματικών γνώσεων
<ul style="list-style-type: none"><li>• Αποφυγή εμπλοκής σε μαθηματικές διαδικασίες</li><li>• Λιγότερη ακρίβεια στις μαθηματικές εργασίες</li><li>• Μεγαλύτερη βιασύνη στην εκτέλεση των μαθηματικών εργασιών</li><li>• Μειωμένη γνωστική αλληλεπίδραση</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• παρεμβολές και παρεμπόδιση της σκέψης</li><li>• επιροή των αισθήσεων</li><li>• μείωση χωριτικότητα μνήμης εργασίας</li><li>• επιλογή μη αποτελεσματικών στρατηγικών</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• παρεμβολές και παρεμπόδιση της σκέψης</li><li>• επιλογή μη αποτελεσματικών στρατηγικών</li></ul>

#### 1.1.8. Η μεγάλη εικόνα: το μαθηματικό άγχος ως ένα σημαντικό θέμα στα μαθηματική έρευνα

Οι Foley, Herts, Borgonovi, Guerriero, Levine, & Beilock (2017) ανέφεραν ότι το MA είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο. Περίπου το 80% των παιδιών με υψηλό MA έχουν υψηλές επιδόσεις. Αποτελεί μια συχνά λανθασμένη αντίληψη ότι μόνο άτομα με πολύ χαμηλές επιδόσεις παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα MA. Ενώ τα τα μέτρια επίπεδα άγχους μπορούν να βελτιώσουν την απόδοση, υψηλά επίπεδα MA είναι πιο πιθανό να έχουν κάποιες αρνητικές παρά θετικές συνέπειες. Πράγματι, ο πιο αξιοσημείωτος αντίκτυπος του υψηλού MA είναι η έλλειψη μαθητών με πολύ υψηλές επιδόσεις σε πολύ υψηλά επίπεδα MA παρά η ύπαρξη πολλών μαθητών με πολύ κακές επιδόσεις σε πολύ υψηλά επίπεδα MA. Το MA μπορεί να λειτουργήσει ως ανασταλτικός παράγοντας σε μαθητές με φυσιολογική ικανότητα να εκπληρώσουν τις δυνατότητές τους στα μαθηματικά. Μάλιστα, λόγω του υψηλού επιπέδου MA, αυτά τα κατά τα άλλα ικανά παιδιά ενδέχεται να εξαιρεθούν σιγά σιγά από τις ευκαιρίες εκπαίδευσης στα μαθηματικά και ίσως να μην τολμήσουν μελλοντικά κάποια σταδιοδρομία που σχετίζεται με τα μαθηματικά, ακόμη κι αν την προτιμούσαν (Szűcz, & Mammarella, 2020).

Επιπρόσθετα, περίπου το 80% των παιδιών με χαμηλές επιδόσεις δεν έχουν υψηλό MA. Το 80% των παιδιών με ΕΜΔ στα μαθηματικά ή αναπτυξιακή δυσαριθμησία δεν παρουσιάζουν υψηλό MA. Μια πιθανή εξήγηση είναι το ότι οι

μαθητές με χαμηλές επιδόσεις δεν έχουν εσωτερικευμένες τιμές που σχετίζονται με την καλή/κακή επίδοση στα μαθηματικά ή/και το ότι οι μαθητές δεν θα αναμένουν καμία αρνητική/θετική αντίδραση των γονέων που σχετίζεται με τις επιδόσεις τους στα μαθηματικά. Ίσως ακόμη κάποια παιδιά με χαμηλές επιδόσεις στα μαθηματικά να στερούνται απλώς τις μεταγνωστικές ικανότητες για αυτοστοχασμό (Szücz, & Mammarella, 2020).

Συνοψίζοντας με βάση και τα όσα έχουν λεχθεί παραπάνω τα τελευταία χρόνια, το MA έχει μελετηθεί εκτενώς, κάτι το οποίο έχει προσθέσει στην τρέχουσα γνώση γύρω από αυτό. Το MA υπάρχει—δεν μπορεί να αναχθεί σε άλλες κατασκευές (Dowker, Sarkar, & Looi, 2016· Hembree, 1990· Ashcraft, & Ridley, 2005 όπως αναφέρεται στο Cipora, et al., 2022) αλλά διαφέρει από άλλους τύπους άγχους (κατάσταση άγχος, άγχος χαρακτηριστικών και άγχος δοκιμής), ωστόσο συσχετίζεται θετικά μαζί τους με μέτρια μεγέθη επιδράσεων (Hembree, 1990· Ashcraft, & Ridley, 2005 όπως αναφέρεται στο Cipora, et al., 2022). Ακόμα το MA διαφέρει από τις χαμηλές επιδόσεις στα μαθηματικά (Barroso, Ganley, McGraw, et al., 2021· Namkung, Peng, & Lin, 2019· Hembree, 1990· Ma, & Kishor, 1997· Caviola, Toffalini, Giofrè, et al., 2022 όπως αναφέρεται στο Cipora, et al., 2022) και είναι ανεξάρτητο από την ΕΜΔ στα μαθηματικά, αν και υπάρχουν ορισμένες συννοσηρότητες μεταξύ των δύο (Devine, Hill, Carey, et al., 2018 όπως αναφέρεται στο Cipora, et al., 2022).

Το MA είναι παρόν σε πολλά στάδια ανάπτυξης ξεκινώντας από τα πρώιμα σχολικά έτη και τα επίπεδά του αυξάνονται μέχρι την ενηλικίωση (Barroso, Ganley, McGraw, et al., 2021· Zhang, Zhao, & Kong, 2019· Caviola, Toffalini, Giofrè, et al., 2022 όπως αναφέρεται στο Cipora, et al., 2022) και μπορεί να μετρηθεί αξιόπιστα με εργαλεία αυτοπεριγραφής (Cipora, Artemenko, & Nuerk, 2019). Το MA δεν είναι μια μονοδιάστατη κατασκευή, αν και δεν υπάρχει συμφωνία για τις διαστάσεις του. Διαφορετικά μοντέλα υιοθετούν διαφορετικές δομές παραγόντων. Τα πιο κοινά στοιχεία αναφέρονται στο άγχος που σχετίζεται με το «εξετάζομαι στα μαθηματικά» και στο άγχος που σχετίζεται με την «εκμάθηση των μαθηματικών» (Cipora, et al., 2019).

Το MA συνδέεται με μακροπρόθεσμες επιλογές σταδιοδρομίας και άτομα με υψηλά επίπεδα MA είναι λιγότερο πιθανό να ακολουθήσουν σταδιοδρομία που να σχετίζεται με τις STEM (Hembree, 1990· Ashcraft, & Ridley, 2005 όπως αναφέρεται στο Cipora, et al., 2022). Μπορεί να παρατηρηθεί σε διάφορα πολιτισμικά και γλωσσικά πλαίσια (Dowker, et al., 2016· Foley, et al., 2017) ωστόσο οι περισσότερες

μελέτες για τη μέτρησή του διεξάγονται σε ανεπτυγμένες χώρες. Τα κορίτσια/γυναίκες σημειώνουν υψηλότερες βαθμολογίες στο MA από τα αγόρια/άντρες, αλλά αυτή η διαφορά συνήθως δεν αντανακλάται στις επιδόσεις που εμφανίζουν στα μαθηματικά (Barroso, Ganley, McGraw, et al., 2021 · Hembree, 1990) με την επίδραση αυτή να είναι παρούσα σε αρκετούς πολιτισμούς (OECD, 2013). Όμως, οι ακριβείς λόγοι για τη διαφορά αυτή παραμένουν ασαφείς (Cipora, et al., 2022).

Τέλος, έχουν εντοπιστεί αρκετές νευρικές (π.χ. αυξημένη ενεργοποίηση περιοχών του εγκεφάλου που σχετίζονται με συναισθηματική απόκριση, όπως αμυγδαλή ή νησίδα), φυσιολογικές (π.χ. αποκρίσεις αγωγιμότητας δέρματος κατά την επίλυση αριθμητικών προβλημάτων) και γνωστικές (π.χ. χρόνοι αντίδρασης και ακρίβειες στη στοιχειώδη επεξεργασία αριθμών καθήκοντα) συσχετίσεις με το MA (Suárez-Pellicioni, Núñez-Peña, & Colomé, 2016 · Artemenko, Daroczy, & Nuerk 2015 · Avancini, & Szucs, 2019 όπως αναφέρεται στο Cipora, et al., 2022). Θετικό σημείο αναφοράς παραμένει το γεγονός ότι το MA είναι δυνατόν να ανακουφιστεί, οδηγώντας σε αύξηση της απόδοσης στα μαθηματικά (Ramirez et al., 2018 · Hembree, 1990).

## 1.2. Νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση

Η χρήση νέων τεχνολογιών, ψηφιακών εργαλείων και λογισμικών κατέχουν περίοπτη θέση και αποτελούν πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαίδευσης που παρέχεται στα σχολεία. Οι πρόσφατες αλλαγές στην τεχνολογία της πληροφορίας και της επικοινωνίας οδήγησαν τους εκπαιδευτικούς να κάνουν βήματα προς την ενσωμάτωση των υπολογιστών στην εκπαίδευση. Τα ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης επιτρέπουν στους δασκάλους να παρακολουθούν την πρόοδο των μαθητών και, ως εκ τούτου, τους παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση ή/και βοήθεια όπως απαιτείται (Brecko, Kamylyis, & Punie, 2014 · Perez-Sanagustin, Hilliger, Alario-Hoyos, Delgado Kloos, & Rayyan, 2017 όπως αναφέρεται στο Christopoulos, Kajasilta, Salakoski, & Laakso, 2020). Ταυτόχρονα, οι μαθητές μπορούν να ρυθμίσουν τις δικές τους μαθησιακές στρατηγικές και ανάγκες σύμφωνα με τα εγγενή τους κίνητρα (Acedo & Hughes, 2014 · da Silva Figueira - Sampaio, dos Santos, & Carrijo, 2009 όπως αναφέρεται στο Christopoulos, et al., 2020). Τα παραπάνω σε συνδυασμό με την εξελικτική εμφάνιση των ΤΠΕ πυροδότησαν το ενδιαφέρον των ερευνητών να εξερευνήσουν, να αξιολογήσουν και να εξετάσουν πώς η τεχνολογία επηρεάζει,

ενισχύει ή εμπλουτίζει τη μάθηση (Cheung & Slavin, 2012 · Erdogdu & Erdogdu, 2015 · Ghavifekr, Razak, Ghani, Ran, Meixi, & Tengyue, 2014 · Luu & Freeman, 2011 · Yuen & Hew, 2018 όπως αναφέρεται στο Christopoulos et al., 2020).

Σύμφωνα με την έρευνα του Dimitrov (2019), η οποία διερεύνησε τις απόψεις των εκπαιδευτικών στα δημοτικά σχολεία σχετικά με τις θετικές πτυχές των διαδραστικών μεθόδων κυρίως στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση έδειξε πως τα ψηφιακά μέσα παρέχουν νέες δυνατότητες στους εκπαιδευτικούς και καθιστούν τη διδασκαλία πιο ελκυστική και ενδιαφέρουσα με αποτέλεσμα την αύξηση του ενδιαφέροντος και των κινήτρων των μαθητών.

Αυτό αναπόφευκτα οδηγεί στο να διακηρύσσουν ακόμα και οι πιο δύσπιστοι υιοθετούντες ότι τέτοιες τεχνολογίες έχουν τη δυνατότητα να φέρουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, αρκεί όμως οι παρεμβάσεις να σχεδιάζονται και να αναπτύσσονται σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές των καθιερωμένων θεωριών και μοντέλων μάθησης (Mayes & de Freitas, 2007). Η έρευνα των Phutela & Dwivedi (2019) καταδεικνύει ότι οι εκπαιδευτικοί στόχοι και οι ανάγκες χρειάζεται να καθορίζουν τη χρήση της τεχνολογίας, η οποία θα πρέπει να λειτουργεί συμπληρωματικά στοχεύοντας στην ποιότητα της εκπαίδευσης. Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε όλο τον κόσμο δείχνουν ότι η τεχνολογία και η καινοτομία αποτελούν πρακτικές που μπορούν να βελτιώσουν την εκπαιδευτική εμπειρία (Gunasekara et al., 2021 · O'Brien, 2020 · Shelley, 2020 · Qing & Diamantikaki, 2020 · Bonk et al., 2020 όπως αναφέρεται στο Kefalaki, Diamantidaki, & Rudolph, 2022, σ.6).

Δε θα πρέπει όμως η χρήση της τεχνολογίας να αποτελεί πανάκεια (Rudolf, 2018 όπως αναφέρεται στο Kefalaki et al., 2022, σ.7). Ο παραπάνω ισχυρισμός τείνει να ευθυγραμμίζεται με τα συμπεράσματα άλλων ερευνητών που προτείνουν ότι, παρά την αύξηση των ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων, δεν υπάρχει σημαντικός αντίκτυπος στην εμπειρία ή την πρόοδο των μαθητών (Geiger, Faragher, & Goos, 2010 · Lameris & Moumoutzis, 2015).

Συνολικά τα ευρήματα των ερευνών καταδεικνύουν ένα άγνωστο, νέο ερευνητικό πεδίο για την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση. Τα αποτελέσματα των μελετών, αν και ενδεικτικά, συνοψίζονται: στην αύξηση των κινήτρων για μάθηση, στην ενίσχυση της αυτενέργειας των μαθητών, στη βελτίωση της επίδοσής τους, στην αναβάθμιση της εκπαίδευσης σε επίπεδο εμπειρίας και αισθητικής, στην καταλληλότητα για πειραματισμό και διερεύνηση, στην αφύπνιση

συγκεκριμένων δεξιοτήτων των μαθητών (ψυχοκοινωνικών, κοινωνικογνωστικών, ψηφιακών) και τέλος στο δημοσιονομικό όφελος (Chatziagariou, 2020).

Στη συνέχεια της εργασίας θα αναλύσουμε πώς οι νέες τεχνολογίες αποτελούν αρωγό στην διδασκαλία των μαθηματικών καθώς και τη μείωση του MA του μαθητικού πληθυσμού, τεκμηριώνοντας την αναγκαιότητα της χρήσης τους.

### 1.2.1. Μαθηματικά και νέες τεχνολογίες

Ο όρος «ψηφιακή εκπαίδευση» εισήχθη για να υπογραμμίσει τη σημασία των ψηφιακών δυνατοτήτων και να προσθέσει συμπληρωματικά την παιδαγωγική αξιοποίησή τους στη μάθηση και τη διδασκαλία (European Union, 2019:6). Η ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση έχει γίνει υψηλή προτεραιότητα για όλους όσους εμπλέκονται στη μαθησιακή διαδικασία (Chen, & Chang, 2006· Desoete, Ceulemans, De Weerd, & Pieters, 2010· Zaranis, & Oikonomidis, 2009 όπως αναφέρεται στο Zaranis, 2018). Ένας αυξανόμενος όγκος βιβλιογραφίας παρέχει αυξανόμενες ενδείξεις για την αποτελεσματικότητα της χρήσης τεχνολογιών υπολογιστών για τη διευκόλυνση της διδασκαλίας και της μάθησης σε μια ποικιλία σχολικών μαθημάτων (Bayraktar, 2002· Bobis, et al., 2005· Clements, 2002· McKenney, & Voogt, 2009· Trundle, & Bell, 2010 όπως αναφέρεται στο Zaranis, 2018).

Η έρευνα έχει δείξει ότι η διδασκαλία με τεχνολογία μπορεί να βελτιώσει την εκμάθηση των μαθηματικών, για παράδειγμα, προσφέροντας τη δυνατότητα δυναμικής σύνδεσης διαφορετικών μορφών αναπαράστασης και υποστηρίζοντας πιο επικοινωνιακές διδακτικές προσεγγίσεις (Ball, Drijvers, Ladel, Siller, Tabach, & Vale, 2018· Bray & Tangney, 2017· Drijvers, 2019· Drijvers, Ball, Barzel, Heid, Cao, & Maschietto, 2016· Hillmayr, Ziernwald, Reinhold, Hofer, & Reiss, 2020· Olsher & Thurm, 2021 όπως αναφέρεται στο Thurm, & Barzel, 2022). Τα πιο ισχυρά οφέλη από τη χρήση των ΤΠΕ είναι η ενίσχυση ενός υψηλότερου επιπέδου σκέψης και η ανάπτυξη μαθηματικών δεξιοτήτων όπως η ταξινόμηση, η μέτρηση και η αναγνώριση αριθμών (Lieberman, Bates, & So, 2009· Sarama & Clements, 2009). Οι ΤΠΕ που ελέγχονται από μαθητές υποστηρίζουν την ανάπτυξη της γνώσης για τα μαθηματικά και τις εφαρμογές τους, και επίσης παρέχουν αυθεντικές μεθόδους εργασίας (Nunes, Bryant, Evans, Bell, Gardner, Gardner, & Carraher, 2007).

Ωστόσο, η τεχνολογία δεν θα ξεδιπλώσει από μόνη της τις δυνατότητές της, αλλά χρειάζεται μια διδακτικά προσεκτική εφαρμογή προκειμένου να αξιοποιηθούν οι δυνατότητές της και να αποφευχθούν οι αρνητικές επιπτώσεις (Jankvist, Misfeldt, & Aguilar, 2019). Η ψηφιακή τεχνολογία στην τάξη των μαθηματικών περιλαμβάνει μια πληθώρα διαφορετικών τεχνολογιών. Αυτά κυμαίνονται από τη γενική ψηφιακή τεχνολογία (π.χ. λογισμικό επεξεργασίας κειμένου) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επικοινωνία, τεκμηρίωση και παρουσίαση σε διάφορα θέματα έως τις ψηφιακές μαθηματικές τεχνολογίες όπως σχεδιογράφοι συναρτήσεων, πακέτα γεωμετρίας, CAS (Ball, Drijvers, Ladel, Siller, Tabach, & Vale, 2018· Drijvers et al., 2016, Pierce & Stacey, 2010 όπως αναφέρεται στο Thurm, & Barzel, 2022), καθώς και τα ψηφιακά παιχνίδια, τα οποία μπορούν να υποστηρίξουν την επίλυση προβλημάτων και την κριτική σκέψη και να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν τις αφηρημένες έννοιες των μαθηματικών (Homer, Raffaele, & Henderson, 2020 όπως αναφέρεται στο Dondio, Gusev, & Rocha, 2023). Φυσικά, για να είναι αποτελεσματικά τέτοια εργαλεία, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στα σχεδιαστικά στοιχεία του ψηφιακού μαθησιακού περιβάλλοντος. Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι διαφορετικές μελέτες επισημαίνουν διαφορετικές μεταβλητές. Σύμφωνα με τους Rodriguez- Aflecht Jaakkola, Pongsakdi, Hannula-Sormunen, Brezovszky, & Lehtinen (2018), η τεχνολογία θα πρέπει να είναι αρκετά ευέλικτη ώστε να λαμβάνει υπόψη τις διαφορετικές προσεγγίσεις που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι εκπαιδευόμενοι προς την εξεύρεση λύσης και ικανή να διευκολύνει τη διαδικασία προβληματισμού μετά την ολοκλήρωση. Άλλοι ερευνητές (π.χ. Arnab, Lim, Carvalho, Bellotti, de Freitas, Louchart, et al., 2015· Mulligan & Mitchelmore, 2013· Threlfall, 2009· Verschaffel, Luwel, Torbeyns, & Van Dooren, 2009) εστιάζουν στα πρακτικά στοιχεία που είναι υπεύθυνα για τη διανοητική και γνωστική εμπλοκή των μαθητών (π.χ. η χρήση τεχνικές gamification για την ενσωμάτωση του προγράμματος σπουδών, την οπτική αναπαράσταση των ασκήσεων, την κλιμάκωση του επιπέδου δυσκολίας) (όπως αναφέρεται στο Christopoulos, et al., 2020)

Συνοψίζοντας, όπως προτείνει ο Goldenberg (2000) η δύναμη των νέων τεχνολογιών είναι μια από τις ισχυρότερες δυνάμεις στη σύγχρονη ανάπτυξη και εξέλιξη των μαθηματικών και της διδασκαλίας των μαθηματικών. Αυτό συμβαίνει επειδή βοηθά στην παρουσίαση και τη σύνδεση πολλαπλών αναπαραστάσεων (Cullen, Hertel, & Nickels, 2020). Υπάρχουν διάφοροι τύποι τεχνολογίας που χρησιμοποιούνται



στα μαθηματικά. Μία από αυτές τις τεχνολογίες, την οποία θα εξετάσουμε παρακάτω είναι το Geometer's Sketchpad (GSP).

### 1.2.2. Geometer's Sketchpad

Οι εκπαιδευτικοί των μαθηματικών ζητούν την εφαρμογή της τεχνολογίας στην τάξη σε όλα τα επίπεδα τάξης, τα επίπεδα ικανοτήτων και σε διαφορετικούς τομείς περιεχομένου. Η επιρροή της τεχνολογίας έχει αυξηθεί σε σημείο που έχει γίνει μια από τις κατευθυντήριες αρχές της μαθηματικής εκπαίδευσης (NCTM, 2000, όπως αναφέρεται στο Dimakos, & Zaranis, 2010). Τα λογισμικά δυναμικών μαθηματικών αποτελούν μια σημαντική μορφή για την προώθηση της ανάπτυξης της εκπαιδευτικής πληροφόρησης και της εφαρμογής της ψηφιακής μάθησης (Wang, Zhang, Li, Cai, Chen, & Rao, 2020). Το Geometer's Sketchpad (GSP) είναι ένα πρόγραμμα λογισμικού που έφερε επανάσταση στη διδασκαλία και τη μελέτη των μαθηματικών, ειδικά στη γεωμετρία (Geometer's Sketchpad Reference Manual, 2001). Λόγω του σημαντικού ρόλου που διαδραματίζει το GSP, οι εκπαιδευτικοί μαθηματικών ενθαρρύνονται να το θέσουν σε εφαρμογή ως κατάλληλη τεχνολογία σε όλα τα επίπεδα τάξης, τα επίπεδα ικανότητας και σε διαφορετικούς τομείς περιεχομένου (Phongutha, TayrauKham, & Nuangehelern, 2009 όπως αναφέρεται στο Kotu, & Weldeyesus, 2022) καθώς υποστηρίζει την οπτικοποίηση και την κατανόηση πολύπλοκων μαθηματικών εννοιών (Dockendorff & Solar, 2018· Radakovic & McDougall, 2012· Akkaya, & Kağizmanli, 2014· Zengin & Tatar, 2015 όπως αναφέρεται στο Zambak, & Tyminski, 2019).

Το «The Geometer's Sketchpad» είναι ένα εξαιρετικό και ισχυρό διαδραστικό εργαλείο για τη διδασκαλία της Γεωμετρίας, της Άλγεβρας και της Τριγωνομετρίας και ένα «ανοικτό» περιβάλλον διερευνητικής μάθησης και επιτρέπει στους μαθητές να δημιουργήσουν τη δική τους κατανόηση της γεωμετρίας και των μαθηματικών ιδεών (Furner, & Marinas, 2007). Ο σχεδιασμός και η κατασκευή του στηρίχθηκαν σε πολύχρονες έρευνες στην περιοχή της διδακτικής των μαθηματικών. Είναι ένα διεθνώς δοκιμασμένο εργαλείο μάθησης για το οποίο υπάρχει πλούσια βιβλιογραφία και τεκμηρίωση. Αξιοποιεί τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών λαμβάνοντας υπόψη τις νέες τάσεις για διερευνητική προσέγγιση στη σχεδίαση του λογισμικού του (με πολλαπλές αναστάσεις, άμεσοι αναπαραστάσεις κ.τ.λ.). Με τις δυνατότητες που διαθέτει βοηθά στην κατανόηση με τον τρόπο εννοιών και διαδικασιών μέσα από την επίλυση προβλημάτων και τον πειραματισμό. Οι δυνατότητές του είναι τόσο ευρείες

που έχουν σχεδιαστεί για τις ανάγκες της γυμνασιακής εκπαίδευσης σήμερα από την Πέμπτη τάξη του Δημοτικού μέχρι τις τελευταίες τάξεις του Λυκείου (The geometer's sketchpad v4.7. - Photodentro). Ο Hulme (2012) ανέφερε ότι το GSP ενθαρρύνει μια διαδικασία ανακάλυψης όπου οι εκπαιδευόμενοι πρώτα οπτικοποιούν και αναλύουν ένα πρόβλημα και κάνουν εικασίες πριν επιχειρήσουν μια λογική εξήγηση (απόδειξη) του γιατί οι παρατηρήσεις τους είναι αληθινές.

Το Geometer's Sketchpad (GSP), παρόλο που αναφέρεται στο εγχειρίδιο χρήσης του ότι είναι προσανατολισμένο προς τις τάξεις 5 έως το επίπεδο κολεγίου, μπορεί να μειωθεί σε επίπεδο χρήσης και κατανόησης για μικρότερα παιδιά. Με την ενεργή, οπτική προσέγγισή του, το Geometer's Sketchpad επιτρέπει στους νεότερους μαθητές να αναπτύξουν τη συγκεκριμένη βάση για να προχωρήσουν σε πιο προχωρημένα επίπεδα μελέτης ( Hannafin, Burruss, & Little, 2001· Key Curriculum Press, 2001· Marinas, 2003 όπως αναφέρεται στο Furner, & Marinas, 2007). Η πιο πρόσφατη έκδοση Sketchpad, η 5.05, εστιάζει στα Κοινά βασικά πρότυπα για τις τάξεις Γ' Δημοτικού έως Γ' Λυκείου.

Μια πληθώρα διαφόρων μελετών καταδεικνύουν τα θετικά οφέλη της χρήσης του GSP. Από την εκτεταμένη έρευνα για τη μελέτη των επιπτώσεων της χρήσης του GSP στο πρόγραμμα σπουδών της γεωμετρίας έχει αποδειχθεί ότι βοηθά τους μαθητές στην κατανόηση των γεωμετρικών σχέσεων (Bonsangue, 1997· Dimakos, Nikoloudakis, Ferentinos, Choustoulakis, 2007 όπως αναφέρεται στο Dimakos, & Zaranis, 2010), στην πραγματοποίηση μαθηματικών γενικεύσεων και ωφελεί τους μαθητές με ΕΕΑ (Shaw, Durden, & Baker, 1998 όπως αναφέρεται στο Dimakos, & Zaranis, 2010). Οι Zaranis και Ntziahristos (2002) διαπίστωσαν ότι η χρήση του βοήθησε στη βελτίωση της ανάπτυξης της γεωμετρικής σκέψης των μαθητών τους όταν χρησιμοποιήθηκε σε συνδυασμό με οδηγίες βασισμένες στα επίπεδα van Hiele. Συνιστούν ανεπιφύλακτα τη χρήση του GSP, υποστηρίζοντας ότι θα μπορούσε να κάνει αποτελεσματική τη διδασκαλία της γεωμετρίας όπως και να ενισχύσει το ενδιαφέρον των μαθητών. Σε μελέτη του ο Melczarek (1996) χρησιμοποίησε το GSP για να διερευνήσει τη σχέση μεταξύ της τεχνολογίας των υπολογιστών και της ετοιμότητας ενός μαθητή για αυτοκατευθυνόμενη μάθηση. Διαπίστωσε ότι υπήρχε θετική συσχέτιση μεταξύ αυτών των μεταβλητών λόγω κυρίως της (θετικής) στάσης των μαθητών απέναντι στο λογισμικό GSP (όπως αναφέρεται στο Dimakos, & Zaranis, 2010). Η Lester (1996) χρησιμοποίησε επίσης το GSP στις διδακτορικές της σπουδές εξετάζοντας εάν η χρήση μιας επαγωγικής παιδαγωγικής μαζί με τον υπολογιστή θα

βελτιώνει τα γεωμετρικά επιτεύγματα. Τα αποτελέσματα της μελέτης της κατέδειξαν ότι οι μαθητές μαθαίνουν δεξιότητες γεωμετρίας με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και κατανοούν τις έννοιες της γεωμετρίας σε υψηλότερα επίπεδα ως αποτέλεσμα της δημιουργίας και του χειρισμού δυναμικής απεικόνισης γεωμετρικών αντικειμένων στην οθόνη του υπολογιστή (όπως αναφέρεται στο Dimakos, & Zaranis, 2010).

Ακόμη, υπάρχουν διάφορες αναφορές μελετών σε σχέση με τη χρήση του GSP και την επίδρασή του σε διάφορες μεταβλητές όπως το επίτευγμα, η στάση και η επίλυση προβλημάτων. Ο Ames (2011), έδειξε ότι οι μαθητές που χρησιμοποίησαν το GSP επέδειξαν αυξημένο επαγωγικό συλλογισμό κατά την εκμάθηση της γεωμετρίας και των ιδιοτήτων των τετράπλευρων. Παρόλο που η αύξηση των κινήτρων ή της εννοιολογικής γνώσης δεν βρέθηκε να είναι σημαντική, οι άτυπες παρατηρήσεις έδειξαν ότι οι μαθητές με υψηλότερες επιδόσεις έτειναν να επιδεικνύουν μεγαλύτερο κίνητρο και χρόνο κατά τη χρήση του. Ο Eu (2013) ανέφερε επίσης ότι η χρήση του GSP στην τάξη των μαθηματικών έχει θετική επίδραση στις μαθηματικές επιδόσεις των μαθητών και βελτιώθηκε επίσης η στάση τους απέναντι στην εκμάθηση γραφημάτων συναρτήσεων. Ο Hartono (2020) κατέληξε επίσης στο συμπέρασμα ότι η εκμάθηση του GSP ήταν αποτελεσματική στη δισδιάστατη εκμάθηση σχημάτων. Οι ιδιότητες του κύκλου είχαν βελτιώσει την κατανόηση των μαθητών και η ανάλυση του ερωτηματολογίου έδειξε θετική ανατροφοδότηση σχετικά με τη χρήση του GSP στη μάθηση των κύκλων (Ganesan & Eu, 2020). Η χρήση του GSP ως εργαλείο διδασκαλίας βελτίωσε την αντίληψη των μαθητών και τις επιδόσεις τους στα μαθηματικά (Latha, 2020).

Αν και οι θετικές συνεισφορές είναι καλά τεκμηριωμένες, η χρήση της τεχνολογίας δεν είναι πανάκεια. Αξίζει να αναφερθεί ότι παρά τις παραπάνω σημειώσεις, υπάρχουν και έρευνες που καταδεικνύουν σημαντικές διαφορές μεταξύ διαφορετικών μαθητών όσον αφορά τα επίπεδα σχολικής απόδοσης, τα επίπεδα τάξης και τα φύλα στη χρήση των ΤΠΕ (ένα από τα οποία ήταν και το GSP) στην εκμάθηση των μαθηματικών (Fan et al., 2022 όπως αναφέρεται στο Kotu, & Weldeyesus, 2022). Υπάρχει επίσης η πιθανότητα το GSP να χρησιμεύσει ως απόσπαση της προσοχής παρά ως αποτελεσματικό εργαλείο για τους μαθητές (Dimakos, & Zaranis, 2010).

Παρόλα ταύτα, πολυάριθμες είναι οι μελέτες που έχουν διεξαχθεί για τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης του GSP στην εκμάθηση των μαθηματικών, ιδιαίτερα στην εκμάθηση της γεωμετρίας. Το GSP έχει πλεονεκτήματα στη σαφήνεια και τη γεωμετρική αλλαγή (Wang, et al., 2020) ενώ βελτιώνει το

ενδιαφέρον και την απόλαυση των μαθητών και τη συμμετοχή στη γεωμετρία (Hull, Andrew, & Brovey, 2005). Όμως, η βιβλιογραφία δείχνει ότι η χρήση του GSP εξακολουθεί να είναι ένας τομέας έρευνας με πολλά αναπάντητα ερωτήματα. Το πρόγραμμα GSP και η συσχέτισή του με τα κίνητρα μάθησης γεωμετρίας των μαθητών και την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων των μαθητών είναι μεταξύ των τομέων έρευνας που δεν έχουν μελετηθεί καλά, ειδικά σε χώρες χαμηλού εισοδήματος όπου υπάρχει περιορισμένη πρόσβαση και έκθεση στη χρήση της τεχνολογίας για εκπαιδευτική (Kotu, & Weldeyesus, 2022). Με βάση την έρευνα που διεξήχθη, υπάρχει πιθανότητα φυσικά η χρήση του να επηρεάζει και τη μείωση του MA.

### 1.2.3. Μαθηματικό άγχος και νέες τεχνολογίες

Η υπέρβαση του MA θεωρείται μια σημαντική συνταγή για τους μαθητές προκειμένου να είναι επιτυχείς στα μαθηματικά (Bolaer, & Staples, 2008). Όταν εξετάζονται μαθητές σε ορισμένες από τις μελέτες που διεξάγονται για την εξάλειψη του MA, φαίνεται ότι πολλοί ερευνητές προτείνουν διαφορετικές μεθόδους (Burton, 1984· Stuart, 2000· Geist, 2010· Alkan, 2013 όπως αναφέρεται στο Atoyebi, & Atoyebi, 2022).

Ο Piyasu (2014) καθιέρωσε τα θετικά αποτελέσματα της χρήσης υπολογιστών για διδασκαλία για τη συμπλήρωση της τακτικής διδασκαλίας, συμπεριλαμβανομένης της ικανότητάς της να κάνει τους μαθητές (α) να έχουν βελτιωμένη στάση απέναντι στη μάθηση, (β) να έχουν υψηλότερους βαθμούς στις μεταδοκιμές και (γ) να μαθαίνουν περισσότερο σε λιγότερο χρόνο. Αυτή η μελέτη διαπίστωσε επίσης ότι η χρήση της τεχνολογίας έχει θετική επίδραση στη μείωση του επιπέδου του άγχους των μαθητών, αυτό επιβεβαιώθηκε και από άλλους μελετητές (Kinney, Stottlemyer, Hatfield, & Robertson, 2004 όπως αναφέρεται στο Atoyebi, & Atoyebi, 2022) που εξέτασαν την επίδραση ενός βασισμένη σε υπολογιστή προσέγγιση για το άγχος.

Πράγματι, η εκπαίδευση που βασίζεται στην τεχνολογία προτείνεται ως μία από τις μεθόδους που βοηθά στην εξάλειψη του MA (Sun & Pyzdrowski, 2009· Istikomah & Sakinah, 2013· Soewardini, Setiawan, Suhartono, Amin, & Bon, 2020· Wangid, Rudyanto, & Gunartati, 2020 όπως αναφέρεται στο Türkan, & Çetin, 2022) και συνεπώς η τεχνολογία αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τη μείωση του MA στις τάξεις (Pokay, & Tayeh, 1997· Wittman et al., 1998· Nelson, & Watson, 1990-1991· Riley & Evant, 1999 όπως αναφέρεται στο Sun, & Pyzdrowski, 2009).

Προς επίρρωση των παραπάνω οι Taylor και Galligan (2006) ανακάλυψαν ότι η χρήση της τεχνολογίας στα μαθήματα των Μαθηματικών οδηγεί στους μαθητές να δείχνουν θετική στάση απέναντι στο μάθημα, επειδή μια προσέγγιση που βασίζεται στην τεχνολογία μειώνει το επίπεδο του MA των μαθητών. Ακόμη, ο Arranoo (2020) στη μελέτη του κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα βελτιωμένα μαθήματα τεχνολογίας ήταν ωφέλιμα για μαθητές που ήταν ήδη ικανοί στα Μαθηματικά, καθώς πέτυχαν σημαντικά υψηλότερους βαθμούς από τους συνομηλίκους τους στις παραδοσιακές τάξεις. Μια περαιτέρω μελέτη αποκάλυψε ότι, σε σύγκριση με τους συνομηλίκους τους που διδάχθηκαν μαθηματικά χρησιμοποιώντας την παραδοσιακή προσέγγιση, οι μαθητές που διδάχτηκαν χρησιμοποιώντας και την τεχνολογία κατά τη διδασκαλία τα πήγαν πολύ καλύτερα όσον αφορά το άγχος και το επίπεδο του MA τους μειώθηκε (Atoyebi, & Atoyebi, 2022).

Ωστόσο, αν και προηγούμενες έρευνες έχουν δείξει ότι η τεχνολογία μπορεί να αυξήσει τα μαθησιακά ενδιαφέροντα των μαθητών για τα Μαθηματικά και τα κίνητρα, οι επιδράσεις των μεθόδων διδασκαλίας που έχουν ενισχυθεί από την τεχνολογία στο άγχος και την εμπιστοσύνη των μαθητών στην ικανότητά τους να μάθουν Μαθηματικά έχουν σπάνια εξεταστεί. Οι Li, Lin, & Hsiu (2011) επιβεβαίωσαν ότι είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη η ικανότητα των μαθητών να μειώνουν το άγχος σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, ιδιαίτερα στα μαθήματα των Μαθηματικών (Schunk, 2007).) Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να προτείνουμε νέες μεθόδους διδασκαλίας ή εργαλεία που σχετίζονται με την τεχνολογία για να βοηθήσουμε τους μαθητές να αισθάνονται πιο σίγουροι και λιγότερο ανήσυχοι για τα Μαθηματικά. Με την πάροδο του χρόνου, το άγχος στα Μαθηματικά έχει μελετηθεί για να καθοριστεί πώς μπορεί να μειωθεί. Μέχρι στιγμής, δεν έχει δοθεί οριστική απάντηση σχετικά με το πώς μπορεί να μειωθεί το άγχος των Μαθηματικών, ακόμη και με όλη την έρευνα που έχει διεξαχθεί για το άγχος στα Μαθηματικά (Dowker, Sarkar, & Looi, 2016· Ramirez, Shaw, & Maloney, 2018 όπως αναφέρεται στο Atoyebi, & Atoyebi, 2022).

### 1.3. Παρεμβάσεις για την άρση του μαθηματικού άγχους με τη χρήση νέων τεχνολογιών-λογισμικού και μαθηματικών παιχνιδιών

Η μείωση των συμπτωμάτων του MA μπορεί να είναι μια σχετική προσέγγιση για την υποστήριξη της μαθηματικής ανάπτυξης των παιδιών (Pasolunghi, De Vita, & Pellizzoni, 2020). Πρόσφατες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί υποδεικνύουν μια

θετική επίδραση των τεχνολογικών μαθηματικών παρεμβάσεων στο MA σε παιδιά σχολικής ηλικίας (Supekar, Iuculano, Chen, & Menon 2015· Passolunghi et al., 2020· Vanbecelaere, Van den Berghe, Cornillie, Sasanguie, Reynvoet, & Depaere, 2020). Πράγματι, η χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας αποδεικνύεται ιδιαίτερα σημαντική καθώς μπορεί να βοηθήσει τα παιδιά να αναπτύξουν δεξιότητες και να αποκτήσουν γνώσεις που θα αλλάξουν την ποιότητα ζωής τους και επίσης θα συμβάλουν στη διαχείριση υψηλών επιπέδων άγχους, βοηθώντας τα να το εξαλείψουν (Sideraki, & Stathoroulou, 2023).

Πιο συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικές εφαρμογές/λογισμικό μαθηματικών είναι μια αναδυόμενη τάση που στοχεύει στην αύξηση των επιδόσεων και στην αντιμετώπιση των ανισοτήτων με εξατομικευμένες ευκαιρίες μάθησης (Outhwaite, Early, Herodotou, & Van Herwegen, 2023). Οι Jansen, Louwerse, Straatemeier, Van der Ven, Klinkenberg, & Van der Maas (2013) εξέτασαν 207 παιδιά σχολικής ηλικίας (6–12 ετών) με την ολλανδική μετάφραση της μαθηματικής κλίμακα άγχους για παιδιά-MASC των Chiu and Henry (1990) (Ολλανδική μετάφραση) και χρησιμοποίησαν το προσαρμοστικό λογισμικό εκπαίδευσης μαθηματικών Math Garden των Klinkenberg, Straatemeier, & van der Maas, (2011) σε τρεις πειραματικές συνθήκες με διαφορετικά προκαθορισμένα ποσοστά επιτυχίας (έναντι κανονικής διδασκαλίας μαθηματικών). Η ομάδα ελέγχου έλαβε τακτική διδασκαλία μαθηματικών. Και οι δύο ομάδες έλαβαν χαμηλότερες βαθμολογίες MA και η απόδοση στα μαθηματικά βελτιώθηκε μόνο στην ομάδα παρέμβασης (Balt, Börnert-Ringleb, & Orbach, 2022).

Οι Supekar, Iuculano, Chen, & Menon (2015) εξέτασαν 28 παιδιά σχολικής ηλικίας (6–12 ετών) με την κλίμακα μέτρησης επιπέδου Μαθηματικού Άγχους SEMA των Wu, et al. (2012) και χρησιμοποίησαν μια προσαρμογή του λογισμικού Math Wise των Fuchs, Schumacher, & Seethaler (2013), το οποίο στοχεύει στη βελτίωση της γνώσης αριθμών, της ταχύτητας μέτρησης και της εφαρμογής στρατηγικών υπολογισμού. Συγκρίνοντας παιδιά με υψηλά επίπεδα MA και χαμηλά επίπεδα MA, τα παιδιά με υψηλό MA μείωσαν σημαντικά τον MA τους. Όσον αφορά τις επιδόσεις στα μαθηματικά και οι δύο ομάδες επωφελήθηκαν εξίσου από την εκπαίδευση (Balt, Börnert-Ringleb, & Orbach, 2022).

Οι Rauscher, Kohn, Käser, Kucian, McCaskey, Wyszkon, & et al. (2017) στην έρευνά τους αξιολόγησαν 68 παιδιά σχολικής ηλικίας (6–12 ετών) με την κλίμακα άγχους MAI των Kohn, Richtmann, Rauscher, Kucian, Käser, Grond, et al. (2013) και χρησιμοποίησαν την προσαρμοστική εκπαίδευση μαθηματικών *Calcularis* των Käser

Baschera, Kohn, Kucian, Richtmann, Grond, & et al. (2013). Συνέκριναν την ομάδα παρέμβασης με δύο ομάδες ελέγχου. Η μία ήταν ομάδα λίστας αναμονής, η άλλη έλαβε εκπαίδευση ελέγχου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα παρέμβασης έλαβε χαμηλότερες βαθμολογίες MA από την ομάδα ελέγχου λίστας αναμονής. Δεν υπήρξε όμως διαφορά στο MA μεταξύ της ομάδας παρέμβασης και της ομάδας εκπαίδευσης ελέγχου. Όλες οι ομάδες βελτιώθηκαν παρόμοια στη στάση τους απέναντι στα μαθηματικά και την αυτοαντίληψη των μαθηματικών.

Επιπλέον, ο Alanazi (2020) και οι Vanbecelaere, Cornillie, Sasanguie, Reynvoet, & Deraere (2021) ερεύνησαν την επίδραση των εκπαιδευτικών μαθηματικών παιχνιδιών στο MA και στην απόδοση σε παιδιά δημοτικού σχολείου. Η ομάδα παρέμβασης στη μελέτη του Alanazi (2020) συμμετείχε σε ψυχαγωγικά παιχνίδια μαθηματικών πρόσωπο με πρόσωπο (π.χ. παιχνίδια κίνησης που περιέχουν μαθηματικά προβλήματα) εκτός από την τακτική διδασκαλία των μαθηματικών. Η ομάδα σύγκρισης έλαβε κανονική διδασκαλία μαθηματικών. Η ομάδα παρέμβασης έλαβε χαμηλότερες βαθμολογίες MA και υψηλότερες επιδόσεις στα μαθηματικά από την ομάδα ελέγχου. Οι Vanbecelaere et al. (2021) εξέτασαν 78 παιδιά σχολικής ηλικίας (6–12 ετών) με την ολλανδική μετάφραση του ερωτηματολογίου άγχους κατάστασης-μαθηματικών stateMAQ των Orbach, Herzog, & Fritz (2020) και έκαναν χρήση του προσαρμοστικού εκπαιδευτικού παιχνιδιού μαθηματικών Number Sense Game, των Maertens, De Smedt, Sasanguie, Elen, & Reynvoet (2016). Τα αποτελέσματα της μελέτης τους κατέδειξαν ότι και οι δύο ομάδες έλαβαν χαμηλότερες βαθμολογίες MA και βελτιώθηκαν στις πρώιμες δεξιότητες αριθμητικής.

Παρόλα όμως όσων προαναφέρθηκαν από τις προηγούμενες μελέτες για να ενισχυθεί περαιτέρω η βάση αποδεικτικών στοιχείων στον τομέα των τεχνολογικών παρεμβάσεων για την μείωση ή την εξάλειψη του MA, κάποιες μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να εστιάσουν σε τομείς όπως στην εξέταση του πώς οι εφαρμογές μαθηματικών μπορούν να υποστηρίξουν παιδιά που δεν επιτυγχάνουν καλές επιδόσεις στα μαθηματικά καθώς και το πώς συνεισφέρουν στη μείωση του MA τους και αυτά τα παιδιά θα πρέπει να αναγνωρίζονται αξιόπιστα με τρόπους που δεν απειλούν την εσωτερική εγκυρότητα των ευρημάτων. Παράγοντες εντός του παιδιού (within child), όπως η ηλικία και οι γλωσσικές δεξιότητες του παιδιού, θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη για την κατανόηση της μεταβλητότητας στη μάθηση αλλά και στη μείωση του MA με διαφορετικούς τύπους και χαρακτηριστικά μαθηματικών εφαρμογών (Outhwaite, et al., 2023).

