



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ - ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΩΝ - ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ

ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ – ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Εμφάνισεις όψεων του θυμικού στα σχολικά
εγχειρίδια μαθηματικών**

ΜΑΡΓΑΡΙΤΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

ΑΜ Δ201522

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΣΠΥΡΟΥ

ΑΘΗΝΑ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2019

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία
εκπονήθηκε στα πλαίσια των σπουδών
για την απόκτηση του
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης
που απονέμει το
Διαπανεπιστημιακό – Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στη
«Διδακτική και Μεθοδολογία των Μαθηματικών»

Εγκρίθηκε την 26^η Σεπτεμβρίου 2019 από **Εξεταστική Επιτροπή** αποτελούμενη από τους :

Όνοματεπώνυμο	Βαθμίδα
▪ Π. Σπύρου (Επιβλέπων)	πρ. Αναπλ. Καθηγητή, ΕΚΠΑ
▪ Δ. Πόταρη	Καθηγήτρια, ΕΚΠΑ
▪ Χ. Τριανταφύλλου	Επικ. Καθηγήτρια, ΕΚΠΑ

Η εκπόνηση της παρούσας Διπλωματική Εργασία πραγματοποιήθηκε υπό την καθοδήγηση της **Συμβουλευτική Επιτροπή** αποτελούμενη από τους:

Όνοματεπώνυμο	Βαθμίδα
▪ Π. Σπύρου (Επιβλέπων)	πρ. Αναπλ. Καθηγητή, ΕΚΠΑ
▪ Χ. Τριανταφύλλου	Επικ. Καθηγήτρια, ΕΚΠΑ
▪ Α. Μούτσιο-Ρέντζο	Εξωτ. Συνεργάτη, Δρ. Διδακτικής των Μαθηματικών

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά:

- Τον επιβλέποντά μου κ. Παναγιώτη Σπύρου, για τις εποικοδομητικές μας συζητήσεις και για την συνολική του συνεισφορά στην επιμόρφωση μου.
- Την κ. Χρυσανγή Τριανταφύλλου, που με τίμησε με τη συμμετοχή της στη συμβουλευτική επιτροπή.
- Τον κ. Ανδρέα Μούτσιο-Ρέντζο, μέλος της συμβουλευτικής μου επιτροπής, για την άριστη συνεργασία που είχαμε, την αμέριστη υπομονή και κατανόηση που επέδειξε, τις εύστοχες παρατηρήσεις και συμβουλές του και την καταλυτική καθοδήγηση του.
- Την κ. Δέσποινα Πόταρη και τον κ. Γιώργο Ψυχάρη, για την διαφορετική οπτική που μου προσέδωσαν στο πεδίο της Διδακτικής των Μαθηματικών.
- Όλους τους διδάσκοντες και τις διδάσκουσες του μεταπτυχιακού προγράμματος, για τις γνώσεις που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ	7
ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	8
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	10
ABSTRACT	11
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	15
2.1. Σχολικά Εγχειρίδια	15
2.1.1. Η έρευνα στην ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων.....	17
2.1.2. Η έρευνα στην ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων στη χώρα μας.....	19
2.2. Η έρευνα πάνω στο θυμικό	20
2.2.1. Οι διαστάσεις του θυμικού και η αλληλεπίδραση μεταξύ τους	24
2.2.2. Η εξέλιξη της μεθοδολογίας της έρευνας για την μέτρηση του θυμικού....	26
2.2.3. Ο ρόλος των αξιών στην μελέτη του θυμικού.....	29
2.3. Θεσμικές Αξίες και σχολικά εγχειρίδια	31
2.4. Η Ανάλυση Συναισθήματος	33
2.4.1. Κατηγοριοποίηση διαδικασιών Ανάλυσης Συναισθήματος: Διαδικασίες που βασίζονται σε λεξικά	33
2.4.2. Κατηγοριοποίηση διαδικασιών Ανάλυσης Συναισθήματος: Διαδικασίες μηχανικής μάθησης.....	37
2.4.2.1. Μοντέλα Επιβλεπόμενης Μάθησης: Σύστημα Naïve Bayes Classifier.	39

2.4.2.2. Μοντέλα Επιβλεπόμενης Μάθησης: Σύστημα Support Vector Machines algorithm (SVM)	39
2.4.2.3. Μοντέλα Επιβλεπόμενης Μάθησης: Σύστημα Τεχνητών νευρωνικών δικτύων.....	40
2.4.3. Εξαγωγή χαρακτηριστικών	42
2.4.3.1. Εξαγωγή χαρακτηριστικών: Σύστημα Bag of words	42
2.4.3.2. Εξαγωγή χαρακτηριστικών: Σύστημα N-Grams	43
2.4.3.3. Εξαγωγή χαρακτηριστικών: Σύστημα Συντακτικών εξαρτήσεων (Syntactic dependencies)	43
2.5. Εργαλεία ανάλυσης όψεων του θυμικού	44
2.5.1. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού.....	45
2.5.1.1 Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα pSenti	46
2.5.1.2. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα Niosto.....	47
2.5.1.3. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα Gavagai.....	48
2.5.1.4. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα Socialsensor.48	
2.5.1.5. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Συστήματα IBM Watson Natural Language Understanding - Microsoft Azure Text Analytics API-Repustate	48
2.5.1.6. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα General Architecture for Text Engineering (GATE).....	49
2.5.1.7. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα Sentistrengt.50	
2.5.1.8. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα T-LAB.....	50
2.5.1.9. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα Word2V.....	51
2.5.2. Λογισμικά Ποιοτικής Ανάλυσης.....	55
2.5.2.1. Λογισμικά Ποιοτικής Ανάλυσης: Σύστημα Dedoose.....	55
2.5. 2.2. Λογισμικά Ποιοτικής Ανάλυσης: Σύστημα nVivo.....	56