#### 1.4. Αναγκαιότητα της έρευνας

Τα τελευταία 60 χρόνια, έχουμε αποκτήσει πολύ μεγαλύτερη κατανόηση του φαινομένου του MA και έχουμε μάθει πολλά για πολλές συγκεκριμένες πτυχές του. Η μεγαλύτερη ανάγκη για περαιτέρω μάθηση μπορεί να περιλαμβάνει όχι τόσο κάποια συγκεκριμένη πτυχή, όσο τους τρόπους με τους οποίους οι πτυχές σχετίζονται μεταξύ τους (Dowker et al., 2016). Έτσι, αν και ο αριθμός των μελετών σχετικά με τη φύση του MA στα παιδιά έχει αυξηθεί, ορισμένα θεωρητικά ζητήματα που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του παραμένουν ασαφή (Szczygieł, 2020).

Οι περισσότερες από τις μελέτες για το MA σε παιδιά, εφήβους και ενήλικες έχουν διεξαχθεί σε δείγματα αγγλικής γλώσσας με αποτέλεσμα το σώμα ερευνών που υπάρχει στην ελληνική βιβλιογραφία να είναι περιορισμένο (Browne, Ortiz-Padilla, & Soto-Varela, 2020). Εκτός από αυτό, υπάρχει ανάγκη για μια πιο εις βάθος μελέτη για την καλύτερη κατανόηση του MA μέσω της οπτικής γωνίας του μαθητή και την ανακάλυψη αυτού του ζητήματος με βάση τη μαθησιακή εμπειρία των μαθητών (Musa, & Maat, 2021). Οι μελέτες αυτές πρόκειται να παρέχουν περαιτέρω επιχειρήματα σχετικά με την ιδιαιτερότητα του MA και την επιζήμια επίδρασή του στην επίδοση στα μαθηματικά, ενώ θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή στον εντοπισμό των πηγών του και στην πρόληψη της μελλοντικής ανάπτυξης μαθηματικού άγχους (Browne et al., 2020).

Ακόμη, το μεγαλύτερο μέρος του υπάρχοντος όγκου έρευνας για τις παρεμβάσεις MA φαίνεται να επικεντρώνεται σε μεγαλύτερους εφήβους και ενήλικες, καθώς οι απαιτήσεις στα μαθηματικά γίνονται περισσότερο πολύπλοκες. Ταυτόχρονα, το MA θα μπορούσε ήδη να παρατηρηθεί σε παιδιά σχολικής ηλικίας. Ως εκ τούτου, η έγκαιρη αναγνώριση και παρέμβαση για το MA φαίνεται να είναι μεγάλης σημασίας για την πρόληψη αρνητικών αναπτυξιακών εκβάσεων. Καθώς η έρευνα για πρώιμες παρεμβάσεις MA είναι περιορισμένη, οι ακριβείς συνθήκες και τα χαρακτηριστικά των επιτυχημένων παρεμβάσεων σε παιδιά σχολικής ηλικίας παραμένουν ασαφή (Moustafa et al., 2021).

Επιπλέον, το MA δεν είναι μια μονοδιάστατη κατασκευή και έχει μια πολύπλοκη σχέση με την απόδοση, το φύλο και άλλες μορφές άγχους (Cipora et al., 2022). Επομένως, οι αλλαγές στο MA θα πρέπει να ελέγχονται από πολλούς παράγοντες ατομικού επιπέδου, αλλά στη μετα-ανάλυση που πραγματοποιήθηκε από τους Dondio



και συνεργάτες (2023) καμία μελέτη δεν διερεύνησε την εξάρτηση των αποτελεσμάτων της από αυτούς τους παράγοντες ελέγχου και έγιναν αναφορές μόνο στις μέσες τιμές του συνολικού πληθυσμού (Dondio et al., 2023).

Λόγω του περιορισμένου σώματος ερευνών στην ελληνική βιβλιογραφία σε σχέση με το MA και τις παρεμβάσεις που πραγματοποιούνται με τη χρήση νέων τεχνολογιών για την εξάλειψή του κρίθηκε αναγκαία η περαιτέρω μελέτη και διερεύνησή του. Η ύπαρξη τέτοιων ερευνών, ειδικά στην ελληνική βιβλιογραφία, καθίσταται ιδιαίτερα χρήσιμη εφόσον προσθέτει νέα δεδομένα στον τομέα της έρευνας του MA ή ακόμη μπορεί να αποτελέσει αφορμή για περαιτέρω έρευνα. Συνοψίζοντας με αφορμή τις προγενέστερες έρευνες καθώς και το γεγονός ότι δεν υπάρχουν πολλές τέτοιες μελέτες στον ελλαδικό χώρο, η παρούσα μελέτη προσανατολίζεται στο να μελετήσει τις τελευταίες εξελίξεις για το MA και τα αρνητικά δορυφορικά συναισθήματα για τα μαθηματικά σε μαθητές και μαθήτριες στο Ελληνικό δημοτικό σχολείο τάξεων Δ' έως Στ' Δημοτικού. Επιπλέον, να εξετάσει κατά πόσο η χρήση των Νέων Τεχνολογιών -με τη χρήση δυναμικού λογισμικού γεωμετρίας- μπορεί να βοηθήσει στην εξάλειψη του MA στους μαθητές και στις μαθήτριες του Δημοτικού.

## ΜΕΡΟΣ Β΄: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Μεθοδολογία της έρευνας

#### 2.1. Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να μελετήσει τις τελευταίες εξελίξεις για το ΜΑ και τα αρνητικά δορυφορικά συναισθήματα για τα μαθηματικά σε μαθητές και μαθήτριες στο Ελληνικό δημοτικό σχολείο τάξεων Δ' έως Στ' Δημοτικού. Επιπλέον, να εξετάσει κατά πόσο η χρήση των Νέων Τεχνολογιών -με τη χρήση δυναμικού λογισμικού γεωμετρίας- μπορεί να βοηθήσει στην εξάλειψη του ΜΑ στους μαθητές και στις μαθήτριες του Δημοτικού. Μέσω της έρευνας θα επιχειρηθεί να δοθούν απαντήσεις στα παρακάτω ερωτήματα:

1. Τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των μαθητών (φύλο, τάξη, εθνικότητα, βαθμός μαθηματικών) σχετίζονται με το ΜΑ ;
2. Πότε αρχίζει το ΜΑ και πώς (με ποιον τρόπο) το βιώνουν οι μαθητές ;
3. Τι μπορούμε να μάθουμε εξετάζοντας μαθητές με υψηλό ΜΑ και υψηλές επιδόσεις στα μαθηματικά και από μαθητές με χαμηλό ΜΑ και χαμηλές επιδόσεις στα μαθηματικά ;
4. Συνεισφέρει το GSP στη μείωση του ΜΑ των μαθητών ;

Τα ερωτήματα αυτά απαντήθηκαν μετά από τη χορήγηση εργαλείων και έργων καθώς και την πραγματοποίηση δομημένων συνεντεύξεων σε ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα και τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων τους.

#### 2.2. Ερευνητική στρατηγική

Η προσέγγιση του θέματος θα πραγματοποιηθεί μέσω εμπειρικής ποσοτικής διερεύνησης. Θα πραγματοποιηθεί ποσοτική ανάλυση σε συνδυασμό με ποιοτική ανάλυση με ημιδομημένη συνέντευξη.

Σκοπός της ποσοτικής έρευνας είναι η εύρεση σχέσεων μεταξύ διαφόρων παραγόντων με βάση υποθέσεις που μέσα από την έρευνα επαληθεύονται ή διαψεύδονται. Η ποσοτική έρευνα, που ακολουθεί μια δομημένη και γραμμική μορφή ανάπτυξης, επιχειρεί συστηματική διερεύνηση φαινομένων με στατιστικές μεθόδους, μαθηματικά μοντέλα και αριθμητικά δεδομένα (Creswell, 2016).

Δεδομένου ότι η ποσοτική έρευνα παρέχει αριθμητικά αποτελέσματα γεγονός που την καθιστά αντικειμενική και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων δεν υπόκειται στις υποκειμενικές κρίσεις του ερευνητή. Πιο συγκεκριμένα η ποσοτική έρευνα παρέχει τη δυνατότητα στον ερευνητή να εξετάσει συσχετίσεις μεταβλητών με έλεγχο υποθέσεων. Ακόμη, ο ερευνητής έχει την δυνατότητα γενίκευσης των συμπερασμάτων, εάν συνυπάρχουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις. Η ποσοτική έρευνα συσχετίσεων παρέχει μία σταθερή μορφή στην ανάδειξη των αποτελεσμάτων, επιτρέπει τη σύνδεση πολλών χαρακτηριστικών μορφών και περιπτώσεων, αναδεικνύει γενικές, αλλά και ειδικές τάσεις του υπό μελέτη δείγματος/ πληθυσμού. Επιπρόσθετα, η ποσοτική έρευνα διαμορφώνεται σε ένα συγκεκριμένο συνδυασμό μεταβλητών, δηλαδή σε χαρακτηριστικά που διαφοροποιούνται στις περιπτώσεις οι οποίες και περιλαμβάνονται στο δείγμα. Τα δε χαρακτηριστικά του συγκεντρωμένου δείγματος συσχετίζονται μεταξύ τους και εξυπηρετούν τον σκοπό της ανεύρεσης γενικών τάσεων και την επαλήθευση των θεωρητικών υποθέσεων/ ερωτημάτων. Με την χρήση συσχετίσεων η έρευνα επικεντρώνεται σε συγκεκριμένα ερωτήματα που μεταφράζονται στη σύνδεση συγκεκριμένων μεταβλητών. Η συλλογή δεδομένων γίνεται με δομημένα πρωτόκολλα, όπως ερωτηματολόγια, κλίμακες και δοκίμια επιτευγμάτων (Creswell, 2016).

Η χρήση της ποιοτικής έρευνας στην προσέγγιση του θέματος που θα εξεταστεί βοηθά στην καλύτερη ερμηνεία των καταστάσεων, των γεγονότων, των συμπεριφορών και των εμπειριών των υποκειμένων. Ακόμη, οι ποιοτική προσέγγιση χρησιμοποιείται για να εξηγήσει και να αναλύσει τους λόγους που εμφανίζεται ένα φαινόμενο (Ζαφειρόπουλος, 2015).

Βασικά χαρακτηριστικά της ποιοτικής έρευνας είναι:

- Δεν μελετώνται μεγάλα δείγματα υποκειμένων
- Έχουν δυναμικό χαρακτήρα
- Προσαρμόζονται εύκολα στις ανάγκες του ερευνητικού έργου και εμπλουτίζονται εύκολα
- Μέσω αυτών γίνεται ανάλυση και κατανόηση αιτιών σε διάφορα φαινόμενα
- Πραγματοποιούνται σε φυσικούς χώρους που συμβαίνει το υπό μελέτη φαινόμενο
- Ερμηνεύουν το φαινόμενο

- Υπάρχει αλληλεπίδραση ερευνητή και ερωτώμενου
- Υπάρχει δυσκολία γενίκευσης ευρημάτων
- Χαρακτηριστικό στοιχείο αυτών είναι η υποκειμενικότητα του ερευνητή κατά την ανάλυση πληροφοριών (Ζαφειρόπουλος, 2015).

### 2.3. Συμμετέχοντες

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2022 – 2023 και διήρκησε τους μήνες Ιανουάριο έως Απρίλιο. Το μέγεθος του δείγματος ήταν 82 μαθητές και μαθήτριες, οι οποίοι προέρχονταν από σχολεία του νομού Κοζάνης. Οι γενικές επιδόσεις των μαθητών αντανakλούσαν το επίπεδο μιας τυπικής τάξης. Οι μαθητές και οι μαθήτριες παρακολουθούσαν το μάθημα των Μαθηματικών όπως προβλέπεται στο αναλυτικό πρόγραμμα των τάξεων Δ', Ε' και Στ'. Οι συμμετέχοντες μαθητές προέρχονται από διαφορετικά τμήματα τριών διαφορετικών σχολείων.

Οι μαθητές που αποτελούν την πειραματική ομάδα, παρακολουθούν πρόγραμμα παρέμβασης με το GSP σύμφωνα με τα μαθηματικά έργα που τους δόθηκαν. Οι μαθητές που αποτελούν την ομάδα ελέγχου, στην οποία δεν εφαρμόζεται κανένα είδος παρέμβασης, εξετάστηκαν στα μαθηματικά έργα σύμφωνα με τις προ-υπάρχουσες γνώσεις τους με τον τρόπο που προβλέπεται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών.

Αξίζει να αναφερθεί ότι σε όλη τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας, τηρήθηκαν πιστά οι κανόνες της ερευνητικής δεοντολογίας ενώ η διεξαγωγή της έρευνας εγκρίθηκε από τη γενική συνέλευση του Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Επιπλέον, από τις αρχές του σχολικού έτους είχε συζητηθεί διεξοδικά η διαδικασία και ο σκοπός της έρευνας, τόσο με τους διευθυντές των σχολείων που συμμετείχαν όσο και τους αντίστοιχους εκπαιδευτικούς. Τέλος, γονείς και κηδεμόνες των μαθητών συναίνεσαν υπογράφοντας το σχετικό έγγραφο για τη συμμετοχή των παιδιών τους. Συνολικά, η παρούσα έρευνα συμμορφώνεται με τα εθνικά και με τα διεθνή πρότυπα ηθικής και δεοντολογίας της έρευνας, όπως με τον Κώδικα Ηθικής και Δεοντολογίας της Επιστημονικής Έρευνας του Πανεπιστημίου Αιγαίου και της Διακήρυξης του Ελσίνκι (World Medical Association, 2022).

## 2.4. Μέσα συλλογής δεδομένων

### 2.4.1. Κλίμακες Μέτρησης του MA

Το MA μπορεί να μετρηθεί με πολλούς τρόπους, συμπεριλαμβανομένων συμπεριφορικών και νευροφυσιολογικών μετρήσεων (Cipora et al., 2019). Η αξιοπιστία των κλιμάκων MA έχει γενικά βρεθεί ότι είναι καλή, είτε μετριέται μέσω της αξιοπιστίας μεταξύ των αξιολογητών, της αξιοπιστίας του τεστ-επανεξέτασης ή της εσωτερικής συνέπειας (Dowker et al., 2019).

Προκειμένου να διερευνηθούν οι στόχοι της έρευνας η ερευνήτρια χρησιμοποίησε συνδυασμό κλιμάκων για το MA προερχόμενες από 2 επιστημονικά άρθρα, με κλειστές ερωτήσεις. Πραγματοποιήθηκε μετάφραση των κλιμάκων στα ελληνικά με την μέθοδο της διπλής μετάφρασης με τη βοήθεια 2 φιλόλογων της αγγλικής γλώσσας. Η πρώτη κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε αναπτύχθηκε από τον Zakariya (2018). Η τελική μορφή της κλίμακας MAS περιέχει 20 υποερωτήματα τα οποία χωρίζονται σε 2 υποκατηγορίες: άγχος στη μάθηση των μαθηματικών -11 υποερωτήματα (Cronbach's alpha = .86) και αντίληψη της δυσκολίας και των κινήτρων στα μαθηματικά - 9 υποερωτήματα (Cronbach's alpha = .74) και έχουν επαρκείς ψυχομετρικές ιδιότητες. Παραδείγματα ερωτήσεων της 1<sup>ης</sup> υποκατηγορίας αποτελούν τα «Μπορώ να γίνω καλός μαθητής/καλή μαθήτρια στο μάθημα των μαθηματικών» και «Τα μαθηματικά μου προκαλούν σύγχυση» ενώ παραδείγματα της 2<sup>ης</sup> υποκατηγορίας είναι «Τα μαθηματικά είναι ένα δύσκολο μάθημα για μένα» και «Δεν αισθάνομαι τόσο άνετα με τη μελέτη των μαθηματικών σε σχέση με άλλα μαθήματα». Ο συντελεστής αξιοπιστίας του οργάνου είναι 0,90 με επαρκή στοιχεία εγκυρότητας περιεχομένου και όψεως. Για την εξέταση της αξιοπιστίας της κλίμακας προσθέσαμε 2 ακόμη υποερωτήματα το «\*Αισθάνομαι ότι είμαι ένα άτομο που 'το έχει' με τα μαθηματικά» και το «\*Τα μαθηματικά μου προκαλούν όμορφα συναισθήματα» τα οποία έρχονταν σε αντίθεση με τα υποερωτήματα «Τα μαθηματικά είναι ένα δύσκολο μάθημα για μένα» και «Τα μαθηματικά μου προκαλούν σύγχυση» αντίστοιχα.

Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα των Mahmood, & Khatoon (2011), η οποία περιλαμβάνει 14 στοιχεία για τη γνώση του MA των μαθητών. Αποτελείται από έναν ομοιογενή παράγοντα με 7 αρνητικά διατυπωμένα στοιχεία και 7 θετικά διατυπωμένα στοιχεία για το MA, αξιολογώντας έτσι θετικές και αρνητικές διαστάσεις του MA. Τόσο οι μαθητές υψηλού όσο και χαμηλού άγχους στα μαθηματικά μπορούν να ανταποκριθούν καλά σε αυτή την κλίμακα. Παραδείγματα θετικών και αρνητικών

υποερωτημάτων είναι τα «*Βρίσκω τα μαθηματικά ενδιαφέροντα*» και «*τα μαθηματικά είναι πονοκέφαλος για μένα*» αντίστοιχα. Η βαθμολογία MA υπολογίζεται προσθέτοντας τις επιμέρους βαθμολογίες όλων των στοιχείων μαζί, όπου το δυνατό εύρος μπορεί να είναι μεταξύ 14-70, και όσο υψηλότερο είναι το σκορ τόσο περισσότερο είναι το άγχος των μαθητών για τα μαθηματικά. Και πάλι για την εξέταση της αξιοπιστίας της κλίμακας προσθέσαμε 2 ακόμη υποερωτήματα το «*\*Παίρνω με άνεση το λόγο στο μάθημα των μαθηματικών για να κάνω κάποια ερώτηση*» και το «*\*Περιμένω με ανυπομονησία πριν μπω στο μάθημα των μαθηματικών*» τα οποία έρχονταν σε αντίθεση με τα υποερωτήματα «*Φοβάμαι να κάνω ερωτήσεις στο μάθημα των μαθηματικών*» και «*Αισθάνομαι ανήσυχος, -η πριν μπω στο μάθημα των μαθηματικών*» αντίστοιχα.

Σημαντικό σημείο που πρέπει να αναφερθεί είναι οι δημιουργοί των κλίμακων στα επιστημονικά άρθρα όταν έθεταν ερωτήσεις στους μαθητές και τις μαθήτριες του κατά πόσο συμφωνούν, επέλεξαν την πενταβάθμια κλίμακα Likert. Η κλίμακα αυτή χρησιμοποιείται συχνά σε στατιστικές έρευνες των κοινωνικών επιστημών (Krosnick, & Presser, 2009). Στις περισσότερες περιπτώσεις επιλέγεται η πενταβάθμια κλίμακα με ουδέτερο σημείο, η οποία επιτρέπει στους ερωτώμενους να επιλέξουν τον βαθμό με τον οποίο συμφωνούν με το ερώτημα διατηρώντας παράλληλα ουδέτερη στάση αν αυτή τους εκφράζει περισσότερο (Krosnick, & Presser, 2009). Επειδή όμως επιθυμούμε την διαμόρφωση της τάσης για το MA στους μαθητές και τις μαθήτριες που θα εξετάσουμε κάναμε χρήση της τετραβάθμιας κλίμακας Likert.

#### 2.4.2. Δομημένη συνεντεύξη μαθητών/μαθητριών

Για τη δημιουργία της δομής της δομημένης συνέντευξης προηγήθηκε βιβλιογραφική μελέτη για το MA. Στις δομημένες συνεντεύξεις ο ερευνητής προσπαθεί να συλλέξει υλικό από τους ερωτώμενους σχετικά με τις εμπειρίες τους, τις σκέψεις τους και τις αντιλήψεις τους. Ιδιαίτερα θετικό γεγονός αποτελεί το ότι οι δομημένες συνεντεύξεις χαρακτηρίζονται από την ευελιξία, καθώς ο/η ερευνητής/τρια δύναται να προσαρμόσει τις ερωτήσεις ανάλογα με το πλαίσιο της συνέντευξης (Λιαργκόβας, Δερμάτης & Κομνηνός, 2019: 132-133). Επιπλέον, προσφέρουν ελευθερία στον τρόπο που απαντά ο/η συνεντευξιζόμενος/η, παρά το γεγονός πως υπάρχει ένας οδηγός συνέντευξης για την κάλυψη του σκοπού και των στόχων της έρευνας (Bryman, 2017: 515), δίνοντας τη δυνατότητα να συζητηθούν κι άλλα θέματα που προκύπτουν κατά τη

συζήτηση σε μεγαλύτερο βάθος (Λιαργκόβας, Δερμάτης & Κομνηνός, 2019: 132). Οι δομημένες συνεντεύξεις με ερωτήσεις ανοικτού τύπου πραγματοποιήθηκαν κατά το διάστημα του Απριλίου του 2023 και αποσκοπούσαν στο να διαπιστωθούν ή και να διερευνηθούν οι αιτίες του ΜΑ, το πώς το βιώνουν οι μαθητές και πότε ξεκινάει το ΜΑ στο ελληνικό δημοτικό σχολείο. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε ως αφετηρία για τη διενέργεια των συνεντεύξεων παρατίθεται στο παράρτημα (Βλ. Παράρτημα – Ερωτηματολόγιο ΜΑ μαθητών και μαθητριών). Η βιβλιογραφία εστιάζει κυρίως στις επιπτώσεις του ΜΑ στις επιδόσεις των μαθητών καθώς και στις αιτίες του ΜΑ, ενώ απουσιάζουν αναφορές ειδικά στην ελληνική βιβλιογραφία σχετικά με το πότε ξεκινάει το ΜΑ και το πώς το βιώνουν οι μαθητές. Η ποιοτική έρευνα στο ΜΑ είναι αραιή, με μια πρόσφατη μελέτη που εντόπισε μόνο 34 σχετικές δημοσιεύσεις τα τελευταία 40 χρόνια (Towers, Hall, Rapke, Martin, & Andrews, 2017). Επιπλέον, αυτές οι μελέτες τείνουν να επικεντρωθούν στις εμπειρίες των φοιτητών πανεπιστημίου, συγκριτικά με τις εμπειρίες των παιδιών. Σε αυτή τη μελέτη διερευνούμε τις εμπειρίες του νεότερου δείγματος μας, καθώς ερευνώντας εμπειρίες από το ΜΑ, χρησιμοποιήσαμε δεδομένα συνεντεύξεων για να διερευνήσουμε τους μαθητές ως προς την προέλευση του ΜΑ, ένα κρίσιμο ερώτημα αν θέλουμε να μάθουμε πώς να ελαχιστοποιούμε το άγχος εμπειρία για μελλοντικές ομάδες μαθητών.

Οι δομημένες συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν δια ζώσης με τους μαθητές και τις μαθήτριες. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε ως αφετηρία για τη διενέργεια των συνεντεύξεων παρατίθεται στο παράρτημα (Βλ. Παράρτημα – Ερωτηματολόγιο για δομημένες συνεντεύξεις). Οι θεματικές ενότητες και οι ερωτήσεις των συνεντεύξεων είναι αντίστοιχες με τις θεματικές ενότητες και τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, προκειμένου να καλυφθούν ο σκοπός και οι στόχοι της έρευνας. Ως προς τον τύπο των ερωτήσεων της συνέντευξης είναι όλες ανοικτού τύπου και επιλέχθηκε αυτός ο τύπος ερωτήσεων γιατί επιτρέπουν στον/στη συνεντευξιαζόμενο/η να αναπτύξει ελεύθερα την άποψή του/της με τον δικό του/της τρόπο χωρίς προκαθορισμούς (Λιαργκόβας, Δερμάτης & Κομνηνός, 2019: 131). Για τον έλεγχο των ερωτήσεων ως προς τη σύνταξη, τη σαφήνεια και την πληρότητά τους υλοποιήθηκαν πιλοτικά τρεις δομημένες συνεντεύξεις σε μαθητές/τριες, που δε θα λάμβαναν μέρος στην ποιοτική έρευνα. Τα σχόλια τους συνέβαλαν στην τελική διαμόρφωση του οδηγού συνέντευξης (Λιαργκόβας, Δερμάτης & Κομνηνός, 2019: 28). Η διάρκεια των συνεντεύξεων ήταν περίπου μία ώρα. Αξίζει σε αυτό το σημείο να αναφερθεί ότι οι

δομημένες μας συνεντεύξεις σε κάποια σημεία είχαν χαρακτηριστικά ημιδομημένης συνέντευξης και υπήρξαν προεκτάσεις στις ερωτήσεις μας.

### **Πίνακας 1.**

*Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου της δομημένης συνέντευξης των μαθητών και μαθητριών*

Ερώτηση	Αναφέρεται σε:
1,3	Συναισθήματα απέναντι στα μαθηματικά
2	Λήψη βοήθεια για τη μελέτη των μαθηματικών από τρίτους
4, 10	Διάφορες εμπειρίες με τα μαθηματικά στην τάξη
5,6	Το ΜΑ σε διάφορα σημεία του χρόνου (έναρξή του και μεταφορά του σε άλλες τάξεις του Δ.Σ.)
7, 12	Λόγοι για το ΜΑ των παιδιών (ρόλος εκπαιδευτικών, έλλειψη αυτοπεποίθησης για τα μαθηματικά)
8, 9	Απόψεις σημαντικών άλλων, ιδιαίτερα συνομηλίκων για τα μαθηματικά
11	ΜΑ και διαγωνίσματα



### 2.4.3. Μαθηματικά έργα

Παρακάτω δίδονται οι ερωτήσεις με τα μαθηματικά έργα όπως ακριβώς δόθηκαν στους μαθητές με επεξηγήσεις όσον αφορά τους λόγους διατύπωσης της κάθε ερώτησης.

Οι τρεις πρώτες ερωτήσεις έχουν ως στόχο να αναδείξουν τις αντιλήψεις των μαθητών του δείγματος για θέματα που σχετίζονται με τα τρίγωνα. Στις ερωτήσεις των μαθηματικών έργων (Ερώτηση 1<sup>η</sup>, 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup>) επιλέξαμε να ασχοληθούμε με το τρίγωνο γιατί είναι ένα από τα βασικά σχήματα με το οποίο έρχονται σε επαφή τα παιδιά από πολύ νωρίς στο Α.Π. του Δ.Σ. Πρόκειται για μία έννοια που διατρέχει την ύλη του δημοτικού και δεν αποτελεί μία έννοια μεμονωμένη. Χρησιμοποιείται πολύ συχνά σε όλες τις τάξεις του δημοτικού, για την εισαγωγή άλλων μαθηματικών εννοιών, ενώ διδάσκεται στις τάξεις Β', Γ', Δ' και Ε' όπως επίσης εμφανίζεται και ως δομικό στοιχείο άλλων γεωμετρικών ή μη εννοιών. Άλλος ένας λόγος για τον οποίο επιλέξαμε το τρίγωνο είναι το γεγονός ότι είναι ένα επίπεδο γεωμετρικό σχήμα που για να γίνει αντιληπτή η ποικιλία ως προς το είδος του (π.χ. ισόπλευρο, ισοσκελές, σκαλινό, οξυγώνιο, ορθογώνιο, αμβλυγώνιο κ.λ.π.). Ένας ακόμη λόγος που συνέβαλλε στο να μελετήσουμε την έννοια του τριγώνου είναι το γεγονός ότι σύμφωνα με έρευνες (Pimm, 1995), παρόλο που τα παιδιά μαθαίνουν τη λέξη «τρίγωνο» και μερικές από τις ιδιότητές των τριγώνων από την πρώτη τάξη του δημοτικού σχολείου, η αντίληψή τους για το τρίγωνο συχνά παραμένει πολύ ισχνή κατά τη διάρκεια του δημοτικού σχολείου, κάτι που ίσως οφείλεται στο ότι σε αυτό συμβάλλει και ο τρόπος παράστασής του από τα σχολικά εγχειρίδια.

Ερώτηση 1<sup>η</sup>:

1<sup>α</sup>. Είναι το ορθογώνιο τρίγωνο αμβλυγώνιο; Κυκλώστε τη σωστή απάντηση.

**ΝΑΙ   ΟΧΙ**

1<sup>β</sup>. Αιτιολογήσε την απάντησή σου.

---

---

Ερώτηση 2<sup>η</sup>:

2. Τι είναι το αμβλυγώνιο τρίγωνο;

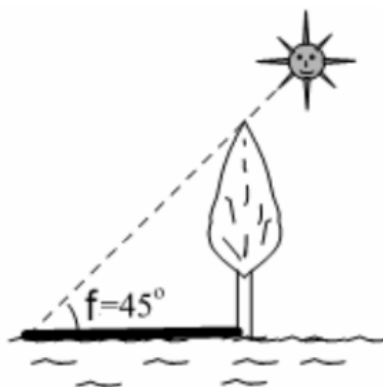
---

---

Αναφορικά με τις δύο πρώτες ερωτήσεις ζητήθηκε από τους μαθητές να αναφέρουν εάν είναι ένα ορθογώνιο τρίγωνο αμβλυγώνιο και τι ορίζουμε ως αμβλυγώνιο τρίγωνο. Σύμφωνα με τη μελέτη της Keazer (2004), μαθητές ηλικίας 11-12 χρονών, αντιμετωπίζουν δυσκολίες όταν τους ζητηθεί να αναφέρουν εάν ένα (αμβλυγώνιο) τρίγωνο στο οποίο αναφέρονται τα μέτρα των γωνιών του, είναι οξυγώνιο, ορθογώνιο ή αμβλυγώνιο. Μόλις οι μισοί μαθητές είναι σε θέση να δώσουν σωστή απάντηση ενώ από αυτές αρκετές δεν μπορούν να αιτιολογήσουν την απάντησή τους και άλλες μπερδεύονται κατά τη διάρκεια της αιτιολόγησης γιατί παρατηρούν ότι το τρίγωνο έχει μία αμβλεία και δύο οξείες γωνίες.

Ερώτηση 3<sup>η</sup>:

3. Ένα δέντρο έχει 5 m σκιά και οι ακτίνες του ήλιου με τον ορίζοντα σχηματίζουν γωνία  $f$  ( $f = 45^\circ$ ), όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα. Ποιο είναι το ύψος του δέντρου; Να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.



---

---

---

Αντίστοιχα και στο συγκεκριμένο θέμα οι μαθητές και οι μαθήτριες πρέπει να γνωρίζουν ποιο τρίγωνο λέγεται ισοσκελές και να έχουν κατανοήσει τα είδη των τριγώνων ως προς τις πλευρές τους και ως προς τις γωνίες τους αλλά και τις ιδιότητές τους. Αν ένα τρίγωνο είναι ισοσκελές τότε οι προσκείμενες στη βάση γωνίες του είναι ίσες και δύο πλευρές είναι ίσες μεταξύ του. Σε σχέση με τα ισοσκελή τρίγωνα στις

έρευνες των Usiskin (1982) στις ΗΠΑ και Τζίφα (2005) στην Ελλάδα, παρατηρήθηκε ότι το ένα τρίτο των μαθητών του δείγματος των μελετών τους δεν γνωρίζουν ότι τα ισοσκελή τρίγωνα έχουν δύο ίσες γωνίες.

Ερώτηση 4<sup>η</sup>:

4. Τι είναι εμβαδόν;

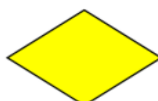
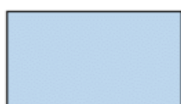
---

---

Στην ερώτηση αυτή οι μαθητές και οι μαθήτριες κλήθηκαν να απαντήσουν στην ερώτηση τι είναι εμβαδόν (παραλείπεται το επιφάνειας στην ερώτηση, ωστόσο οι μαθητές θα μπορούσαν να απαντήσουν ότι δεν είναι ορθά διατυπωμένη). Το εμβαδόν επιφάνειας αποτελεί μία από τις μαθηματικές έννοιες που εντοπίζονται στα Αναλυτικά Προγράμματα όλων των τάξεων της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, από το Νηπιαγωγείο μέχρι και την τελευταία τάξη του Δημοτικού. Η έννοια του εμβαδού επιφάνειας και η μέτρησή του αποτελούν ένα κεφάλαιο των Μαθηματικών που δυσκολεύει αρκετά τους μαθητές όλων των ηλικιών, ακόμη και τους ενήλικες (Lin & Tsai, 2003). Έρευνες που έχουν διεξαχθεί με στόχο την ανίχνευση των δυσκολιών των μαθητών ως προς την έννοια του εμβαδού έδειξαν ότι πολλές από αυτές πηγάζουν από την αρχική λανθασμένη αντίληψη που έχουν τα παιδιά για τον ορισμό της επιφάνειας (Owens, & Outhred, 1998). Ακόμη, η μελέτη των Tan-Sisman & Aksu (2013), διαπίστωσε πως οι βασικότερες παρανοήσεις των μαθητών είχαν να κάνουν με την ελλιπή κατανόηση της έννοιας του εμβαδού και όχι με ζητήματα υπολογισμού του. Η ελλιπής κατανόηση της έννοιας του εμβαδού δημιουργεί δυσκολίες και στη μέτρησή του, η οποία στην αρχή διδάσκεται μέσω της κάλυψής του με σχήματα (Doig, Cheeseman, & Lindsey, 1995).

Ερώτηση 5<sup>η</sup>:

5. Κύκλωσε ποια από τα παρακάτω είναι τετράγωνα:



Στο τελευταίο μαθηματικό έργο της παρούσας μελέτης οι μαθητές και οι μαθήτριες κλήθηκαν να ξεχωρίσουν τα τετράγωνα. Στόχος του συγκεκριμένου έργου είναι η αναγνώριση των σχημάτων, η ανίχνευση της κατανόησης των χαρακτηριστικών τους. Ουσιαστικά το έργο αυτό αφορά στη διάκριση σχήματος με τη βοήθεια νοερού μετασχηματισμού ή αντιστροφής. Ορισμένα γεωμετρικά σχήματα αποδεικνύεται πως είναι πιο δύσκολο να διακριθούν κι επομένως η διάκριση φαίνεται να συνδέεται με το γεωμετρικό σχήμα. Επιπλέον θέλουμε να δούμε κατά πόσο οι ιδιότητες των πλευρών αλλά και οι ιδιότητες των γωνιών ενός τετραγώνου διακρίνονται από τους μαθητές.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι τα έργα που δόθηκαν πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, είτε έχουν χρησιμοποιηθεί σε άλλες έρευνες, είτε αποτελούν τροποποιημένες δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου. Σε κάθε περίπτωση επιλέχθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να σχετίζονται με τις κοινές παρανοήσεις και δυσκολίες των μαθητών αυτής της ηλικίας αλλά και για να αξιολογηθούν η ικανότητα τεκμηρίωσης και επιχειρηματολογίας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

## 2.5. Διδακτική παρέμβαση με το λογισμικό δυναμικής γεωμετρίας (GSP)

Η παρούσα διδακτική παρέμβαση έγινε κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2022 – 2023, και διήρκησε από τα τέλη Φεβρουαρίου έως τα τέλη του Μαρτίου σε 39 μαθητές των τάξεων Δ', Ε' και Στ'. Απαιτήθηκε μία εβδομάδα μαθημάτων, δηλαδή 10 διδακτικές ώρες για να ολοκληρωθεί η διαδικασία, η οποία περιγράφεται παρακάτω. Στο πλαίσιο του ωρολογίου προγράμματος των μαθητών συνολικά χρειάστηκαν 8 διδακτικές ώρες μάθημα για την διδασχή των εννοιών και 2 διδακτικές ώρες για την απάντηση του ερωτηματολογίου με τα μαθηματικά έργα σχετικά με την έρευνα, το οποίο ήταν το ίδιο και πριν και μετά την παρέμβαση (στους μαθητές και στις μαθήτριες δεν έγινε γνωστοποίηση των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων). Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι με βάση την παρούσα έρευνα δεν μπορούμε να εξάγουμε αντικειμενικά συμπεράσματα αφού το δείγμα δεν είναι αντιπροσωπευτικό, διότι υπεσέρχονται πολλοί παράγοντες και σίγουρα θα ήταν λάθος από κάποια τμήματα γενικών τάξεων του Νομού Κοζάνης να γενικεύσουμε για όλη την επικράτεια.

Οι τάξεις στα σχολεία που πραγματοποιήθηκε η έρευνα χωρίζονταν σε 2 ομάδες, όπου σε κάθε μία από αυτές κάποιοι μαθητές αποτελούσαν την ομάδα ελέγχου και κάποιοι την ομάδα παρέμβασης. Κάθε διδακτικό δίωρο (από τα σε σύνολο 4 δίωρα) χωρίστηκε σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος γινόταν μια μικρή επανάληψη κάποιων βασικών εννοιών απαραίτητο για το κάθε μαθηματικό έργο, με τη συμμετοχή των παιδιών, με τις υπάρχουσες γνώσεις και τεχνικές και τη χρήση του λογισμικού δυναμικής γεωμετρίας και στο δεύτερο μέρος γινόταν κάποιες πρακτικές εφαρμογές με τη χρήση του λογισμικού δυναμικής γεωμετρίας και ακολουθούσε συζήτηση στην τάξη. Η διαδικασία ήταν ίδια για όλη την εβδομάδα εκτός από την αρχική και την τελευταία μέρα, όπου οι μαθητές κλήθηκαν να κάνουν την αρχική συμπλήρωση των έργων πριν την παρέμβαση και την τελική συμπλήρωση των έργων μετά την παρέμβαση, έτσι ώστε να έχουμε μια πιο ξεκάθαρη εικόνα για τα ερευνητικά μας ερωτήματα (για τον έλεγχο και τη στάθμιση των αποτελεσμάτων και για να αξιολογήσουμε κατά πόσο βοηθήθηκαν οι μαθητές από την επαφή τους με το GSP).

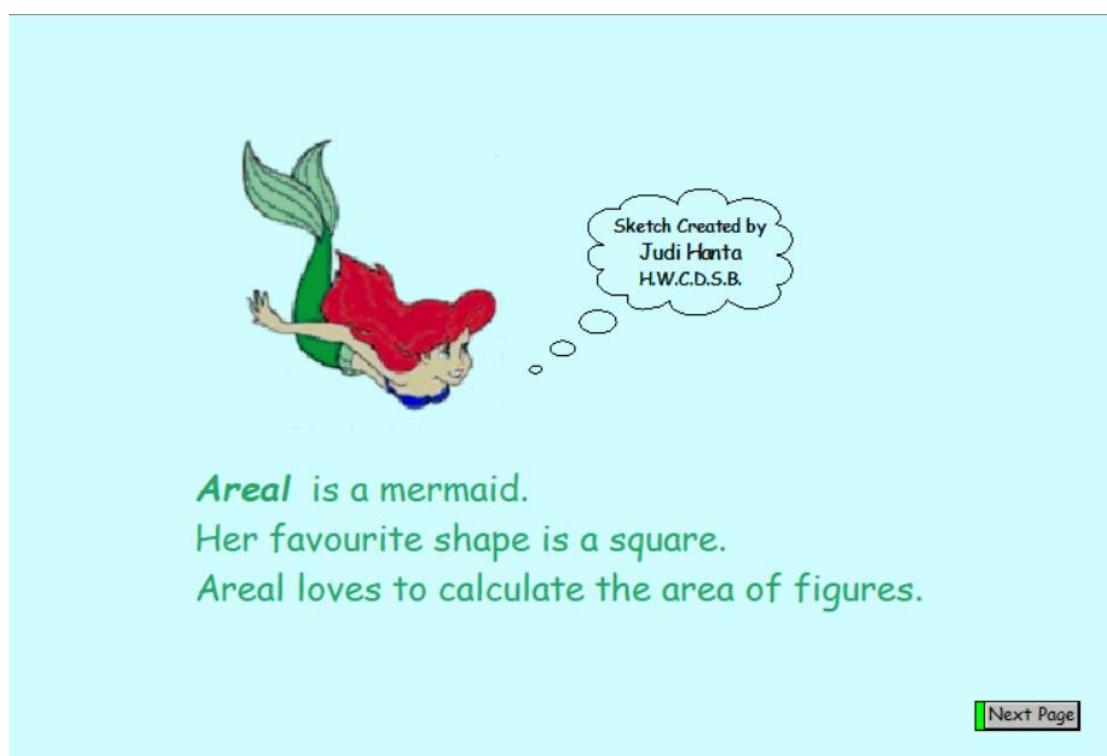
Παρακάτω παρατίθενται τα φύλλα εργασίας GSP τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τις διδακτικές παρεμβάσεις (φυσικά τα φύλλα εργασίας είναι στην αγγλική γλώσσα όμως α. έγινε η μετάφρασή τους από την ερευνήτρια κατά τη διάρκεια της παρέμβασης όπου κρίθηκε απαραίτητο β. η αγγλική γλώσσα δεν δυσκόλεψε τα παιδιά καθότι στις μεγάλες τάξεις του δημοτικού είναι εξοικειωμένα με αυτή). Σκοπός της προτεινόμενης

αυτής παρέμβασης, η οποία θα αναλυθεί διεξοδικά παρακάτω, είναι να εφαρμοστεί μελλοντικά από εκπαιδευτικούς ώστε να διαπιστωθεί στην πράξη εάν συμβάλλει πέρα από τη μείωση του MA των μαθητών και μαθητριών και στην καλύτερη κατανόηση των μαθηματικών εννοιών που δυσκολεύουν τα παιδιά.

**1<sup>η</sup> παρέμβαση-1<sup>η</sup> ημέρα:** Το εμβαδόν επιφάνειας

Έγινε επεξήγηση της έννοιας του εμβαδού επιφάνειας στην ολομέλεια της τάξης και υπόδειξη του υπολογισμού του εμβαδού επιφάνειας.

**Εικόνα 7.** Χιουμοριστική εισαγωγή στο εμβαδόν επιφάνειας



**Εικόνα 8.** Το εμβαδόν επιφάνειας ορθογωνίου παραλληλόγραμμου

6 cm  
2 cm  
area = 0 cm<sup>2</sup>  
2 cm  
6 cm

4 cm  
7 cm  
area = 0 cm<sup>2</sup>  
7 cm  
4 cm

3 cm  
5 cm  
area = 0 cm<sup>2</sup>  
5 cm  
3 cm

Find the area of each rectangle. Double click on the word "area" and enter the correct area.

Next Page

Εικόνα 9. Το εμβαδόν επιφάνειας τετραγώνου

3 cm  
3 cm  
area = 0 cm<sup>2</sup>  
3 cm  
3 cm

6 cm  
6 cm  
area = 0 cm<sup>2</sup>  
6 cm  
6 cm


4 cm  
4 cm  
area = 0 cm<sup>2</sup>  
4 cm  
4 cm

Find the area of each square. Double click on the word "area" and enter the correct area.

Στη συνέχεια οι συμμετέχοντες μαθητές έκαναν πρακτική εξάσκηση στον υπολογισμό του εμβαδού επιφάνειας με την καθοδήγηση της ερευνήτριας.

**Εικόνα 10.** Υπολογισμός εμβαδού επιφάνειας ορθογωνίου παραλληλόγραμμου

Use the measurements provided to find the area of the rectangle.  
The calculator can be accessed under Measure/Calculate.  
Double click on word "area" to input the correct area.



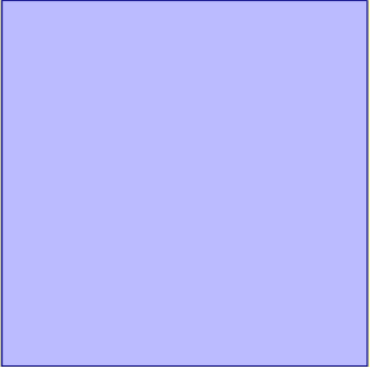
11,0 εκ. 3,5 εκ.

area = 0,00 cm<sup>2</sup> **Try Again**



**Εικόνα 11.** Υπολογισμός εμβαδού επιφάνειας τετραγώνου

Use the measurements provided to find the area of the square.  
The calculator can be accessed under *Measure/Calculate*.  
Double click on word "**area**" to input the correct area.



6,5 εκ.

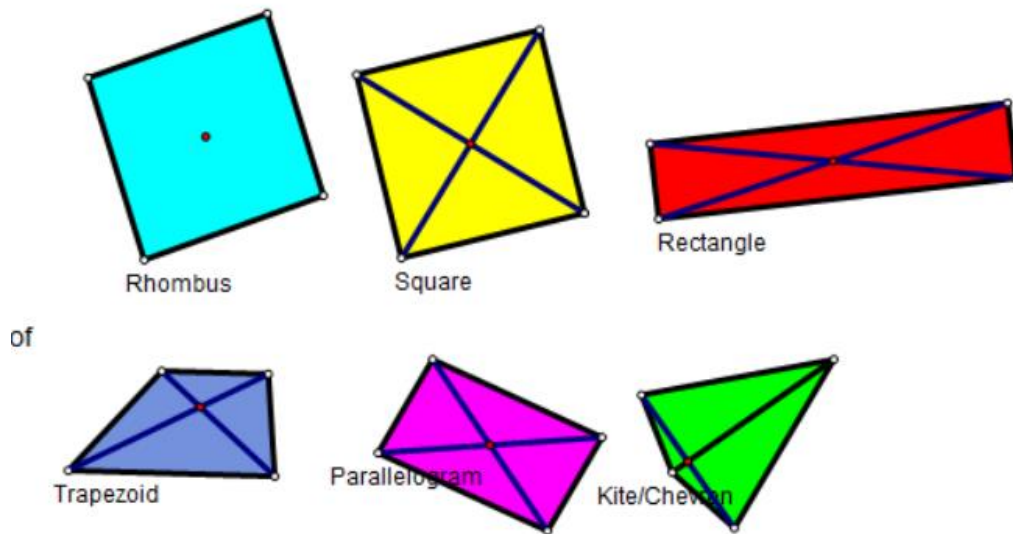
6,5 εκ.

New Square    area = 0,00    cm<sup>2</sup>    Try Again    Next Page

**2<sup>η</sup> παρέμβαση-2<sup>η</sup> ημέρα :** Τα βασικά γεωμετρικά σχήματα με έμφαση στις ιδιότητές τους

Παρουσιάστηκε συνοπτικά η θεωρία για τα βασικά γεωμετρικά σχήματα: πλάγιο παραλληλόγραμμο, ορθογώνιο παραλληλόγραμμο, ρόμβος, τετράγωνο, τραπέζιο.

Εικόνα 12. Τα βασικά γεωμετρικά σχήματα



Στη συνέχεια παρουσιάστηκαν και κάποιες βασικές τους ιδιότητες.

Εικόνα 13. Ιδιότητες βασικών γεωμετρικών σχημάτων

**Instructions**

**E**xplore

1. Drag each vertex.

**h**ypothesize

2. Is there anything special about any of the diagonals?

Show Hint

**? Questions**

3. What evidence could you collect to support your hypotheses?

**Hint:**

1. Are they the same length?
2. Do they bisect each other?
3. Are they perpendicular?
4. Do they bisect any of the vertex angles?

Rhombus

Square

Rectangle

Trapezoid

Parallelogram

Kite/Chevron

3<sup>η</sup> παρέμβαση - 3<sup>η</sup> ημέρα: Γωνίες (Είδη και μέτρηση με εικονικό μοιρογνωμόνιο)

Αρχικά είδαμε τα είδη των γωνιών με βάση το άνοιγμά τους.

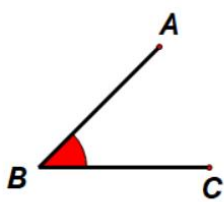
Εικόνα 14. Είδη των γωνιών με βάση το άνοιγμά τους (οξεία γωνία)

Select the arrow tool then drag point A  
OR choose one of these two buttons:

Rotate segment AB in a counterclockwise direction

Rotate segment AB in a clockwise direction

Reset



Show the measure of Angle ABC

Show a triangle with this interior angle

Show a quadrilateral with this interior angle

More

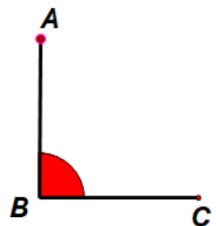
Εικόνα 15. Είδη των γωνιών με βάση το άνοιγμά τους (ορθή γωνία)

Select the arrow tool then drag point A  
OR choose one of these two buttons:

Rotate segment AB in a counterclockwise direction

Rotate segment AB in a clockwise direction

Reset



$\angle ABC = 90^\circ$

Show the measure of Angle ABC

Show a triangle with this interior angle

Show a quadrilateral with this interior angle

More

Στη συνέχεια με την προσθήκη και τη βοήθεια μίας μόνο γραμμής που παρέχεται από την εργαλειοθήκη του GSP είδαμε πως μπορεί να σχηματιστεί ένα τρίγωνο, ένα τετράγωνο και ένα πολύγωνο (με την προσθήκη μίας ή και περισσότερων γραμμών).

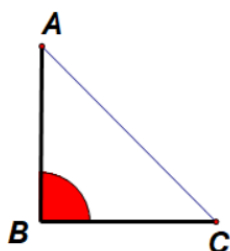
**Εικόνα 16.** Σχηματισμός τριγώνου με βάση τη γωνία που δίδεται

Select the arrow tool then drag point A  
OR choose one of these two buttons:

Reset

Rotate segment AB in a counterclockwise direction

Rotate segment AB in a clockwise direction



$\angle ABC = 90^\circ$

Show the measure of Angle ABC

Show a triangle with this interior angle

Show a quadrilateral with this interior angle

More

Εικόνα 17. Σχηματισμός τετραγώνου με βάση τη γωνία που δίδεται

Select the arrow tool then drag point A  
OR choose one of these two buttons:

Rotate segment AB in a counterclockwise direction

Rotate segment AB in a clockwise direction

Reset

$\angle ABC = 90^\circ$

Show the measure of Angle ABC

Show a triangle with this interior angle

Show a quadrilateral with this interior angle

More


Εικόνα 18. Σχηματισμός πολυγώνου με βάση τη γωνία που δίδεται

Select the arrow tool then drag point A  
OR choose one of these two buttons:

Rotate segment AB in a counterclockwise direction

Rotate segment AB in a clockwise direction

Reset

Select the segment tool (  ) from the toolbar to construct your own polygon with  $\angle ABC$  as one of its interior angles.

$\angle ABC = 146^\circ$

Show the measure of Angle ABC

Show a triangle with this interior angle

Show a quadrilateral with this interior angle

More

**4<sup>η</sup> παρέμβαση - 4<sup>η</sup> ημέρα: Είδη των τριγώνων ως προς τις γωνίες τους (με ιδιαίτερη έμφαση στο αμβλυγώνιο και ορθογώνιο τρίγωνο όπως και στο ισοσκελές)**

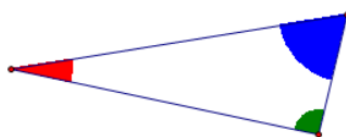
Έγινε αναφορά στο άθροισμα των γωνιών ενός τριγώνου και τα είδη των τριγώνων με κριτήριο τις γωνίες τους. Ιδιαίτερη αναφορά έγινε και στο ισοσκελές τρίγωνο, στο οποίο εκτός από τις δυο πλευρές που είναι ίσες, είναι και οι δυο προσκείμενες γωνίες σε αυτές επίσης ίσες (απέναντι από ίσες πλευρές υπάρχουν ίσες γωνίες).

**Εικόνα 19.** Εισαγωγή στο άθροισμα γωνιών τριγώνου

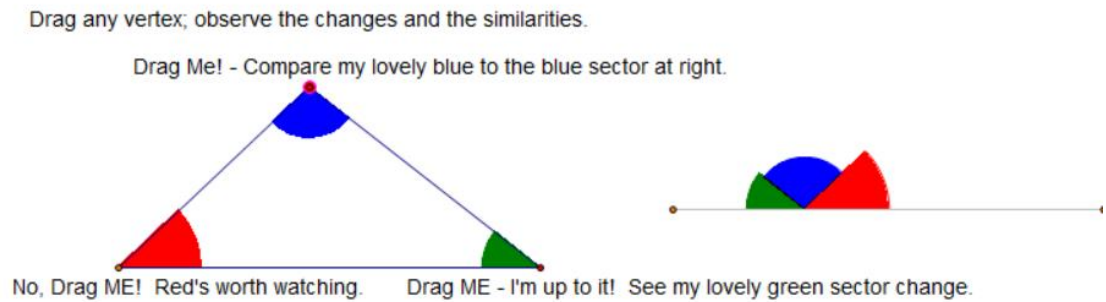
### Getting Sketchpad to Measure and Add the Angles

[Return to Main Menu](#)

1. [Click here; observe measurements and the sum of the interior angles.](#)
2. Drag any vertex; what changes? what stays the same?

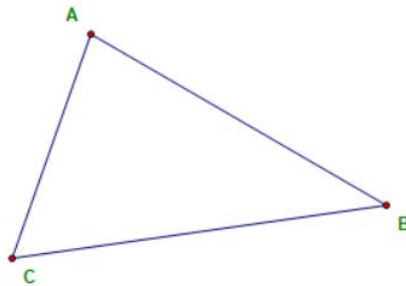


**Εικόνα 20.** Σύρετε και παρατηρήστε τις ομοιότητες και διαφορές στις γωνίες



**Εικόνα 21.** Μέτρηση γωνιών ενός τριγώνου

## Measuring Angles of a Triangle



### How to Check My Work:

μέτρο  $\angle CAB = 79.27^\circ$

μέτρο  $\angle ABC = 38.16^\circ$

μέτρο  $\angle BCA = 62.58^\circ$

Look at the **middle letter** of the three measurements -- you should

For any angle, the "short rule" is, **click the vertex whose angle you want as the SECOND point.**

*For example:*

You want the angle at vertex "A" ---

Click something (either "C" or "B"), then "A", then the other vertex you didn't click.

Measure > Angle

Repeat for the other angles:

"something-B-something else" and "something-C-something else"

Show "How to Check My Work"

Return to "Prove it in Court"

**Εικόνα 22.** Πρακτική Εξάσκηση-Χρήση των γωνιών ενός τριγώνου για την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων

### Practice 1: How to make use of this information to solve problems

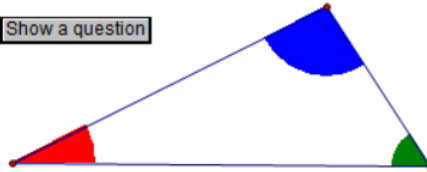
[Return to Main Menu](#)

You now know that the three interior angles of a triangle total  $180^\circ$ .

So,

if you know two of the angles, you can calculate the third one!

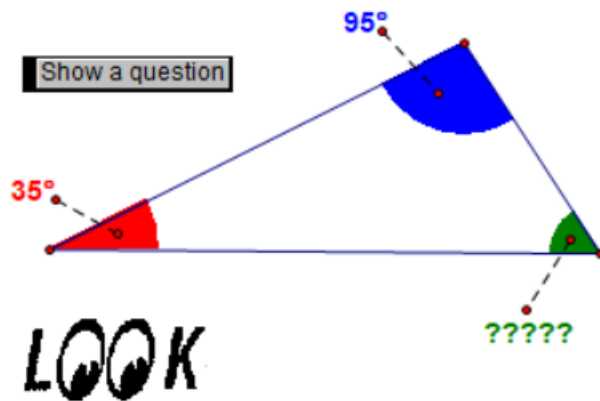
[Show a question](#)



**LOOK**

Sketches for these types of problems are not usually drawn to scale. Measuring the missing angle won't give you the answer; it must be calculated.

[I'm ready to see how this is done.](#)



[Show a question](#)

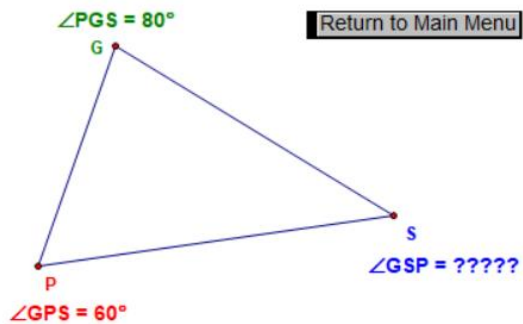
**LOOK**

Στη συνέχεια περάσαμε στην πρακτική εξάσκηση κατονομασίας τριγώνων ανάλογα με τα είδη των γωνιών τους και στον υπολογισμό του αθροίσματος των γωνιών ενός τριγώνου.



**Εικόνα 23.** Παράδειγμα άσκησης υπολογισμού του αθροίσματος των γωνιών ενός τριγώνου.

## Solving Angle Problems - #1



[Return to Main Menu](#)

**Note:**  
This diagram is NOT to scale; you have to calculate, not measure, the missing angle.

**Directions:**  
Use what you know about the sum of the interior angles of a triangle to calculate the measure of  $\angle GSP$ . Do not measure it!

[Click to View Solution Steps](#)

[Next Page](#)

[Show Hint](#)

### Step 1:

You know that  $\angle PGS + \angle GPS + \angle GSP = 180^\circ$

### Step 2:

Therefore,  
 $80^\circ + 60^\circ + ????? = 180^\circ$

### Step 3:

Use your favorite method of solving for the unknown amount.

[Show "Solve by Inspection"](#)

[Show "Solve As An Equation"](#)

### Solve by inspection ---

- $80 + 60 = 140$
- Therefore, "?????" is the amount needed to get from 140 to 180, which is 40!

### Solve as an equation ---

Replace "?????" with a variable, and ignore the degree sign for now

$$80^\circ + 60^\circ + ????? = 180^\circ$$

becomes

$$80 + 60 + a = 180$$

Now, solve the equation:

$$80 + 60 + a = 180$$
$$140 + a = 180$$
$$140 + a - 140 = 180 - 140$$
$$a = 40$$

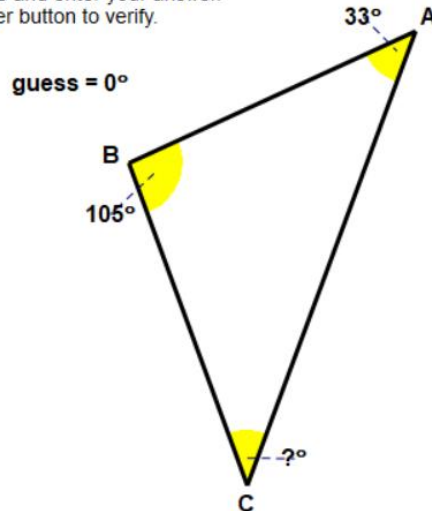
Εικόνα 24. Παιχνίδι αθροίσματος γωνιών τριγώνου

### Angle Sum Game

Calculate the missing angle.  
Double-click on the guess and enter your answer.  
Click on the Check Answer button to verify.

[Return to Main Menu](#)

[New Question](#)  
[Check Answer](#)



Εικόνα 25. Εξάσκηση υπολογισμού γωνιών τριγώνου με βάση το άθροισμα γωνιών τριγώνου

### Practice 2: Work It Out

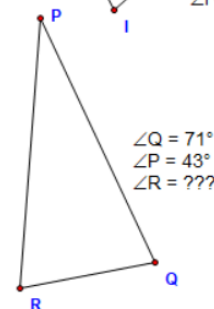
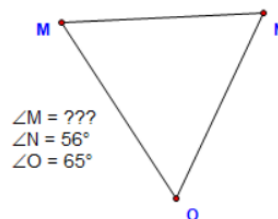
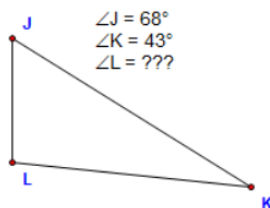
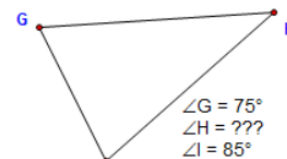
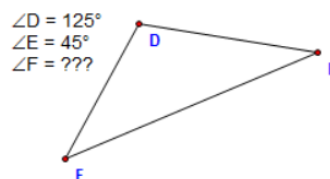
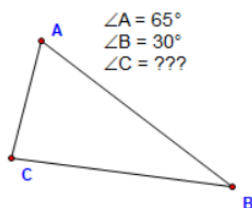
[Return to "Work It Out" Options page](#) [Return to Main Menu](#)

This section has several problems for you to try out.

Please print this page: you may first use GSP's calculator and text boxes to work out answers and record them, before printing.

**Note:**  
None of these diagrams is to scale; you have to calculate, not measure, the missing angles.

**Directions:**  
Use what you know about the sum of the interior angles of a triangle to calculate the measure of each unknown angle. Do not measure!



Την πέμπτη ημέρα έγινε σχολιασμός της παρέμβασης γενικότερα και δόθηκε στους μαθητές το ίδιο ερωτηματολόγιο με τα μαθηματικά έργα. Οι μαθητές και οι μαθήτριες είχαν τη δυνατότητα να απαντήσουν και πάλι για το πόσο άγχος ένιωσαν κατά τη διάρκεια των ασκήσεων και πόσο δύσκολες τους φάνηκαν οι ασκήσεις κυκλώνοντας μια από τις παρακάτω πιθανές απαντήσεις: 1=Καθόλου άγχος, 2= Λίγο άγχος, 3=Αρκετό άγχος, 4= Πολύ άγχος και 1=Καθόλου δύσκολες, 2=Λίγο δύσκολες 3=Αρκετά δύσκολες και 4 = Πολύ δύσκολες. Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου αναλύονται σε επόμενο κεφάλαιο.

## 2.6. Ανάλυση αποτελεσμάτων

Η επεξεργασία και η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου IBM SPSS Statistics (V26), μια ισχυρή πλατφόρμα στατιστικού λογισμικού. Οι προηγμένες στατιστικές διαδικασίες συμβάλλουν στη διασφάλιση υψηλής ακρίβειας και ποιότητας λήψης αποφάσεων. Εφαρμόστηκε περιγραφική στατιστική ανάλυση και ποσοτική στατιστική ανάλυση.

Επιπλέον, στις κλίμακες του MA που δηλώνουν τις πεποιθήσεις των παιδιών και στο ερωτηματολόγιο με τα μαθηματικά έργα των παιδιών που δέχθηκαν παρέμβαση εφαρμόστηκε η ανάλυση ομοιότητας και η συνεπαγωγική στατιστική ανάλυση του Régis Gras (Gras et al., 2008). Η συνεπαγωγική στατιστική ανάλυση (statistical implicative analysis) προτάθηκε από τον Γάλλο καθηγητή Régis Gras του πανεπιστημίου της Nantes για τους σκοπούς της έρευνας στη διδακτική των μαθηματικών (Gras et al., 2008· Gras & Kunzt, 2008). Το αρχικό ερώτημα στο οποίο αναζητείται λύση μέσω της συνεπαγωγικής στατιστικής είναι αν δεδομένου ότι μια ερώτηση είναι πιο σύνθετη από μια άλλη, ο μαθητής που απαντά σωστά στη συνθετότερη ερώτηση, απαντά ορθά και στην απλούστερη (Régnier et al, 2010).

Η μέθοδος που προτείνει ο Gras (Gras & Kuntz, 2008) μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν αναζητούνται:

- α) οι κύριοι παράγοντες διάκρισης σε ένα πληθυσμό μέσω των μεταβλητών,
- β) ένας διαμερισμός των μεταβλητών,

γ) μια τυπολογία ή μια ταξινόμηση - ιεραρχική ταξινόμηση ομοιοτήτων και

δ) μια συνεπαγωγή ανάμεσα στις μεταβλητές ή τις κλάσεις μεταβλητών - ένα δέντρο συνεπαγωγής ή μια ιεραρχία συνεπαγωγής.

Η στατιστική συνεπαγωγική ανάλυση μεταξύ των μεταβλητών λαμβάνει υπόψη τη σύγκριση των συχνοτήτων ή των συντελεστών συσχέτισης, τη θετική συσχέτιση, την ομοιογένεια και τη θετικά προσανατολισμένη στατιστική εξάρτηση. Η σχέση που προκύπτει είναι πιο εξειδικευμένη από τη σχέση που αποκαλύπτεται με τον έλεγχο ανεξαρτησίας του ελέγχου  $\chi$ -τετράγωνο.

Η παραπάνω ανάλυση υλοποιείται από το λογισμικό συνεπαγωγικής στατιστικής C.H.I.C. (Classification Hiérarchique, Implicative et Cohésitive) (Couturier, 2008). Από το λογισμικό CHIC, το οποίο είναι γραμμένο σε C++, μπορούν να εξαχθούν οι παρακάτω αναλύσεις (Couturier, 2008):

- Διάγραμμα ομοιότητας (Similarity tree)
- Συνεπαγωγικό διάγραμμα (Implicative graph)
- Συνεπαγωγικό δέντρο (ή δενδρόγραμμα ιεράρχησης) (Implicative tree ή Hierarchy tree στο RCHIC)

Στο διάγραμμα ομοιότητας ομαδοποιούνται οι ερωτήσεις οι οποίες απαντήθηκαν με όμοιο τρόπο και προκύπτουν οι σχέσεις ομοιότητας μεταξύ των μεταβλητών. Όταν εμφανίζονται έντονες γραμμές μεταξύ μεταβλητών ή ομάδων μεταβλητών στο διάγραμμα ομοιότητας, υποδηλώνουν τα σημαντικά επίπεδα ομοιότητας από τα οποία διαφαίνονται οι πιο σημαντικές μεταβλητές. Στην εκπαιδευτική έρευνα αυτές μπορεί να υποδηλώνουν θεωρήσεις που είναι πιο σημαντικές από άλλες για την κατανόηση μιας έννοιας (Gras & Kunzt, 2008).

Στο συνεπαγωγικό διάγραμμα παρουσιάζονται οι σχέσεις συνεπαγωγής που υπάρχουν ανάμεσα στις μεταβλητές. Η συνεπαγωγή μεταξύ δύο μεταβλητών σημαίνει ότι σωστή απάντηση στη μία συνεπάγεται σωστή απάντηση και στη δεύτερη και αντίστροφα λάθος απάντηση στη δεύτερη συνεπάγεται λάθος και στην πρώτη. Αν για παράδειγμα εμφανιστεί η συνεπαγωγή  $V1 \rightarrow V2$ , τότε σωστή απάντηση στη ερώση  $V1$  συνεπάγεται σωστή απάντηση στο  $V2$ . Αντίστοιχα λάθος απάντηση στο  $V2$  συνεπάγεται λάθος απάντηση και στο  $V1$ . Αν και συνήθως χρησιμοποιούνται οι

συνεπαγωγές που ισχύουν σε επίπεδο σημαντικότητας 99%, μπορούν να εμφανιστούν και συνεπαγωγές με άλλα επίπεδα σημαντικότητας, όπως 95%, 90% και 85%.

Το συνεπαγωγικό δέντρο παρουσιάζει τις σχέσεις συνεπαγωγής που υπάρχουν ανάμεσα σε όλες τις μεταβλητές, κατά σειρά προτεραιότητας. Και σε αυτό το διάγραμμα οι συνεπαγωγές με έντονο χρώμα δηλώνουν τα πιο σημαντικά επίπεδα. Η συνεπαγωγική στατιστική ανάλυση έχει εφαρμοστεί σε έρευνες σε θέματα μαθηματικής παιδείας (Fernández κ.ά., 2008· Gagatsis, Agathangelou κ.ά., 2010) και ιδιαίτερα Μαθηματικής Ανάλυσης (Gagatsis, Μονογιου κ.ά., 2010· Kremžárová, 2011) και τα αποτελέσματά της θεωρούνται αξιόπιστα στην ακαδημαϊκή κοινότητα.

Σχετικά με τα ποιοτικά δεδομένα, η ανάλυσή τους έγινε με τη μέθοδο της ανάλυσης περιεχομένου (Cohen, Manion & Morrison, 2008: 479· Λιαργκόβας, Δερμάτης & Κομνηνός, 2019: 208-211). Με την ολοκλήρωση της κάθε συνέντευξης γινόταν η απομαγνητοφώνησή της, προκειμένου να αποφευχθούν τυχόν λάθη λόγω παρερμηνειών. Η απομαγνητοφώνηση δίνει τη δυνατότητα στον/στην ερευνητή/τρια να ελέγξει καλύτερα το περιεχόμενο των συνεντεύξεων (Λιαργκόβας, Δερμάτης & Κομνηνός, 2019: 208). Ακολούθησε πολλαπλή ανάγνωση των κειμένων που προέκυψαν και κατηγοριοποίηση των απαντήσεων, βάσει των ερευνητικών ερωτημάτων. Σε επόμενο στάδιο, έγινε κωδικοποίηση των ερευνητικών δεδομένων με αντιπροσωπευτικούς κωδικούς για κάθε απόσπασμα, οι οποίοι συγκρίθηκαν στη συνέχεια μεταξύ τους, προκειμένου να εντοπιστούν κωδικοί με κοινά χαρακτηριστικά και νοήματα.

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Αποτελέσματα

### 3.1. Στατιστική Ανάλυση

Διενεργήθηκε Τεστ κανονικότητας Shapiro-Wilk για τις περιγραφικές παραμέτρους της βαθμολογίας των ερωτηματολογίων και βρέθηκε ότι δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή (Πίνακας 3.1). Για την αξιολόγηση των διαφορών μεταξύ των ομάδων της μελέτης χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία Mann-Whitney U ή η δοκιμασία Kruskal-Wallis, με διόρθωση Bonferroni για τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων. Για την ανάλυση συσχέτισης χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης Rho του Spearman.

Η ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης, με τη χρήση στρωματοποιημένου bootstrapping για να ληφθεί υπόψη ο μη παραμετρικός χαρακτήρας των δεδομένων, πραγματοποιήθηκε για τον εντοπισμό ανεξάρτητων προγνωστικών παραγόντων της υψηλής βαθμολογίας MAS. Οι μετρικές R<sup>2</sup> και Durbin-Watson μαζί με τις τιμές p αναφέρονται για τα γραμμικά μοντέλα. Η στατιστική σημαντικότητα ορίστηκε ως τιμή  $p \leq 0.05$ . Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του IBM SPSS Statistics for Windows, έκδοση 26 (IBM Corp., Armonk, NY, USA).

#### Πίνακας 2.

##### Τεστ κανονικότητας Shapiro-Wilk

	Τεστ κανονικότητας					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
LMA Συνολική Βαθμολογία	0.118	82	0.007	0.915	82	0.000
PDM Συνολική Βαθμολογία	0.159	82	0.000	0.860	82	0.000
MA Συνολική Βαθμολογία	0.130	82	0.001	0.936	82	0.001

a. Lilliefors Significance Correction

### 3.2. Έλεγχος αξιοπιστίας ερωτηματολόγιων έρευνας

Για το Learning Mathematics Anxiety (LMA) οι ερωτήσεις 1-11 αναφέρονται σε αυτό, οι ερωτήσεις 13-21 αναφέρονται στο Perception of Difficulty and Motivation (PDM), οι ερωτήσεις 12 και 22 χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο αξιοπιστίας. Στη 2η κλίμακα όλες οι ερωτήσεις αναφέρονται στο άγχος των Μαθηματικών (MA) και πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται 7 θετικές δηλώσεις 1-7 και 7 αρνητικές δηλώσεις 8,9,11,12,13,14, 15 ερωτήσεις. Οι ερωτήσεις 10 και 16 χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της αξιοπιστίας.

Τα ερωτηματολόγια είχαν υψηλούς δείκτες Cronbach's  $\alpha$  άνω του 0.7. Τα ερωτηματολόγια παρουσιάζονται αναλυτικά παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

#### Πίνακας 3.

*Δείκτης Cronbach's  $\alpha$*

<b>Αξιοπιστία</b>		
	<b>Cronbach's Alpha</b>	<b>Αριθμός ερωτημάτων</b>
<b>LMA</b>	0.867	11
<b>PDM</b>	0.844	10
<b>MA θετικές</b>	0.920	7
<b>MA αρνητικές</b>	0.804	7

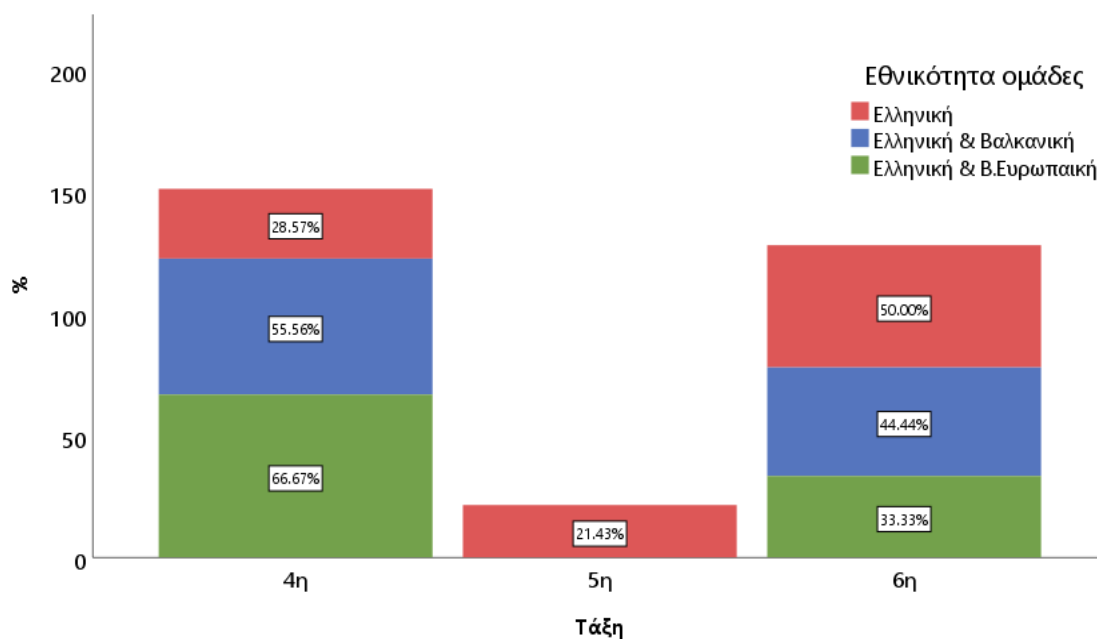
### 3.3. Δημογραφικά Στοιχεία

Από τα 82 παιδιά της έρευνας το 32.9% ήταν στην 4<sup>η</sup> τάξη του δημοτικού 18/3% στην 5<sup>η</sup> και η πλειοψηφία το 48/8% (40) παιδιά ήταν στην 6<sup>η</sup> τάξη. Αντίστοιχα το 53.66% (44) ήταν κορίτσια και το 85.4% να είναι ελληνικής υπηκοότητας με το 11% να είναι μικτής ελληνική και βαλκανικής.

Τα δυο φυλά ήταν εξίσου κατανομημένα στις τρεις τάξεις υπό διερεύνηση χωρίς κάποια στατιστική διαφορά ( $p=0.550$ ). Το 42.7% είχε άριστα, βαθμό 10, στα μαθηματικά, με το 37.8% να έχει 9 κα ένα μικρότερο ποσοστό, 19.5% να είναι στο 8. Ο πίνακας 4.1 έχει αναλυτικά τα ποσοστά ανά τάξη με τα γραφήματα 4.1- 4.2 να έχουν με γραφικό τρόπο τα σχετικά ποσοστά .εθνικότητας και βαθμού ανά τάξη.

Υπήρχε μια διαφοροποίηση στη βαθμολογία ανά φύλο με περισσότερα κορίτσια να έχουν πάρει άριστα 10, το 50% των κοριτσίστικων σε αντίθεση με μόνο το 34.21% των αγοριών αλλά χωρίς να είναι στατιστικά σημαντικό ( $p=0.150$ ). Το γράφημα παρατίθενται με γραφικό τρόπο τα σχετικά ποσοστά.

**Γράφημα 1.** Εθνικότητά ανά τάξη

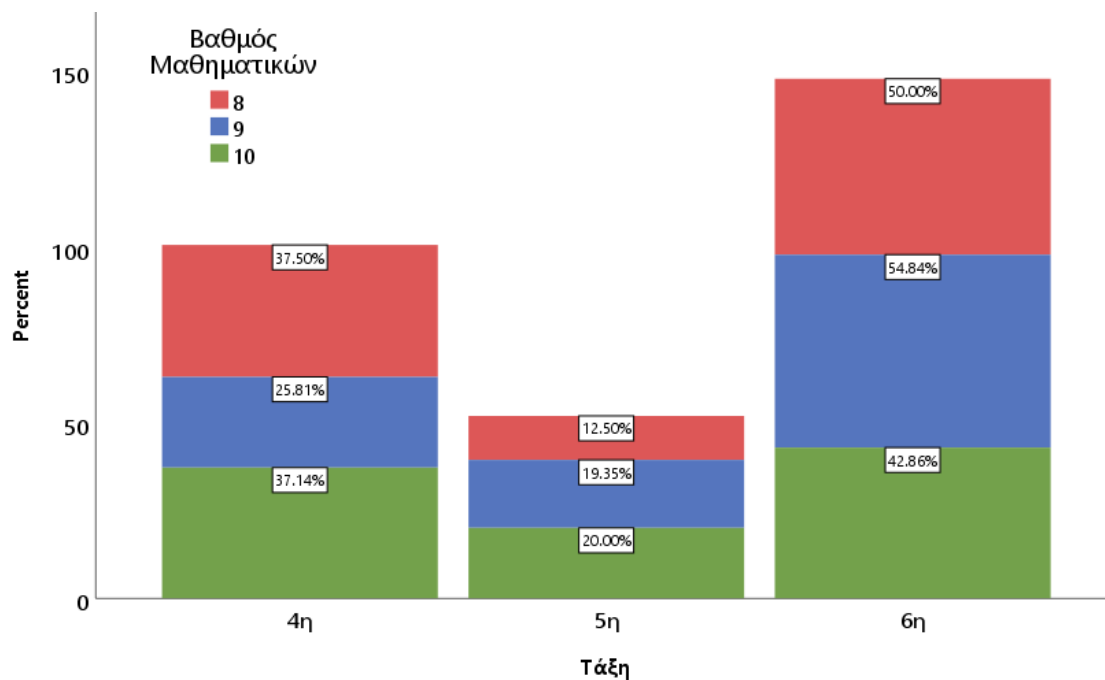




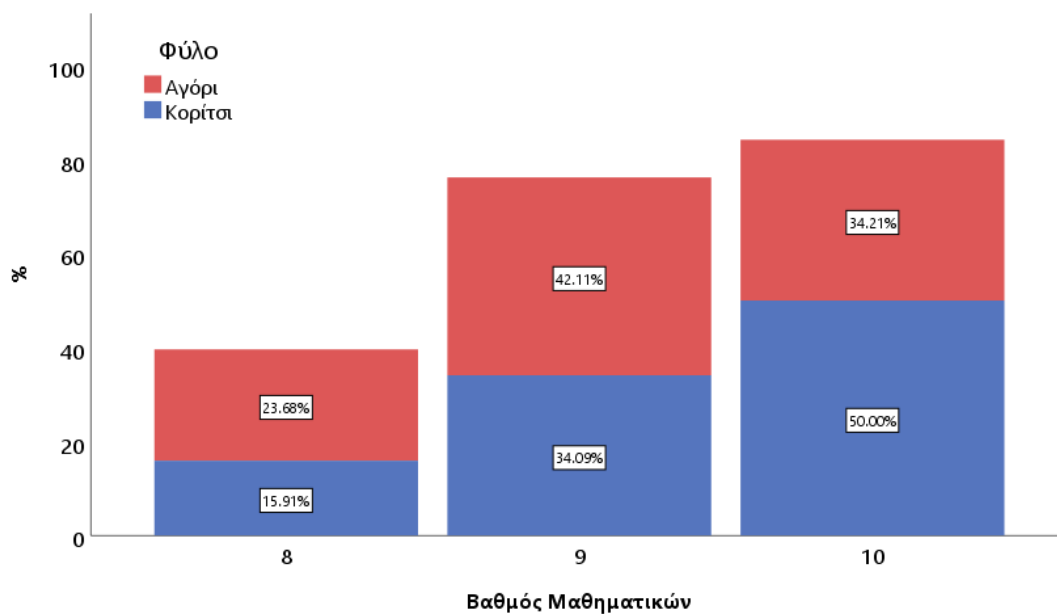
**Πίνακας 4.***Δημογραφικά στοιχεία ανά τάξη*

		Τάξη	Αριθμός	%	
Φύλο	Αγόρι	4η	11	28.9%	
		5η	6	15.8%	
		6η	21	55.3%	
	Κορίτσι	4η	16	36.4%	
		5η	9	20.5%	
		6η	19	43.2%	
Βαθμός Μαθηματικών	8	4η	6	37.5%	
		5η	2	12.5%	
		6η	8	50.0%	
	9	4η	8	25.8%	
		5η	6	19.4%	
		6η	17	54.8%	
	10	4η	13	37.1%	
		5η	7	20.0%	
		6η	15	42.9%	
	Εθνικότητα ομάδες	Ελληνική	4η	20	28.6%
			5η	15	21.4%
			6η	35	50.0%
Ελληνική & Βαλκανική		4η	5	55.6%	
		5η	0	0.0%	
		6η	4	44.4%	
Ελληνική & Ευρωπαϊκή		B.4η	2	66.7%	
		5η	0	0.0%	
		6η	1	33.3%	

**Γράφημα 2.** Βαθμός Μαθηματικών ανά τάξη



**Γράφημα 3.** Βαθμολογία στα μαθηματικά του δείγματος της έρευνας ανά φύλο



### 3.4. Κλίμακες

Τα παιδιά απάντησα σε ερωτήσεις από σχετική κλίμακα που περιλάμβαναν τις υποκλίμακες Learning Mathematics Anxiety (LMA) και Perception of Difficulty and Motivation (PDM) καθώς και ερωτήματα άμεσα σχετιζόμενα με το Μαθηματικό άγχος όπως το βίωναν αυτά (MA). Οι γενικές βαθμολογίες από τις κλίμακες παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα .

Το φύλο και η εθνικότητα δεν είχαν κάποιο ρόλο στη βαθμολογία και στις δύο κλίμακες ενώ ο βαθμός των μαθηματικών είχε στατιστικά σημαντική σχέση με τη βαθμολογία και στις δύο κλίμακες ιδιαίτερα μεταξύ χαμηλού και υψηλού βαθμού στα μαθηματικά ( $p < 0.01$ ).

Η βαθμολογία στην υποκλίμακα LMA ήταν διαφορετική ανάλογα το βαθμό που είχαν τα παιδιά στα μαθηματικά και στις τρεις βαθμολογικές κλίμακες. Τα παιδιά με βαθμό 8 είχαν πολλή μεγαλύτερη μέση βαθμολογία στην LMA με 27.19 σε αντιδιαστολή με 21.65 ( $p=0.016$ ) και 19.54 ( $p=0.001$ ) για τα παιδιά με 9 και 10 στα μαθηματικά. Αντίστοιχα υπήρχε διαφορά μεταξύ των παιδιών με 9 και 10 βαθμό μαθηματικών.

Η βαθμολογία στη υποκλίμακα PDM ήταν αντίστοιχα διαφορετική ανάλογα το βαθμό που είχαν τα παιδιά στα μαθηματικά και στις τρεις βαθμολογικές κλίμακες. Τα παιδιά με βαθμό 8 είχαν πολλή μεγαλύτερη μέση βαθμολογία στην PDM με 21.69 σε αντιδιαστολή με 14.39 ( $p=0.006$ ) και 12.09 ( $p=0.001$ ) για τα παιδιά με 9 και 10 στα μαθηματικά, χωρίς όμως διαφορά μεταξύ των παιδιών με 9 και 10.

Δεν υπήρχε ειδοποιός διαφορά αναμεσα στις κλίμακες και τις διαφορικές τάξεις πέραν της PDM όπου και υπήρχε μια οριακά μη στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ 5<sup>ης</sup> και 6<sup>ης</sup> τάξης με μέση βαθμολογία 13.33 έναντι 16.25 για την 6<sup>η</sup> τάξη ( $p=0.058$ ). Οι κλίμακες παρουσιάζονται αναλυτικά με τις ερωτήσεις και τις επιμέρους βαθμολογίες ανά ερώτημα παρακάτω.

**Πίνακας 5.**

*Βαθμολογίες στις κλίμακες LMD , PDM & MA*

		<b>LMA</b>		<b>PDM</b>		<b>MA</b>		<b>Στατιστική σημαντικότητα</b>
		<b>Συνολική Βαθμολογία</b>		<b>Συνολική Βαθμολογία</b>		<b>Συνολική Βαθμολογία</b>		
		MT	TA	MT	TA	MT	TA	P value
<b>Φύλο</b>	Αγόρι	21.66	4.28	14.37	5.97	31.32	4.87	Mann Whitney Χωρίς σημαντικότητα
	Κορίτσι	21.98	3.85	15.23	5.79	32.48	4.45	
<b>Βαθμός Μαθηματικών</b>	8(a)	27.19	4.04	21.69	7.50	34.94	4.54	LMD* c-b p=0.016, c-a p=0.001, b-a p=0.002 PMD* c-a p=0.001, b-a p=0.006 MA* c-b p=0.043, c-a p=0.001,
	9(b)	21.65	2.54	14.39	3.92	32.61	4.36	
	10(c)	19.54	2.64	12.09	3.62	29.97	4.14	
<b>Εθνικότητα ομάδες</b>	Ελληνική	21.91	4.16	14.83	6.14	31.94	4.85	Χωρίς σημαντικότητα *
	Ελληνική & Βαλκανική	21.78	3.27	15.67	3.67	32.33	3.43	
	Ελληνική & B. Ευρωπαϊκή	20.00	3.61	12.33	4.16	30.67	4.04	
<b>Τάξη</b>	4 <sup>η</sup> (a)	21.04	3.57	13.56	4.46	31.48	4.69	PDM* b-c p=0.058
	5 <sup>η</sup> (b)	21.53	4.24	13.33	7.09	32.87	5.40	
	6 <sup>η</sup> (c)	22.48	4.24	16.25	5.98	31.90	4.41	

MT=μέση τιμή TA=Τυπική απόκλιση,\* Kruskal Wallis, με διόρθωση Bonferroni για πολλαπλές συγκρίσεις.

### 3.4.1. Learning Mathematics Anxiety (LMA)

Η υποκλίμακα για το άγχος μάθησης μαθηματικών (LMA) είχε 11 ερωτήματα που πραγματεύονται το πόσο αγχώνονται οι μαθητές και οι μαθήτριες όταν μαθαίνουν για τα μαθηματικά, είτε συμμετέχοντας είτε όταν διαβάζουν το μάθημα αυτό. Ο πίνακας έχει όλες τις απαντήσεις με τα σχετικά ποσοστά.

Γενικά οι απαντήσεις είναι στη πλειοψηφία τους στο «διαφωνώ» με το υψηλότερο ποσοστό 68.3% για την ερώτηση «Βρίσκομαι πάντα υπό μια τρομερή πίεση στο μάθημα μαθηματικών» όπου η πλειοψηφία δήλωσε ότι διαφωνεί με το ποσοστό αυτών που συμφωνούν να είναι μόνο 2.4%.

Βέβαια αυτό έρχεται σε αντιδιαστολή με τις απαντήσεις στην ερώτηση 5 «Ξέρω ότι μπορώ να τα πάω καλά στα μαθηματικά» όπου η πλειοψηφία διαφωνεί (56.1%). Δηλαδή οι μαθητές/τριες δεν νιώθουν τρομερή πίεση αλλά ξέρουν ότι δεν είναι και καλοί στα μαθηματικά. Αντίστοιχα δεν μισούν να μελετούν τα μαθηματικά (61%).

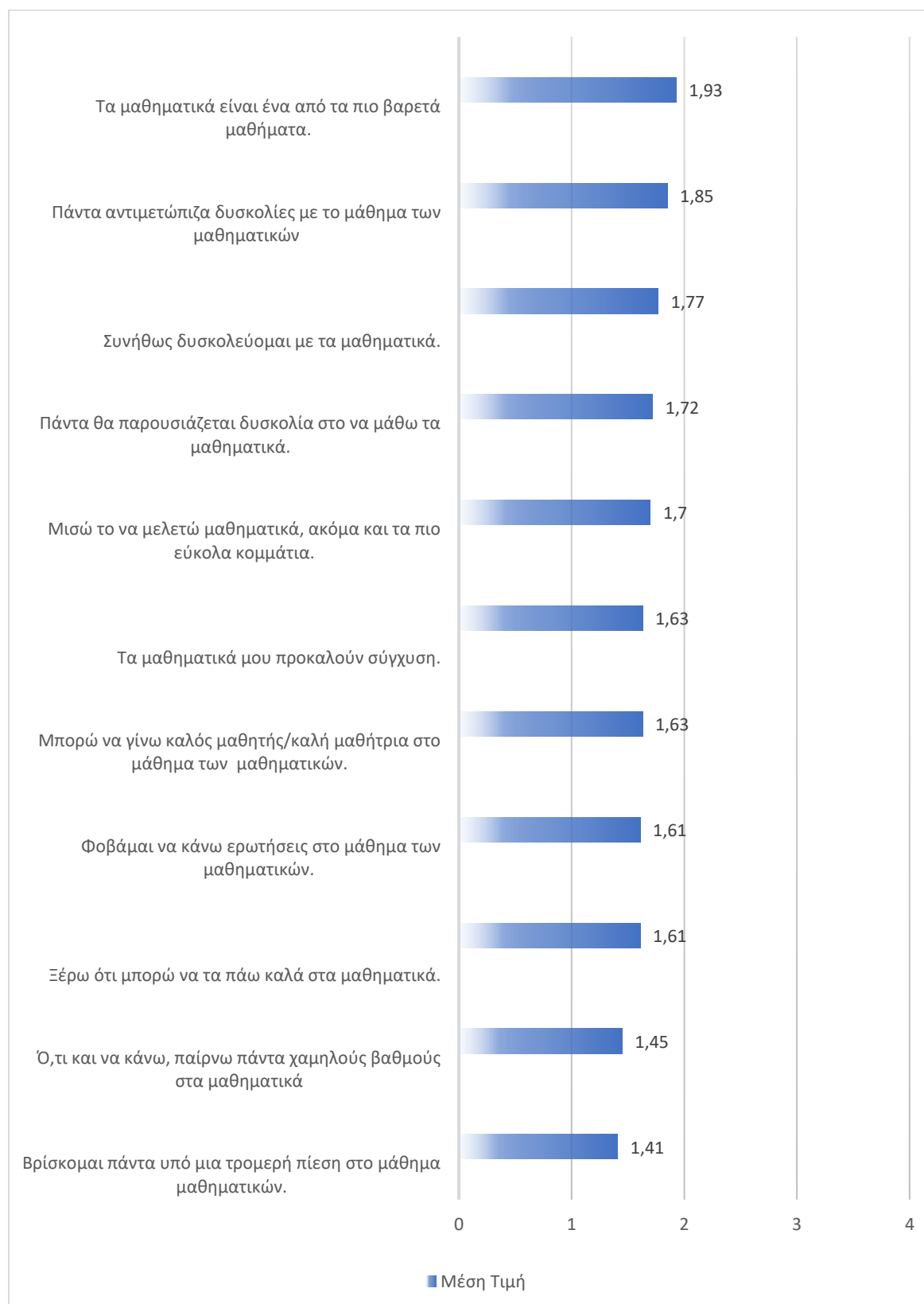
Οι διφορούμενες απόψεις αυτές αποτυπώνονται και στη μέση βαθμολογία ανά ερώτηση που παρουσιάζεται στο γράφημα, καθώς απαντούν εξίσου όμοια σε θετικές και αρνητικές ερωτήσεις. Η επαγωγική διερεύνηση της βαθμολογίας θα μπορέσει να ξεδιαλύνει το φαινόμενο αυτό.

## Πίνακας 6.

Ποσοστά ανά απάντηση στο LMA

		Αριθμός	%
Μπορώ να γίνω καλός μαθητής/καλή μαθήτρια στο μάθημα των μαθηματικών.	Διαφωνώ	42	51.2%
	Διαφωνώ λίγο	31	37.8%
	Συμφωνώ λίγο	6	7.3%
	Συμφωνώ	3	3.7%
Τα μαθηματικά μου προκαλούν σύγχυση.	Διαφωνώ	45	54.9%
	Διαφωνώ λίγο	25	30.5%
	Συμφωνώ λίγο	9	11.0%
	Συμφωνώ	3	3.7%
Πάντα αντιμετώπιζα δυσκολίες με το μάθημα των μαθηματικών	Διαφωνώ	35	42.7%
	Διαφωνώ λίγο	29	35.4%
	Συμφωνώ λίγο	13	15.9%
	Συμφωνώ	5	6.1%
Ότι και να κάνω, παίρνω πάντα χαμηλούς βαθμούς στα μαθηματικά	Διαφωνώ	58	70.7%
	Διαφωνώ λίγο	14	17.1%
	Συμφωνώ λίγο	7	8.5%
	Συμφωνώ	3	3.7%
Συνήθως δυσκολεύομαι με τα μαθηματικά.	Διαφωνώ	36	43.9%
	Διαφωνώ λίγο	32	39.0%
	Συμφωνώ λίγο	11	13.4%
	Συμφωνώ	3	3.7%
Τα μαθηματικά είναι ένα από τα πιο βαρετά μαθήματα.	Διαφωνώ	41	50.0%
	Διαφωνώ λίγο	18	22.0%
	Συμφωνώ λίγο	11	13.4%
	Συμφωνώ	12	14.6%
Πάντα θα παρουσιάζεται δυσκολία στο να μάθω τα μαθηματικά.	Διαφωνώ	42	51.2%
	Διαφωνώ λίγο	25	30.5%
	Συμφωνώ λίγο	11	13.4%
	Συμφωνώ	4	4.9%
Ξέρω ότι μπορώ να τα πάω καλά στα μαθηματικά.	Διαφωνώ	46	56.1%
	Διαφωνώ λίγο	25	30.5%
	Συμφωνώ λίγο	8	9.8%
	Συμφωνώ	3	3.7%
Μισώ το να μελετώ μαθηματικά, ακόμα και τα πιο εύκολα κομμάτια.	Διαφωνώ	50	61.0%
	Διαφωνώ λίγο	16	19.5%
	Συμφωνώ λίγο	7	8.5%
	Συμφωνώ	9	11.0%
Βρίσκομαι πάντα υπό μια τρομερή πίεση στο μάθημα μαθηματικών.	Διαφωνώ	56	68.3%
	Διαφωνώ λίγο	20	24.4%
	Συμφωνώ λίγο	4	4.9%
	Συμφωνώ	2	2.4%
Φοβάμαι να κάνω ερωτήσεις στο μάθημα των μαθηματικών.	Διαφωνώ	46	56.1%
	Διαφωνώ λίγο	25	30.5%
	Συμφωνώ λίγο	8	9.8%
	Συμφωνώ	3	3.7%

**Γράφημα 4.** Ερωτήματα LMA - Μέση βαθμολογία ανά ερώτηση.



### 3.4.2. Perception of Difficulty and Motivation (PDM)

Η 2<sup>η</sup> υποκλίμακα για την αντίληψη δυσκολίας και παρακίνησης PDM είχε 9 ερωτήματα που πραγματεύονται το πόσο πιστεύουν ότι μπορούν να αντιληφθούν και να μάθουν μαθηματικά. Ο πίνακας έχει όλες τις απαντήσεις με τα σχετικά ποσοστά.

Γενικά οι απαντήσεις είναι στη πλειοψηφία τους στο «διαφωνώ» με το υψηλότερο ποσοστό 67.31% για την ερώτηση «Είμαι ένας/μία από τους ανθρώπους που δεν γεννήθηκαν για να μάθουν μαθηματικά», όπου η πλειοψηφία δήλωσε ότι διαφωνεί με το ποσοστό αυτών που συμφωνούν να είναι μόνο 7.3%.

Βέβαια στη ερώτηση «Στα μαθηματικά, μου είναι δύσκολο το να αποφασίσω τι πρέπει να κάνω» είναι μοιρασμένες οι απαντήσεις, δηλώνοντας μια μικρότερη διακύμανση στις απόψεις. Και σε αυτή τη κλίμακα οι διαφορούμενες απόψεις αυτές αποτυπώνονται και στη μέση βαθμολογία ανά ερώτηση που παρουσιάζεται στο γράφημα. Όπως και για την LMA η επαγωγική διερεύνηση της βαθμολογίας θα μπορέσει να ξεδιαλύνει το φαινόμενο αυτό.

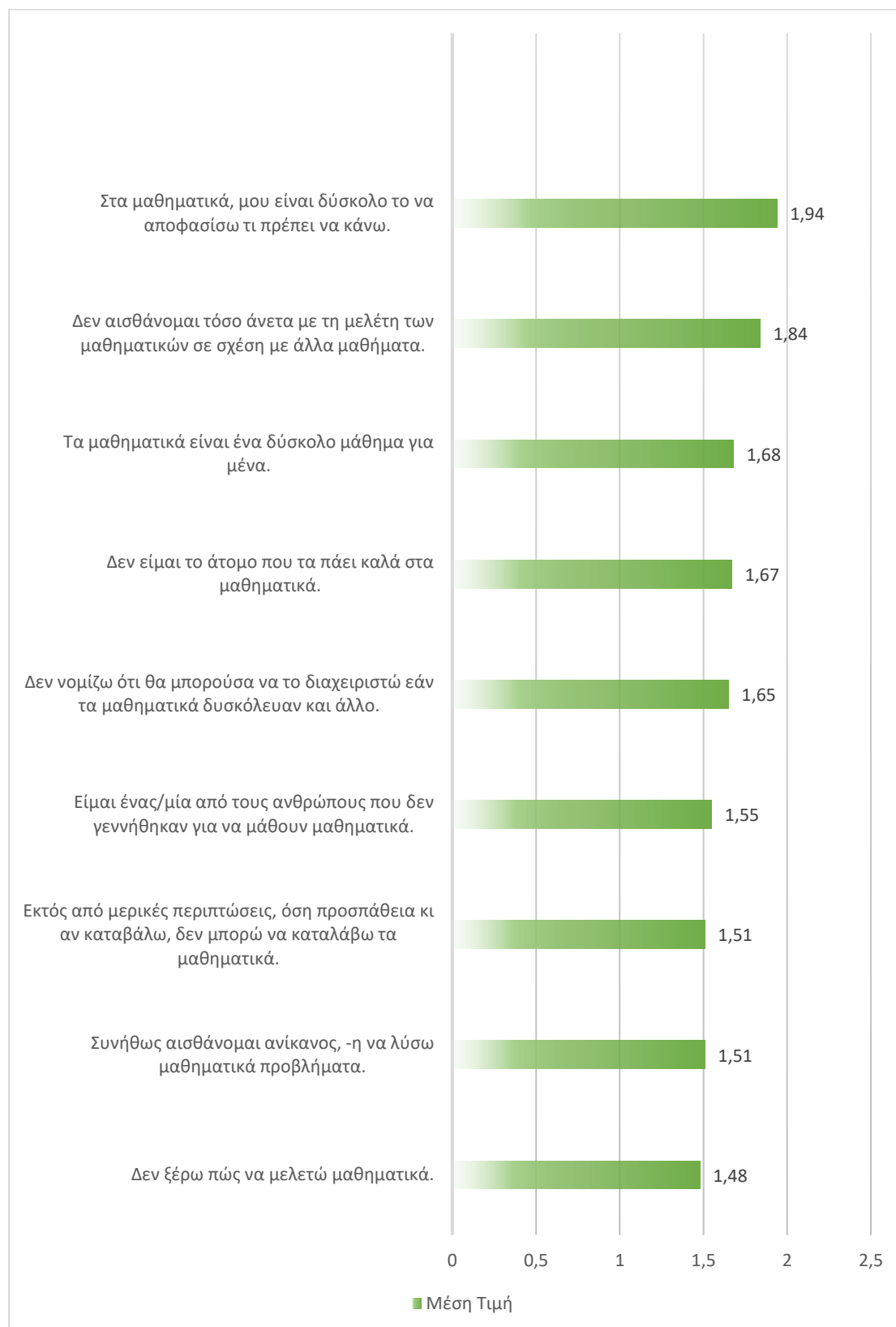


## Πίνακας 7.

### Ποσοστά ανά απάντηση στο PDM

Αριθμός			%
Στα μαθηματικά, μου είναι δύσκολο το να αποφασίσω τι πρέπει να κάνω.	Διαφωνώ	31	37.8%
	Διαφωνώ λίγο	29	35.4%
	Συμφωνώ λίγο	18	22.0%
	Συμφωνώ	4	4.9%
Συνήθως αισθάνομαι ανίκανος, -η να λύσω μαθηματικά προβλήματα.	Διαφωνώ	51	62.2%
	Διαφωνώ λίγο	22	26.8%
	Συμφωνώ λίγο	7	8.5%
	Συμφωνώ	2	2.4%
Δεν είμαι το άτομο που τα πάει καλά στα μαθηματικά.	Διαφωνώ	48	58.5%
	Διαφωνώ λίγο	18	22.0%
	Συμφωνώ λίγο	11	13.4%
	Συμφωνώ	5	6.1%
Δεν ξέρω πώς να μελετώ μαθηματικά.	Διαφωνώ	53	64.6%
	Διαφωνώ λίγο	22	26.8%
	Συμφωνώ λίγο	4	4.9%
	Συμφωνώ	3	3.7%
Δεν νομίζω ότι θα μπορούσα να το διαχειριστώ εάν τα μαθηματικά δυσκόλευαν και άλλο.	Διαφωνώ	43	52.4%
	Διαφωνώ λίγο	28	34.1%
	Συμφωνώ λίγο	8	9.8%
	Συμφωνώ	3	3.7%
Είμαι ένας/μία από τους ανθρώπους που δεν γεννήθηκαν για να μάθουν μαθηματικά.	Διαφωνώ	55	67.1%
	Διαφωνώ λίγο	15	18.3%
	Συμφωνώ λίγο	6	7.3%
	Συμφωνώ	6	7.3%
Τα μαθηματικά είναι ένα δύσκολο μάθημα για μένα.	Διαφωνώ	41	50.0%
	Διαφωνώ λίγο	29	35.4%
	Συμφωνώ λίγο	9	11.0%
	Συμφωνώ	3	3.7%
Εκτός από μερικές περιπτώσεις, όση προσπάθεια κι αν καταβάλω, δεν μπορώ να καταλάβω τα μαθηματικά.	Διαφωνώ	48	58.5%
	Διαφωνώ λίγο	28	34.1%
	Συμφωνώ λίγο	4	4.9%
	Συμφωνώ	2	2.4%
Δεν αισθάνομαι τόσο άνετα με τη μελέτη των μαθηματικών σε σχέση με άλλα μαθήματα.	Διαφωνώ	39	47.6%
	Διαφωνώ λίγο	20	24.4%
	Συμφωνώ λίγο	20	24.4%
	Συμφωνώ	3	3.7%

**Γράφημα 5.** Ερωτήματα PDM - Μέση βαθμολογία ανά ερώτηση.



### 3.4.3. Μαθηματικό άγχος

#### 3.4.3.1. Θετικές ερωτήσεις

Στη τελευταία κλίμακα γίνεται μια προσπάθεια προσδιορισμού του άγχους με δυο ομάδες ερωτήσεων μια θετικών (6 ερωτήματα/ προτάσεις) και μια αρνητικών (7 ερωτήματα/ προτάσεις). Ο πίνακας έχει όλες τις θετικές απαντήσεις με τα σχετικά ποσοστά.

Γενικά οι απαντήσεις είναι στη πλειοψηφία τους στο «διαφωνώ» με το υψηλότερο ποσοστό 50% για την ερώτηση «Τα μαθηματικά δεν με τρομάζουν καθόλου» όπου η πλειοψηφία δήλωσε ότι διαφωνεί, με το ποσοστό αυτών που συμφωνούν με την πρόταση να είναι μόνο 7.3%.

Βέβαια στη ερώτηση «Τα μαθηματικά είναι ένα από τα αγαπημένα μου μαθήματα.» είναι πιο μοιρασμένες οι απαντήσεις, με το 40/2% να διαφωνεί με την πρόταση και να συμφωνεί απολυτά το 20.7% δηλώνοντας μια μικρότερη διακύμανση στις απόψεις.

Όπως και στις άλλες δυο κλίμακες, και σε αυτή τη κλίμακα οι διαφορούμενες απόψεις αυτές αποτυπώνονται και στη μέση βαθμολογία ανά ερώτηση που παρουσιάζεται στο γράφημα. Η επαγωγική διερεύνηση της βαθμολογίας θα μπορέσει να ξεδιαλύνει το φαινόμενο αυτό.

## Πίνακας 8.

Ποσοστά ανά απάντηση στις θετικές ερωτήσεις για το Μαθηματικό Άγχος

		Αριθμός	%
	Διαφωνώ	32	39.0%
Αισθάνομαι ευκολία και άνεση με τα μαθηματικά.	Διαφωνώ λίγο	26	31.7%
	Συμφωνώ λίγο	17	20.7%
	Συμφωνώ	7	8.5%
Βρίσκω ενδιαφέρον το μάθημα των μαθηματικών.	Διαφωνώ	34	41.5%
	Διαφωνώ λίγο	22	26.8%
	Συμφωνώ λίγο	15	18.3%
	Συμφωνώ	11	13.4%
Τα μαθηματικά είναι ένα από τα αγαπημένα μου μαθήματα.	Διαφωνώ	33	40.2%
	Διαφωνώ λίγο	17	20.7%
	Συμφωνώ λίγο	15	18.3%
	Συμφωνώ	17	20.7%
Η επίλυση μαθηματικών προβλημάτων είναι πάντα μια ευχάριστη διαδικασία για μένα.	Διαφωνώ	28	34.1%
	Διαφωνώ λίγο	22	26.8%
	Συμφωνώ λίγο	24	29.3%
	Συμφωνώ	8	9.8%
Νιώθω χαρούμενος, -η και ενθουσιασμένος, -η σε ένα μάθημα μαθηματικών σε σύγκριση με οποιοδήποτε άλλο μάθημα.	Διαφωνώ	26	31.7%
	Διαφωνώ λίγο	19	23.2%
	Συμφωνώ λίγο	24	29.3%
	Συμφωνώ	13	15.9%
Θα προτιμούσα τα μαθηματικά στο πρόγραμμα σπουδών μου ως ένα από τα μαθήματά μου για το πανεπιστήμιο.	Διαφωνώ	26	31.7%
	Διαφωνώ λίγο	19	23.2%
	Συμφωνώ λίγο	16	19.5%
	Συμφωνώ	21	25.6%
Τα μαθηματικά δεν με τρομάζουν καθόλου.	Διαφωνώ	41	50.0%
	Διαφωνώ λίγο	21	25.6%
	Συμφωνώ λίγο	14	17.1%
	Συμφωνώ	6	7.3%

**Γράφημα 6.** Θετικές ερωτήσεις για το Μαθηματικό Άγχος - Μέση βαθμολογία ανά ερώτηση



#### 3.4.3.2. Αρνητικές ερωτήσεις

Στη τελευταία κλίμακα στις αρνητικές ερωτήματα/ προτάσεις υπάρχει μια αντιστροφή των απαντήσεων και της προηγούμενης θετικής ομάδας ερωτήσεων αλλά και για τα άλλα και για τις LMA και PDM, με τα παιδιά να είναι κατά πολύ πιο σύμφωνα με τις αρνητικές θέσεις για τα μαθηματικά. Ο πίνακας έχει όλες τις αρνητικές απαντήσεις με τα σχετικά ποσοστά.

Χαρακτηριστικά στην πρόταση «Τα μαθηματικά είναι το πιο τρομακτικό μάθημα για μένα.» το ποσοστό που συμφωνεί φτάνει το 80.5%, σε πλήρη αντιδιαστολή με τις απαντήσεις στις σχετικές ερωτήσεις στις άλλες κλίμακες. Το άγχος που τα διακατέχει φανερώνεται πιο ευκολά στην κλίμακα αυτή καθώς απαντούν και πάλι πολύ θετικά στην πρόταση «Πάντα φοβάμαι τα διαγωνίσματα στα μαθηματικά» με το ποσοστό αυτό που συμφωνούν να είναι 52.4%.

Γενικά οι απαντήσεις είναι στη πλειοψηφία τους στο «συμφωνώ» με το υψηλότερο ποσοστό 80.5 % για την ερώτηση παραπάνω. Δεύτερη έρχεται η πρόταση «Τα μαθηματικά αποτελούν “πονοκέφαλο” για μένα» με 70.7%.

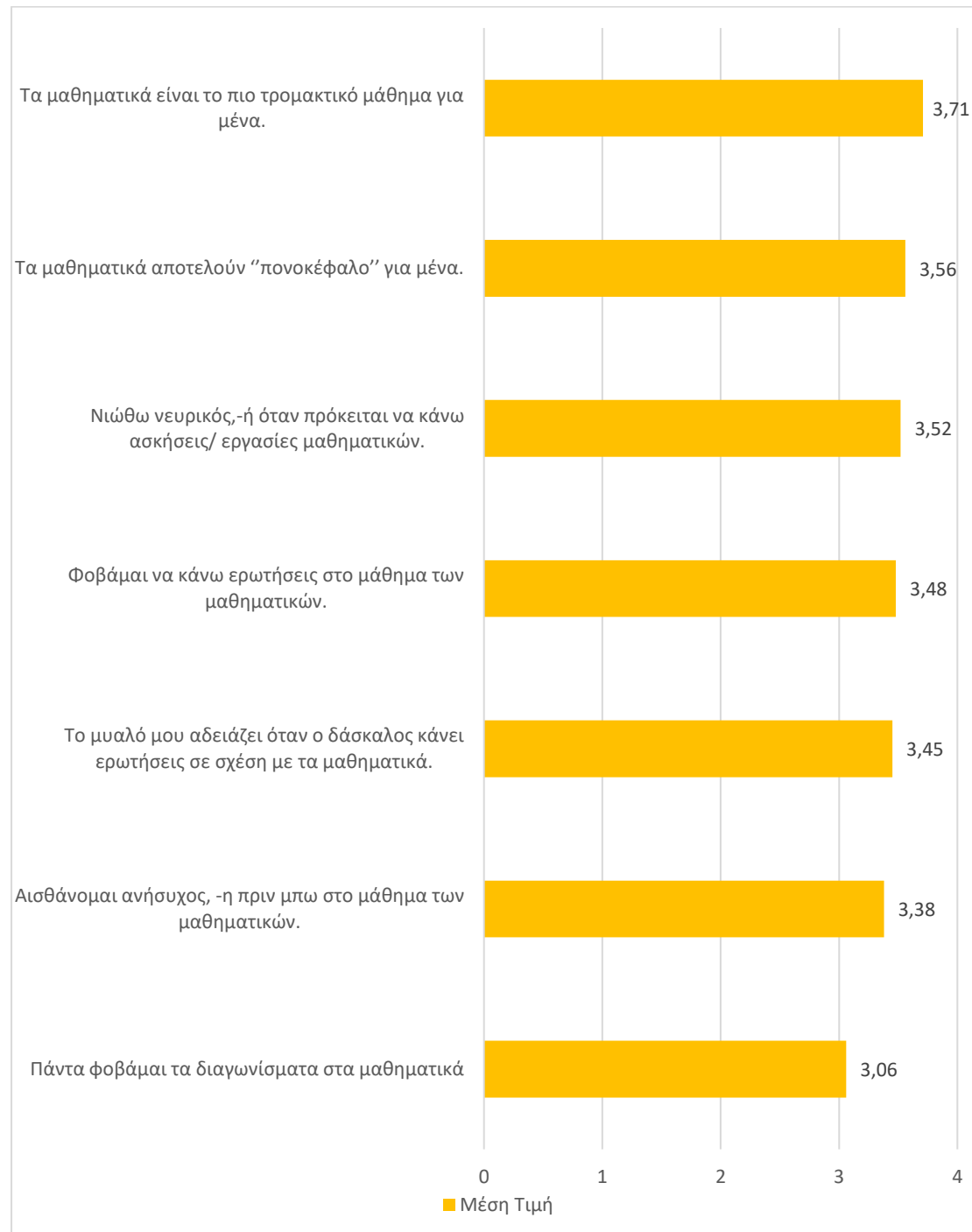
Σε αυτή την κλίμακά οι απαντήσεις δεν είναι διαφορούμενες πάρα μόνο σε σχέση με τις άλλες κλίμακες. Η μέση βαθμολογία ανά ερώτηση που παρουσιάζεται στο γράφημα Η επαγωγική διερεύνηση της βαθμολογίας θα μπορέσει να ξεδιαλύνει το φαινόμενο αυτό.

## Πίνακας 9.

Ποσοστά ανά απάντηση στις αρνητικές ερωτήσεις για το Μαθηματικό Άγχος

		Αριθμός	%
Τα μαθηματικά είναι το πιο τρομακτικό μάθημα για μένα.	Διαφωνώ	2	2.4%
	Διαφωνώ λίγο	4	4.9%
	Συμφωνώ λίγο	10	12.2%
	Συμφωνώ	66	80.5%
Αισθάνομαι ανήσυχος, -η πριν μπω στο μάθημα των μαθηματικών.	Διαφωνώ	3	3.7%
	Διαφωνώ λίγο	12	14.6%
	Συμφωνώ λίγο	18	22.0%
Νιώθω νευρικός,-ή όταν πρόκειται να κάνω ασκήσεις/εργασίες μαθηματικών.	Συμφωνώ	49	59.8%
	Διαφωνώ	4	4.9%
	Διαφωνώ λίγο	5	6.1%
Τα μαθηματικά αποτελούν ‘‘πονοκέφαλο’’ για μένα.	Συμφωνώ λίγο	17	20.7%
	Συμφωνώ	56	68.3%
	Διαφωνώ	2	2.4%
Φοβάμαι να κάνω ερωτήσεις στο μάθημα των μαθηματικών.	Διαφωνώ λίγο	8	9.8%
	Συμφωνώ λίγο	14	17.1%
	Συμφωνώ	58	70.7%
Το μυαλό μου αδειάζει όταν ο δάσκαλος κάνει ερωτήσεις σε σχέση με τα μαθηματικά.	Διαφωνώ	3	3.7%
	Διαφωνώ λίγο	4	4.9%
	Συμφωνώ λίγο	26	31.7%
	Συμφωνώ	49	59.8%
Πάντα φοβάμαι τα διαγωνίσματα στα μαθηματικά	Διαφωνώ	4	4.9%
	Διαφωνώ λίγο	5	6.1%
	Συμφωνώ λίγο	23	28.0%
	Συμφωνώ	50	61.0%
	Διαφωνώ	15	18.3%
	Διαφωνώ λίγο	8	9.8%
	Συμφωνώ λίγο	16	19.5%
	Συμφωνώ	43	52.4%

**Γράφημα 7.** Αρνητικές ερωτήσεις για το ΜΑ - Μέση βαθμολογία ανά ερώτηση.





### 3.5. Ερωτήσεις Αξιοπιστίας

Στις γενικές ερωτήσεις που έγιναν για τον έλεγχο της αξιοπιστίας οι απαντήσεις των παιδιών ήταν σε αντιστοιχία με τα ερωτηματολόγια καθώς ήταν και εδώ διαφορούμενες καθώς αναμενόμενα τα παιδιά με καλό βαθμό μαθηματικών συμφωνήσαν σε μεγάλο ποσοστό και στις τρεις προτάσεις , αλλά υπήρχαν και αρκετά παιδιά τις τάξεως του 17-20% που ήταν πιο αρνητικά τοποθετημένα με μεγαλύτερα ποσοστά να είναι στο βαθμό 8 . Ο πίνακας έχει τις ερωτήσεις με τα σχετικά ποσοστά απαντήσεων ανά βαθμό στα μαθηματικά.

#### Πίνακας 10.

##### *Γενικές Ερωτήσεις ελέγχου της αξιοπιστίας*

	Βαθμός Μαθηματικών		
	8	9	10
	%	%	%
*Τα μαθηματικά μου Διαφωνώ	37.5%	16.1%	11.4%
προκαλούν όμορφα Διαφωνώ	25.0%	12.9%	17.1%
συναισθήματα. λίγο			
Συμφωνώ	18.8%	45.2%	20.0%
λίγο			
Συμφωνώ	18.8%	25.8%	51.4%
*Παίρνω με άνεση το Διαφωνώ	12.5%	3.2%	2.9%
λόγο στο μάθημα των Διαφωνώ	31.3%	16.1%	14.3%
μαθηματικών για να λίγο			
κάνω κάποια ερώτηση . Συμφωνώ	31.3%	41.9%	31.4%
λίγο			
Συμφωνώ	25.0%	38.7%	51.4%
*Περιμένω με Διαφωνώ	50.0%	25.8%	17.1%
ανυπομονησία πριν Διαφωνώ	25.0%	19.4%	17.1%
μπω στο μάθημα των λίγο			
μαθηματικών. Συμφωνώ	6.3%	32.3%	17.1%
λίγο			
Συμφωνώ	18.8%	22.6%	48.6%

### 3.6. Διερεύνηση απαντήσεων ερωτηματολογίων-Συσχετίσεις δημογραφικών μεταβλητών με ερωτήσεις

Λαμβάνοντάς υπόψη τα δημογραφικά στοιχεία, έγιναν οι επιμέρους στατιστικές συσχετίσεις για να βρεθούν τυχών σχέσεις των δημογραφικών παραγόντων με τις κλίμακες LMA, PDM και MA.

Πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις με το μη παραμετρικό τεστ Spearman's. Η τάξη όπου και υποδηλώνει και την ηλικία είχε μόνο μέτρια θετική συσχέτιση με τη υποκλίμακα PDM ( $\rho=0.229$ ,  $p=0.039$ ). Αντίθετα ο βαθμός στα μαθηματικά παρουσίασε μεγάλες αρνητικές συσχετίσεις και με τις τρεις κλίμακες με μεγαλύτερης τη συσχέτιση με την LMA με  $\rho=-0.630$ , ( $p=0.001$ ), και λίγο μικρότερη με την MA με  $\rho=-0.409$ , ( $p=0.001$ ).

Οι επιμέρους κλίμακες είχαν μεγάλη θετική συσχέτιση καθώς είχαν πολλά κοινά στη μέτρηση. Η LMA είχε  $\rho=0.781$  ( $p=0.001$ ) με την PDM και  $\rho=0.682$  ( $p=0.001$ ) με τη MA. Ενώ η PDM είχε λίγο πιο αδύναμη σχέση με τη MA με  $\rho=0.554$  ( $p=0.001$ ). Ο πίνακας έχει τις σχετικές συσχετίσεις.

**Πίνακας 11.***Συσχετίσεις με τους δημογραφικούς παράγοντες*

	<b>Spearman's rho</b>	<b>Τάξη</b>	<b>Βαθμός</b>	<b>LMA</b>	<b>PDM</b>	<b>MA</b>
<b>Τάξη</b>	rho	1	-0.068	0.151	0.229*	0.04
	p value	.	0.542	0.177	0.039	0.724
<b>Βαθμός Μαθηματικών</b>	rho		1	-0.630**	-0.535**	-0.409**
	p value		.	0.001	0.001	0.001
<b>LMA Συνολική Βαθμολογία</b>	rho			1	0.781**	0.682**
	p value				0.001	0.001
<b>PDM Συνολική Βαθμολογία</b>	rho				1	0.554**
	p value					0.001

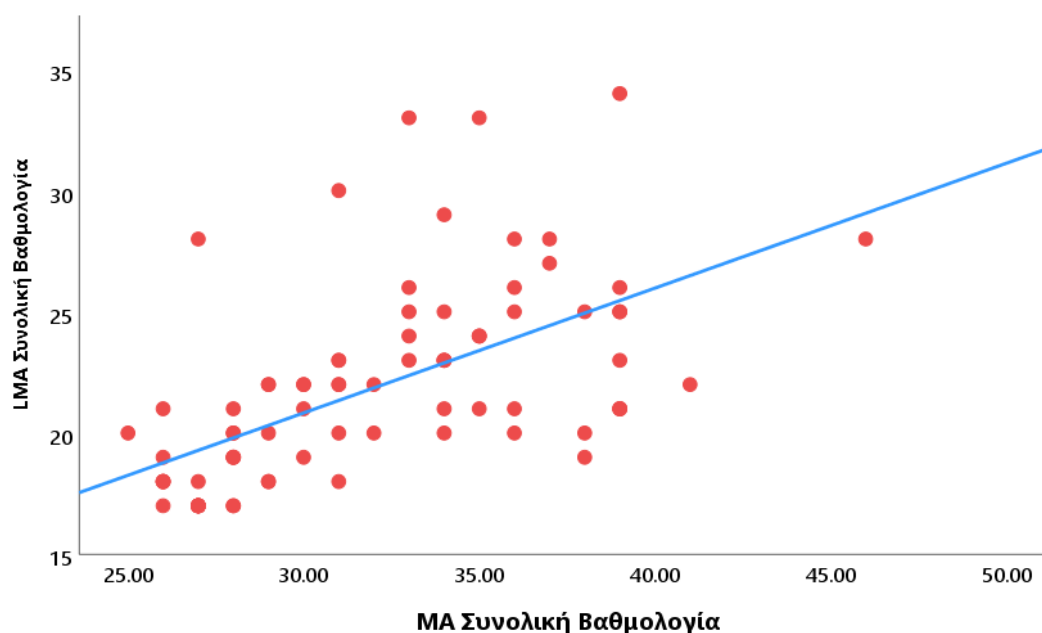
\* Η συσχέτιση είναι σημαντική σε επίπεδο 0.05 (2-tailed). \*\* Η συσχέτιση είναι σημαντική σε επίπεδο 0.01 (2-tailed).

### 3.7. Ανάλυση γραμμικής πολλαπλής παλινδρόμησης

Για να βρεθούν οι πραγματικά ανεξάρτητοι παράγοντες επιρροής έγινε ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης για τη βαθμολογία στις κλίμακας MA χρησιμοποιώντας ομαδοποιημένη δειγματοληψία (bootstrapping) για να ληφθεί υπόψη η μη παραμετρική φύση των δεδομένων. Οι μετρήσεις  $R$ ,  $R^2$  και Durbin-Watson μαζί με τιμές  $p$  αναφέρονται για τα γραμμικά μοντέλα. Χρησιμοποιήθηκαν όλες οι σχετικές δημογραφικές το φύλο και η τάξη και η εθνικότητα, καθώς και οι συνολικές βαθμολογίες στις κλίμακες LMA και PDM.

Από την ανάλυση παλινδρόμησης με φαίνεται, πως μόνο η υποκλίμακα LMA είναι η στατιστικά σημαντική ανεξάρτητη μεταβλητή που επηρεάζει την βαθμολογία στη κλίμακα Μαθηματικού άγχους (Γράφημα 8 και Πίνακας 12). Συγκεκριμένα, εάν το η βαθμολογία στην κλίμακα LMA ανεβεί κατά 1 η κλίμακα αυξάνει βαθμολογία κατά 0.715. Ωστόσο, επισημαίνεται η σχετικά χαμηλή τιμή του συντελεστή προσδιορισμού  $R^2 = 0.369$  ( $p = 0.0001$ ), ο Πίνακας 4.14 έχει τις σχετικές τιμές.

**Γράφημα 8.** Επιρροή στην κλίμακα του MA



## Πίνακας 12.

Ανάλυση γραμμικής πολλαπλής παλινδρόμησης- Βαθμολογία Μαθηματικού άγχους MA

### Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. Change	F Durbin-Watson
1	0.607 <sup>a</sup>	0.369	0.318	3.84451	0.369	7.309	6	75	0.000	1.658

a. Predictors: (Constant), Εθνικότητα, PDM, Φύλο, Τάξη, Βαθμός, LMA

b. Dependent Variable: MAS

### ANOVA<sup>a</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	648.175	6	108.029	7.309	0.000 <sup>b</sup>
	Residual	1,108.521	75	14.780		
	Total	1,756.695	81			

### Bootstrap for Coefficients

Model	B	Bias	Std. Error	Sig. (2-tailed)	95% Confidence Interval		
					Lower	Upper	
1	(Constant)	16.774	-0.239	5.264	0.001	6.193	26.446
	PDM	-0.055	-0.002	0.137	0.684	-0.321	0.218
	<b>LMA</b>	<b>0.715</b>	<b>0.009</b>	<b>0.237</b>	<b>0.002</b>	<b>0.270</b>	<b>1.157</b>
	Τάξη	-0.228	0.020	0.505	0.653	-1.196	0.807
	Φύλο	1.011	0.049	0.913	0.272	-0.807	2.856
	Βαθμός	-0.322	-0.047	0.843	0.705	-2.069	1.266
	Εθνικότητα	0.021	0.055	0.830	0.980	-1.478	1.912

a. Unless otherwise noted, bootstrap results are based on 1000 stratified bootstrap samples

### 3.8. Βαθμολογία ασκήσεων πριν και μετά την παρέμβαση

Μετά το πέρας της απάντησης των ερωτηματολογίων έγινε μια παρέμβαση με τη χρήση του λογισμικού δυναμικής γεωμετρίας Geometer's Sketchpad.

Οι βαθμολογίες στα μαθηματικά έργα βαθμολογήθηκαν ως σωστές, λάθος και ως σωστές εν μέρη. Σε όλα τα μαθηματικά έργα, πλην του τελευταίου όπου οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να κυκλώσουν το τετράγωνο ανάμεσα σε διάφορα σχήματα υπήρχε ειδοποιός διαφορά βελτίωσης. Στον πίνακα παρουσιάζονται οι βαθμολογίες στις ασκήσεις πριν και μετά την παρέμβαση μαζί με τη στατιστική σημαντικότητα τους.

#### Πίνακας 13.

*Βαθμολογίες στις ασκήσεις πριν και μετά την παρέμβαση.*

Πριν				Μετά				Χ <sup>2</sup> (pairwise)
Άσκηση	Σωστή	Λάθος	Σωστή εν μέρη	Άσκηση	Σωστή	Λάθος	Σωστή εν μέρη	
1	76.80%	23.20%	0.00%	1	94.90%	5.10%	0.00%	0.014
2	53.70%	43.90%	2.40%	2	61.50%	38.50%	0.00%	0.020
3	65.90%	34.10%	0.00%	3	82.10%	17.90%	0.00%	0.005
4	31.70%	62.20%	6.10%	4	51.30%	48.70%	0.00%	0.009
5	39.00%	43.90%	17.10%	5	64.10%	28.20%	7.70%	0.012
6	81.70%	18.30%	0.00%	6	94.90%	0.00%	5.10%	0.414

### 3.9. Ανάλυση CHIC

#### 3.9.1. Κωδικοποίηση μεταβλητών της έρευνας

Οι ερωτήσεις που τέθηκαν στα μαθηματικά έργα του ερωτηματολογίου κωδικοποιήθηκαν έτσι ώστε να είναι εμφανές από το όνομα της μεταβλητής το θέμα της ερώτησης και όπου κάποια ερώτηση είχε υποερωτήματα προστέθηκε στο όνομα ο αντίστοιχος αριθμός. Έτσι, το πρώτο γράμμα του ονόματος των μεταβλητών συμβολίζουν το θέμα της ερώτησης και ακολουθείται από τον αριθμό του υποερωτήματος. Για παράδειγμα η ερώτηση για το έργο του εμβαδού επιφάνειας συμβολίζεται με AR4 ενώ η ερώτηση για το εάν τα παιδιά ένιωσαν MA κατά τη διάρκεια των μαθηματικών έργων συμβολίζεται με AdEx6a.

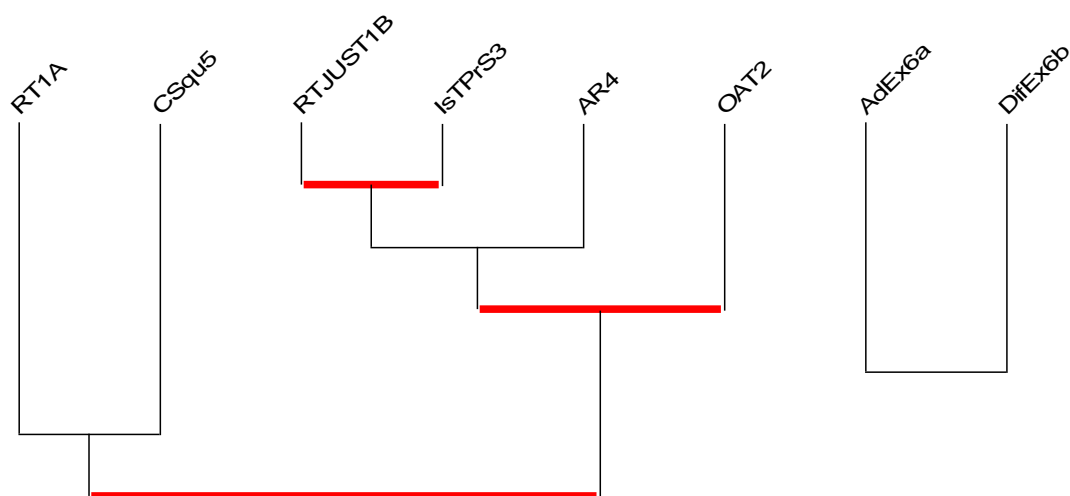
Για τη συνεπαγωγική στατιστική ανάλυση, οι απαντήσεις στα ερωτήματα με τα μαθηματικά έργα βαθμολογήθηκαν με 0 (μηδέν) αν ήταν λαθεμένα ή δεν έχουν συμπληρωθεί καθόλου και με 1 (ένα) αν τα έργα είναι σωστά. Οι απαντήσεις στις ερωτήσεις με τετραβάθμια κλίμακα Likert βαθμολογήθηκαν ως εξής:

A. Διαφωνώ = 0      B. Διαφωνώ λίγο=0,33      Γ. Συμφωνώ λίγο=0,66      Δ. Συμφωνώ=1.

#### 3.9.2. Αποτελέσματα από τα μαθηματικά έργα των παιδιών της ομάδας παρέμβασης πριν την έναρξη της παρέμβασης

Για την επεξεργασία του τρίτου ερωτηματολογίου χρησιμοποιήθηκε το Συνεπαγωγικό Στατιστικό Μοντέλο του Gras (SIA – Statistical Implicative Analysis) με τη χρήση του λογισμικού CHIC (Cohesive Hierarchical Implicative Classification). Η συνεπαγωγική ανάλυση των δεδομένων παρουσιάζεται μέσω διαγράμματος ομοιότητας και συνεπαγωγικού διαγράμματος. Στο διάγραμμα ομοιότητας οι μεταβλητές συνδέονται μεταξύ τους ανάλογα με την ομοιότητα ή μη που παρουσιάζουν. Μεταβλητές κατά την επίλυση των οποίων τα υποκείμενα συμπεριφέρονται με παρόμοιο τρόπο ομαδοποιούνται μαζί. (Αυγερινός et al., 2011). Από την καταγραφή των αποτελεσμάτων στα μαθηματικά έργα πριν από την έναρξη της παρέμβασης στην ομάδα των μαθητών και μαθητριών που δέχθηκαν παρέμβαση προέκυψε το ακόλουθο δενδροδιάγραμμα ομοιότητας. Παρουσιάζεται στο διάγραμμα προκύπτουν 2 ομάδες ομοιότητας απαντήσεων.

**Γράφημα 9.** Δενδροδιάγραμμα ομοιότητας πριν την έναρξη της παρέμβασης



Στην πρώτη εντάσσονται οι απαντήσεις RT1A, CSQU5, RTJUST1B, IsTrpS3, AR4, OAT2 οι οποίες κατατάσσονται σε δύο επιμέρους υποομάδες: στη μία περιλαμβάνονται οι μεταβλητές που σχετίζονται με το μαθηματικό έργο του εάν το ορθογώνιο τρίγωνο είναι και αμβλυγώνιο και η επιλογή τετραγώνων (RT1A-CSQU5), ενώ στη δεύτερη περιλαμβάνονται οι μεταβλητές που αφορούν τα μαθηματικά έργα με το αμβλυγώνιο τρίγωνο και την αιτιολόγησή του, με το αμβλυγώνιο τρίγωνο, με το μαθηματικό πρόβλημα με το ισοσκελές τρίγωνο καθώς και με το εμβαδόν επιφάνειας (RTJUST1B-OAT2). Παρατηρείται πως οι μεταβλητές αυτές εμφανίζουν ισχυρό επίπεδο ομοιότητας μεταξύ τους. Στα έργα αυτά μπορούμε να εντοπίσουμε κάποια χαρακτηριστικά, που πιθανόν να παρέχουν τον τρόπο αντιμετώπισής τους από τους μαθητές και τις μαθήτριες, δεδομένου ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες οφείλουν να έχουν γνώσεις για τα είδη των τριγώνων ανάλογα με τις γωνίες τους αλλά και κάποιες ιδιότητές τους ώστε να μπορούν να απαντήσουν ορθώς στα μαθηματικά έργα. Επιπλέον, οφείλουν να έχουν γνώση των γεωμετρικών σχημάτων κάτι το οποίο συνδέεται και με την εύρεση αλλά και τον ορισμό του εμβαδού επιφάνειας.

Η επόμενη ομάδα που παρουσιάζεται στο δενδροδιάγραμμα ομοιότητας αφορά στο MA κατά την διάρκεια των μαθηματικών έργων και στην αντίληψη της δυσκολίας των μαθηματικών έργων από τους συμμετέχοντες μαθητές και μαθήτριες της έρευνας (μεταβλητές AdEX6a-DifEX6b). Από το διάγραμμα ομοιότητας δεν προέκυψαν ισχυροί δεσμοί μεταξύ των μεταβλητών αυτών.



Οι σημαντικότερες ομαδοποιήσεις παρατηρούνται στα επίπεδα 1, 3, και 6 όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

#### **Πίνακας 14.**

*Κατηγοριοποίηση μεταβλητών σε επίπεδα (πριν την έναρξη της παρέμβασης)*

Classification at level : 1 : (RTJUST1B IsTPrS3) similarity : 0.99335

Classification at level : 2 : ((RTJUST1B IsTPrS3) AR4) similarity : 0.947055

Classification at level : 3 : (((RTJUST1B IsTPrS3) AR4) OAT2) similarity : 0.916094

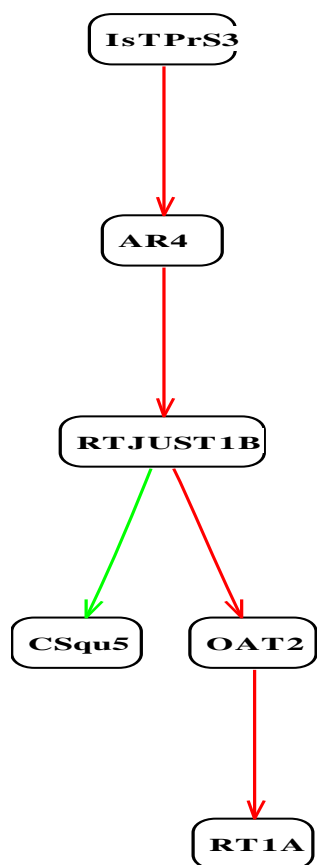
Classification at level : 4 : (AdEx6a DifEx6b) similarity : 0.837272

Classification at level : 5 : (RT1A CSqu5) similarity : 0.705642

Classification at level : 6 : ((RT1A CSqu5) (((RTJUST1B IsTPrS3) AR4) OAT2)) similarity : 0.252741

Επιπλέον, το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει το Συνεπαγωγικό Διάγραμμα. Στο Συνεπαγωγικό Διάγραμμα φαίνονται οι διάφορες σχέσεις συνεπαγωγής που υπάρχουν ανάμεσα σε μεταβλητές. Οι συνεπαγωγές με το κόκκινο βέλος ισχύουν σε επίπεδο σημαντικότητας 99%, με το μπλε βέλος ισχύουν σε επίπεδο σημαντικότητας 95% και με το πράσινο βέλος ισχύουν σε επίπεδο σημαντικότητας 90%. Η πιο έντονη σχέση που παρατηρείται είναι ότι η επιτυχία στο έργο της αιτιολόγησης εάν το ορθογώνιο τρίγωνο είναι αμβλυγώνιο συνεπάγεται και την επιτυχία στο έργο της εύρεσης του τετραγώνου και αντίστροφα δηλαδή η αποτυχία στο έργο της εύρεσης του τετραγώνου συνεπάγεται αποτυχία στο έργο της αιτιολόγησης εάν το ορθογώνιο τρίγωνο είναι αμβλυγώνιο.

**Γράφημα 10.** Συνεπαγωγικό διάγραμμα πριν την έναρξη της παρέμβασης



### 3.9.3. Αποτελέσματα από τα μαθηματικά έργα των παιδιών της ομάδας παρέμβασης μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης

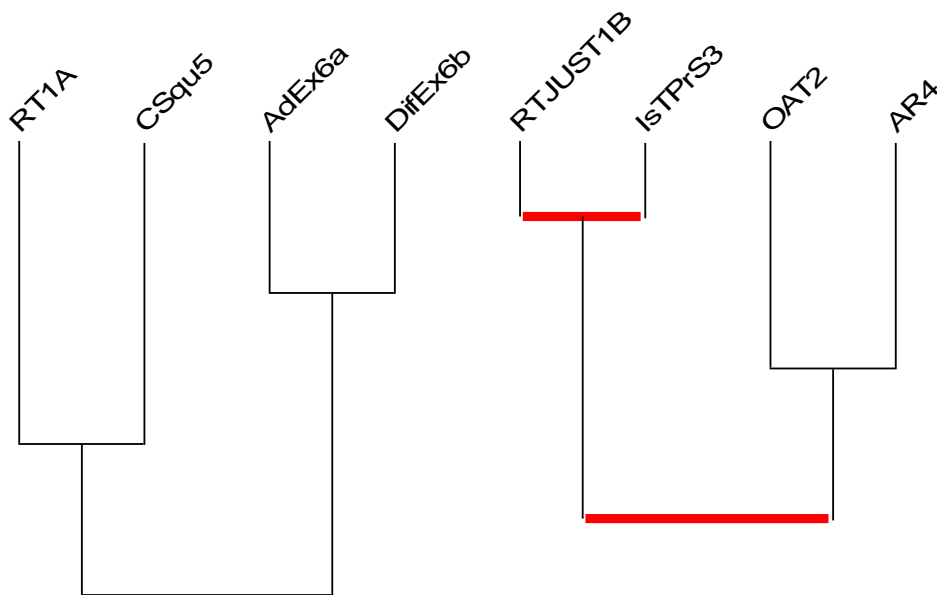
Από την καταγραφή των αποτελεσμάτων στα μαθηματικά έργα μετά από την ολοκλήρωση της παρέμβασης στην ομάδα των μαθητών και μαθητριών που δέχθηκαν παρέμβαση προέκυψε το ακόλουθο δενδροδιάγραμμα ομοιότητας. Παρουσιάζεται στο διάγραμμα προκύπτουν 2 ομάδες ομοιότητας απαντήσεων.

Στην πρώτη εντάσσονται οι απαντήσεις RTJUST1B, IsTprS3, AR4, OAT2 οι οποίες κατατάσσονται σε δύο επιμέρους υποομάδες: στη μία περιλαμβάνονται οι μεταβλητές που σχετίζονται με το μαθηματικό έργο του προβλήματος με το ισοσκελές τρίγωνο (IsTprS3) και της αιτιολόγησης του εάν το ορθογώνιο τρίγωνο είναι αμβλυγώνιο (RTJUST1B), ενώ στη δεύτερη περιλαμβάνονται οι μεταβλητές που αφορούν τα μαθηματικά έργα με το εμβαδόν επιφάνειας (AR4) και το αμβλυγώνιο

τρίγωνο (OAT2). Παρατηρείται πως οι μεταβλητές αυτές εμφανίζουν ισχυρό επίπεδο ομοιότητας μεταξύ τους και συνεπώς και πάλι στα έργα αυτά μπορούμε να εντοπίσουμε κάποια χαρακτηριστικά, που πιθανόν να παρέχουν τον τρόπο αντιμετώπισής τους από τους μαθητές και τις μαθήτριες.

Η επόμενη ομάδα που παρουσιάζεται στο δενδροδιάγραμμα ομοιότητας αφορά στο MA κατά την διάρκεια των μαθηματικών έργων και στην αντίληψη της δυσκολίας των μαθηματικών έργων από τους συμμετέχοντες μαθητές και μαθήτριες της έρευνας όπως και τα έργα εύρεση του τετραγώνου και εάν το ορθογώνιο τρίγωνο είναι αμβλυγώνιο (μεταβλητές RT1A-DifEx6b). Από το διάγραμμα ομοιότητας δεν προέκυψαν ισχυροί δεσμοί μεταξύ των μεταβλητών αυτών.

**Γράφημα 11.** Δενδροδιάγραμμα ομοιότητας μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης



Οι σημαντικότερες ομαδοποιήσεις παρατηρούνται στα επίπεδα 1 και 5 όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

## Πίνακας 15.

*Κατηγοριοποίηση μεταβλητών σε επίπεδα (μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης)*

Classification at level : 1 : (RTJUST1B IsTPrS3) similarity : 0.909472

Classification at level : 2 : (AdEx6a DifEx6b) similarity : 0.855813

Classification at level : 3 : (OAT2 AR4) similarity : 0.683466

Classification at level : 4 : (RT1A CSqu5) similarity : 0.493094

Classification at level : 5 : ((RTJUST1B IsTPrS3) (OAT2 AR4)) similarity : 0.436289

Classification at level : 6 : ((RT1A CSqu5) (AdEx6a DifEx6b)) similarity : 0.068264

Αξιοσημείωτο παραμένει το γεγονός ότι το πρόγραμμα CHIC σε αυτή την περίπτωση δεν έβγαλε συνεπαγωγικό διάγραμμα.

### 3.10. Ομαδοποίηση απαντήσεων δομημένων συνεντεύξεων

Έγιναν και 10 δομημένες συνεντεύξεις οι οποίες μετά από ομαδοποίηση των απαντήσεων παρουσιάζονται παρακάτω ανά ερώτηση .

#### **1. Γιατί απολαμβάνεις τα μαθηματικά/Υπάρχει κάτι που σου αρέσει στο μάθημα των μαθηματικών**

- Γιατί μαθαίνεις διαφορετικά πράγματα - 2 παιδιά το απάντησαν
- Τα μαθηματικά είναι περισσότερο μια πρόκληση - 1 παιδί
- Δεν μου αρέσει και πολύ το μάθημα των μαθηματικών - 5 παιδιά
- Υπάρχουν πολλές και διαφορετικές λύσεις στα μαθηματικά και πρέπει να σκέφτεσαι έξω από το κουτί -1 παιδί
- Γιατί βάζω το μυαλό μου να δουλέψει - 1 παιδί

#### **2. Σε βοηθάει κανένας στο σπίτι στα μαθηματικά**

- Όχι διαβάζω μόνος/μόνη – 2 παιδιά
- Οι 2 γονείς μου-1 παιδί
- Ο αδερφός μου-1 παιδί
- Κάποια δασκάλα μου – 3 παιδιά
- Ο πατέρας μου-3 παιδιά

**3. Γιατί είσαι συνήθως νευρικός, -η στο μάθημα των μαθηματικών**

- *Τι σημαίνει λοιπόν για εσένα το να νιώθεις τρομερά νευρικός στο μάθημα των μαθηματικών*
- *ή και σε συγκεκριμένες καταστάσεις που αφορούν το μάθημα των μαθηματικών*
  - Πάντα ένιωθα φυσιολογικός/ή απέναντι στα μαθηματικά-2 παιδιά
  - Γιατί υπάρχουν πολλά πράγματα που πρέπει να θυμάσαι-1 παιδί
  - Γιατί δεν ξέρω τι κάνουμε-1 παιδί
  - Γιατί με πιέζουν οι γονείς μου εμμέσως- 1 παιδί
  - Γιατί φοβάμαι μήπως πω ή κάνω κάτι λάθος – 4 παιδιά
  - Γιατί έχω χαμηλή αυτοπεποίθηση-1 παιδί

**4. Από τα γνωστικά αντικείμενα των μαθηματικών σε ποιο δυσκολεύεσαι ιδιαίτερα/κάνεις τα περισσότερα λάθη**

- *Άλγεβρα*
- *Γεωμετρία*
- *Αριθμητική*
- *Στατιστική και πιθανότητες*
- *Μέτρηση*
  - Άλγεβρα- 3 παιδιά
  - Δεν μπορώ να διαλέξω κάποιο συγκεκριμένο/ σε όλα – 4 παιδιά
  - Γεωμετρία – 2 παιδιά
  - Σε κανένα γνωστικό αντικείμενο- 1 παιδί

**5. Ξεκίνησες να έχεις άγχος για τα μαθηματικά πριν ένα χρόνο/κατά τη διάρκεια της τάδε τάξης/ είχες από πάντα άγχος για τα μαθηματικά κατά τη διάρκεια του σχολείου**

- Δεν είχα ποτέ άγχος για τα μαθηματικά- 3 παιδιά
- Ξεκίνησε στην 5<sup>η</sup> τάξη γιατί τα μαθηματικά δυσκόλεψαν- 3 παιδιά
- Ξεκίνησε στην 2<sup>η</sup> τάξη του δημοτικού- 2 παιδιά

- Ξεκίνησε στην 3<sup>η</sup> τάξη του δημοτικού- 1 παιδί
- Από την αρχή του δημοτικού σχολείου- 1 παιδί

**6. Νιώθεις καλύτερα για τα μαθηματικά φέτος σε σύγκριση με πέρυσι, ή νομίζεις ότι είναι περίπου το ίδιο; (αναφορικά με τα συναισθήματα του παιδιού για τα μαθηματικά)**

- Νιώθω το ίδιο – 6 παιδιά
- Νιώθω καλύτερα συγκριτικά με την περσινή χρονιά- 2 παιδιά
- Νιώθω χειρότερα σε σχέση με πέρυσι- 2 παιδιά

**7. Πιστεύεις ότι κάποιοι δάσκαλοι που είχες στο παρελθόν σου δημιούργησαν σύγχυση με το μάθημα των μαθηματικών ( στο αντικείμενο Άλγεβρα, Γεωμετρία, Αριθμητική, Στατιστική και πιθανότητες, Μέτρηση). Μπορείς να το εξηγήσεις λίγο περισσότερο;**

- Ναι – 7 παιδιά
- Όχι – 3 παιδιά

**8. Πως τα πηγαίνουν τα αδέρφια σου στο μάθημα των μαθηματικών**

- Καλά – 7 παιδιά
- Δεν έχω αδέρφια- 2 παιδιά
- Τα αδέρφια μου είναι μικρότερα οπότε δεν έχουν ξεκινήσει το δημοτικό- 1 παιδί

**9. Πως τα πηγαίνουν οι συμμαθητές σου/ο διπλανός σου στο θρανίο/ ή οι φίλοι στο μάθημα των μαθηματικών**

- Αρκετά καλά/ καλά στο σύνολο της τάξης –5 παιδιά
- Κάποιοι είναι καλοί στα μαθηματικά, άλλοι αντιμετωπίζουν κάποια προβλήματα με το μάθημα – 5 παιδιά

**10. Πώς νιώθεις μια καθημερινή μέρα όταν διδάσκεις μαθηματικά-αδιάφορα πχ όπως στα άλλα μαθήματα**

- Άγχος – 5 παιδιά
- Χάνω το ενδιαφέρον μου/βαριέμαι- 2 παιδιά
- Με ενδιαφέρει το μάθημα/ουδέτερα - 3 παιδιά

### **11. Πώς νιώθεις όταν γράφεις κάποιο διαγώνισμα στα μαθηματικά**

- Δεν μπορώ να διαχειριστώ το χρόνο και αγχώνομαι – 1 παιδί
- Δεν αισθάνομαι και πολύ όμορφα-αγχώνομαι- 5 παιδιά
- Απογοήτευση- 1 παιδί
- Παραγωγικό άγχος- 1 παιδί
- Δεν με ενοχλούν τα διαγωνίσματα στα μαθηματικά- 2 παιδιά

### **12. Πιστεύεις ότι αισθάνεσαι λιγότερο σίγουρος στα μαθηματικά σε σχέση με άλλα μαθήματα**

- Ναι και αυτό οφείλεται στο ότι δεν κάνω αρκετή εξάσκηση- 2 παιδιά
- Ναι γιατί δεν μου αρέσουν/ είναι δύσκολα και δεν είμαι πολύ καλός/ή στο μάθημα αυτό – 4 παιδιά
- Όχι δεν πιστεύω κάτι τέτοιο – 3 παιδιά
- Μερικές φορές ανάλογα τη συνθήκη – 1 παιδί

Μερικά σημεία που αξίζει να δοθεί έμφαση από την ανάλυση των συνεντεύξεων παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες τα οποία θα αξιοποιηθούν και μετέπειτα στη συζήτηση της διπλωματικής εργασίας.

α) Σχετικά με το πώς (με ποιον τρόπο) οι μαθητές και οι μαθήτριες βιώνουν το ΜΑ από την ανάλυση των 10 δομημένων συνεντεύξεων τα υποθέματα και τα ζητήματα που επισημαίνονται για κάθε θέμα παρουσιάζονται στον Πίνακα 16:

## Πίνακας 16.

*Ευρήματα σχετικά με τις εμπειρίες των μαθητών στο ΜΑ*

<b>Θέμα</b>	<b>Υπόθεμα</b>	<b>Ζήτημα</b>
Άγχος στη μάθηση των μαθηματικών	Στρες/Πίεση	<ul style="list-style-type: none"><li>• αδυναμία κατανόησης της έννοιας</li><li>• «μελέτη εκτός πορείας» ή καθυστερήσεις στη μελέτη</li><li>• δύσκολες εργασίες ή ασκήσεις</li><li>• πολυάριθμες εργασίες ή ασκήσεις</li><li>• οι αντιλήψεις των συνομηλίκων</li></ul>
	Νοοτροπία	<ul style="list-style-type: none"><li>• δυσκολίες σε μαθηματικά στο δευτερεύον επίπεδο</li></ul>
Το άγχος στην αξιολόγηση των μαθηματικών	Αυτοπεποίθηση	<ul style="list-style-type: none"><li>• έλλειψη εμπιστοσύνης στην απάντηση ή λύση τους</li></ul>
	Άγχος	<ul style="list-style-type: none"><li>• ικανότητα επίτευξης του</li></ul>



		επιθυμητού στόχου/στόχου
--	--	-----------------------------

Β) Επιπλέον κάθε διάσταση του ΜΑ αναλύθηκε περαιτέρω σε τρία επίπεδα ΜΑ (υψηλό, μεσαίο και χαμηλό) όπως φαίνεται στον Πίνακα 17:

**Πίνακας 17.**

*Πτυχές, επίπεδα και δείκτες ΜΑ*

<b>Πτυχή</b>	<b>Επίπεδο ΜΑ</b>	<b>Δείκτης</b>
Συμπεριφορική	Υψηλό	Φόβος για αυτό που συμβαίνει
	Μεσαίο	Δεν έχει καμία πρόθεση να κάνει πράγματα που πρέπει να γίνουν
	Χαμηλό	Αναμένει δυσκολίες στο να κάνει ένα συγκεκριμένο πράγμα
Γνωστική	Υψηλό	Ανησυχεί μήπως οι άλλοι κρίνουν ότι δεν μπορεί να κάνει τα πράγματα καλά
	Μεσαίο	Έχει άδειο μυαλό
	Χαμηλό	Νιώθει μπερδεμένος
Σωματική	Υψηλό	Δυσκολία στην αναπνοή
	Μεσαίο	Ταχυκαρδία
	Χαμηλό	Νιώθει άβολα

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>: Συζήτηση

### 4.1. Συζήτηση

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που προηγήθηκε αναδύεται ότι τα μαθηματικά είναι μια σημαντική δεξιότητα όχι μόνο για την ακαδημαϊκή επιτυχία, αλλά και για την αποτελεσματική λειτουργία στην καθημερινή ζωή (Carey et al., 2017). Το MA αποδεικνύεται ένα ευρέως διαδεδομένο πρόβλημα, που επηρεάζει τα παιδιά, τους εφήβους και τους ενήλικες παγκοσμίως. Αναφορικά με τα διαθέσιμα ερευνητικά ερωτήματα γιατί και πώς ένα άτομο αναπτύσσει το MA, μια καθολική απάντηση δεν έχει γίνει αποδεκτή και ως εκ τούτου απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση για το MA (Rada, & Lucietto, 2022). Η παιδική ηλικία και η εφηβεία είναι η βέλτιστη περίοδος για την αντιμετώπιση του MA, καθώς τα παιδιά και οι έφηβοι εξακολουθούν να βρίσκονται σε πλήρη εκπαίδευση και εγγράφονται σε υποχρεωτικά μαθήματα μαθηματικών (Carey et al., 2017).

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει τις τελευταίες εξελίξεις για το MA και τα αρνητικά δορυφορικά συναισθήματα για το μάθημα των μαθηματικών σε 82 μαθητές και μαθήτριες στο Ελληνικό δημοτικό σχολείο τάξεων Δ' έως Στ' Δημοτικού. Επίσης, η παρούσα μελέτη σκοπό είχε τη διερεύνηση του κατά πόσο η χρήση των Νέων Τεχνολογιών -με τη χρήση δυναμικού λογισμικού γεωμετρίας- μπορεί να βοηθήσει στην εξάλειψη του MA στους μαθητές και στις μαθήτριες του Δημοτικού. Τα ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά την ερευνητική διαδικασία αναλύθηκαν σύμφωνα με τα ερευνητικά προβλήματα και προέκυψαν ευρήματα στα οποία θα γίνει εκτενέστερη αναφορά παρακάτω.

Αναφορικά με **το πρώτο ερευνητικό ερώτημα** σχετικά με το εάν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των μαθητών (φύλο, τάξη, εθνικότητα, βαθμός μαθηματικών) σχετίζονται με το MA από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων της έρευνας βρέθηκε ότι α) το φύλο και η εθνικότητα δεν είχαν κάποιο ρόλο στη βαθμολογία και στις δύο κλίμακες του MA β) ο βαθμός των μαθηματικών είχε στατιστικά σημαντική σχέση με τη βαθμολογία και στις δύο κλίμακες του MA ιδιαίτερα μεταξύ χαμηλού και υψηλού βαθμού στα μαθηματικά ( $p < 0.01$ ). Μάλιστα τα παιδιά με βαθμολογία 8 σκόραραν πολύ υψηλότερα και στις 2 κλίμακες του MA σε σχέση με τα παιδιά με βαθμολογία 9 ή 10 στα μαθηματικά γ) ότι δεν υπήρχε ειδοποιός διαφορά αναμεσα στις κλίμακες και τις διαφορικές τάξεις πέραν της κλίμακας PDM

όπου και υπήρχε μια οριακά μη στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ 5<sup>ης</sup> και 6<sup>ης</sup> τάξης με μέση βαθμολογία 13.33 έναντι 16.25 για την 6<sup>η</sup> τάξη ( $p=0.058$ ).

Προηγούμενες μελέτες που εξετάζουν τις διαφορές των φύλων στο MA έχουν δείξει μικτά αποτελέσματα. Τα ευρήματα της έρευνάς μας σχετικά με τον παράγοντα φύλο και το MA βρίσκονται σε αντιστοιχία με τα ευρήματα άλλων μελετών που έχουν διερευνήσει τις διαφορές των φύλων με επίκεντρο το MA. Ορισμένοι ερευνητές δεν έχουν αναφέρει καμία διαφορά στα επίπεδα του MA μεταξύ ανδρών και γυναικών (π.χ. Kucian et al., 2018a· Ma, & Xu, 2004). Οι Van Mier et al. (2019) ερεύνησαν το MA και τις διαφορές φύλου μεταξύ 124 μαθητών από τη Β΄ έως την Δ΄ τάξη του Δ.Σ. (67 κορίτσια και 57 αγόρια με ηλικίες από 8 έως 10 ετών) στην Ολλανδία και ανέφεραν ότι τα επίπεδα του MA ήταν παρόμοια σε αγόρια και κορίτσια, κάτι το οποίο διαφάνηκε και στα αποτελέσματα της δικής μας έρευνας. Ωστόσο στην έρευνα των Van Mier et al. (2019) το MA και η απόδοση ήταν σημαντική μόνο στα κορίτσια. Ακόμη στην ποσοτική έρευνα των Mitchell και George (2022), η οποία διερεύνησε τον επιπολασμό του MA μεταξύ 62 μαθητών του Δ.Σ. Δ΄ έως Στ΄ τάξεων (ηλικίας εννέα έως 12 ετών), διαφάνηκε όπως και στη δική μας έρευνα ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στο φύλο και το MA μεταξύ των μαθητών της Δ΄ και της Στ΄ τάξης. Η βαθμολογία για τα αγόρια ( $Mdn=13,67$ ) ήταν οριακά υψηλότερη από αυτή των κοριτσιών ( $Mdn=12,38$ ) στους μαθητές της Δ΄ τάξης, ενώ αντίθετα, η βαθμολογία του MA για τα αγόρια ( $Mdn=17,16$ ) ήταν χαμηλότερη από αυτή των κοριτσιών ( $Mdn=20,40$ ) στην Στ΄ τάξη. Πιθανός λόγος για τη μη σημαντική στατιστικά διαφορά φύλου στο MA μεταξύ των μαθητών της Δ΄ έως τη Στ΄ τάξη είναι ότι οι ίσες ευκαιρίες μάθησης και η σύνθεση της τάξης είναι πιθανοί λόγοι που μπορεί να οδήγησαν σε αυτά τα αποτελέσματα.

Στον αντίποδα τα ευρήματά μας για τον παράγοντα φύλο βρίσκονται σε αναντιστοιχία με μια άλλη μερίδα ερευνών, οι οποίες αναφέρουν ότι τα κορίτσια επιδεικνύουν υψηλότερο MA στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Yüksel-Şahin, 2008· Griggs et al., 2013· Hill et al., 2016 όπως αναφέρεται στο Megreya, Al-Emadi, & Moustafa, 2023). Τα στερεότυπα φύλου θεωρούνται παράγοντας για αυξημένο MA στα κορίτσια (Steffens et al., 2010· Passolunghi et al., 2014 όπως αναφέρεται στο Megreya, Al-Emadi, & Moustafa, 2023) και αυτή η διαφορά φύλου φαίνεται να εμφανίζεται νωρίς κατά την ανάπτυξη (Megreya, Al-Emadi, & Moustafa, 2023). Στην δική μας όμως έρευνα οι μαθητές και οι μαθήτριες που εξετάστηκαν φοιτούσαν στις 3 τελευταίες τάξεις του Δ.Σ.. Μάλιστα, μια πρόσφατη μελέτη από την Szczygieł (2020) διαπίστωσε

ότι τα κορίτσια στην Α΄τάξη σημείωσαν υψηλότερη βαθμολογία από τα αγόρια στο συνολικό ΜΑ και στο άγχος της αξιολόγησης των μαθηματικών, αλλά όχι στο άγχος μάθησης μαθηματικών. Τέλος, μελέτη των Olmez και Ozel (2012) που εξέτασε δείγμα 244 μαθητών (116 κορίτσια και 128 αγόρια), στην Στ΄ δημοτικού και στην Α΄ Γυμνασίου στην Τουρκία ανέφερε σημαντικά περισσότερο ΜΑ των αγοριών από τα συνομήλικά τους κορίτσια, κάτι που δεν φάνηκε στην δική μας έρευνα. Πιθανή εξήγηση για αυτό το εύρημα είναι ότι θα μπορούσε να οφείλεται στη μείωση του χάσματος επιδόσεων στο οποίο η πρόσφατη βιβλιογραφία δείχνει ότι οι μαθήτριες παρουσιάζουν βελτιωμένες επιδόσεις στα μαθηματικά (Olmez & Ozel, 2012).

Σχετικά με τον παράγοντα εθνικότητα και τις βαθμολογίες στις κλίμακες του ΜΑ στην έρευνα μας διαφάνηκε ότι δεν παίζει κάποιο ρόλο στις βαθμολογίες στις κλίμακες του ΜΑ κάτι το οποίο έρχεται σε συμφωνία με μελέτες που υποστηρίζουν ότι ορισμένες πτυχές της στάσης απέναντι στα μαθηματικά φαίνεται να είναι κοινές σε πολλές χώρες και πολιτισμούς, για παράδειγμα, η τάση των μικρών παιδιών να εκτιμούν τα μαθηματικά (Vargas, 2021). Ωστόσο, οι έρευνες καταδεικνύουν κα το ότι υπάρχουν διαφορές που σχετίζονται με την απόδοση, το ενδιαφέρον για τα μαθηματικά, τη μαθηματική ικανότητα και την κοινωνική σημασία που αποδίδεται στα μαθηματικά. Για παράδειγμα τα παιδιά σε ασιατικές χώρες με υψηλές επιδόσεις, όπως η Κορέα και η Ιαπωνία, τείνουν να εμφανίζουν μεγάλο ΜΑ, ενώ τα παιδιά σε χώρες της Δυτικής Ευρώπης με υψηλές επιδόσεις, όπως η Φινλανδία, η Ολλανδία, το Λιχτενστάιν και η Ελβετία, παρουσιάζουν χαμηλό ΜΑ (Dowker et al. , 2016· Suárez-Pellicioni et al., 2016· Maloney et al., 2013· Stoet et al., 2016 όπως αναφέρεται στο Vargas, 2021). Υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι τόσο η κοινωνικοοικονομική κατάσταση των ατόμων όσο και η οικονομική θέση των χωρών έχουν πολύ μεγάλη επίδραση στη συμμετοχή σε μαθηματικά προγράμματα και στα μαθηματικά επιτεύγματα (Dowker et al., 2016) ενώ αρκετές μελέτες προτείνουν ότι οι μαθητές εθνοτικών μειονοτήτων εκφράζουν πιο θετικές στάσεις απέναντι στα μαθηματικά από τους λευκούς μαθητές τόσο στις Ηνωμένες Πολιτείες όσο και στο Ηνωμένο Βασίλειο (Aldous, 2006· Baird and Keene, 2019· Lubienski, 2002· McGraw et al., 2006· Nguyen et al., 2020 όπως αναφέρεται στο Vargas, 2021).

Όσον αφορά τον βαθμό των μαθηματικών και τις βαθμολογίες στις κλίμακες του ΜΑ όπου υπήρχε στατιστικά σημαντική σχέση με τη βαθμολογία και στις δύο κλίμακες του ΜΑ ιδιαίτερα μεταξύ χαμηλού και υψηλού βαθμού στα μαθηματικά η έρευνά μας φαίνεται να βρίσκεται σε συμφωνία με προηγούμενες μελέτες που έχουν καταδείξει

στα αποτελέσματά τους ότι υπάρχει μια σαφής σχέση μεταξύ του MA και της απόδοσης στο μάθημα των μαθηματικών (Foley et al., 2017) και ότι το MA επηρεάζει αρνητικά την απόδοση στο μάθημα των μαθηματικών (Ashcraft & Faust, 1994· Carey et al., 2016· Foley et al., 2017· Hembree, 1990· Ho et al., 2000 όπως αναφέρεται στους Mitchell, & George, 2022). Υπάρχουν μάλιστα ορισμένοι ερευνητές που έχουν βρει μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ του MA που βιώνουν οι μαθητές και των μαθηματικών επιδόσεων των μαθητών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Mitchell, & George, 2022). Ειδικότερα, οι Zhang et al. (2019) ανέλυσαν 84 μελέτες σε ένα μοντέλο μετα-ανάλυσης που επικεντρώθηκε στο MA και στην απόδοση των μαθηματικών και ανέφεραν ότι τα αποτελέσματα έδειξαν μια ισχυρή αρνητική «σύνδεση». Ομοίως, οι Namkung et al. (2019) διεξήγαγαν μια μετα-ανάλυση που περιλάμβανε 131 μελέτες που διερεύνησαν το MA και τις επιδόσεις στα μαθηματικά τόσο σε μαθητές πρωτοβάθμιας όσο και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι, γενικά, το MA συσχετίζεται αρνητικά με τις επιδόσεις των μαθηματικών τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Namkung et al., 2019), κάτι που φάνηκε και στη δική μας έρευνα. Οι Vanbinst et al. (2020) διεξήγαγαν μια διαγενεακή μελέτη σχετικά με το MA στο Βέλγιο με 172 μαθητές της Στ' δημοτικού (102 κορίτσια και 70 αγόρια) ηλικίας 11-12 ετών και τους δύο βιολογικούς γονείς τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αριθμητική επίδοση των μαθητών της Στ' τάξης συνδέονταν σημαντικά και αρνητικά με το MA. Εμπειρική έρευνα από άλλες χώρες του κόσμου όπως το Σαν Φρανσίσκο (ΗΠΑ) (Wu et al., 2012), η Κολομβία (Reali et al., 2016), η Ολλανδία (Van Mier et al., 2019) ( όπως αναφέρεται στους Mitchell, & George, 2022), έχουν επίσης αναφέρει παρόμοια ευρήματα.

Σε αντίθεση με τη δική μας έρευνα, πιο πρόσφατα, οι Barros et al. (2021) διεξήγαγαν μια μελέτη μετα-ανάλυσης σε 223 εμπειρικές μελέτες που διερεύνησαν το MA και τις επιδόσεις στα μαθηματικά σε επίπεδο πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Οι ερευνητές κατέδειξαν όμως ότι η συσχέτιση μεταξύ του MA που βιώθηκε και των μαθηματικών επιδόσεων είναι αδύναμη για τους μαθητές της τρίτης έως την πέμπτη τάξης και για τους μαθητές των τάξεων που κάνουν εξετάσεις μαθηματικών (Barros et al., 2021), κάτι το οποίο οφείλεται πιθανόν στο μεγαλύτερο δείγμα που εξέτασαν οι ερευνητές και στις διαφορετικές τάξεις που επισκέπτονταν οι μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Ακόμη, οι Devine et al. (2018) που διερεύνησαν το MA και τις επιδόσεις στα μαθηματικά μεταξύ 1.757 παιδιών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από την Αγγλία έδειξαν ότι μαθητές

με υψηλό άγχος στα μαθηματικά μπόρεσαν να επιτύχουν μέτριες έως υψηλές βαθμολογίες επίδοσης στα μαθηματικά, κάτι που δεν φαίνεται στη δική μας έρευνα. Τα παραπάνω ευρήματα καταδεικνύουν γενικότερα ότι το MA δεν περιορίζεται σε μαθητές που έχουν χαμηλές επιδόσεις στα μαθηματικά.

Τέλος, ο παράγοντας τάξη και βαθμολογία στις κλίμακες του MA δεν έδειξε διαφορές αναμεσα στις κλίμακες και τις διαφορικές τάξεις πέραν της κλίμακας PDM όπου και υπήρχε μια οριακά μη στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ 5<sup>ης</sup> και 6<sup>ης</sup> τάξης με μέση βαθμολογία 13.33 έναντι 16.25 για την 6<sup>η</sup> τάξη ( $p=0.058$ ). Γενικότερα αν και όλες οι τάξεις της παρούσας μελέτης ανήκουν στο επίπεδο του δημοτικού, υπάρχει ποικιλομορφία σε κάθε έρευνα που βοηθά στην εμβάθυνση της κατανόησης σχετικά με το MA στο επίπεδο των τάξεων του δημοτικού (Mitchell, & George, 2022). Στη δική μας έρευνα ο συνδυασμός των τάξεων Δ' έως Στ', έδωσε τη μοναδική προοπτική της διερεύνησης τριών τάξεων του Δημοτικού σχολείου που είναι διαδοχικές, έτσι ώστε η πιθανότητα διακύμανσης στις βαθμολογίες του MA να αυξάνεται λόγω μεγαλύτερων διαφορών τόσο στην ηλικία όσο και στην τάξη (Yuksel-Sahin, 2008). Η μελέτη μας δεν βρίσκεται σε αντιστοιχία με προηγούμενες μελέτες οι οποίες καταδεικνύουν ότι γενικότερα το MA φαίνεται να αυξάνεται με την ηλικία, καθώς ταυτόχρονα οι μελέτες δείχνουν ότι το σοβαρό άγχος στα μαθηματικά είναι σπάνιο στα παιδιά (Barroso et al., 2021· Szczygiel, 2020· Carey et al., 2016· Hembree, 1990). Ένας λόγος που μπορεί να συμβαίνει αυτό είναι ότι το γενικό άγχος αυξάνεται με την ηλικία και η εμφάνιση κλινικών αγχωδών διαταραχών κορυφώνεται στην πρώιμη εφηβεία (Barroso et al., 2021· Szczygiel, 2020· Egger, & Angold, 2006· Kilts et al., 2006). Μάλιστα στους εφήβους, η αριθμητική με μεγαλύτερους αριθμούς που θέτουν μεγαλύτερες απαιτήσεις στη μνήμη εργασίας καθώς και πιο αφηρημένες αριθμητικές πτυχές στα μαθηματικά μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του άγχους τους (Vargas, 2021). Βέβαια στη δική μας μελέτη οφείλει να ληφθεί υπόψη ότι το δείγμα μας ήταν ανομοιομορφα κατανομημένο μεταξύ των τριών τάξεων του Δ.Σ. και πολύ μικρότερο σε σχέση με τις προαναφερθείσες μελέτες. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές κλίμακες για τη μέτρηση του MA, οι οποίες πιθανόν να οδήγησαν σε διαφορετικά αποτελέσματα.

Αναφορικά με **το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα** και το πρώτο υποερώτημά του για το πότε αρχίζει το MA από την ανάλυση των 10 δομημένων συνεντεύξεων οι μαθητές και οι μαθήτριες ανέφεραν ότι οι τάξεις οι οποίες θεωρούν ότι ξεκίνησαν να εμφανίζουν το MA ήταν α) η Ε' Δημοτικού (3 παιδιά), η οποία στο ελληνικό

εκπαιδευτικό σύστημα αποτελεί την τάξη προκάτοχο της τελευταίας τάξης του δημοτικού (δηλ. της Στ'), αφού αποτελεί τη «βασίλισσα» του δευτέρου μισού από τη περίοδο του δημοτικού και σύμφωνα με την έρευνα του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (2015) ο όγκος της ύλης στο μάθημα των μαθηματικών είναι μεγάλος συγκριτικά με το χρόνο διδασκαλίας ενώ παράλληλα περιέχει δύσκολες έννοιες για τους μαθητές και τις μαθήτριες και β) από την αρχή και τις μικρές τάξεις του Δ.Σ. (Β'-Γ') (4 παιδιά) όπου και πάλι το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (2021) αναφέρει ότι τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά των κρίσιμων μαθηματικών εννοιών, διαδικασιών, διεργασιών αλλά και δεξιοτήτων, ικανοτήτων και συμπεριφορών εισάγονται στις τάξεις (Α'-Β') και ενδυναμώνονται στις ενδιάμεσες τάξεις (Γ'-Δ').

Αν και η έρευνα για το ΜΑ βρίσκεται σε εξέλιξη για περισσότερα από 60 χρόνια, δεν υπάρχουν διαχρονικές μελέτες για την ανάπτυξη αυτού του άγχους από την αρχή έως το τέλος του Δ.Σ. (Szczygieł & Pieronkiewicz, 2022). Ωστόσο, τα ευρήματά μας από την ανάλυση των δομημένων συνεντεύξεων βρίσκονται σε αντιστοιχία με την μελέτη των Gunderson και συνεργατών (2018), οι οποίοι παρατήρησαν ότι παιδιά στην Δ' ή Ε' τάξη ξεκινούν να βιώνουν ΜΑ, και μάλιστα αυτό μπορεί να έχει ξεκινήσει ήδη και νωρίτερα (Gunderson et al., 2018). Ακόμη, σχετικά με την έναρξη του ΜΑ από την αρχή και στις μικρές τάξεις του Δ.Σ., τα αποτελέσματά μας συμφωνούν με άλλα αποτελέσματα πολλών διεθνών μελετών που δείχνουν ότι τα πρώτα συμπτώματα αυτού του άγχους εμφανίζονται ακόμη και στην πρώτη σχολική ηλικία (Cargnelutti et al., 2017· Ramirez et al., 2016, 2013· Sorvo et al., 2017 όπως αναφέρεται στις Szczygieł & Pieronkiewicz, 2022).

Ενδιαφέρον εύρημα της μελέτης μας αποτελεί και το γεγονός ότι μόλις 1 παιδί εκ των 10 δομημένων συνεντεύξεων που πραγματοποιήθηκαν δήλωσε ότι ξεκίνησε να έχει υψηλό ΜΑ από την αρχή του Δ.Σ. Και στην μελέτη των Szczygieł & Pieronkiewicz (2022) που διεξήχθη σε δείγμα μαθητών της Α' τάξης σε 369 παιδιά στην Πολωνία (164 αγόρια και 205 κορίτσια) στα πρόσθετες αναλύσεις που πραγματοποίησαν στα δεδομένα του δείγματός τους διαφάνηκε ότι μόνο το 1/4 των παιδιών δεν ένιωθε ΜΑ, το 1/2 αισθάνθηκε αδύναμο άγχος και το 1/4 ένιωσε ένα μέτριο επίπεδο άγχους. Τα παιδιά που έπασχαν από υψηλό ΜΑ ήταν μια μικρή μειοψηφία στη μελέτη τους. Είναι αισιόδοξο το εύρημα ότι τα περισσότερα από τα παιδιά νιώθουν καθόλου ή αδύναμο ΜΑ όταν ξεκινούν το σχολείο. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα υποδηλώνουν το ρόλο των εκπαιδευτικών και των γονέων στην πρόληψη της ανάπτυξης ΜΑ στα επόμενα χρόνια της εκπαίδευσης.

Σχετικά με το δεύτερο υποερώτημα του δεύτερου ερευνητικού μας ερωτήματος για το πώς (με ποιον τρόπο) οι μαθητές και οι μαθήτριες βιώνουν το ΜΑ από την ανάλυση των 10 δομημένων συνεντεύξεων προέκυψαν 2 θέματα συγκεκριμένα (1) το άγχος στη μάθηση των μαθηματικών και (2) το άγχος στην αξιολόγηση των μαθηματικών. Φαίνεται μέσα από το θέμα του άγχους στη μάθηση των μαθηματικών, για το στρες ή την πίεση του υποθέματος, το ΜΑ των συμμετεχόντων με χαμηλές επιδόσεις στα μαθηματικά επηρεάστηκε κυρίως από τις δικές τους ανησυχίες. Για παράδειγμα, αυτές οι καταστάσεις συνέβησαν λόγω της αδυναμίας τους να κατανοήσουν περίπλοκες μαθηματικές έννοιες, της αποτυχίας τους να προλάβουν ή να μείνουν πίσω στο μάθημα των μαθηματικών και στα μαθηματικά καθήκοντα ή ασκήσεις που είναι πολύ δύσκολες και υπερβολικές. Παράδειγμα άποψης που εκφράστηκε από συμμετέχοντα είναι το παρακάτω:

*«Συνήθως, μερικές φορές, είμαι νευρικός [στα μαθηματικά] γιατί δεν ξέρω τι θα κάνουμε και νομίζω ότι θα είναι λίγο δύσκολο για μένα να κάνω αυτό που πρόκειται να κάνουμε στη γεωμετρία».*

Από την άλλη πλευρά, για τους συμμετέχοντες με υψηλές επιδόσεις στα μαθηματικά, η κύρια συμβολή στις εμπειρίες πίεσης στην εκμάθηση των μαθηματικών οφειλόταν στον εξωτερικό παράγοντα, όπως οι αντιλήψεις των συνομηλίκων. Αυτή η κατάσταση προέκυψε λόγω των στιγμάτων από τους συνομηλίκους τους που συχνά υποθέτουν ότι αυτοί οι άριστοι μαθητές γνωρίζουν τα πάντα στα μαθηματικά και ότι τυχόν προβλήματα τους είναι εύκολο. Συμμετέχουσα μαθήτρια ανέφερε την ανησυχία τους ως εξής όταν η δασκάλα ανέθεσε κάποιες άσκηση για να ολοκληρωθεί

*«Αφιέρωσα περίπου μισή ώρα σε ένα από αυτά προσπαθώντας να καταλάβω την εκφώνηση και να βρω την απάντηση. Για περίπου 5 λεπτά κάθισα πίσω και προσπάθησα να σκεφτώ ποιες θα ήταν οι απαντήσεις και ρώτησα αν μπορούσα να πιώ και λίγο νερό. Ήταν αρκετά δύσκολο, κυρίως επειδή μόλις τελείωσα με αυτήν την ερώτηση, μόλις ολοκληρώσαμε και ως τάξη στον πραγματικό χρόνο που έπρεπε να το κάνουμε».*(υπαινίσσοντας ότι θεώρησε αδύνατο το να μην μπορεί να λύσει την άσκηση)

Και άλλη ως εξής:

*«...Ανησυχώ μήπως οι άλλοι μαθητές καταλαβαίνουν τα μαθηματικά προβλήματα καλύτερα από εμένα».*



Στη συνέχεια, στο υπόθεμα της νοοτροπίας, κάποιοι συμμετέχοντες με χαμηλές επιδόσεις στα μαθηματικά και ένας από τους συμμετέχοντες με υψηλές επιδόσεις συμφώνησαν ότι το μάθημα των μαθηματικών γίνεται πιο πολύπλοκο από τη φύση του στις μεγαλύτερες τάξεις και απαιτεί βαθιά γνώση.

*«Λοιπόν, μου αρέσει να γιατί είναι ένα μάθημα αρκετά βασικό, αν και όταν αντιμετωπίζεις ένα δύσκολο πρόβλημα είναι περισσότερο μια πρόκληση που μου αρέσει. Αλλά μετά, όπως μου αρέσει να μαθαίνω περισσότερο, δεν ξέρω ότι το βρίσκω πιο διασκεδαστικό. Δεν μπορώ πραγματικά να το εξηγήσω».*

Όσο για το δεύτερο θέμα, που είναι το άγχος στην αξιολόγηση των μαθηματικών, για το υπόθεμα της αυτοπεποίθησης, σχεδόν όλοι οι συμμετέχοντες με χαμηλές επιδόσεις αντιμετώπισαν αυτό το ζήτημα. Με βάση την κοινή χρήση τους, η έλλειψη εμπιστοσύνης στις δικές τους απαντήσεις και λύσεις τους έκανε να αισθάνονται άγχος κατά την εξέταση και να παρεμποδίζουν την απόδοσή τους.

*«Αυτό σίγουρα είναι το χειρότερο (κατά τη διάρκεια διαγωνίσματος). Είναι πιο χάλια και από το να έχουμε 2 φυλλάδια μαθηματικών για το σπίτι. Ποτέ δεν λέω σε κανέναν ότι αισθάνομαι εξουθενωμένος με το μάθημα αυτό».*

Αντίθετα, για τους συμμετέχοντες που έχουν καλές επιδόσεις στα μαθηματικά, ο κύριος λόγος άγχους τους στην αξιολόγηση των μαθηματικών σχετιζόταν με το άγχος τους με τη δική τους ικανότητα να επιτύχουν και να πετύχουν τον επιθυμητό στόχο στην εξέταση.

*«Νιώθω λίγο άγχος, αλλά παραγωγικό, κυρίως για το ποιο θα είναι το αποτέλεσμα».*

Όσον αφορά το άγχος στη μάθηση, οι μαθητές αντιμετωπίζουν άγχος λόγω μαθηματικών εννοιών ή περιεχομένου που είναι πολύ περίπλοκα. Ως εκ τούτου, αυτό κάνει τους μαθητές να αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση ολόκληρου του θέματος, στην επίλυση σύνθετων μαθηματικών-προβλημάτων και κατά συνέπεια να μένουν πίσω στην τάξη. Αυτό το πρόβλημα είναι πιο εμφανές για μαθητές με χαμηλές επιδόσεις στα μαθηματικά λόγω των περιορισμένων μαθηματικών τους ικανοτήτων και δεξιοτήτων. Αυτό το εύρημα είναι συμβατό με αυτό που ισχυρίζονται πολλοί ερευνητές δηλαδή ότι το εκπαιδευτικό σύστημα αναγνωρίζεται ως σημαντικός συντελεστής στην ανάπτυξη του MA. (π.χ., Alsup, 2004· Benner, 2010· Greenwood, 1984· Hilton, 1980·

Rossnan, 2006· Sun, 2009 όπως αναφέρεται στις Szczygieł & Pieronkiewicz, 2022). Μάλιστα ο Hilton (1980) αναφέρει ότι υπάρχουν πολλές μελέτες που περιγράφουν το ρόλο των παραδοσιακών προγραμμάτων σπουδών, τα οποία είναι συνήθως γεμάτα από ασαφή κείμενα, προβλήματα χωρίς κίνητρα και ψευδείς εφαρμογές.

Επιπλέον, οι περισσότεροι μαθητές στην έρευνά μας συμφώνησαν ότι η υπερβολική ποσότητα εργασίας που δίνεται από τους δασκάλους οδηγεί επίσης στην εμφάνιση άγχους στην εκμάθηση των μαθηματικών. Αυτό οφείλεται στο ότι οι μαθητές νιώθουν επιβαρυνμένοι με τις εργασίες που δίνονται, ιδιαίτερα για προκλητικά μαθηματικά προβλήματα. Τα μαθήματα των μαθηματικών συχνά χτίζονται στην επιβεβλημένη εξουσία των δασκάλων που περιμένουν από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν τις «σωστές μεθόδους» και να παρέχουν μόνο σωστές απαντήσεις (Curtain, 1999· Hilton, 1980· Jackson & Leffingwell, 1999 όπως αναφέρεται στις Szczygieł & Pieronkiewicz, 2022). Αυτό το εύρημα υποστηρίζεται και από τον Murphy (2018) ο οποίος διαπίστωσε ότι οι μαθητές νιώθουν άγχος και απογοήτευση ενώ κάνουν μαθηματικές ασκήσεις λόγω δυσκολίας ή αποτυχίας να κατανοήσουν την εργασία.

Για τους μαθητές με υψηλές επιδόσεις στα μαθηματικά, ο κύριος λόγος για το άγχος στη μάθηση των μαθηματικών είναι οι αντιλήψεις των συνομηλίκων. Αυτή η κατάσταση πιστεύεται ότι συμβαίνει λόγω του στιγματισμού των συμμαθητών σχετικά με τις εξαιρετικές ικανότητες αυτών των εξαιρετικών μαθητών και τις ικανότητές τους να λύσουν τυχόν προβλήματα που σχετίζονται με τα μαθηματικά και μπορεί να τους επηρεάσει ασυνείδητα (Musa, & Maat, 2021). Τα μαθήματα μαθηματικών γίνονται συχνά ένα μέρος όπου οι μαθητές υποφέρουν από την αντιπαλότητα των συνομηλίκων και τη δημόσια έκθεση (Sun, 2009). Πολλές αρνητικές εμπειρίες που συνήθως συνδέονται με τα μαθηματικά προέρχονται από τη δημόσια αμηχανία, το αίσθημα του να φανεί κάποιος χαζός μπροστά στην τάξη ή την τιμωρία και την ταπείνωση από έναν εκπαιδευτικό μαθηματικών επειδή δεν κατάφερε να λύσει ένα πρόβλημα (Curtain, 1999). Λόγω τέτοιων εμπειριών, πολλοί μαθητές αισθάνονται αβοήθητοι και ανασφαλείς για τις μαθηματικές τους ικανότητες (Geist, 2015· Tobias, 1978) και οι επαναλαμβανόμενες αποτυχίες επιβεβαιώνουν μόνο τις πεποιθήσεις τους (Hodges, 1983· Petronzi et al., 2019a) (όπως αναφέρεται στις Szczygieł & Pieronkiewicz, 2022).

Στη συνέχεια, η νοοτροπία των μαθητών που πιστεύουν ότι τα μαθηματικά γίνονται πιο δύσκολα στην εκμάθηση όσο προβιβάζονται σε μεγαλύτερες τάξεις του Δ.Σ. συντελεί επίσης στην αύξηση του ΜΑ. Στις μεγαλύτερες τάξεις του Δ.Σ. υπάρχουν

πολλές νέες έννοιες που είναι πιο δύσκολες, άγνωστες και απαιτούν καλές μαθηματικές δεξιότητες και τα μαθήματα των μαθηματικών στις πρώτες τάξεις του Δ.Σ. διαφέρουν εντυπωσιακά από τις ίδιες τάξεις στις μεγαλύτερες τάξεις του Δ.Σ. Ερευνητές όπως οι Deieso and Fraser (2019) αναφέρουν ότι η σχολική μετάβαση προς τις ανώτερες τάξεις είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν το ΜΑ, καθότι η διαδικασία μάθησης γίνεται απολαυστική, βαρετή και δυσνόητη για πιο σύνθετες γνώσεις μαθηματικών.

Όσον αφορά το άγχος στην αξιολόγηση των μαθηματικών, τα ευρήματα δείχνουν ότι οι μαθητές με χαμηλές επιδόσεις στα μαθηματικά αισθάνονται αμφιβολίες και έλλειψη αυτοπεποίθησης ενώ απαντούν σε μαθηματικές ερωτήσεις, κάτι το οποίο συνεισφέρει στο ΜΑ τους. Αυτό το εύρημα είναι σύμφωνο με τη μελέτη των Akbayir (2019) και Suharto και Widada (2019) που διαπίστωσαν ότι το άγχος στις εξετάσεις προκύπτει λόγω του αισθήματος ανασφάλειας και αυτό εμποδίζει τους μαθητές να σκέφτονται καθαρά υπό συνθήκες αξιολόγησης. Μάλιστα, οι ανησυχίες και οι ενοχλητικές σκέψεις που σχετίζονται με το μαθηματικό άγχος παρεμβαίνουν στη λειτουργία της μνήμης εργασίας, μειώνοντας την απόδοση σε τεστ (Grimley & Banne, 2008 όπως αναφέρεται στους Mavilidi, et al., 2020) και μάλιστα οι Mavilidi και συνεργάτες (2020) καταδεικνύουν ότι μαθητές με υψηλό άγχος, ανεξάρτητα από την κατάσταση, ήταν ιδιαίτερα ανήσυχοι στην αρχή και κατά τη διάρκεια του τεστ των μαθηματικών, ενώ σημείωσαν επίσης χαμηλότερες βαθμολογίες τεστ μαθηματικών από τους μαθητές με χαμηλό ΜΑ. Σύμφωνα με τους Mann καιWalshaw (2019), αυτή η κατάσταση είναι πιο κρίσιμη για τους μαθητές που έχουν ΜΑ, επειδή είναι πιο πιθανό να έχουν αρνητικές αντιλήψεις για την αξιολόγηση. Ωστόσο, οι Dowker et al. (2016) υποστήριξε ότι άλλες κατασκευές, όπως η ικανότητα και η δεξιότητα στα μαθηματικά είναι περισσότερο κυρίαρχες από το άγχος των εξετάσεων.

Αντιθέτως, για τους μαθητές υψηλών επιδόσεων, το άγχος στην αξιολόγηση των μαθηματικών προκαλείται λόγω των ανησυχιών σχετικά με τα αποτελέσματα των εξετάσεων και την ικανότητα επίτευξης των επιθυμητών στόχων. Αυτή η κατάσταση μπορεί να προκύψει επειδή οι μαθητές που διαπρέπουν στο ακαδημαϊκό επίπεδο είναι πιο πιθανό να εμφανίσουν υψηλούς στόχους στην εκπαίδευση (Choi-Koh, & Ryo, 2019).

Τέλος ενδιαφέρον εύρημα της μελέτης μας για το πώς βιώνεται το ΜΑ από την πλευρά του δείγματός μας, περιλαμβάνει και τη συμπτωματολογία του ΜΑ που μας ανέφεραν οι μαθητές και οι μαθήτριες του δείγματός μας. Σύμφωνα με τις απαντήσεις

τους στις ερωτήσεις που τους τέθηκαν στις δομημένες συνεντεύξεις, συμπεριλαμβανόταν στο MA άβολα συναισθήματα που προέκυπταν από ασταθείς συναισθηματικές καταστάσεις, οι οποίες χαρακτηρίζονταν από φόβο, ανησυχία, άγχος, πανικό κ.λπ. όταν κυρίως όταν αντιμετώπισαν κάποια ανεπιθύμητη εργασία στα μαθηματικά.

Επιπλέον, συγκεκριμένα φυσιολογικά συμπτώματα σχετίζονται με κάποιο τρόπο με το άγχος των μαθητών, τα οποία περιλαμβάναν το καρδιαγγειακό σύστημα (ταχυπαλμίες), την αναπνοή (δύσπνοια), το νευρομυϊκό σύστημα (αϋπνία, τρέμουλο), το γαστρεντερικό σύστημα (απώλεια όρεξης και εμετός). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η δήλωση :

*«Στην 4η τάξη μια φορά στο φροντιστήριο όταν έγραφα ένα τεστ μαθηματικών είχα πάθει μια κρίση πανικού και τα χέρια μου είχαν αρχίσει να τρέμουν».*

Και εδώ τα αποτελέσματά μας είναι σύμφωνα με την μελέτη των Cavanagh και Sparrow (2010), οι οποίοι μάλιστα χώρισαν το MA σε 3 πτυχές τη σωματική, τη γνωστική και τη συμπεριφορική. Και στην έρευνά μας αξίζει να σημειωθεί ότι από την στατιστική ανάλυση των δεδομένων της κλίμακας με τις θετικές ερωτήσεις του MA μόνο το 8,5% των μαθητών απάντησαν συμφωνώ στο ότι αισθάνονται ευκολία και άνεση με τα μαθηματικά και μόνο το 15,9% απάντησε συμφωνώ στο ότι νιώθουν χαρούμενοι και ενθουσιασμένοι στα μαθηματικά σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μαθήματα. Το παραπάνω εύρημα δεν είναι σύμφωνο με την έρευνα του TIMSS (2019), η οποία παρουσιάζει την κλίμακα Students Confident in Mathematics, η οποία περιέχει εννέα δηλώσεις σχετικά με το πόσο καλά πιστεύουν οι μαθητές ότι μπορούν να είναι στα μαθηματικά. Τα αποτελέσματα της Δ' τάξης για την κλίμακα ήταν ότι μόνο το 32% των μαθητών της τέταρτης τάξης ανέφεραν ότι ήταν «πολύ σίγουροι» (διπλάσιο ποσοστό σχεδόν από τους μαθητές του δείγματός μας), το 44 % «κάπως σίγουροι» και το 23 % ότι «δεν είχαν αυτοπεποίθηση» στο μάθημα των μαθηματικών.

Αναφορικά με **το τρίτο ερευνητικό ερώτημα** για το τι μπορούμε να μάθουμε εξετάζοντας μαθητές με υψηλό MA και υψηλές επιδόσεις στα μαθηματικά και από μαθητές με χαμηλό MA και χαμηλές επιδόσεις στα μαθηματικά, και πάλι από την ανάλυση των 10 δομημένων συνεντεύξεων που πραγματοποιήθηκαν εντοπίσαμε 3 παιδιά με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και ειδικότερα 2 μαθήτριες με υψηλό MA και υψηλή επίδοση στα μαθηματικά και 1 αγόρι με χαμηλό MA και χαμηλή επίδοση στα μαθηματικά. Αξίζει να αναφερθεί ότι η μαθηματική τους επίδοση καθορίστηκε

κυρίως μετά από επιθυμία γνωστοποίησης των βαθμολογιών των μαθητών και μαθητριών μετά από ερώτηση της ερευνήτριας τα τελευταία τρίμηνα στα μαθηματικά (έλεγχος τριμήνου και διαγωνίσματα). Αναφορικά με το τρίτο ερευνητικό ερώτημα πολλές μελέτες έχουν επικεντρωθεί στα ακραία σημεία της διάσπαρτης μαθηματικής απόδοσης και του MA, ενώ απουσιάζουν παντελώς στοιχεία σε αυτό το κομμάτι σε ελληνικές μελέτες.

Αναλυτικότερα για τον έναν μαθητή με το χαμηλό MA και τη χαμηλή μαθηματική επίδοση το MA δεν φαίνεται να επηρεάζει την επίδοση των μαθηματικών πέρα από το τρέχον επίπεδο δεξιοτήτων (για παράδειγμα στην η απόκλιση μεταξύ μαθηματικών ανά επίδοση σε χαλαρές, π.χ. αυτορυθμιζόμενες καταστάσεις) ενώ φάνηκε να μην επηρεάζει και σε αγχωτικές καταστάσεις, π.χ. πίεση χρόνου σε διαγωνίσματα, υψηλά πονταρίσματα). Επιπλέον ο μαθητής δεν απέφευγε τα μαθηματικά και δήλωσε ότι φέτος ένιωθε και καλύτερα σε σύγκριση με την προγενέστερη σχολική χρονιά ενώ η ενασχόληση με τα μαθηματικά συνδέθηκε σε μικρό βαθμό με υποκειμενική δυσφορία και δυσάρεστα συναισθήματα κυρίως όταν δεν γνώριζε τι κάνουν μέσα στην τάξη διότι δεν είχε καταλάβει. Τέλος, το MA του όταν εμφανίζεται διαρκεί για μια (συγκεκριμένη) χρονική περίοδο και έχει να κάνει με το ότι ανησυχεί κυρίως για το να μην χάσει κάποιο μάθημα μαθηματικών όταν είναι άρρωστος.

Συνεπώς, στη δική μας έρευνα δεν μπόρεσε να καθοριστεί τι δεν τον εμπόδιζε να αναπτύξει το MA εντός του φαύλου κύκλου του MA που ενισχύεται από επαναλαμβανόμενες αποτυχίες στα μαθηματικά. Σύμφωνα με τους Cipora et al. (2022) η κατανόηση αυτών των μηχανισμών μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη μεθόδων για την υποστήριξη ατόμων με συγκεκριμένες μαθησιακές διαταραχές, έτσι ώστε εκτός από τη λήψη ειδικής υποστήριξης στον τομέα των μαθηματικών, να προστατεύονται και από την ανάπτυξη MA. Η μελέτη τέτοιων ατόμων μπορεί επίσης να αυξήσει την κατανόησή μας για το ρόλο του κινήτρου: μπορεί να αποδειχθεί ότι σε ορισμένες περιπτώσεις, τόσο το χαμηλό μαθηματικό επίτευγμα όσο και το χαμηλό MA μπορεί να προκληθούν από το να θεωρούμε τα μαθηματικά ως ασήμαντα ή χωρίς ενδιαφέρον, ένα φαινόμενο που πρέπει να διακρίνεται από το χαμηλό μαθηματικό επίτευγμα που σχετίζεται με δυσαριθμησία ή παρόμοια προβλήματα με τα μαθηματικά (Cipora et al., 2022). Ωστόσο, ο μαθητής που εμείς εξετάσαμε δεν ανέφερε ότι το μάθημα των μαθηματικών του προκαλεί βαρεμάρα αλλά ούτε ότι τον ενθουσιάζει.

Ειδικότερα για τις δύο μαθήτριες με το υψηλό MA και την υψηλή μαθηματική επίδοση το MA φαίνεται να επηρεάζει την επίδοση των μαθηματικών πέρα από το τρέχον επίπεδο δεξιοτήτων το οποίο ήταν πολύ καλό κυρίως σε αγχωτικές καταστάσεις, π.χ. πίεση χρόνου σε διαγωνίσματα, υψηλά πονταρίσματα για βαθμολογίες σε διαγωνίσματα, πίεση χρόνου για την επίλυση ασκήσεων με το σωστό τρόπο και την επίτευξη της σωστής απάντησης σε σύγκριση με το σύνολο της τάξης. Επιπλέον η ενασχόληση με τα μαθηματικά συνδέθηκε με υποκειμενική δυσφορία και δυσάρεστα συναισθήματα στη μία μαθήτρια κυρίως σε απαιτητικές ασκήσεις μαθηματικών, ενώ η δεύτερη μαθήτρια κατάφερε να παραμένει πιο αισιόδοξη παρότι και αυτή δήλωσε ότι αντιμετωπίζει δυσκολίες σε κάποιες ασκήσεις μαθηματικών. Γενικότερα κοινό χαρακτηριστικό στο MA τους ήταν ότι δεν υποχωρούσε αυθόρμητα ή δεν διαρκούσε για μια (συγκεκριμένη) χρονική περίοδο (κάτι το οποίο συμβαίνει και με άλλες μορφές άγχους).

Σίγουρα η έλλειψη αξιόπιστων βιολογικών και γνωστικών δεικτών και η εγκυρότητα χρυσού προτύπου ή κριτηρίου κλίμακας MA είναι ατυχής κατά την περίοδο που πραγματοποιήθηκε η παρούσα μελέτη (Haase, Guimarães, & Wood, 2019), προκειμένου να κατανοούσαμε εις βάθος το υψηλό MA τους. Πιθανή εξήγηση για την υψηλή επίδοση των μαθητριών παρά το υψηλό MA τους αποτελεί το γεγονός ότι είχαν υψηλά εσωτερικά κίνητρα *«με κάνει να θέλω να τα πηγαίνω καλά με τα μαθηματικά γιατί είναι και διασκεδαστικά»*, κάτι το οποίο συνδέεται πιο έντονα με τα μαθηματικά ανά επίδοση από ό,τι είναι το MA (Pollack, Wilmot, Centanni, et al., 2021·Wang, Lukowski, Hart, et al., 2015) ενώ και άλλες μελέτες δείχνουν πιο σύνθετα μοτίβα (Orbach, & Fritz, 2022) αλλά και η αντίληψη του εαυτού τους που έχει επίσης αποδειχθεί ότι σχετίζεται σημαντικά με τις επιδόσεις στα μαθηματικά και το MA (van der Beek, van der Ven, Kroesbergen, et al., 2017). Παρόλα αυτά από την δική μας έρευνα δεν μπορούμε να γνωρίζουμε (1) εάν η επίδοση στα μαθηματικά αυτών των μαθητριών παραμένει απόλυτα επηρεασμένη από το MA τους (δηλ. εάν δεν είχαν MA θα πετύχαιναν ακόμη υψηλότερες επιδόσεις, καθότι μελέτη δείχνει ότι οι μαθητές με υψηλό MA και με καλές επιδόσεις στα μαθηματικά τείνουν να χάνουν την αυτοπεποίθησή τους λόγω άγχους και δεν καταβάλλουν τη μέγιστη προσπάθειά τους, γεγονός που οδηγεί σε διάσπαση της προσοχής και σε σφάλματα (Soltanlou et al., 2019) (2) εάν το MA επηρεάζει την ευημερία τους (και εάν μπορεί να επωφεληθούν από την υποστήριξη) και (3) εάν υπάρχουν συγκεκριμένοι παράγοντες που θα τις βοηθήσουν να ακολουθήσουν σταδιοδρομία στο STEM παρά το γεγονός ότι έχουν MA (και εάν η

γνώση αυτών των παραγόντων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη άλλων ατόμων με υψηλό άγχος στα μαθηματικά) (Cipora, et al., 2022).

Σχετικά με το τέταρτο και τελευταίο ερευνητικό ερώτημα για το εάν το λογισμικό δυναμικής γεωμετρίας GSP συντέλεσε στη μείωση του MA στο μέρος του δείγματος των 39 μαθητών που άνηκε στην ομάδα παρέμβασης οι αναλύσεις της παρούσας έρευνας κατέδειξαν ότι α) σε όλα τα μαθηματικά έργα, πλην του τελευταίου όπου οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να κυκλώσουν το τετράγωνο ανάμεσα σε διάφορα σχήματα, υπήρχε ειδοποιός διαφορά βελτίωσης στο ποσοστό των σωστών απαντήσεων β) μετά την πραγματοποίηση της παρέμβασης και την συμπλήρωση των μαθηματικών έργων από τους συμμετέχοντες μαθητές και μαθήτριες της ομάδας παρέμβασης της έρευνας στην ερώτηση που συμπεριλαμβανόταν στο ερωτηματολόγιο των μαθηματικών έργων για το πόσο άγχος ένιωσαν κατά την διάρκεια των μαθηματικών έργων τα 18 από τα 39 παιδιά απάντησαν καθόλου άγχος, τα 19 από τα 39 παιδιά λίγο άγχος ενώ μόλις 1 παιδί από τα 39 ένιωσε αρκετό άγχος και μόλις 1 από τα 39 παιδιά πολύ άγχος. Αντίθετα πριν την πραγματοποίηση της παρέμβασης με τα ίδια μαθηματικά έργα, τα 15 από τα ίδια 39 παιδιά δήλωσαν ότι ένιωσαν αρκετό άγχος και τα 3 από τα ίδια 39 παιδιά δήλωσαν ότι ένιωσαν πολύ άγχος κατά τη διάρκεια των μαθηματικών έργων.

Η βελτίωση των βαθμολογιών σε μαθηματικές ασκήσεις στους μαθητές pretest και posttest μετά τη χρήση του Geometer's Sketchpad όπως και στη δική μας έρευνα διαφαίνεται και στα αποτελέσματα του Leong (2013) καθότι όμως ο ερευνητής εκεί χρησιμοποίησε το GSP για τη γραφική παράσταση των συναρτήσεων. Το GSP πράγματι είναι ένα εργαλείο για τη βελτίωση της κατανόησης των μαθητών στις έννοιες των μαθηματικών σε σχετικά θέματα. Οι μαθητές πρέπει να κατανοήσουν το μαθηματικό έργο που λύνουν. Με αυτές τις πληροφορίες, τότε μόνο αυτοί μπορούν να αποφασίσουν ποιες λειτουργίες θα χρησιμοποιήσουν και να κάνουν την επόμενη ενέργεια. Επομένως, τα λογισμικά όπως το Geometer's Sketchpad κάνει τους μαθητές να σκεφτούν και να εξερευνήσουν για να βρουν τις λύσεις.

Επιπλέον είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες σήμερα έχουν κίνητρο να μάθουν όταν τα μαθηματικά έργα και οι μαθηματικές δραστηριότητες τους παρουσιάζονται με δυναμικό και ελκυστικό τρόπο (Furner, & Marinas, 2007), όπως συνέβη και στη δική μας ομάδα παρέμβασης στην έρευνα και διαφάνηκε τόσο στη βελτίωση των βαθμολογιών των μαθητών και μαθητριών όσο και στη μείωση του MA τους. Χρησιμοποιώντας «βέλτιστες πρακτικές» στη διδασκαλία των μαθηματικών

(Zemelman, Daniels, & Hyde, 2005· NCTM, 1989, 1995, & 2000 όπως αναφέρεται στους Furner, & Marinas, 2007) όπως η ενσωμάτωση των αναδυόμενων τεχνολογιών, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να δουν μεγαλύτερα κέρδη στην επίδοση στα μαθηματικά μεταξύ των μαθητών τους. Σημαντικό όφελος από αυτές τις πρακτικές είναι ότι εξαλείφεται το μεγάλο MA καθώς και ο φόβος χρήσης λογισμικού υπολογιστών και εκμάθησης μαθηματικών στο δυναμικό των μαθητών (Furner, & Marinas, 2007).

Επιπλέον τα ευρήματα του Leung (2013) υποστηρίζουν ότι η αντίδραση των μαθητών είναι συντριπτικά θετική στη χρήση του GSP στο μάθημα των μαθηματικών. Παρομοίως και στη μελέτη των Thangamani και Eu (2019) όπου διερευνήθηκαν οι επιδράσεις του GSP στην επιτυχία των μαθητών στη δημιουργία συμμετριών δισδιάστατων σχημάτων, διαπιστώθηκε ότι βελτίωσε τα ακαδημαϊκά επιτεύγματα και τις στάσεις των μαθητών, κάτι το οποίο βρήκαμε και εμείς στη δική μας έρευνα. Τέλος στη μελέτη των Sabuncu και Ipek (2021) όπου πραγματοποιήθηκε στην 8<sup>η</sup> τάξη και πάλι οι μαθητές της ομάδας παρέμβασης δήλωσαν ότι το λογισμικό GSP ήταν χρήσιμο, εξέφρασαν ότι έμαθαν τα θέματα καλύτερα και ευκολότερα, μαθαίνοντας με την εφαρμογή αύξησαν την αυτοπεποίθηση και την αίσθηση της περιέργειας. Διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές ήταν σε θέση να δημιουργήσουν σχέσεις μεταξύ των εννοιών που έμαθαν για την πραγματική ζωή και του θέματος της γεωμετρίας μετασχηματισμού και συνειδητοποίησαν ότι μπορούσαν να βιώσουν μαθηματικές έννοιες σε πολλούς τομείς της καθημερινής ζωής. Όπως και στη δική μας έρευνα γενικότερα διαπιστώθηκε ότι η ομάδα παρέμβασης δεν είχε αρνητική γνώμη για το GSP σε μεγάλο βαθμό και μόνο λίγοι μαθητές είχαν δυσκολία στη χρήση του.

#### 4.2.Συμπεράσματα

Η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία είχε ως σκοπό τη διερεύνηση του MA και των αρνητικών δορυφορικών συναισθημάτων που σχετίζονται με τα μαθηματικά σε μαθητές και μαθήτριες τάξεων Δ'-Στ' στο δημοτικό σχολείο. Επιπλέον εξέτασε το εάν το λογισμικό δυναμικής γεωμετρίας – GSP μπορεί να βοηθήσει στην εξάλειψη του MA των συμμετεχόντων μαθητών και μαθητριών της έρευνας. Τα ερευνητικά δεδομένα προέκυψαν μέσω της συλλογής δεδομένων από κλίμακες για το MA, από δομημένες συνεντεύξεις και από μαθηματικά έργα σε συνδυασμό με την πραγματοποίηση της παρέμβασης στην πειραματική ομάδα. Μέσα από την εκπόνηση της εν λόγω έρευνας προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:



- ✓ Το φύλο και η εθνικότητα δεν είχαν κάποιο ρόλο στη βαθμολογία και στις δύο κλίμακες του MA.
- ✓ Ο βαθμός των μαθηματικών είχε στατιστικά σημαντική σχέση με τη βαθμολογία και στις δύο κλίμακες του MA ιδιαίτερα μεταξύ χαμηλού και υψηλού βαθμού στα μαθηματικά ( $p < 0.01$ ).
- ✓ Ο παράγοντας τάξη και βαθμολογία στις κλίμακες του MA δεν έδειξε διαφορές αναμεσα στις κλίμακες και τις διαφορικές τάξεις πέραν της κλίμακας PDM όπου και υπήρχε μια οριακά μη στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ 5<sup>ης</sup> και 6<sup>ης</sup> τάξης με μέση βαθμολογία 13.33 έναντι 16.25 για την 6<sup>η</sup> τάξη.
- ✓ Το MA στο ελληνικό ΔΣ ξεκινάει είτε στην Ε' Δημοτικού είτε από την αρχή και τις μικρές τάξεις του ελληνικού Δ.Σ. (Β'-Γ').
- ✓ Οι μαθητές στο ελληνικό ΔΣ βιώνουν το MA ως (1) το άγχος στη μάθηση των μαθηματικών και (2) ως άγχος στην αξιολόγηση των μαθηματικών.
- ✓ Η συμπτωματολογία του MA που μας ανέφεραν οι μαθητές και οι μαθήτριες του δείγματός μας συμπεριλαμβάνει άβολα συναισθήματα που προέκυπταν από ασταθείς συναισθηματικές καταστάσεις σε σχέση με κάποια μαθηματική εργασία.
- ✓ Καθότι πολλές μελέτες έχουν επικεντρωθεί στα ακραία σημεία της διάσπαρτης μαθηματικής απόδοσης και του MA (ενώ απουσιάζουν παντελώς στοιχεία σε αυτό το κομμάτι σε ελληνικές μελέτες) εξετάστηκαν σε ελληνική μελέτη μαθητές με υψηλό MA και υψηλή μαθηματική επίδοση και χαμηλό MA και χαμηλή μαθηματική επίδοση.
- ✓ Για τον έναν μαθητή με το χαμηλό MA και τη χαμηλή μαθηματική επίδοση το MA δεν φαίνεται να επηρεάζει την επίδοση των μαθηματικών πέρα από το τρέχον επίπεδο δεξιοτήτων ενώ φάνηκε να μην επηρεάζει και σε αγχωτικές καταστάσεις, π.χ. πίεση χρόνου σε διαγωνίσματα, υψηλά

πονταρίσματα). Το MA του τείνει να εμφανίζεται σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές.

- ✓ Για τις δύο μαθήτριες με το υψηλό MA και την υψηλή μαθηματική επίδοση το MA φαίνεται να επηρεάζει την επίδοση των μαθηματικών πέρα από το τρέχον επίπεδο δεξιοτήτων το οποίο ήταν πολύ καλό κυρίως σε αγγωτικές καταστάσεις ενώ το MA τους δεν υποχωρεί αυθόρμητα και εμφανίζει κάποια διάρκεια.
- ✓ Το λογισμικό δυναμικής γεωμετρίας GSP συντέλεσε στη μείωση του MA στο μέρος του δείγματος των 39 μαθητών που άνηκε στην πειραματική ομάδα.
- ✓ Το λογισμικό δυναμικής γεωμετρίας GSP συντέλεσε στο να υπάρξει βελτίωση στα μαθηματικά έργα και το ποσοστό των σωστών απαντήσεων που κλήθηκαν να συμπληρώσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες.

#### 4.3. Περιορισμοί της μελέτης

Αν και προσπαθήσαμε να δώσουμε με τη μελέτη μας μια πολυδιάστατη απάντηση στο κενό της ερευνητικής βιβλιογραφίας σχετικά με το MA σε παιδιά σχολικής ηλικίας, υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί στη μελέτη μας. Καταρχήν, παρουσιάσαμε αποτελέσματα που προέκυψαν αποκλειστικά στις τρεις τελευταίες τάξεις του Δ.Σ.. Ως εκ τούτου, θα ήταν σημαντικό να παρακολουθήσουμε επίσης το επίπεδο του MA και τις αιτίες του σε μικρότερα αλλά και μεγαλύτερα παιδιά.

Σημαντικό περιορισμό της παρούσας έρευνας αποτελεί το μέγεθος του δείγματος των συμμετεχόντων μαθητών και μαθητριών της έρευνας. Η επιλογή του δείγματος πραγματοποιήθηκε με βάση την υπάρχουσα διαθεσιμότητα τμημάτων, που είχαν τη δυνατότητα να συμμετέχουν στο παρόν εγχείρημα. Οι μαθητές και οι μαθήτριες προέρχονταν επίσης από το ίδιο γεωγραφικό διαμέρισμα της Ελλάδος.

Ακόμα, πρέπει να τονιστεί ότι αυτή η μελέτη διεξήχθη σε μια συγκεκριμένη χώρα, την Ελλάδα, και ότι διαφορετικά αποτελέσματα ενδέχεται να προκύψουν σε κάποια άλλη χώρα. Οι διεθνείς συγκρίσεις PISA του OECD δείχνουν ότι η Ελλάδα είναι μια χώρα με σχετικά χαμηλή βαθμολογία στις επιδόσεις στα μαθηματικά και ότι

φαίνεται να μην είναι κοντά στο μέσο όρο μεταξύ των χωρών του OECD για το MA (ΟΟΣΑ, 2013). Μια χώρα με ακόμη χαμηλότερη ή και υψηλότερη βαθμολογία ή μια χώρα με υψηλότερο ή και ακόμη χαμηλότερο MA, ενδέχεται να δείχνει διαφορετική σχέση μεταξύ του MA, της επίδοσης των παιδιών και της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης με το λογισμικό δυναμικής γεωμετρίας.

Επιπλέον, ο συγχρονικός χαρακτήρας της έρευνας δεν επέτρεψε συμπεράσματα σχετικά με τις σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος με την πάροδο του χρόνου και παρέχει μόνο δεδομένα για παιδιά των τριών τελευταίων τάξεων του Δ.Σ.

Ακόμη τα μαθηματικά έργα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της επίδοσης των μαθητών αφορούσαν σε ένα σημαντικό τμήμα της διδακτέας ύλης της Γεωμετρίας του Α.Π. του Δ.Σ., παρόλα αυτά δεν αναφέρονταν σε όλο το εύρος της. Παρά την προσπάθεια για την κατά το δυνατόν αντιπροσωπευτικότερη επιλογή των έργων, εξαιρέθηκαν σημαντικά τμήματα της ύλης, καθώς δεν μπορούσαν να καλυφθούν όλες οι διδακτικές ενότητες της τάξης.

Τέλος δεν μπορεί να υπάρξει ακριβώς ξεκάθαρη εικόνα για το πόσο αποτελεσματική θα πρέπει να είναι η παρέμβαση για το MA για παιδιά σχολικής ηλικίας με τη χρήση του GSP. Ωστόσο, η παρούσα μελέτη εξακολουθεί να προσφέρει πολύτιμες γνώσεις για την τρέχουσα κατάσταση στον τομέα της έρευνας παρέμβασης για το MA και η προσέγγιση με το GSP δείχνει θετικά αποτελέσματα.

#### 4.4. Εκπαιδευτικές επιπτώσεις των ευρημάτων της έρευνας

Η έρευνα για το MA έχει σημειώσει μεγάλη πρόοδο, αξιοποιώντας ευρήματα από τους τομείς της εκπαίδευσης, της ψυχολογίας και της νευροεπιστήμης για να συγκεντρώσει μια καλύτερη κατανόηση των αιτιών, των συνεπειών και της πιθανής αποκατάστασης του. Η παρούσα μελέτη υιοθέτησε μια προσέγγιση για τη διερεύνηση του MA και των αρνητικών δορυφορικών συναισθημάτων για τα μαθηματικά μαθητών των τελευταίων τάξεων του δημοτικού και την εξάλειψή του με τη βοήθεια της τεχνολογίας με τη χρήση λογισμικού δυναμικής γεωμετρίας. Μετά από προσεκτική ανάλυση των δεδομένων από αυτήν τη μελέτη, είναι σαφές ότι υπάρχει σημαντική σχέση μεταξύ του MA και της επιτυχίας στα μαθηματικά. Τα ευρήματα αυτά θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην ενημέρωση των επόμενων βημάτων για τη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών και την ανάπτυξη των μαθητών στα μαθηματικά. Για τη μείωση των συμπτωμάτων του MA, ή ακόμα και για την άμεση αποτροπή του, η έρευνά

μας υποστηρίζει την ανάγκη οικοδόμησης και ανάπτυξης της εμπιστοσύνης των μαθητών στα μαθηματικά.

Πρωταρχικά, θα μπορούσε να αναπτυχθεί ένα πρόγραμμα παρέμβασης με τη βοήθεια της εκπαιδευτικής τεχνολογίας το οποίο να απευθύνεται σε μαθητές με υψηλά επίπεδα MA. Το πρόγραμμα αυτό θα μπορούσε να χτίσει την εμπιστοσύνη στις μαθηματικές ικανότητες των μαθητών και να συμβάλει στη μείωση της αρνητικής στάσης τους απέναντι στα μαθηματικά. Το αποτέλεσμα του προγράμματος θα μπορούσε να είναι η αλλαγή της στάσης απέναντι στα μαθηματικά των μαθητών για να τους βοηθήσει στις επιδόσεις τους στο μάθημα των μαθηματικών. Είναι πιθανό ότι η χρήση εκπαιδευτικών τεχνολογιών —ειδικά εκείνων με υποστηρικτικές υποδείξεις και άμεση ανατροφοδότηση κατά τη διάρκεια προβληματικών πρακτικών στα μαθηματικά— μπορεί να βελτιώσει τις προηγούμενες αρνητικές επιπτώσεις του MA στην επίδοση των μαθητών (Iannacchione, Ottmar, Ngo, & et al., 2023). Θα μπορούσε επίσης να παρασχεθεί επαγγελματική ανάπτυξη στους δασκάλους της τάξης για να εφαρμόσουν διδακτικές στρατηγικές με τη βοήθεια της εκπαιδευτικής τεχνολογίας που αποδεδειγμένα μειώνουν το MA στους μαθητές. Πιθανόν μια αναμορφωμένη μαθηματική τάξη με τη βοήθεια της τεχνολογίας θα βελτίωνε τη διατήρηση των μαθηματικών εννοιών και θα συνέβαλλε στη μείωση του MA.

Επιπλέον, όπως φάνηκε και από τα ευρήματά μας στερεοτυπικές εκφράσεις όπως "τα μαθηματικά είναι δύσκολα", "δεν είμαι τύπος που συμπαθεί τα μαθηματικά, είμαι καλύτερος στη Γλώσσα" ή "τα μαθηματικά είναι μόνο για σπασίκες" εξακολουθούν να ακούγονται συχνά. Ο τρόπος με τον οποίο οι ενήλικες βλέπουν τα μαθηματικά επηρεάζει τη συμμετοχή των μαθητών και την επιτυχία τους στα μαθηματικά. Οι ενήλικες με MA, συμπεριλαμβανομένων των δασκάλων και των γονέων, μπορούν να μεταδώσουν τα αρνητικά συναισθήματα και τη στάση τους απέναντι στα μαθηματικά. Όταν οι μαθητές απευθύνονται στους γονείς τους ή ακόμα και στους δασκάλους τους για βοήθεια με την εργασία τους στα μαθηματικά, μπορεί να αποτύχουν εάν οι ίδιοι οι γονείς ή οι εκπαιδευτικοί βιώνουν μαθηματικό άγχος. Επικοινωνούν τους δικούς τους φόβους, την αρνητικότητα και τις απογοητεύσεις στα παιδιά που μπορούν στη συνέχεια να εσωτερικεύσουν αυτές τις αρνητικές στάσεις και, στη χειρότερη περίπτωση, να αποφύγουν εντελώς τα μαθηματικά (Maloney et al., 2015). Οι μαθητές λοιπόν, θα μπορούσαν να λάβουν ερωτηματολόγιο για τα μαθηματικά στο τέλος της σχολικής χρονιάς για να μετρήσουν τα επίπεδα του MA και να το τοποθετήσουν σε ένα πρόγραμμα παρέμβασης για το επόμενο έτος. Όμως ακόμη και η δημιουργία

πραγματικών εφαρμογών για τα μαθηματικά (για παράδειγμα, αναβαθμίζοντας μια συνταγή, ψωνίζοντας για την καλύτερη τιμή ή εστιάζοντας στα στατιστικά του αθλητισμού και της ομάδας), μπορεί να βοηθήσει στην προώθηση θετικών στάσεων απέναντι στα μαθηματικά, στη μείωση του MA και στην αύξηση του κινήτρου και της δέσμευσης με το θέμα.

Τέλος, είναι καλό οι εκπαιδευτικοί να αντικατοπτρίζουν στην κουλτούρα της τάξης τους το 'Math Anxiety Bill of Rights' (μτφρ. Διακήρυξη δικαιωμάτων Μαθηματικού άγχους) (Davis, 2012) (Εικόνα 26). Οι παρακάτω δηλώσεις θα βοηθούσαν στη μείωση του MA εκθέτοντας τους μαθητές σε μια κουλτούρα και κλίμα επαναπροσδιορισμού της μαθηματικής επιτυχίας:

- Έχω το δικαίωμα να κάνω όποιες ερωτήσεις έχω.
- Έχω το δικαίωμα να χρειάζομαι επιπλέον βοήθεια.
- Έχω το δικαίωμα να μην καταλαβαίνω.
- Έχω το δικαίωμα να νιώθω καλά με τον εαυτό μου ανεξάρτητα από τις ικανότητές μου στα μαθηματικά.
- Έχω το δικαίωμα να χαλαρώσω.
- Έχω το δικαίωμα να αντιπαθώ τα μαθηματικά.

---

## Math Anxiety Bill of Rights

by Sandra Davis

I have the right to learn at my own pace and not feel put down or stupid if I'm slower than someone else.

I have the right to ask whatever questions I have.

I have the right to need extra help.

I have the right to ask a teacher or a tutor for help.

I have the right to say I don't understand.

I have the right not to understand.

I have the right to feel good about myself regardless of my abilities in math.

I have the right not to base my self-worth on my math skills.

I have the right to view myself as capable of learning math.

I have the right to evaluate my math instructors and how they teach.

I have the right to relax.

I have the right to be treated as a competent adult.

I have the right to dislike math.

I have the right to define success in my own terms.

### 4.5. Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Μερικές προτάσεις έρευνας για το μέλλον που θα μπορούσαν να ληφθούν υπ' όψιν κατά τον σχεδιασμό μελλοντικών ερευνών με βάση την παρούσα μελέτη παρέχοντας χρήσιμες κατευθύνσεις παρατίθενται παρακάτω. Άλλωστε με βάση τα ευρήματα αυτής της μελέτης, μπορούν να προκύψουν ακόμη περισσότερα ερωτήματα όπως:

- Ποιοι πόροι μπορούν να διατεθούν στους μαθητές εκτός της τάξης προκειμένου να καταπολεμήσουν το ΜΑ τους ; και
- Ποιες στρατηγικές διδασκαλίας ενισχύουν τη μείωση του ακαδημαϊκού άγχους σε όλα τα μαθήματα συμπεριλαμβανομένων και των μαθηματικών;

Πιθανές επεκτάσεις της παρούσας έρευνας θα μπορούσαν να αποτελούν α. η μελέτη του ρόλου του ΜΑ στην ανάπτυξη ευέλικτης στρατηγικής σκέψης και

εννοιολογικής κατανόησης. Η ευελιξία στα μαθηματικά περιγράφει την ικανότητα εύελκτης εναλλαγής μεταξύ διαφόρων στρατηγικών και συλλογισμών όταν κάνετε μαθηματικά, η οποία θεωρείται κρίσιμη δεξιότητα για την επίλυση νέων και άγνωστων μαθηματικών προβλημάτων (National Research Council & Mathematics Learning Study Committee, 2001). Η ευελιξία στα μαθηματικά έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει τόσο τη διαδικαστική γνώση όσο και την εννοιολογική γνώση (Star et al., 2015)—εξειδίκευση που είναι απαραίτητη για την εκμάθηση και την επιτυχή εκτέλεση των μαθηματικών. Επιπλέον, η ευελιξία στα μαθηματικά είναι αναμφισβήτητα ένα από τα καθοριστικά χαρακτηριστικά των μαθηματικά ταλαντούχων (Mann, 2006). β. Ένα άλλο σημαντικό αποτέλεσμα που έχει λάβει λίγη προσοχή είναι ο ρόλος του MA στη διατήρηση του μαθηματικού υλικού σε βάθος χρόνου. Το MA μέχρι αυτό το σημείο, παραμένει σχετικά ανεξερεύνητο ως πιθανός παράγοντας πρόβλεψης της διατήρησης της γνώσης των μαθηματικών (Ramirez, et al., 2018).

Θα ήταν επίσης χρήσιμο η μελέτη αυτή να επαναληφθεί συμπεριλαμβάνοντας τόσο περισσότερους μαθητές και μαθήτριες που δεν ταυτίζονται έντονα με τα μαθηματικά αλλά και την αντίθετη πλευρά του φάσματος, δηλαδή ως πληθυσμό μελέτης μαθητές και μαθήτριες που εμφανίζουν MA, αλλά έχουν επίσης ισχυρή μαθηματική ταυτότητα και μαθηματικά κίνητρα. Ενδιαφέρον θα εμφάνιζε επίσης η πραγματοποίηση της ίδιας μελέτης σε μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες αλλά και σε μαθητές και μαθήτριες που βαθμολογούνται γύρω από το μέσο όρο σε σχέση με το MA και την μαθηματική τους επίδοση ώστε να συλλέξουμε δεδομένα προκειμένου να απαντήσουμε στην ερώτηση σε ποιο βαθμό η επίδοση των μαθηματικών τους επηρεάζεται από το MA. Η απάντηση σε αυτές τις ερωτήσεις θα μας βοηθούσε να καταλάβουμε εάν και σε ποιο βαθμό είναι δικαιολογημένη η αντιμετώπιση του MA εντός μη στοχευμένων προγραμμάτων που απευθύνονται σε γενικούς (μη επιλεγμένους) πληθυσμούς και εάν/τι είδους οφέλη θα μπορούσαν να αποφέρουν τέτοια προγράμματα.

Επίσης θα μπορούσε να διερευνηθεί η σχέση των υποτύπων του MA των συμμετεχόντων μαθητών και μαθητριών με την απόδοση των μαθηματικών. Πιθανόν να είναι δυνατόν να ταξινομηθούν ξεχωριστά προφίλ παιδιών που παρουσιάζουν παρόμοια μοτίβα σε καταστάσεις και το MA, χαρακτηριστικά και το MA και στάσεις προς τα μαθηματικά αλλά και το πώς αυτά τα προφίλ μεταβάλλονται με τον χρόνο (σε περίπτωση που μεταβάλλονται). Αυτό θα βοηθούσε στη διαμόρφωση μιας

πληρέστερης εικόνας σχετικά με αυτές τις κατηγορίες μαθητών και μαθητριών, οι οποίες, ειδικά στην Ελλάδα, δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς.

Περαιτέρω έρευνες θα μπορούσαν να εστιάσουν στις διαχρονικές σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος μεταξύ των μεταβλητών. Ένα κρίσιμο επόμενο βήμα για μελλοντική έρευνα είναι να εξεταστεί και ο ρόλος των πολιτισμικών παραγόντων στην προέλευση, τον επιπολασμό και την κατανομή του MA και τον καλύτερο τρόπο παρέμβασης για την άμβλυνση των αρνητικών επιπτώσεών του στην απόδοση στα μαθηματικά και στη συμμετοχή στα επαγγέλματα STEM. Ενδιαφέρον θα ήταν να μελετηθούν σε μαθητές και μαθήτριες του ΔΣ οι σχέσεις μεταξύ του MA και της επιλογής σταδιοδρομίας που να σχετίζεται με τα μαθηματικά και πόσοι οι σχέσεις αυτές μπορεί να αλλάξουν με την ανάπτυξη των παιδιών και να διαφέρουν ανάλογα με το φύλο.

Μια άλλη πρόταση για επόμενες σχετικές έρευνες είναι η ταυτόχρονη συμπερίληψη δεδομένων και από άλλες σημαντικές πηγές, όπως ο εκπαιδευτικός της τάξης και οι γονείς των μαθητών. Εκτός από το μορφωτικό επίπεδο, θα μπορούσε να ληφθεί επιπλέον υπ' όψιν το συνολικό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο των γονέων που συνυπολογίζει το εισόδημα και την επαγγελματική τους απασχόληση, ή να συναξιολογηθεί και η γενικότερη γονεϊκή εμπλοκή στη μάθηση των παιδιών. Ταυτόχρονα, θα μπορούσαν να ληφθούν υπ' όψιν επιπλέον μεταβλητές που αφορούν στους εκπαιδευτικούς και έχουν βρεθεί να σχετίζονται με την επίδοση στα Μαθηματικά, όπως τα κίνητρά τους, οι προσδοκίες που έχουν για τους μαθητές τους, τα συναισθήματά τους, ο τρόπος διδασκαλίας τους κτλ. (Gentry et al., 2011· Rivkin et al., 2005).

Τέλος, καθότι το MA χρειάζεται, μάλλον, να αντιμετωπιστεί και με παρεμβάσεις και με τη βοήθεια της χρήσης της τεχνολογίας που επικεντρώνονται στις στάσεις των μαθητών και στις πεποιθήσεις, τη μεταγνώση και τα κίνητρά τους. Είναι εξαιρετικά σημαντικό να εξεταστεί η σχέση μεταξύ του MA και του άγχους των εξετάσεων στα μαθηματικά για να προσδιοριστεί ο βαθμός στον οποίο αυτές οι δύο μορφές άγχους συνδέονται. Για παράδειγμα, ένας μαθητής με MA μπορεί επίσης να εκδηλώσει άγχος στις εξετάσεις των μαθηματικών. Σε αυτήν την περίπτωση, απαιτείται έρευνα για να προσδιοριστεί ο βαθμός στον οποίο μια παρέμβαση για το MA θα ανακουφίσει το άγχος των εξετάσεων των μαθηματικών ή εάν απαιτούνται παρεμβάσεις και για τις δύο μορφές άγχους. Ανυπομονούμε για περισσότερη ανάπτυξη των μελετών για το θέμα, ώστε να μπορούν να καθοριστούν και να εφαρμοστούν συγκεκριμένες εκπαιδευτικές στρατηγικές για την ευημερία των μαθητών. Ένας συνδυασμός εστίασης στην



ανάπτυξη μαθηματικών ικανοτήτων (ενδιαφέρον και στάσεις απέναντι στα μαθηματικά) και χρήση της τεχνολογίας μπορεί να είναι ίσως η περισσότερο πολλά υποσχόμενη παρέμβαση.

## Βιβλιογραφία

- Abbasi, M., Samadzadeh, M., & Shahbazzadegan, B. (2013). Study of Mathematics Anxiety in High School Students and it's Relationship with Self-esteem and Teachers' Personality Characteristics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 83, 672–677. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2013.06.127>
- Akbayır, K. (2019). An investigation about high school students' mathematics anxiety level according to gender. *Journal of Education and Training Studies*, 7(7), 62–70.
- Alanazi, H. M. N. (2020). The Effects of Active Recreational Math Games on Math Anxiety and Performance in Primary School Children: An Experimental Study. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 7(1), 89–112. doi:10.4995/muse.2020.12622
- Alkan, V. (2018). A systematic review research: 'mathematics anxiety' in Turkey. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 567–592. <https://doi.org/10.21449/ijate.445919>
- American Psychological Association. (n.d.). *Apa Dictionary of Psychology*. American Psychological Association. Retrieved January 12, 2023, from <https://dictionary.apa.org/anxiety>
- Ames, L. (2011). *The effect of incorporating Geometer's Sketchpad in a high school geometry course to improve conceptual understanding, inductive reasoning, and motivation* [Master's thesis, The William Paterson University of New Jersey].
- Appavoo, P., (2020). The impact of a Technology-based approach for the learning of Mathematics at the secondary school level. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 16(4), 76-85. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/1135210>
- Artemenko, C., Cipora, K., and Nuerk, H.-C. (2021). *Does Math Anxiety Vary Depending on Situation?* Available at: <https://osf.io/34um9/>
- Ashcraft, M. H. (2002). Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 181-185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>
- Ashcraft, M. H., & Moore, A. W. (2009). Mathematics anxiety and the affective drop in performance. *Journal of Psychoeducation Assessment*, 27, 197–205. doi: 10.1177/0734282908330580

- Atoyebi, O. M., & Atoyebi, S. B. (2022). Do technology-based approaches reduce mathematics anxiety? A systematic literature review. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 06(10), 502–509. <https://doi.org/10.47772/ijriss.2022.61027>
- Αυγερινός, Ε., Βλάχου, Ρ., & Καντάς, Κ. (2011). *Ο ρόλος των μαθηματικών μοντέλων στην κατανόηση της έννοιας των κλασμάτων*. 28ο Πανελλήνιο Συνέδριο Μαθηματικής Παιδείας, 66–79
- Balt, M., Börnert-Ringleb, M., & Orbach, L. (2022). Reducing math anxiety in school children: A systematic review of Intervention Research. *Frontiers in Education*, 7, 1-15. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.798516>
- Barlow, D. H. (2002). *Anxiety and its disorders: The nature and treatment of anxiety and panic* (2nd ed.). The Guilford Press.
- Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., & Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147(2), 134–168. <https://doi.org/10.1037/bul0000307>
- Beidel, D.C., & Turner, S.M. (2005). *Childhood anxiety disorders: A guide to research and treatment*. New York, Taylor & Francis Group.
- Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G., & Levine, S. C. (2010). Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(5), 1860–1863. <https://doi.org/10.1073/pnas.0910967107>
- Beilock, S. L., & Willingham, D. T. (2014). Math Anxiety: Can Teachers Help Students Reduce It? Ask the Cognitive Scientist. *American educator*, 38(2), 28.
- Berkowitz, T., Schaeffer, M. W., Maloney, E. A., Peterson, L., Gregor, C., Levine, S. C., et al. (2015). Math at home adds up to achievement in school. *Science* 350, 196–198. doi: 10.1126/science.aac7427
- Beswick, K. (2006). The Importance of Mathematics Teachers' Beliefs. *Australian Mathematics Teacher*, 62(4), 17-22.
- Betz, N. E. (1978). Prevalence, distribution, and correlates of math anxiety in college students. *Journal of Counseling Psychology*, 25(5), 441–448. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.25.5.441>
- Blazer, C. (2011). *Strategies for Reducing Math Anxiety* [Information capsule]. [Accessed August, 20 2023]. 1102. Διαθέσιμο στο: <https://eric.ed.gov/?id=ED536509>.
- Boaler, J., & Staples, M. (2008). Creating mathematical futures through an equitable teaching approach: The case of Railside School. *Teachers College Record*, 110(3), 608–645.

- Buckley, S. (2020). *Issues in the teaching of mathematics: Mathematics anxiety. Mathematics Teaching Toolkit*. State of Victoria (Department of Education and Training).
- Buckley, J. P., Barrett, E. S., Beamer, P. I., Bennett, D. H., Bloom, M. S., Fennell, T. R., Fry, R. C., Funk, W. E., Hamra, G. B., Hecht, S. S., Kannan, K., Iyer, R., Karagas, M. R., Lyall, K., Parsons, P. J., Pellizzari, E. D., Signes-Pastor, A. J., Starling, A. P., Wang, A., Watkins, D. J., Zhang, M., Woodruff, T. J., & program collaborators for, Echo (2020). "Opportunities for evaluating chemical exposures and child health in the United States: the Environmental influences on Child Health Outcomes (ECHO) Program;" *Journal of exposure science & environmental epidemiology*, 30(3), 397-419. doi: 10.1038/s41370-020-0211-9.
- Buckley, S., Reid, K., Goos, M., Lipp, O. V., & Thomson, S. (2016). Understanding and addressing mathematics anxiety using perspectives from education, psychology and neuroscience. *Australian Journal of Education*, 60(2), 157–170. <https://doi.org/10.1177/0004944116653000>
- Buzzai, C., Filippello, P., Puglisi, B., Mafodda, A. V., and Sorrenti, L. (2020). The relationship between mathematical achievement, mathematical anxiety, perfectionism and metacognitive abilities in Italian students. *Mediterranean Journal of Clinical Psychology*, 8, 1–18
- Brady, P., & Bowd, A. (2005). Mathematics anxiety, prior experiences and confidence to teach mathematics among pre-service education students. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 11(1), 37–46
- Brown, J. L., Ortiz-Padilla, M., & Soto-Varela, R. (2020). Does mathematical anxiety differ cross-culturally? *Journal of New Approaches in Educational Research*, 9(1), 126–136. <https://doi.org/10.7821/naer.2020.1.464>
- Bryman, A. (2017). *Μέθοδοι Κοινωνικής Έρευνας (Επιστ. Επιμ. Α. Αϊδίνης, μτφρ. Π. Σακελλαρίου)*. Αθήνα: Gutenberg.
- Carey, E., Devine, A., Hill, F., Dowker, A., McLellan, R., & Szucs, D. (2019). *Understanding mathematics anxiety: Investigating the experiences of UK primary and secondary school students*. Digital Object Identifier System. Retrieved January 11, 2023, from <https://doi.org/10.17863/CAM.37744>
- Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szucs, D. (2015). The chicken or the egg? The direction of the relationship between mathematics anxiety and mathematics performance. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01987>
- Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szucs, D. (2017). The Modified Abbreviated Math Anxiety Scale: A Valid and Reliable Instrument for Use with Children. *Frontiers in Psychology*, 8,11. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00011
- Cavanagh, R. & Sparrow, L. (2010) *Measuring Mathematics Anxiety: Constructing and Validating the Measure*. The 2010 AARE International Research in Education Conference, Melbourne, 28 November-2 December 2010.

- Chang, H., & Beilock, S. L. (2016). The Math Anxiety-Math Performance Link and Its Relation to Individual and Environmental Factors: A Review of Current Behavioral and Psychophysiological Research. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 33-38. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.04.011>
- Chatziagiapiou, A. (2020). \_\_Νέες τεχνολογίες στη διαπολιτισμική εκπαίδευση Εξερευνώντας τον βιόκοσμο και τις αλληλεπιδράσεις των μελών μιας σχολικής κοινότητας σε ένα Διαπολιτισμικό Περιβάλλον με τη χρήση των νέων τεχνολογιών (Διδακτορική διατριβή). Διαθέσιμο από: Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών.
- Chiu, L. H., & Henry, L. L. (1990). Development and validation of the mathematics anxiety scale for children. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 23, 121-127.
- Choe, K. W., Jenifer, J. B., Rozek, C. S., Berman, M. G., & Beilock, S. L. (2019). Calculated avoidance: Math anxiety predicts math avoidance in effort-based decision-making. *Science Advances*, 5(11). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aay1062>
- Choi-Koh, S. S., & Ryoo, B. G. (2019). Differences of math anxiety groups based on two measurements, MASS and EEG. *Educational Psychology*, 39(5), 659-677.
- Chinn, S. (2009). Mathematics anxiety in secondary students in England. *Dyslexia* 15, 61-68. doi: 10.1002/dys.381
- Christopoulos, A., Kajasilta, H., Salakoski, T., & Laakso, M.-J. (2020). Limits and virtues of educational technology in Elementary School Mathematics. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1), 59-81. <https://doi.org/10.1177/0047239520908838>
- Cipora, K., C. Artemenko & H.-C. Nuerk. (2019). Different ways to measure math anxiety. In Mammarella, I., Caviola, S. & Dowker, A. (Eds), *Mathematics Anxiety: What is Known and What is Still to be Understood* (pp. 20-41). UK: Routledge.
- Cipora, K., Santos, F. H., Kucian, K., & Dowker, A. (2022). Mathematics anxiety—where are we and where shall we go? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1513(1), 10-20. <https://doi.org/10.1111/nyas.14770>
- Claro, S., Paunesku, D., Dweck, C.S. (2016). Growth mindset tempers the effects of poverty on academic achievement. *Proceedings from National Academy of Sciences*, 113, 8664-8668.
- Couturier, R. (2008). Chic: Cohesive hierarchical implicative classification. *Statistical Implicative Analysis*, 41-53. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-78983-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-78983-3_2)
- Creswell, W. J. (2016). *Η έρευνα στην εκπαίδευση. Σχεδιασμός, διεξαγωγή και αξιολόγηση της ποσοτικής και ποιοτικής έρευνας*. Αθήνα: Ίων.

- Cullen, C. J., Hertel, J. T., & Nickels, M. (2020). The roles of technology in mathematics education. *The Educational Forum*, 84(2), 166–178. <https://doi.org/10.1080/00131725.2020.1698683>
- Curtain, M. (1999). *How to reduce math anxiety in the classroom at work and in everyday personal use*. Paperback.
- Daker, R. J., Gattas, S. U., Sokolowski, H. M., Green, A. E., & Lyons, I. M. (2021). First-year students' math anxiety predicts stem avoidance and underperformance throughout university, independently of math ability. *Npj Science of Learning*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/s41539-021-00095-7>
- Davis, R. (2012). "Exigent Circumstances." Encyclopedia of the Fourth Amendment (4th Edition), David Hudson and Hudson Vile (Ed.) Thousand Oaks, CA: Sage Publications. source: <https://www.amazon.com/Encyclopedia-Fourth-Amendment-David-Hudson/dp/1604265892>
- Deieso, D., & Fraser, B.J. (2019). Learning environment, attitudes and anxiety across the transition from primary to secondary school mathematics. *Learning Environments Research*, 22(1), 133–152.
- Demedts, F., Reynvoet, B., Sasanguie, D., & Depaepe, F. (2022). Unraveling the role of math anxiety in students' math performance. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.979113>
- Devine, A., Hill, F., Carey, E., & Szűcs, D. (2018). Cognitive and emotional math problems largely dissociate: Prevalence of developmental dyscalculia and mathematics anxiety. *Journal of Educational Psychology*, 110(3), 431–444. <https://doi.org/10.1037/edu0000222>
- Dimakos, G., & Zaranis, N. (2010). The influence of the geometer's sketchpad on the geometry achievement of greek school students. *The teaching of mathematics*, 13(2), 113-124.
- Dimitrov, D. (2019). Interactive Methods for Training Children from Primary School. In *EDULEARN19 Proceedings*, pp. 2034-2039.
- Doig, B., Cheeseman, J., & Lindsay, J. (1995). The medium is the message: Measuring area with different media. In B. Atweh & S. Flavel (Eds.), *Galtha: Proceedings of the 18th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (Vol. 1, pp. 229-240). Darwin, Australia: MERGA.
- Domhardt, M., Geßlein, H., von Rezori, R. E., & Baumeister, H. (2018). Internet- and mobile-based interventions for anxiety disorders: A meta-analytic review of Intervention Components. *Depression and Anxiety*, 36(3), 213–224. <https://doi.org/10.1002/da.22860>
- Dondio, P., Gusev, V., & Rocha, M. (2023). Do games reduce maths anxiety? A meta-analysis. *Computers & Education*, 194, 104650. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104650>

- Donolato, E., Toffalini, E., Giofrè, D., Caviola, S., & Mammarella, I. C. (2020). Going Beyond Mathematics Anxiety in Primary and Middle School Students: The Role of Ego-Resiliency in Mathematics. *Mind, Brain, and Education*, 14(3), 255–266. <https://doi.org/10.1111/mbe.12251>
- Dowker, A., Bennett, K., & Smith, L. (2012). Attitudes to mathematics in primary school children. *Child Development Research*, 2012, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2012/124939>
- Dowker, A., Cheriton, O., Horton, R., & Mark, W. (2019). Relationships between attitudes and performance in young children’s mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 100(3), 211–230. <https://doi.org/10.1007/s10649-019-9880-5>
- Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years? *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>
- Dreger, R. M., & Aiken, L. R. (1957). The identification of number anxiety in a college population. *Journal of Educational Psychology*, 48, 344-351. doi:10.1037/h0045894
- Elsevier. (2022). *Mosby's dictionary of medicine, nursing & health professions*.
- Ersozlu, Z., & Karakus, M. (2019). Mathematics anxiety: mapping the literature by bibliometric analysis. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(2), 1673.
- Eu, L. K. (2013). Impact of Geometer’s Sketchpad on students achievement in graph functions. *The Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 1(2), 19.
- European Union (2019). *Digital Education at School in Europe. Eurydice Report. European Commission/EACEA/Eurydice*. Brussels: Publications Office of the European Union.
- Finlayson, M. (2014). Addressing math anxiety in the classroom. *Improving Schools*, 17(1), 9–115. <https://doi.org/10.1177/1365480214521457>
- Foley, A.E., Herts, J.B., Borgonovi, F., Guerriero, S., Levine, S.C., & Beilock, S.L. (2017). The Math Anxiety-Performance Link: A Global Phenomenon. *Current Directions in Psychological Science*, 26(1), 52-58.
- Fonseca, A.C., Yule, W., & Erol, N. (1994). Cross-cultural issues. In T. H. Ollendick, N. J. King, & W. Yule (Eds.), *International handbook of phobic and anxiety disorders in children and adolescents* (pp.67-84). New York: Plenum Press.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Schumacher, R. F., and Seethaler, P. M. (2013). “Instructional Intervention for Students with Mathematics Learning Disabilities,” in *Handbook of Learning Disabilities*. Editors H. L. Swanson, K. R. Harris, and S. Graham (New York: The Guilford Press), 388–404.

- Furner, J. M. (2019). Math anxiety trends: A poor math attitude can be a real disability. *Journal of Advances in Education Research*, 4(2). <https://doi.org/10.22606/jaer.2019.42004>
- Furner, J. M., & Marinas, C.A. (2007). Geometry Sketching Software for Elementary Children: Easy as 1, 2, 3. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 83-91. <https://pdfs.semanticscholar.org/1337/5b67deed17583dcbf0accb18cc074b436fa7.pdf>
- Gabriel, F., Buckley, S., and Barthakur, A. (2020). The impact of mathematics anxiety on self-regulated learning and mathematical literacy. *Australian Journal of Education*, 64, 227–242. doi: 10.1177/0004944120947881
- Ganesan, N., & Eu, L. K. (2020). The effect of dynamic geometry software Geometer’s Sketchpad on students’ achievement in topic circle among form two students. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 8(2), 58-68. <https://doi.org/10.17220/mojet.2020.02.2005>
- Geiger, V., Faragher, R., & Goos, M. (2010). CAS-enabled technologies as ‘agents provocateurs’ in teaching and learning mathematical modelling in secondary school classrooms. *Mathematics Education Research Journal*, 22(2), 48–68.
- Gentry, M., Steenberg-Hu, S., & Choi, B.-Y. (2011). Student-identified exemplary teachers: Insights from talented teachers. *Gifted Child Quarterly*, 55(2), 111–125. <https://doi.org/10.1177/0016986210397830>
- Geometer’s Sketchpad Reference Manual*. (2001) (Fall). California: Key Curriculum.
- Gierl, M. J., & Bisanz, J. (1995). Anxieties and attitudes related to mathematics in Grades 3 and 6. *The Journal of Experimental Education*, 63, 139–158. doi:10.1080/00220973.1995.9943818
- Giofrè, D., Borella, E., & Mammarella, I. C. (2017). The relationship between intelligence, working memory, academic self-esteem, and academic achievement. *Journal of Cognitive Psychology*, 29(6), 731–747. <https://doi.org/10.1080/20445911.2017.1310110>
- Goldenberg, P. E. (2000). Thinking (And Talking) About Technology in Math Classrooms. Issues in Mathematics Education-The K-12 Mathematics Curriculum Center, 1-8. [http://mcc.edc.org/pdf/iss\\_tech.pdf](http://mcc.edc.org/pdf/iss_tech.pdf)
- Gough, M. F. (1954). Mathemaphobia: Causes and treatments. *Clearing House*, 28, 290-294.
- Gras, R & Kuntz, P. (2008). An overview of the Statistical Implicative Analysis (ASI) development, In Gras, R., Suzuki, E., Guillet, F and Spanolo, F. (2008). *Statistical Analysis: Theory and Applications, Studies in Computational Intelligence* Volume No. 127, Berlin & Heidelberg: Springer- Verlag

- Gras, R., Suzuki, F., Guillet, F. Guillet, Spagnolo, F. (2008). *Statistical Implicative Analysis: Theory and Applications*. Springer Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-78983-3>
- Guimarães, A. P., Haase, V. G., & Neufeld, C. B. (2021). Cognitive-behavioral intervention for math anxiety in childhood: A case report. *Dementia & Neuropsychologia*, 15(2), 286–290. <https://doi.org/10.1590/1980-57642021dn15-020018>
- Gunderson, E. A., Park, D., Maloney, E. A., Beilock, S. L., & Levine, S. C.(2018). Reciprocal relations among motivational frameworks, math anxiety, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 19(1), 21–26. doi:10.1080/15248372.2017.1421538
- Haase, V.G., Guimarães, A.P.L., Wood, G. (2019). Mathematics and Emotions: The Case of Math Anxiety. In: Fritz, A., Haase, V.G., Räsänen, P. (eds) *International Handbook of Mathematical Learning Difficulties*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3_29)
- Hartwright, C. E., Looi, C. Y., Sella, F., Inuggi, A., Santos, F. H., GonzalezSalinas, C., et al. (2018). The neurocognitive architecture of individual differences in math anxiety in typical children. *Scientific Reports*, 8, 8500. doi: 10.1038/s41598-018-26912-5
- Hartono, S. (2020). Effectiveness of Geometer’s Sketchpad learning in two-dimensional shapes. *Mathematics Teaching Research Journal*, 12(3), 84-93.
- Hawken, T., Turner-Cobb, J., & Barnett, J. (2018). Coping and adjustment in Caregivers: A Systematic Review. *Health Psychology Open*, 5(2), 205510291881065. <https://doi.org/10.1177/2055102918810659>
- Hembree, R. (1990). The nature, effects and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33–46. <https://doi.org/10.2307/749455>
- Hilton, P. (1980). Math anxiety: Some suggested causes and cures: Part 1. *The Two-Year College Mathematics Journal*, 11 (3), 174–188. <https://doi.org/10.2307/3026833>
- Ho, H.-Z., Senturk, D., Lam, A. G., Zimmer, J. M., Hong, S., Okamoto, Y., Chiu, S.-Y., Nakazawa, Y., & Wang, C.-P. (2000). The affective and cognitive dimensions of math anxiety: A cross-national study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(3), 362–379. <https://doi.org/10.2307/749811>
- Hull, A. N., Andrew, J., & Brovey, E. (2005). *The Impact of the Use of Dynamic Geometry Software on Students Achievement and attitude towards Mathematics*. Glynn Country school System, GA. United States, Retrieved from <http://www.faculty.bemidjistate.edu/grichgels/.../Heidi%20Hansen.pdf>



- Hulme, K. (2012). *The Role of Technology in the Zone of Proximal Development and the Use of van Hiele levels as a Tool of Analysis in a Grade 9 Module using Geometer's Sketchpad*. A research report submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science. University of Witwatersrand, Johannesburg.
- Iannacchione, A., Ottmar, E., Ngo, V. et al. (2023). Examining relations between math anxiety, prior knowledge, hint usage, and performance of math equivalence in two different online learning contexts. *Instructional Science*, 51, 285–307. <https://doi.org/10.1007/s11251-022-09604-6>
- ΙΕΠ (2021). *ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΓΙΑ ΣΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ*. Αθήνα: ΙΕΠ/ ΕΣΠΑ 2014-2020. «Αναβάθμιση των Προγραμμάτων Σπουδών και Δημιουργία νέου εκπαιδευτικού υλικού Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης» - MIS: 5035542».
- Iiyasu, Y. (2014). Effect of a Computer Mediated Systems Teaching Approach on Mathematics Anxiety of Engineering Students. *International Journal of Education*, 6, 13-28.
- Jameson, M. M. (2013). The development and validation of the Children's Anxiety in Math Scale. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 31(4), 391–395. doi:10.1177/0734282912470131
- Jansen, B. R. J., Louwse, J., Straatemeier, M., Van der Ven, S. H. G., Klinkenberg, S., and Van der Maas, H. L. J. (2013). The Influence of Experiencing success in Math on Math Anxiety, Perceived Math Competence, and Math Performance. *Learning Individual Differences* 24, 190–197. doi:10.1016/j.lindif. 2012.12.014
- Johnston-Wilder, S., Brindley, J., & Dent, P. (2014). *Technical Report: A Survey of Mathematics Anxiety and Mathematical Resilience amongst Existing Apprentices*. Coventry: University of Warwick
- Käser, T., Baschera, G. M., Kohn, J., Kucian, K., Richtmann, V., Grond, U., et al. (2013). Design and Evaluation of the Computer-Based Training Program Calcularis for Enhancing Numerical Cognition. *Frontiers in Psychology*, 4, 489–513. doi:10.3389/fpsyg.2013.00489
- Keazer, L. (2004). Students' misconceptions in middle school mathematics. *B.S. Undergraduate Mathematics Exchange*, 2(1).
- Kefalaki, M., Diamantidaki, F., & Rudolph, J. (2022). Editorial 5(SI1): Technology and education: Innovation or hindrance? *Journal of Applied Learning and Teaching*, 5(Sp. Iss. 1), 06–11. <https://doi.org/10.37074/jalt.2022.5.s1.1>
- Kendall, P.C. (Ed.) (2000). *Child and adolescent therapy: cognitive-behavioral procedures* (2nd ed.). New York: Guilford Press.

- Kersey, A. J., Braham, E. J., Csumitta, K. D., Libertus, M. E., & Cantlon, J. F. (2018). No intrinsic gender differences in children's earliest numerical abilities. *Npj Science of Learning*, 3 (1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41539-018-0028-7>
- Klein, E., Bieck, S. M., Bloechle, J., Huber, S., Bahnmueller, J., Willmes, K., et al. (2019). Anticipation of difficult tasks: neural correlates of negative emotions and emotion regulation. *Behavioral and Brain Functions*, 15, 4. doi: 10.1186/s12993-019-0155-1
- Kohn, J., Richtmann, V., Rauscher, L., Kucian, K., Käser, T., Grond, U., et al. (2013). Das Mathematikangstinterview (MAI): Erste Psychometrische Gütekriterien. *Lernen und Lernstörungen*, 2(3), 177–189. doi:10.1024/2235-0977/a000040
- Kolstad, R. K., & Hughes, S. (1994). Teacher attitudes toward mathematics. *Journal of Instructional Psychology*, 21(1), 44–49.
- Kotu, A., & Weldeyesus, K. M. (2022). Instructional use of geometer's sketchpad and students geometry learning motivation and problem-solving ability. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(12), 1-12 em2201. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12710>
- Krinzinger, H., Kaufmann, L., & Willmes, K. (2009). Math anxiety and math ability in early primary school years. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 206–225. <https://doi.org/10.1177/0734282908330583>
- Krosnick, J.A., & Presser, S. (2009). Question and Questionnaire Design. In *Handbook of Survey Research (2nd Edition)* James D. Wright and Peter V. Marsden (Eds). San Diego, CA: Elsevier.
- Kucian, K., McCaskey, U., Tuura, R. O., & von Aster, M. (2018a). Neurostructural correlate of math anxiety in the brain of children. *Translational Psychiatry*, 8(273), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41398-018-0320-6>
- Lahousen, T., & Kapfhammer, H.P. (2018). Anxiety disorders - clinical and neurobiological aspects. *Psychiatry Danub*, 30(4), 479-490. doi: 10.24869/psyd.2018.479. PMID: 30439809.
- Lameras, P., & Moumoutzis, N. (2015). Towards the gamification of inquiry-based flipped teaching of mathematics a conceptual analysis and framework. In *Proceedings of the 2015 international conference on interactive mobile communication technologies and learning (IMCL)* (pp. 343–347). IEEE.
- Latha, K. V. (2020). Impact of Geometer's Sketchpad on high school students' performance in mathematics. *International Journal of Research and Review*, 7(3), 200- 205.
- Leung, K. E. (2013). Impact Of Geometer's Sketchpad On Students Achievement In Graph Functions. *The Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 1(2), 19-34.

- Li, C. J., Lin, P. C., & Hsiu, H. L., (2011). The relationships among adult attachment, social self-efficacy, distress self-disclosure, loneliness and depression of college students with romance. *Bulletin of Educational Psychology*, 43(1), 155–174.
- Λιαργκόβας, Π., Δερμάτης, Ζ., & Κομνηνός, Δ. (2019). *Μεθοδολογία της έρευνας και συγγραφή επιστημονικών εργασιών*. Θεσσαλονίκη: Τζιόλα.
- Lieberman, D., Bates, C., & So, J. (2009a). Young children’s learning with digital media. *Computers in the Schools*, 26, 271-283. doi:10.1080/07380560903360194
- Lin, P.-J., & Tsai, W.-H. (2003). Fourth graders’ achievement of mathematics in TIMSS 2003 field test. (In Chinese) *Science Education Monthly*, 258, 2-20.
- Lucietto, A., Moss, J., & French, M. (2017). Examining engineering technology students: How they perceive and order their thoughts. *2017 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--27418>
- Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management, Volume 11*, 311–322. <https://doi.org/10.2147/prbm.s141421>
- Ma, X., & Xu, J. (2004). The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: a longitudinal panel analysis. *Journal of Adolescence*, 27(2), 165–79. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2003.11.003>
- Maaik. (2019, August 27). *Maths anxiety: Students, pre- and in-service teachers, no. 4 - 2018 (Full report)*. AMSI. Retrieved January 11, 2023, from <https://amsi.org.au/?publications=maths-anxiety-students-pre-and-in-service-teachers>
- Maertens, B., De Smedt, B., Sasanguie, D., Elen, J., and Reynvoet, B. (2016). Enhancing Arithmetic in Pre-Schoolers with Comparison or Number Line Estimation Training: Does it Matter? *Learning Instruction*, 46, 1–11. doi:10.1016/j.learninstruc.2016.08.004
- Mahmood, S., & Khatoon, T. (2011). Development and Validation of the Mathematics Anxiety Scale for Secondary and Senior Secondary School Students. *British Journal of Arts and Social Sciences*, 2(2), 169-179.
- Maloney, E. A., Schaeffer, M. W. & Beilock, S. L. (2013). Mathematics anxiety and stereotype threat: shared mechanisms, negative consequences and promising interventions, *Research in Mathematics Education*, 15(2), 115-128. doi: 10.1080/14794802.2013.797744
- Maloney, E. A., Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2015). Intergenerational effects of parents’ math anxiety on children’s math achievement and anxiety. *Psychology Scientist*, 26, 1480–1488. doi: 10.1177/0956797615592630

- Mann, L. C., & Walshaw, M. (2019). Mathematics anxiety in secondary school female students: issues, influences and implications. *New Zealand Journal of Educational Studies*, 54(1), 101–120.
- Mavilidi, M.F., Ouwehand, K., Riley, N., Chandler, P., Paas, F. (2020). Effects of An Acute Physical Activity Break on Test Anxiety and Math Test Performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5):1523. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051523>
- McDonough, I. M., and Ramirez, G. (2018). Individual differences in math anxiety and math self-concept promote forgetting in a directed forgetting paradigm. *Learning Individual Differences*, 64, 33–42. doi: 10.1016/j.lindif.2018.04.007
- Meece, J. L., Wigfield, A., & Eccles, J. S. (1990). Predictors of math anxiety and its influence on young adolescents' course enrollment intentions and performance in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 60–70. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.60>
- Megreya, A.M., Al-Emadi, A.A., & Moustafa, A.A. (2023). The Arabic version of the modified-abbreviated math anxiety scale: Psychometric properties, gender differences, and associations with different forms of anxiety and math achievement. *Frontiers in Psychology*, 13, 919764. doi: 10.3389/fpsyg.2022.919764
- Megreya, A. M., Szűcs, D., & Moustafa, A. A. (2021). The abbreviated science anxiety scale: Psychometric properties, gender differences and associations with test anxiety, general anxiety and science achievement. *PLOS ONE*, 16(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245200>
- Merriam-Webster. (n.d.). *Anxiety definition & meaning*. Merriam-Webster. Retrieved January 12, 2023, from <https://www.merriam-webster.com/dictionary/anxiety#:~:text=a%20%281%29%20%3A%20apprehensive%20uneasiness%20or%20nervousness%20usually,in%20the%20spring%20of%201966%20intensified%20my%20anxiety.>
- Merriam-Webster's Dictionary-Newest Edition* (2022). Springfield, Mass.:Merriam-Webster, Inc., 2022.
- Mitchell, L., & George, L. (2022). Exploring mathematics anxiety among primary school students: Prevalence, mathematics performance and gender. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), em0692. <https://doi.org/10.29333/iejme/12073>
- Mononen, R., Niemivirta, M., Korhonen, J., Lindskog, M., & Tapola, A. (2021). Developmental relations between mathematics anxiety, symbolic numerical magnitude processing and arithmetic skills from first to second grade. *Cognition and Emotion*, 36(3), 452–472. <https://doi.org/10.1080/02699931.2021.2015296>

- Murphy, D. (2018). *A phenomenological study of college students in developmental mathematics classes experiences with mathematics and computer anxiety*. [Doctor of Education Dissertation Thesis, Liberty University].
- Musa, N. H., & Maat, S. M. (2021). Mathematics Anxiety: A Case Study of Students' Learning Experiences through Cognitive, Environment and Behaviour. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 11(3), 932-956.
- Moustafa, A.A., Al-Emadi, A.A., & Megreya, A.M. (2021). The Need to Develop an Individualized Intervention for Mathematics Anxiety. *Frontiers in Psychology*, 12, 1-5. doi: 10.3389/fpsyg.2021.723289
- Namkung, J.M., Peng, P. & Lin, X. (2019) The Relation between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance among School-Aged Students: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 89, 459-496. <https://doi.org/10.3102/0034654319843494>
- National Research Council & Mathematics Learning Study Committee. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academies Press. doi:10.17226/10434
- Ng, C.-T., Chen, Y.-H., Wu, C.-J., & Chang, T.-T. (2022). Evaluation of math anxiety and its remediation through a digital training program in mathematics for first and second graders. *Brain and Behavior*, 12, e2557. <https://doi.org/10.1002/brb3.255>
- Nunes, T., Bryant, P., Evans, D., Bell, D., Gardner, S., Gardner, A., & Carragher, J. (2007). The contribution of logical reasoning to the learning of mathematics in Primary School. *British Journal of Developmental Psychology*, 25(1), 147–166. <https://doi.org/10.1348/026151006x153127>
- OECD. (2013). *PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. OECD Publishing
- OECD. 2013. *PISA 2012 results: ready to learn: students' engagement, drive and self-beliefs* (volume III).
- O'Hara, G., Kennedy, H., Naoufal, M., & Montreuil, T. (2022). The role of the classroom learning environment in students' mathematics anxiety: A scoping review. *British Journal of Educational Psychology*, 92(4), 1458–1486. <https://doi.org/10.1111/bjep.12510>
- Olmez, I. B., & Ozel, S. (2012). Mathematics anxiety among sixth and seventh grade Turkish elementary school students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 4933-4937. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.36>
- Orbach, L. & Fritz, A. (2022). A latent profile analysis of math anxiety and core beliefs toward mathematics among children. *Annals of N.Y. Academy of Sciences*, 1509, 130–144.

- Orbach, L., Herzog, M., & Fritz, A. (2020). Relation of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) to Basic Number Skills and Arithmetic Fact Retrieval in Children. *Research on Developmental Disabilities*, 103, 103697. doi:10.1016/j.ridd. 2020.103697
- Outhwaite, L.A., Early, E., Herodotou, C., & Van Herwegen, J. (2023). *Can Maths Apps Add Value to Learning? A Systematic Review* (CEPEO Working Paper No. 23-02). Centre for Education Policy and Equalising Opportunities, UCL. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:ucl:cepeow:23-02>
- Passolunghi, M. C. (2011). Cognitive and Emotional Factors in Children with Mathematical Learning Disabilities. *International Journal of Disability, Development and Education*, 58(1), 61–73. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2011.547351>
- Passolunghi, M. C., De Vita, C., & Pellizzoni, S. (2020). Math anxiety and math achievement: The effects of emotional and math strategy training. *Developmental Science*, 23(6). <https://doi.org/10.1111/desc.12964>
- Petronzi, D., Staples, P., Sheffield, D., Hunt, T., & Fitton-Wilde, S. (2019b). Further development of the Children’s Mathematics Anxiety Scale UK (CMAS-UK) for ages 4–7 years. *Educational Studies in Mathematics*, 100(3), 231–249. <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9860-1>
- Photodentro. (n.d.). *The geometer's sketchpad v4.7*. Retrieved January 31, 2023, from <https://photodentro.edu.gr/edusoft/r/8531/179>
- Phutela, N., & Dwivedi, S. (2019). Impact of ICT in Education: Students’ Perspective. *SSRN Electronic Journal*. Ανάκτηση 25/1/2023 από: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3377617>
- Pizzie, R., & Kraemer, D. J. M. (2018). The influence of emotion regulation on arousal and performance in math anxiety. *OSF Preprints*. doi: 10.31219/osf.io/f3d59
- Pizzie, R. G., Raman, N., & Kraemer, D. J. M. (2020). Math anxiety and executive function: Neural influences of task switching on arithmetic processing. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 20(2), 309–325. <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00770-z>
- Pollack, C., Wilmot, D., Centanni, T.M., et al. (2021). Anxiety, motivation, and competence in mathematics and reading for children with and without learning difficulties. *Frontiers in Psychology*, 12, 4193.
- Primi, C., Donati, M. A., Izzo, V. A., Guardabassi, V., O’Connor, P. A., Tomasetto, C., & Morsanyi, K. (2020). The Early Elementary School Abbreviated Math Anxiety Scale (the EES-AMAS): A new adapted version of the AMAS to measure math anxiety in young children. *Frontiers in Psychology*, 11, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01014> Ramirez, G., Chang, H., Maloney, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L.

- Putwain, D. W., & Daniels, R. A. (2010). Is the relationship between competence beliefs and test anxiety influenced by goal orientation? *Learning and Individual Differences*, 20(1), 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.10.006>
- Rada, E., & Lucietto, A. (2022). Math Anxiety – A Literature Review on Confounding Factors. *Journal of Research in Science, Mathematics and Technology Education*, 5(2), 117-129. <https://doi.org/10.31756/jrsmte.12040>
- Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2013). Math anxiety, working memory, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 14(2), 187–202. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.664593>
- Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist*, 53(3), 145–164. <https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1447384>
- Rauscher, L., Kohn, J., Käser, T., Kucian, K., McCaskey, U., Wyschkon, A., et al. (2017). Effekte des Calcularis-Trainings. *Lernen und Lernstörungen* 6 (2), 75–86. doi:10.1024/2235-0977/a000168
- Reilly, D., Neumann, D. L., & Andrews, G. (2019). Investigating gender differences in mathematics and science: Results from the 2011 trends in mathematics and science survey. *Research in Science Education*, 49(1), 25–50. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9630-6>
- Richardson, F., & Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric Data. *Journal of Counseling Psychology*, 9, 551-554. <http://dx.doi.org/10.1037/h0033456>
- Rivkin, S. G., Hanushek, E. A., & Kain, J. F. (2005). Teachers, schools, and academic achievement. *Econometrica*, 73(2), 417–458. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2005.00584.x>
- Robson, C. (2007). *How to Do a Research Project: A Guide for Undergraduate Students*, Oxford, UK: Blackwell Publishing
- Rodríguez-Aflecht, G., Jaakkola, T., Pongsakdi, N., Hannula-Sormunen, M., Brezovszky, B., & Lehtinen, E. (2018). The development of situational interest during a digital mathematics game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(3), 259–268. <https://doi.org/10.1111/jcal.12239>
- Rubinsten, O., & Tannock, R. (2010). Mathematics anxiety in children with developmental dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions: BBBrain Functions : BBF*, 6, 46. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-6-46>
- Rubinsten, O., Marciano, H., Levy, E. H. & Cohen, D. L. (2018) A Framework for Studying the Heterogeneity of Risk Factors in Math Anxiety. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 12, 291. doi: 10.3389/fnbeh.2018.0029

- Sabuncu, F. H., & Ipek, J. (2021). Computer Assisted Education's Effects of Learning the Eighth Grade Math Subjects with Geometer's Sketchpad on Students' Performance Grades and Academic Achievements and Students' Opinions: A Mixed Method Study. In: *Education Quarterly Reviews*, Vol.4 Special Issue 1: Primary and Secondary Education, 307-322.
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). *Early childhood mathematics education research*. New York: Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203883785>
- Schunk, D. H., (2007). *Learning theories: An educational perspective* (5th ed.). NJ: Prentice-Hall.
- Sideraki, A., & Stathopoulou, A. (2023). Digital Technologies and Virtual reality (VR) as therapeutic intervention for stress reduction in ASD. *Eximia Journal*, 6, 61-78.
- Sloan, T., Daane, C. J., & Giesen, J. (2002). Mathematics Anxiety and Learning Styles: What Is the Relationship in Elementary Preservice Teachers? *School Science and Mathematics*, 102(2), 84-87. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2002.tb17897.x>
- Soltanlou, M., Artemenko, C., Dresler, T., Fallgatter, A. J., Ehlis, A. C., & Nuerk, H. C. (2019). Math anxiety in combination with low visuospatial memory impairs math learning in children. *Frontiers in Psychology*, 10(89), 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00089>
- Suharto, S., & Widada, W. (2019). The students' anxiety in facing the mathematical national exams. *3rd Asian Education Symposium (AES 2018)*. Atlantis Press 253.
- Σουβερμεζλή, Σ. (2019). Διερεύνηση των παραγόντων 'Μαθηματικό Άγχος' 'Μαθηματική Αυτό-Αποτελεσματικότητα' και 'στρατηγικές μάθησης' σε μαθητές Ε' και ΣΤ' τάξης με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες. (Μεταπτυχιακή εργασία). Ανακτήθηκε από: <https://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/18772?offset=140>
- Spence, S. H. (1997). Structure of anxiety symptoms among children: A confirmatory factor-analytic study. *Journal of Abnormal Psychology*, 106(2), 280-297. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0021-843X.106.2.28>
- Spencer, S., Steele, C., M., J., & Quinn, D. M. (1999). Stereotype threat and women's math performance. *Journal of Experimental Social Psychology*, 35(1), 4-28. <https://doi.org/10.1006/jesp.1998.1373>
- Star, J. R., Newton, K., Pollack, C., Kokka, K., Rittle-Johnson, B., & Durkin, K. (2015). Student, teacher, and instructional characteristics related to students' gains in flexibility. *Contemporary Educational Psychology*, 41, 198-208. doi:10.1016/j.cedpsych.2015.03.001
- Stoet, G., Bailey, D. H., Moore, A. M., & Geary, D. C. (2016). Countries with higher levels of gender equality show larger national sex differences in mathematics anxiety and relatively lower parental mathematics valuation for girls. *PLOS ONE*, 11(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153857>



- Stuart, V. (2000). Math course or math anxiety? *Teaching Children Mathematics*, 6(5), 330–335. <https://doi.org/10.5951/tcm.6.5.0330>
- Sun, H. (2009). Investigating feelings towards mathematics among Chinese Kindergarten children. In R. Hunter, B. Bicknell, & T. Burgess (Eds.), *Crossing divides: Proceedings of the 32nd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (Vol. 2). MERGA. 523–530.
- Sun, Y., & Pyzdrowski, L. (2009). Using Technology as a Tool to Reduce Mathematics Anxiety. *The Journal of Human Resource and Adult Learning*, 5(2), 38–44.
- Supekar, K., Iuculano, T., Chen, L., & Menon, V. (2015). Remediation of childhood math anxiety and associated neural circuits through cognitive tutoring. *Journal of Neuroscience*, 35, 12574–12583. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0786-15.2015
- Swars, S. L., Daane, C. J., & Giesen, J. (2006). Mathematics anxiety and mathematics teacher efficacy: What is the relationship in elementary preservice teachers? *School Science and Mathematics*, 106(7), 306–317.
- Szczygieł, M. (2020). Gender, general anxiety, math anxiety and math achievement in early school-age children. *Issues in Educational Research*, 30(3), 1126–1142. <http://www.iier.org.au/iier30/szczygiel.pdf>
- Szczygieł, M., & Pieronkiewicz, B. (2022). Exploring the nature of math anxiety in young children: Intensity, prevalence, reasons. *Mathematical Thinking and Learning*, 24(3), 248–266. <https://doi.org/10.1080/10986065.2021.1882363>
- Szücz, D., & Mammarella, I. (2020). *Math Anxiety, Educational Practices Series by the International Academy of Education (IAE) and the International Bureau of Education (IBE)*. Geneva, Switzerland: IBE, Publications Unit.
- Tan, N. J. (1998). A study on the students' misconceptions of area in the elementary school. (In Chinese) *Journal of National Taipei Teachers College*, XI, 573–602
- Taylor, J. A., & Galligan, L. (2006). Mathematics for Mathematics anxious tertiary students: Integrating the cognitive and affective domains using interactive multimedia. *Literacy and Numeracy Studies*, 15(1), 23–42.
- Thangamani, U., & Eu, L. K. (2019). Students' achievement in symmetry of two dimensional shapes using geometer's sketchpad. *Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 7(1), 14–22.
- Thurm, D., & Barzel, B. (2022). Teaching mathematics with technology: A multidimensional analysis of teacher beliefs. *Educational Studies in Mathematics*, 109(1), 41–63. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10072-x>
- TIMSS 2019 U.S. Highlights Web Report* (NCES 2021-021). U.S. Department of Education. Institute of Education Sciences, National Center for Education Statistics. Available at <https://nces.ed.gov/timss/results19/index.asp>.

- Treize, K., & Reeve, R. A. (2018). Patterns of anxiety in algebraic problem solving: a three-step latent variable analysis. *Learning Individual Differences, 66*, 78–91. doi: 10.1016/j.lindif.2018.02.007
- Türkan, A., & Çetin, H. (2022). Effectiveness of augmented reality-based applications on liquid measurement theme in Mathematics course: An experimental study. *Psycho-Educational Research Reviews, 11*(2). [https://doi.org/10.52963/perr\\_biruni\\_v11.n2.23](https://doi.org/10.52963/perr_biruni_v11.n2.23)
- Τζίφας, Ν. (2005). *Η αξιολόγηση της γεωμετρικής σκέψης των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης: Επίπεδα van Hiele και διδακτικές προσεγγίσεις με χρήση λογισμικού*. Διπλωματική εργασία Διαπανεπιστημιακού - Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών με τίτλο «Διδακτική και Μεθοδολογία των Μαθηματικών», Πανεπιστήμιο Αθηνών και Κύπρου, Αθήνα.
- Usiskin, Z. (1982). *Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry* (Final report of the Cognitive Development and Achievement in Secondary School Geometry Project). Chicago: University of Chicago, Department of Education.
- Yeager, D. S. (2012, April). Productive persistence: A practical theory of community college student success. *In annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada*.
- Young, C. B., Wu, S. S., & Menon, V. (2012). The neurodevelopmental basis of math anxiety. *Psychological Science, 23*(5), 492–501. <https://doi.org/10.1177/0956797611429134>
- Yuksel-Sahin, F. (2008). Mathematics anxiety among 4th and 5th grade Turkish elementary school students. *International Electronic Journal of Mathematics Education, 3*(3), 179-192. <https://doi.org/10.29333/iejme/225>
- Vanbecelaere, S., Van den Berghe, K., Cornillie, F., Sasanguie, D., Reynvoet, B., & Depaepe, F. (2020). The effects of two digital educational games on cognitive and non-cognitive math and reading outcomes. *Computers & Education, 143*, 103680. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103680>
- Vanbecelaere, S., Cornillie, F., Sasanguie, D., Reynvoet, B., and Depaepe, F. (2021). The Effectiveness of an Adaptive Digital Educational Game for the Training of Early Numerical Abilities in Terms of Cognitive, Noncognitive and Efficiency Outcomes. *British Journal of Educational Technology, 52* (1), 112–124. doi:10.1111/bjet.12957
- Vanbinst, K., Bellon, E., & Dowker, A. (2020). Mathematics anxiety: An intergenerational approach. *Frontiers in Psychology, 11*(1648), 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01648>
- Van der Beek, J.P.J., van der Ven, S.H.G., Kroesbergen, E.H., et al. (2017). Self-concept mediates the relation between achievement and emotions in mathematics. *British Journal of Educational Psychology, 87*, 478–495.

- VandenBos, G. R. (Ed.). (2015). *APA dictionary of psychology (2nd ed.)*. American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/14646-000>
- Van Mier, H. I., Schleepen, T. M., & Van den Berg, F. C. (2019). Gender differences regarding the impact of math anxiety on arithmetic performance in second and fourth graders. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02690>
- Vargas, R.A. (2021). A literature review on math anxiety and learning mathematics: A general overview. *Journal of Educational Research and Reviews*, 9(5),102-108. doi: 10.33495/jerr\_v9i5.21.112
- Wang, Z., Hart, S. A., Kovas, Y., Lukowski, S., Soden, B., Thompson, L. A., Plomin, R., McLoughlin, G., Bartlett, C. W., Lyons, I. M., & Petrill, S. A. (2014). Who is afraid of math? Two sources of genetic variance for Mathematical Anxiety. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(9), 1056–1064. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12224>
- Wang, Z., Lukowski, S.L., Hart, S.A., et al. (2015). Is math anxiety always bad for math learning? The role of math motivation. *Psychology Sciences*, 26, 1863–1876.
- Wang, J., Zhang, L., Li, C., Cai, R., Chen, W., & Rao, Y. (2020). *Research on the Evaluation of Dynamic Mathematics Software Based on User Experience*. 15th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE). <https://doi.org/10.1109/iccse4987>
- World Medical Association (2022, September 6th) <https://www.wma.net/policiespost/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involvinghuman-subjects/>
- Wu, S. S., Barth, M., Amin, H., Malcarne, V., & Menon, V. (2012). Math anxiety in second and third graders and its relation to mathematics achievement. *Frontiers in Psychology*, 3, 162. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00162>
- Zakariya, Y. F. (2018). Development of mathematics anxiety scale: factor analysis as a determinant of subcategories. *Journal of Pedagogical Research*, 2(2), 135-144.
- Zambak, V. S., & Tyminski, A. M. (2019). Examining mathematical technological knowledge of pre-service middle grades teachers with *geometer's sketchpad* in a geometry course. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(2), 183–207. <https://doi.org/10.1080/0020739x.2019.1650302>
- Zaranis N. (2018). Comparing the effectiveness of using tablet computers for teaching addition and subtraction. In Daniela L. & Lytras M. (Eds.), *Learning Strategies and Constructionism in Modern Education Settings*. Hershey, PA: IGI Global.
- Zaranis, N., Ntziahristos, V. (2002). Critical analysis of Van Hiele Model and the effect of its teaching with the support of educational software on students having

difficulties in understanding geometric concepts, *Themes in Education*, 3( 2–3), 139–153

Ζαφειρόπουλος, Κ. (2015). *Πώς γίνεται μια επιστημονική εργασία* (2<sup>η</sup> έκδοση). Αθήνα: Κριτική.

Zhang, J., Zhao, N., & Kong, Q. P. (2019). The relationship between math anxiety and math performance: A Meta-analytic investigation. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01613>

Živković, M., Pellizzoni, S., Mammarella, I.C. et al. (2023). The relationship between math anxiety and arithmetic reasoning: The mediating role of working memory and self-competence. *Current Psychology*, 42, 14506–14516. <https://doi.org/10.1007/s12144-022-02765-0>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑ

#### ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

##### ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1. Φύλο: .....
2. Τάξη: .....
3. Σχολείο:.....
4. Βαθμός στα Μαθηματικά:.....
5. Ιθαγένεια: .....

Για κάθε μία από τις παρακάτω προτάσεις που ακολουθούν σημείωσε με ένα X πόσο συχνά ισχύει για σένα αυτό που εκφράζει η πρόταση. Δεν υπάρχουν σωστές ή λανθασμένες απαντήσεις. Θα βοηθούσε πολύ αν απαντούσες σε όλες τις ερωτήσεις όσο καλύτερα μπορείς ακόμα κ αν δεν είσαι απόλυτα σίγουρος/η για κάποια ερώτηση. Προσπάθησε οι απαντήσεις που θα δώσεις να σε εκφράζουν όσο περισσότερο γίνεται.

##### 1Η ΚΛΙΜΑΚΑ

		Διαφωνώ	Διαφωνώ λίγο	Συμφωνώ	Συμφωνώ πολύ
1	Μπορώ να γίνω καλός μαθητής/καλή μαθήτρια στο μάθημα των μαθηματικών.				
2	Τα μαθηματικά μου προκαλούν σύγχυση.				
3	Πάντα αντιμετωπίζω δυσκολίες με το μάθημα των μαθηματικών.				
4	Ό,τι και να κάνω, παίρνω πάντα χαμηλούς βαθμούς στα μαθηματικά.				
5	Συνήθως δυσκολεύομαι με τα μαθηματικά.				
6	Τα μαθηματικά είναι ένα από τα πιο βαρετά μαθήματα.				
7	Πάντα θα παρουσιάζεται δυσκολία στο να μάθω τα μαθηματικά.				
8	Ξέρω ότι μπορώ να τα πάω καλά στα μαθηματικά.				
9	Μισώ το να μελετώ μαθηματικά, ακόμα και τα πιο εύκολα κομμάτια.				
10	Βρίσκομαι πάντα υπό μια τρομερή πίεση στο μάθημα μαθηματικών.				
11	Φοβάμαι να κάνω ερωτήσεις στο μάθημα των μαθηματικών.				
12	*Αισθάνομαι ότι είμαι ένα άτομο που "το έχει" με τα μαθηματικά				
13	Στα μαθηματικά, μου είναι δύσκολο το να αποφασίσω τι πρέπει να κάνω.				
14	Συνήθως αισθάνομαι ανίκανος, -η να λύσω μαθηματικά προβλήματα.				
15	Δεν είμαι το άτομο που τα πάει καλά στα μαθηματικά.				
16	Δεν ξέρω πώς να μελετώ μαθηματικά.				
17	Δεν νομίζω ότι θα μπορούσα να το διαχειριστώ εάν τα μαθηματικά δυσκόλευαν και άλλο.				
18	Είμαι ένας/μία από τους ανθρώπους που δεν γεννήθηκαν για να μάθουν μαθηματικά.				
19	Τα μαθηματικά είναι ένα δύσκολο μάθημα για μένα.				
20	Εκτός από μερικές περιπτώσεις, όση προσπάθεια κι αν καταβάλω, δεν μπορώ να καταλάβω τα μαθηματικά.				
21	Δεν αισθάνομαι τόσο άνετα με τη μελέτη των μαθηματικών σε σχέση με άλλα μαθήματα.				

22	*Τα μαθηματικά μου προκαλούν όμορφα συναισθήματα.				
----	---	--	--	--	--

## 2<sup>η</sup> ΚΛΙΜΑΚΑ

		Διαφωνώ	Διαφωνώ λίγο	Συμφωνώ	Συμφωνώ πολύ
1	Αισθάνομαι ευκολία και άνεση με τα μαθηματικά.				
2	Βρίσκω ενδιαφέρον το μάθημα των μαθηματικών.				
3	Τα μαθηματικά είναι ένα από τα αγαπημένα μου μαθήματα.				
4	Η επίλυση μαθηματικών προβλημάτων είναι πάντα μια ευχάριστη διαδικασία για μένα.				
5	Νιώθω χαρούμενος, -η και ενθουσιασμένος, -η σε ένα μάθημα μαθηματικών σε σύγκριση με οποιοδήποτε άλλο μάθημα.				
6	Θα προτιμούσα τα μαθηματικά στο πρόγραμμα σπουδών μου ως ένα από τα μαθήματά μου για το πανεπιστήμιο.				
7	Τα μαθηματικά δεν με τρομάζουν καθόλου.				
8	Τα μαθηματικά είναι το πιο τρομακτικό μάθημα για μένα.				
9	Αισθάνομαι ανήσυχος, -η πριν μπω στο μάθημα των μαθηματικών.				
10	*Παίρνω με άνεση το λόγο στο μάθημα των μαθηματικών για να κάνω κάποια ερώτηση .				
11	Νιώθω νευρικός,-ή όταν πρόκειται να κάνω ασκήσεις/ εργασίες μαθηματικών.				
12	Τα μαθηματικά αποτελούν "πονοκέφαλο" για μένα.				
13	Φοβάμαι να κάνω ερωτήσεις στο μάθημα των μαθηματικών.				
14	Το μυαλό μου αδειάζει όταν ο δάσκαλος κάνει ερωτήσεις σε σχέση με τα μαθηματικά.				
15	Πάντα φοβάμαι τα διαγωνίσματα στα μαθηματικά				
16	*Περιμένω με ανυπομονησία πριν μπω στο μάθημα των μαθηματικών.				

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΔΟΜΗΜΕΝΕΣ ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΙΣ

1. Γιατί απολαμβάνεις τα μαθηματικά/Υπάρχει κάτι που σου αρέσει στο μάθημα των μαθηματικών
2. Σε βοηθάει κανένας στο σπίτι στα μαθηματικά
3. Γιατί είσαι συνήθως νευρικός, -η στο μάθημα των μαθηματικών
  - Τι σημαίνει λοιπόν για εσένα το να νιώθεις τρομερά νευρικός στο μάθημα των μαθηματικών
  - ή και σε συγκεκριμένες καταστάσεις που αφορούν το μάθημα των μαθηματικών

4. Από τα γνωστικά αντικείμενα των μαθηματικών σε ποιο δυσκολεύεσαι ιδιαίτερα/κάνεις τα περισσότερα λάθη
  - Άλγεβρα
  - Γεωμετρία
  - Αριθμητική
  - Στατιστική και πιθανότητες
  - Μέτρηση
5. Ξεκίνησες να έχεις άγχος για τα μαθηματικά πριν ένα χρόνο/κατά τη διάρκεια της τάδε τάξης/ είχες από πάντα άγχος για τα μαθηματικά κατά τη διάρκεια του σχολείου
6. Νιώθεις καλύτερα για τα μαθηματικά φέτος σε σύγκριση με πέρυσι, ή νομίζεις ότι είναι περίπου το ίδιο; (αναφορικά με τα συναισθήματα του παιδιού για τα μαθηματικά)
7. Πιστεύεις ότι κάποιοι δάσκαλοι που είχες στο παρελθόν σου δημιούργησαν σύγχυση με το μάθημα των μαθηματικών ( στο αντικείμενο Άλγεβρα, Γεωμετρία, Αριθμητική, Στατιστική και πιθανότητες, Μέτρηση). Μπορείς να το εξηγήσεις λίγο περισσότερο;
8. Πως τα πηγαίνουν τα αδέρφια σου στο μάθημα των μαθηματικών
9. Πως τα πηγαίνουν οι συμμαθητές σου/ο διπλάνός σου στο θρανίο/ ή οι φίλοι στο μάθημα των μαθηματικών
10. Πώς νιώθεις μια καθημερινή μέρα όταν διδάσκεσαι μαθηματικά-αδιάφορα πχ όπως στα άλλα μαθήματα
11. Πώς νιώθεις όταν γράφεις κάποιο διαγώνισμα στα μαθηματικά
12. Πιστεύεις ότι αισθάνεσαι λιγότερο σίγουρος στα μαθηματικά σε σχέση με άλλα μαθήματα

## ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

1<sup>α</sup>. Είναι το ορθογώνιο τρίγωνο αμβλυγώνιο; Κυκλώστε τη σωστή απάντηση.

**ΝΑΙ**   **ΟΧΙ**

1<sup>β</sup>. Αιτιολογήσε την απάντησή σου.

.....

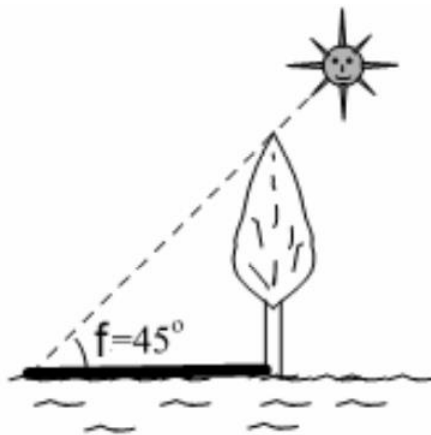
.....

2. Τι είναι το αμβλυγώνιο τρίγωνο;

.....

.....

3. Ένα δέντρο έχει 5 m σκιά και οι ακτίνες του ήλιου με τον ορίζοντα σχηματίζουν γωνία  $f$  ( $f = 45^\circ$ ), όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα. Ποιο είναι το ύψος του δέντρου; Να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.



.....

.....

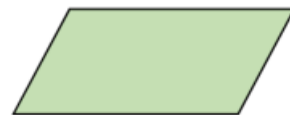
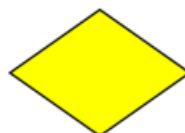
.....

4. Τι είναι εμβαδόν;

.....

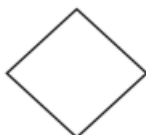
.....

5. Κύκλωσε ποια από τα παρακάτω είναι τετράγωνα:



.....





Κύκλωσε αυτό που σου ταιριάζει:

➤ Ένωσα άγχος κατά τη διάρκεια των ασκήσεων: **1 2 3 4**

**1=Καθόλου άγχος 2= Λίγο άγχος 3=Αρκετό άγχος 4= Πολύ άγχος**

➤ Πόσο δύσκολες σου φάνηκαν οι ασκήσεις: : **1 2 3 4**

**1=Καθόλου δύσκολες 2=Λίγο δύσκολες 3= Αρκετά δύσκολες 4 = Πολύ δύσκολες**



## ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης  
Εργαστήριο Μαθηματικών, Διδακτικής και Πολυμέσων  
Δημοκρατίας 1, Κτήριο "7ης Μαρτίου", Ρόδος 85100  
Καθηγητής Αυγερινός Ε.  
Τηλ. 2241099280

### ΕΝΤΥΠΟ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΓΟΝΕΩΝ

**Αγαπητέ Γονέα,**

Με αυτή την επιστολή σας ενημερώνω για μια έρευνα του Πανεπιστημίου Αιγαίου που αφορά την μελέτη των τελευταίων εξελίξεων για το μαθηματικό άγχος και τα αρνητικά δορυφορικά συναισθήματα για τα μαθηματικά σε μαθητές και μαθήτριες στο Ελληνικό Δημοτικό Σχολείο.

**Τίτλος έρευνας:**

Μια μελέτη για το Μαθηματικό άγχος σε μαθητές στο Ελληνικό Δημοτικό Σχολείο. Διερεύνηση παρεμβάσεων για την άρση του με χρήση Νέων Τεχνολογιών.

**Ερευνήτρια:** Πενέκελη Γεωργία

Αν επιθυμείτε να λάβει μέρος το παιδί σας στην έρευνα, η διαδικασία θα περιλαμβάνει την συμπλήρωση κλιμάκων με κάποιες προτάσεις σε σχέση με τα μαθηματικά και το πως νιώθουν τα παιδιά για το μάθημα αυτό καθώς και έργα μαθηματικών που θα κληθούν αρχικά να λύσουν τα παιδιά και στη συνέχεια η ερευνήτρια θα αξιολογήσει στην τάξη λογισμικό με τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών, προκειμένου τα παιδιά να βοηθηθούν στην επίλυση των έργων. Ορισμένα παιδιά θα επιλεγούν και για να παραχωρήσουν συνέντευξη για το Μαθηματικό άγχος που νιώθουν.

Όλη η διαδικασία θα γίνει μέσα στο σχολείο.

Η συμμετοχή σας στην ερευνητική προσπάθεια κρίνεται πολύ σημαντική προκειμένου να αξιοποιηθούν στοιχεία γύρω από τη σύνδεση μαθηματικού άγχους και μαθηματικής απόδοσης, προκειμένου να υποστηριχθεί η μαθηματική ανάπτυξη των παιδιών. **Η ανωνυμία του παιδιού σας θα διαφυλαχθεί απόλυτα σε κάθε στιγμή.** Για τη διαφύλαξη της ανωνυμίας θα χρησιμοποιηθεί ένας αριθμός αντί για το όνομα του παιδιού σας, όταν καταχωρίσουμε τα στοιχεία στον υπολογιστή. Με τον τρόπο αυτό θα διαφυλαχθεί η ανωνυμία του. **Καμιά πληροφορία για το παιδί σας ονομαστικά δε θα διατεθεί σε άλλα άτομα.**

Το παιδί έχει το δικαίωμα ελεύθερα να αποσυρθεί από την έρευνα όποτε το ζητήσει το ίδιο ή οι γονείς του, χωρίς καμία προειδοποίηση.

**ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΓΟΝΕΑ**

*Ονοματεπώνυμο παιδιού:*.....

Ο/ Η κάτωθι υπογράφων /ούσα

..... έχω ενημερωθεί για τον

σκοπό της έρευνας με τίτλο: «Μια μελέτη για το Μαθηματικό άγχος σε μαθητές στο

Ελληνικό Δημοτικό Σχολείο. Διερεύνηση παρεμβάσεων για την άρση του με χρήση Νέων

Τεχνολογιών» και δίνω εθελουσίως τη συγκατάθεση μου για τη συμμετοχή

του παιδιού μου, με την προϋπόθεση ότι θα έχει το δικαίωμα ελεύθερα να αποσυρθεί από την έρευνα όποτε θελήσει, χωρίς καμία προειδοποίηση.

Τα **αποτελέσματα** της έρευνας θα είναι απολύτως **εμπιστευτικά** και **ανώνυμα**.

### **Υπογραφή**

Ημερομηνία: ...../...../20...

Σας ευχαριστώ πολύ για την πολύτιμη βοήθειά σας!

## ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΗ ΕΡΕΥΝΑ-ΔΙΕΘΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ

Προφορική Ανακοίνωση I και βιβλίο περιλήψεων διεθνούς συνεδρίου



11:15 - 11:30

### Mathematics Anxiety in greek primary school students in Grades 4-6. Does the usage of New Technologies help to cure it?

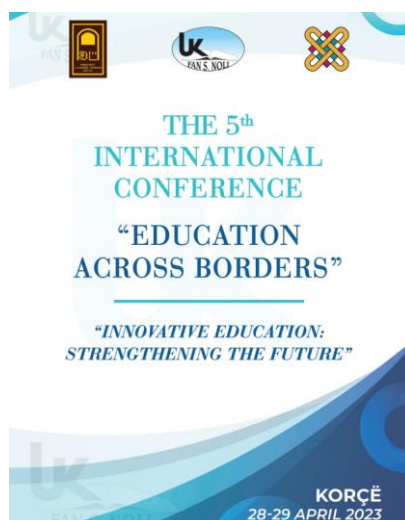
G. Penekeli<sup>1</sup>, E. Avgerinos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Macedonia, Greece

<sup>2</sup>University of the Aegean, Greece

A large proportion of students have serious negative emotional reactions to mathematics. These emotional problems can lead to performance difficulties and/or can become barriers that discourage students from further mathematics education, even if their performance is good. It becomes clear that reducing MA symptoms and through the use of new technologies can be a relevant approach to support children's mathematical development. The purpose of the present research is to study the latest developments on math anxiety and negative satellite emotions for math in male and female students in the Greek primary school grades 4 to 6. In addition, to examine whether the use of New Technologies - with the use of dynamic geometry software - can help to eliminate mathematical anxiety in primary school students. The approach to the subject was carried out through empirical quantitative investigation. Quantitative analysis was carried out in combination with qualitative analysis with semi-structured interview. In the applicability of the research, the results will be valuable for educational designers when designing appropriate applications or software in mathematics, in order to incorporate appropriate technologies to facilitate students' learning motivation in mathematics, especially for students with high anxiety.

Key-words: intervention, GSP, mathematics anxiety, new technologies, primary school



**A STUDY ON MATHEMATICAL ANXIETY IN GREEK PRIMARY SCHOOL STUDENTS. INVESTIGATING INTERVENTIONS TO CURE IT WITH THE USAGE OF NEW TECHNOLOGIES**

**Penekeli Georgia, PhD**

Department of Educational and Social Policy  
University of Macedonia, Thessaloniki  
[georgiakoz2015@hotmail.com](mailto:georgiakoz2015@hotmail.com)

**Evgenios Avgerinos**

Professor of "Mathematics  
Education and Training"  
Department of Education  
University of Aegean, Rhodes  
[eavgerinos@gmail.com](mailto:eavgerinos@gmail.com)

**ABSTRACT**

A large proportion of students have serious negative emotional reactions to mathematics. These emotional problems can lead to performance difficulties and/or can become barriers that discourage students from further mathematics education, even if their performance is good. Over the past decade, many studies have highlighted the negative shorthand long-term effects of MA on children's academic and daily life. Regarding the multiple connection between MA and mathematical performance, it becomes clear that reducing MA symptoms and through the use of new technologies can be a relevant approach to support children's mathematical development. The purpose of the present research is to study the latest developments on math anxiety and negative satellite emotions for math in male and female students in the Greek primary school grades 4 to 6. In addition, it examines whether the use of New Technologies with the use of dynamic geometry software - can help to eliminate mathematical anxiety in elementary school students. The approach to the subject was carried out through empirical quantitative investigation. Quantitative analysis was carried out in combination with qualitative analysis with semi-structured interview. In the applicability of the research, the results will be valuable for educational designers when designing appropriate applications or software in mathematics, in order to incorporate appropriate technologies to facilitate students' learning motivation in mathematics, especially for students with high anxiety.

**Key words:** *Intervention, GSP, mathematics anxiety, new technologies, primary school*

**A STUDY ON MATHEMATICAL ANXIETY IN GREEK PRIMARY SCHOOL STUDENTS. INVESTIGATING INTERVENTIONS TO CURE IT WITH THE USAGE OF NEW TECHNOLOGIES.**

**Penekeli Georgia**

PhD©, Department of Educational and Social Policy, University of Macedonia, Thessaloniki,  
Greece

georgiakoz2015@hotmail.com

**Evgenios Avgerinos**

Professor, of “Mathematics, Mathematics Education and Training”,  
Department of Education, University of Aegean, Rhodes, Greece

eavgerinos@gmail.com

**Abstract:** A large proportion of students have serious negative emotional reactions to mathematics. These emotional problems can lead to performance difficulties and/or can become barriers that discourage students from further mathematics education, even if their performance is good. Over the past decade, many studies have highlighted the negative short- and long-term effects of MA on children's academic and daily life. Regarding the multiple connection between MA and mathematical performance, it becomes clear that reducing MA symptoms and through the use of new technologies can be a relevant approach to support children's mathematical development. The purpose of the present research is to study the latest developments on math anxiety and negative satellite emotions for math in male and female students in the Greek primary school grades 4 to 6. In addition, to examine whether the use of New Technologies - with the use of dynamic geometry software - can help to eliminate mathematical anxiety in elementary school students. The approach to the subject was carried out through empirical quantitative investigation. Quantitative analysis was carried out in combination with qualitative analysis with semi-structured interview. In the applicability of the research, the results will be valuable for educational designers when designing appropriate applications or software in mathematics, in order to incorporate appropriate technologies to facilitate students' learning motivation in mathematics, especially for students with high anxiety.

**Key-words:** GSP, intervention, mathematics anxiety, new technologies, primary school

**Abstrakt:** Një pjesë e madhe e nxënësve kanë reagime serioze negative emocionale ndaj matematikës. Këto probleme emocionale mund të çojnë në vështirësi në performancë dhe/ose mund të bëhen barriera që i dekurajojnë studentët nga edukimi i mëtejshëm i matematikës, edhe nëse performanca e tyre është e mirë. Gjatë dekadës së fundit, shumë studime kanë nxjerrë në pah efektet negative afatshkurtra dhe afatgjata të MA në jetën akademike dhe të përditshme të fëmijëve. Lidhur me lidhjen e shumëfishtë midis MA dhe performancës matematikore, bëhet e qartë se reduktimi i simptomave MA dhe nëpërmjet përdorimit të teknologjive të reja mund të jetë një qasje e rëndësishme për të mbështetur zhvillimin matematikor të fëmijëve. Qëllimi i këtij hulumtimi është të studiojë zhvillimet më të fundit mbi ankthin e matematikës dhe emocionet negative satelitore për matematikën tek nxënësit meshkuj dhe femra në klasat 4 deri në 6 të shkollës fillore greke. Përveç kësaj, të shqyrtohet nëse përdorimi i teknologjive të reja - me përdorimi i softuerit të gjeometrisë dinamike - mund të ndihmojë në eliminimin e ankthit matematik tek nxënësit e shkollave fillore. Qasja ndaj temës u realizua përmes një hetimi sasior empirik. Analiza sasimore u krye në kombinim me analizën cilësore me intervistë gjysmë të strukturuar. Në zbatueshmërinë e hulumtimit, rezultatet do të jenë të vlefshme për dizajnerët arsimorë kur dizajnojnë aplikacione ose softuer të përshtatshëm në matematikë, në mënyrë që të inkorporojnë teknologjitë e duhura për të lehtësuar motivimin e të nxënësve të studentëve në matematikë, veçanërisht për studentët me ankth të lartë.

## **1. Introduction**

Mathematics is often included in the category of difficult subjects by a significant number of children and adults, who tend to experience feelings of anxiety, worry, tension or discomfort when faced with this subject (Dondio, Gusev, & Rocha, 2023) which can seriously disrupt their mathematical learning and performance, both by causing avoidance of mathematical activities and overloading and disruption of working memory during mathematical tasks (Dowker, Sarkar, & Looi, 2016). Affecting 1 in 6 students, this condition is more common among elementary school girls than boys (Luttenberger, Wimmer, & Paechter, 2018; Stoet, Bailey, Moore, & Geary, 2016; Van Mier, Schleepen, & Van den Berg, 2019), thereby exacerbating the existing problem of gender inequality in STEM education (Stoet et al., 2016). MA can already be detected in elementary school children (Ramirez, Gunderson, Levine, & Beilock, 2013), potentially hindering their future occupational performance and career choices (McMullan, Jones, & Lea, 2012).

## **2. Brief literature review of previous research**

Researchers and educators have long recognized the role of mathematics in academic and professional success. One factor that affects learning and knowledge of mathematics is stress (Mononen, Niemivirta, Korhonen, Lindskog, & Tapola, 2021). Math anxiety seems to be as much an aspect of 'stress' as it is an aspect of 'math'. MA occurs when a person experiences emotional disturbances or negative feelings due to situations involving mathematics in learning or daily activities (Namkung, Peng, & Lin, 2019).

In recent years, however, views on the nature of MA and its origin have changed. Researchers observed that since children in fourth or fifth grade experience math anxiety, this means that MA may already have started earlier (Gunderson et al., 2017). The apparent increase in MA with age is consistent with findings showing that other attitudes toward mathematics change with age. Unfortunately, they tend to worsen as children grow older (Dowker, 2005; Mata, Monteiro, & Peixoto, 2012).

For some years, there has been an interesting debate about whether children have the cognitive sophistication to adequately report their feelings about math anxiety (Ashcraft & Krause, 2007; Ganley & McGraw, 2016; Vukovic, Kieffer, Bailey, & Harari, 2013 as cited in Ramirez et al., 2018). MA is considered an important predictor of mathematical skills in school-age children, adolescents, and adults (Dowker, et al., 2016; Zhang, Zhao, & Kong, 2019). In recent years, studies conducted among younger and younger students report in their results that even children starting school feel some level of MA (Carey, Hill, Devine, & Szűcs, 2017; Cargnelutti, Tomasetto, & Passolunghi, 2017 · Ganley, & McGraw, 2016; Harari, Vukovic, & Bailey, 2013 · Hill, Mammarella, Devine, Caviola, Passolunghi, & Szűcs, 2016; Jameson, 2013, 2014; Krinzinger, Kaufmann, & Willmes, 2009; Mutlu, 2019 · Ramirez, Gunderson, Levine, & Beilock, 2013; Ramirez, Chang, Maloney, Levine, & Beilock, 2016; Vukovic, Kieffer, Bailey, & Harari, 2013; Young, Wu, & Menon, 2012; Wu, Barth, Amin, Malcarne, & Menon, 2012 as cited in Szczygieł, 2020).

Findings regarding gender differences in MA are more inconsistent. Although research has not shown gender differences in the links between MA and math achievement (Barroso, Ganley, McGraw, Geer, Hart, & Daucourt, 2021; Zhang et al., 2019) the results of most research on young children show that girls are more anxious about mathematics than boys (Carey et al., 2017; Hill et al., 2016; Szczygieł, 2019; Szczygieł, 2020 as cited in Szczygieł & Pieronkiewicz, 2022), but there are also contradictory studies that prove this fact to be non-existent (Kucian et al., 2018; Ramirez et al., 2018; Young et al., 2012 as cited in Szczygieł & Pieronkiewicz, 2022; Primi, Donati, Izzo, Guardabassi, O'Connor, Tomasetto, & Morsanyi, 2020), while boys have sometimes been found to show higher MA than girls (Dowker et al., 2019).

A frequently reported finding is a negative link between MA and math performance (Barroso et al., 2021). Some studies, mostly cross-sectional, demonstrate the presence of MA already in the first grades of primary school (Szczygieł & Pieronkiewicz, 2022) and its coupling with

lower performance in mathematics (Gunderson et al., 2018; Primi et al., 2020), while other studies fail to detect this negative association (Haase, Júlio-Costa, Pinheiro-Chagas, Oliveira, Micheli, & Wood, 2012; Krinzinger, Kaufmann, & Willmes, 2009 as cited in Mononen et al., 2021).

Research has shown that teaching with technology can improve mathematics learning, for example, by offering the possibility of dynamically connecting different forms of representation and supporting more constructive teaching approaches (Ball, Drijvers, Ladel, Siller, Tabach, & Vale, 2018; Bray & Tangney, 2017; Drijvers, 2019; Drijvers, Ball, Barzel, Heid, Cao, & Maschietto, 2016; Hillmayr, Ziernwald, Reinhold, Hofer, & Reiss, 2020; Olsher & Thurm, 2021 as cited in Thurm, & Barzel, 2022).

Mathematics educators are calling for the implementation of technology in the classroom at all grade levels, ability levels, and across different content areas. The influence of technology has grown to the point where it has become one of the guiding principles of mathematics education (NCTM, 2000, as cited in Dimakos, & Zaranis, 2010). Dynamic mathematics software is an important form to promote the development of educational information and the application of digital learning (Wang, Zhang, Li, Cai, Chen, & Rao, 2020).

The Geometer's Sketchpad' is an excellent and powerful interactive tool for teaching Geometry, Algebra and Trigonometry and an 'open' inquiry learning environment and allows students to create their own understanding of geometry and mathematical ideas (Furner, & Marinas, 2007). Its design and construction were based on long-term research in the area of mathematics teaching. It is an internationally tested learning tool for which there is a rich literature and documentation.

Exceeding MA is considered an important recipe for students to be successful in mathematics (Bolaer, & Staples, 2008). When examining students in some of the studies conducted to eliminate MA, it appears that many researchers suggest different methods (Burton, 1984; Stuart, 2000; Geist, 2010; Alkan, 2013 as cited in Atoyebi, & Atoyebi, 2022). Indeed, technology-based education is suggested as one of the methods to help eradicate MA (Sun & Pyzdrowski, 2009; Istikomah & Sakinah, 2013; Soewardini, Setiawan, Suhartono, Amin, & Bon, 2020; Wangid, Rudyanto, & Gunartati, 2020 as cited in Türkan, & Çetin, 2022) and therefore technology is a useful tool for reducing MA in classrooms (Pokay, & Tayeh, 1997; Wittman et al., 1998; Nelson, & Watson, 1990 -1991; Riley & Evant, 1999 as cited in Sun, & Pyzdrowski, 2009).

Studies to further strengthen the evidence base in the field of technology interventions to reduce or eliminate MA, some future studies should focus on areas such as examining how mathematics applications can support children who do not achieve well in mathematics as well as how they contribute to reducing their MA and these children should be reliably identified in ways that do not threaten the internal validity of the findings. Within-child factors, such as the child's age and language skills, should also be taken into account to understand variability in learning but also in reducing MA with different types and characteristics of math applications (Outhwaite, et al., 2023).

### **3. Brief description of the present research study**

The purpose of the present research is to study the latest developments for MA and the negative satellite feelings about mathematics in male and female students in the Greek primary school from grades 4 to 6. In addition, to examine whether the use of New Technologies - with the use of dynamic geometry software - can help eliminate MA in Primary School students.

## **4. Methodology of the research process**

### **4.1 Research questions**

The research will attempt to provide answers to the following questions:

1. Are the demographic characteristics of the students (gender, class, grade and nationality) related to MA?
2. When does the MA start and how do the students experience it?



3. What can we learn from examining students with high MA and high achievement in mathematics and from students with low MA and low achievement in mathematics?
4. Does the GSP contribute to the reduction of students' MA?

#### **4.2 Sample**

82 children were examined with 32.9% being in the 4th grade of primary school, 18/3% in the 5th grade and the majority 48/8% (40) children being in the 6th grade. Accordingly, 53.66% (44) were girls and 85.4% were of Greek nationality with 11% being of mixed Greek and Balkan nationality.

#### **4.3 Techniques of analysis, presentation and interpretation of the results**

Descriptive statistical analysis and quantitative statistical analysis were applied. In addition, inductive statistical analysis was applied between the variables. Data collection scales for MA were used in conjunction with semi-structured interviews.

### **5. Presentation, Analysis, Discussion of the results**

#### **5.1 Scales**

The children answered questions from 2 related scales, Learning Mathematics Anxiety (LMA) and Perception of Difficulty and Motivation (PDM) as well as questions directly related to Mathematical anxiety as they experienced it (MA). Gender and ethnicity had no role in the score in all three scales while the grade of mathematics had a statistically significant relationship with the score in all three scales especially between low and high grade in mathematics ( $p < 0.01$ ).

#### **5.2 Investigating questionnaire responses - Correlations of demographic variables with questions**

Considering the demographic data, the partial statistical correlations were made to find chance relationships of the demographic factors with the LMA, PDM and MA scales.

Correlations were performed with the non-parametric Spearman's test. Class and age had only a moderate positive correlation with the PDM subscale ( $\rho = 0.229$ ,  $p = 0.039$ ). On the contrary, the grade in mathematics presented large negative correlations with all three scales with the highest correlation with LMA with  $\rho = -0.630$ , ( $p = 0.001$ ), and a little smaller with MA with  $\rho = -0.409$ , ( $p = 0.001$ ).

The individual scales had a large positive correlation as they had much in common in measurement. LMA had  $\rho = 0.781$  ( $p = 0.001$ ) with PDM and  $\rho = 0.682$  ( $p = 0.001$ ) with MA. While PDM had a slightly weaker relationship with MA with  $\rho = 0.554$  ( $p = 0.001$ ).

#### **5.3 Linear multiple regression analysis**

To find the truly independent influencing factors linear regression analysis was performed on the MA scale score using clustered sampling (bootstrapping) to account for the non-parametric nature of the data. From the regression analysis, it appears that only the LMA subscale is the statistically significant independent variable that affects the score on the Mathematical Anxiety scale satisfaction is the level of education (Graph 4.8 and Table 4.9). Specifically, if the score on the LMA scale goes up by 1 the scale increases score by 0.715.

#### **5.4 Exercise rating before and after the intervention**

After answering the questionnaires, an intervention was made using the Geometer's Sketchpad dynamic geometry software.

Scores on the exercises were scored as correct, incorrect and partially correct. In all but the last one where they had to circle the square between different shapes there was a noticeable difference in improvement.

### **5.5 Interviews and CHIC analysis**

10 semi-structured interviews were conducted which after grouping the answers were presented per question as well as chic analysis was conducted.

### **6. Summary of all findings – Discussion**

The main purpose of this study was to investigate MA and negative satellite emotions related to mathematics in students of grades 4-6 in primary school. In addition, it examined whether the dynamic geometry software – GSP can help eliminate the MA of the participating male and female students of the research. The research data were obtained through the collection of data from scales for MA, from semi-structured interviews and from mathematical projects in conjunction with the implementation of the intervention in the experimental group. The following findings-conclusions emerge from this research:

- Gender and ethnicity had no role in the score on both scales of the MA.
- The grade of mathematics had a statistically significant relationship with the score on both scales of MA especially between low and high grade in mathematics ( $p < 0.01$ ).
- The factor grade and score on the MA scales showed no differences between the scales and differential grades except for the PDM scale where there was a marginally non-statistically significant difference between 5th and 6th grade with a mean score of 13.33 versus 16.25 for 6th grade.
- The MA in the Greek primary school starts either in the 5th grade or from the beginning and the grades 1 – 3 of the Greek primary school.
- Students in the Greek primary school experience MA as (1) stress in learning mathematics and (2) stress in assessment of mathematics.
- The symptoms of MA reported by the students in our sample include uncomfortable feelings arising from unstable emotional states in relation to some mathematical task.
- As many studies have focused on the extremes of scattered mathematical performance and MA (while there is a complete absence of evidence in this part in Greek studies) students with high MA and high mathematical performance and low MA and low mathematical performance were examined in a Greek study.
- For the one student with low MA and low math achievement, MA did not seem to affect math performance beyond current skill level while it did not seem to affect in stressful situations, e.g. time pressure in competitions, high stakes). His MA tends to occur at certain times.
- For the two students with high MA and high math achievement MA seems to affect math performance beyond the current skill level which was very good mainly in stressful situations while their MA does not subside spontaneously and shows some duration.
- The dynamic geometry software GSP contributed to the reduction of MA in the part of the sample of 39 students who belonged to the experimental group.
- The dynamic geometry software GSP contributed to an improvement in the mathematical projects and the percentage of correct answers that the students were asked to complete.

Therefore, this study is a multidimensional response to the gap in the research literature on MA in school-aged children (of course taking into account the limitations of the study). Some research suggestions for the future that could be considered in planning future research based on the present study providing useful directions are listed below.

## **7. Conclusions – Suggestions**

This study aimed to ascertain the latest developments for MA and the negative satellite feelings about mathematics in male and female students in the Greek primary school from grades 4 to 6. In addition, to examine whether the use of New Technologies - with the use of dynamic geometry software - can help eliminate MA in Primary School students.

After careful analysis of the data from this study, it is clear that there is a significant relationship between MA and math achievement. These findings could help inform next steps to improve student achievement and student development in mathematics. To reduce the symptoms of MA, or even to prevent it outright, our research supports the need to build and develop students' confidence in mathematics.

Primarily, a technology-assisted intervention program could be developed to target students with high levels of MA. Professional development could also be provided to classroom teachers to implement instructional technology-assisted strategies that have been proven to reduce MA in students. Perhaps a reformed math classroom with the help of technology would improve retention of math concepts and help reduce MA. Finally, it is good for teachers to reflect the 'Math Anxiety Bill of Rights' in their classroom culture, exposing students to a culture and climate of redefining mathematical success.

The research is an important effort both globally and locally, as it examines a primary school sample for which additional knowledge about mathematics anxiety is needed.

Based on the findings of this study, even more questions can arise such as:

- What resources can be made available to students outside the classroom in order to combat their MA? and
- What teaching strategies enhance the reduction of academic stress in all subjects including mathematics?

Possible extensions of the present research could be a. the study of the role of MA in the development of flexible strategic thinking and conceptual understanding. Mathematical flexibility describes the ability to flexibly switch between different strategies and reasoning when doing math, which is considered a critical skill for solving new and unfamiliar math problems

Further investigations could focus on the longitudinal cause-effect relationships between the variables. A critical next step for future research is to examine both the role of cultural factors in the origin, prevalence, and distribution of MA and how best to intervene to mitigate its negative effects on math performance and participation in STEM occupations. Finally, as MA needs to be addressed both with interventions and the use of technology that focus on students' attitudes and beliefs, metacognition, and motivation.

## **References-Bibliography**

Atoyebi, O. M., & Atoyebi, S. B. (2022). Do technology-based approaches reduce mathematics anxiety? A systematic literature review. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 06(10), 502–509. <https://doi.org/10.47772/ijriss.2022.61027>

Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., & Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147(2), 134–168. <https://doi.org/10.1037/bul0000307>

Boaler, J., & Staples, M. (2008). Creating mathematical futures through an equitable teaching approach: The case of Railside School. *Teachers College Record*, 110(3), 608–645.

- Dimakos, G., & Zaranis, N. (2010). The influence of the geometer's sketchpad on the geometry achievement of greek school students. *The teaching of mathematics*, 13(2), 113-124.
- Dondio, P., Gusev, V., & Rocha, M. (2023). Do games reduce maths anxiety? A meta-analysis. *Computers & Education*, 194, 104650. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104650>
- Dowker, A. (2005). Early Identification and Intervention for Students with Mathematics Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 324. <http://dx.doi.org/10.1177/00222194050380040801>
- Dowker, A., Cheriton, O., Horton, R., & Mark, W. (2019). Relationships between attitudes and performance in young children's mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 100(3), 211–230. <https://doi.org/10.1007/s10649-019-9880-5>
- Furner, J. M., & Marinas, C.A. (2007). Geometry Sketching Software for Elementary Children: Easy as 1, 2, 3. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 83-91. <https://pdfs.semanticscholar.org/1337/5b67deed17583dcbf0accb18cc074b436fa7.pdf>
- Gunderson, E. A., Park, D., Maloney, E. A., Beilock, S. L., & Levine, S. C. (2017). Reciprocal relations among motivational frameworks, math anxiety, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 19(1), 21–26. doi:10.1080/15248372.2017.1421538
- Li, Q., Cho, H., Cosso, J. et al. (2021). Relations Between Students' Mathematics Anxiety and Motivation to Learn Mathematics: a Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 33, 1017–1049.
- Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, Volume 11, 311–322. <https://doi.org/10.2147/prbm.s141421>
- Mata, M. de L., Monteiro, V., Peixoto, F. (2012). Attitudes towards Mathematics: Effects of Individual, Motivational, and Social Support Factors", *Child Development Research*, 2012, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2012/876028>
- McMullan, M., Jones, R., & Lea, S. (2012). Math anxiety, self-efficacy, and ability in British undergraduate nursing students. *Research in Nursing and Health*, 35(2), 178-86. doi: 10.1002/nur.21460.
- Mononen, R., Niemivirta, M., Korhonen, J., Lindskog, M., & Tapola, A. (2021). Developmental relations between mathematics anxiety, symbolic numerical magnitude processing and arithmetic skills from first to second grade. *Cognition and Emotion*, 36(3), 452–472. <https://doi.org/10.1080/02699931.2021.2015296>
- Namkung, J.M., Peng, P. & Lin, X. (2019) The Relation between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance among School-Aged Students: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 89, 459-496. <https://doi.org/10.3102/0034654319843494>
- Outhwaite, L.A., Early, E., Herodotou, C., & Van Herwegen, J. (2023). *Can Maths Apps Add Value to Learning? A Systematic Review* (CEPEO Working Paper No. 23-02). Centre for Education Policy and Equalising Opportunities, UCL. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:ucl:cepeow:23-02>
- Primi, C., Donati, M. A., Izzo, V. A., Guardabassi, V., O'Connor, P. A., Tomasetto, C., & Morsanyi, K. (2020). The Early Elementary School Abbreviated Math Anxiety Scale (the EES-

AMAS): A new adapted version of the AMAS to measure math anxiety in young children. *Frontiers in Psychology*, 11, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01014> Ramirez, G., Chang, H., Maloney, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L.

Quintero, M., Hasty, L., Li, T., Song, S., Wang, Z. (2022). A multidimensional examination of math anxiety and engagement on math achievement. *British Journal of Educational Psychology*, 92(3), 955-973. doi: 10.1111/bjep.12482.

Rada, E., & Lucietto, A. (2022). Math Anxiety – A Literature Review on Confounding Factors. *Journal of Research in Science, Mathematics and Technology Education*, 5(2), 117-129. <https://doi.org/10.31756/jrsmt.12040>

Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2013). Math anxiety, working memory, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 14(2), 187–202. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.664593>

Stoet, G., Bailey, D. H., Moore, A. M., & Geary, D. C. (2016). Countries with higher levels of gender equality show larger national sex differences in mathematics anxiety and relatively lower parental mathematics valuation for girls. *PLOS ONE*, 11(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153857>

Sun, Y., & Pyzdrowski, L. (2009). Using Technology as a Tool to Reduce Mathematics Anxiety. *The Journal of Human Resource and Adult Learning*, 5(2),38-44.

Szczygieł, M. (2020). Gender, general anxiety, math anxiety and math achievement in early school-age children. *Issues in Educational Research*, 30(3), 1126-1142. <http://www.iier.org.au/iier30/szczygiel.pdf>

Szczygieł, M., & Pieronkiewicz, B. (2022). Exploring the nature of math anxiety in young children: Intensity, prevalence, reasons. *Mathematical Thinking and Learning*, 24(3), 248–266. <https://doi.org/10.1080/10986065.2021.1882363>

Thurm, D., & Barzel, B. (2022). Teaching mathematics with technology: A multidimensional analysis of teacher beliefs. *Educational Studies in Mathematics*, 109(1), 41–63. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10072-x>

Türkan, A., & Çetin, H. (2022). Effectiveness of augmented reality-based applications on liquid measurement theme in Mathematics course: An experimental study. *Psycho-Educational Research Reviews*, 11(2). [https://doi.org/10.52963/perr\\_biruni\\_v11.n2.23](https://doi.org/10.52963/perr_biruni_v11.n2.23)

Van Mier, H. I., Schleepen, T. M., & Van den Berg, F. C. (2019). Gender differences regarding the impact of math anxiety on arithmetic performance in second and fourth graders. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02690>

Wang, J., Zhang, L., Li, C., Cai, R., Chen, W., & Rao, Y. (2020). *Research on the Evaluation of Dynamic Mathematics Software Based on User Experience*. 15th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE). <https://doi.org/10.1109/iccse4987>

Zhang, J., Zhao, N., & Kong, Q. P. (2019). The relationship between math anxiety and math performance: A Meta-analytic investigation. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01613>

Živković, M., Pellizzoni, S., Mammarella, I.C., Passolunghi, M.C. (2022). Executive functions, math anxiety and math performance in middle school students. *British Journal of Developmental Psychology*, 40(3), 438-452. doi: 10.1111/bjdp.12412.