2.5.2.3. Λογισμικά Ποιοτικής Ανάλυσης: Σύστημα Emolex.....	57
2.5.2.4. Λογισμικά Ποιοτικής Ανάλυσης: Σύστημα Antconc	57
2.5.2.5. Λογισμικά Ποιοτικής Ανάλυσης: Σύστημα Atlas.ti.....	60
2.5.3. Κειμενογράφοι	60
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	62
3.1. Λογισμικό DocParser	63
3.2. Ανάλυση μέσω συστήματος Sentistrength.....	64
3.3. Ανάλυση μέσω κειμενογράφου	70
3.4. Περιορισμοί της έρευνας.....	73
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	75
4.1. Αποτελέσματα ανάλυσης μέσω Sentistrength.....	75
4.2. Αποτελέσματα ανάλυσης μέσω Notepad++.....	77
4.3.Μελέτη αποτελεσμάτων κατά την μετάβαση από Γυμνάσιο σε Λύκειο	80
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	83
5.1. Εισηγήσεις για περαιτέρω έρευνα.....	88
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	89

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Κατηγοριοποίηση των αξιών στην Μαθηματική εκπαίδευση κατά Seah (2001),(αναφορά σε Dede Y., 2006).....	32
Πίνακας 2. Συνοπτική παρουσίαση των Εξειδικευμένων Λογισμικών Ανάλυσης Θυμικού.....	53
Πίνακας 3. Συνοπτική παρουσίαση των Λογισμικών Ποιοτικής Ανάλυσης.....	59
Πίνακας 4.Εμφάνιση πολικότητας συναισθήματος στα σχολικά εγχειρίδια (συχνότητα).....	76
Πίνακας 5. Εμφάνιση πολικότητας συναισθήματος στα σχολικά εγχειρίδια (ποσοστά).....	76
Πίνακας 6. Εμφάνιση αξιών στα σχολικά εγχειρίδια (συχνότητα)	79
Πίνακας 7. Εμφάνιση αξιών στα σχολικά εγχειρίδια (ποσοστά)	79
Πίνακας 8. Συγκριτικό εμφάνισης συναισθήματος στα σχολικά εγχειρίδια Γ' Γυμνασίου - Α' Λυκείου (ποσοστά / συχνότητα).....	81
Πίνακας 9. Σύγκριση ποσοστών εμφάνισης αξιών στα σχολικά εγχειρίδια Γ' Γυμνασίου -Α' Λυκείου.....	81
Πίνακας 10. Ποσοστά εμφάνισης Δεκτικότητας (openness) στα σχολικά εγχειρίδια.....	81
Πίνακας 11. Πίνακας : Ποσοστά εμφάνισης συναισθημάτων και αξιών στα σχολικά εγχειρίδια.....	86

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Το τετραεδρικό πλαίσιο των DeBellis και Goldin (1997).....	23
Σχήμα 2. Αναγνώριση των κοινωνικών και ψυχολογικών διαστάσεων των καταστάσεων και των χαρακτηριστικών της γνώσης, των κινήτρων και των συναισθημάτων (Hannula, 2011, σελ.46).....	26
Σχήμα 3. Διάκριση των τεχνικών ανάλυσης συναισθήματος (Medhat W., κ.α., 2014).....	41
Σχήμα 4: Ο κώδικας για το πρόγραμμα DocParser.....	63
Σχήμα 5: Απόσπασμα από την εφαρμογή του DocParser στο βιβλίο της Γ' Γυμνασίου.....	64
Σχήμα 6: Απόσπασμα από το βιβλίο της Γ' Γυμνασίου (σελ.25).....	65
Σχήμα 7: Μετατροπή του αποσπάσματος από το βιβλίο της Γ' γυμνασίου σε μορφή αρχείου κειμένου (txt).....	65
Σχήμα 8: Μετατροπή του αρχείου κειμένου σε προτάσεις χωρισμένες ανά κόμμα ή τελεία μέσω του DocParser.....	66
Σχήμα 9: Ανάλυση του αρχείου κειμένου μέσω του συστήματος Sentistrength.....	67
Σχήμα 10: Εξαγωγή αποτελεσμάτων του συστήματος Sentistrength για ανάλυση της αντίστοιχα αριθμημένης γραμμής.....	67
Σχήμα 11: Εξαγωγή αποτελεσμάτων του συστήματος Sentistrength με απαλοιφή των ουδέτερων στοιχείων.....	68
Σχήμα 12: Παρουσίαση αποτελεσμάτων εμφάνισης συναισθήματος ανά γραμμή κειμένου μέσω του συστήματος Sentistrength σε συγκεντρωτικό πίνακα σε μορφή Excel για το βιβλίο της Γ' Γυμνασίου.....	69
Σχήμα 13: Επισκόπηση διαδικασίας μέσω συστήματος Sentistrength.....	70
Σχήμα 14: Απεικόνιση πολλαπλής αναζήτησης όψεων του θυμικού μέσω του συστήματος Notepad++.....	73

Σχήμα 15. Απόσπασμα από το βιβλίο της Γ' Γυμνασίου (σελ.25).....	84
Σχήμα 16. Εμφάνιση του αποσπάσματος σε αρχείο κειμένου πριν την εφαρμογή του DocParcer.....	85
Σχήμα 17. Εμφάνιση του αποσπάσματος σε αρχείο κειμένου μετά την εφαρμογή του DocParcer.....	85

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρωνόμαστε στις όψεις του θυμικού της μαθησιακής διαδικασίας, όπως τα συναισθήματα, τη στάση, τη διάθεση, τα κίνητρα, τις προσδοκίες και τις πεποιθήσεις των μαθητών. Διάφορες έρευνες έχουν αναδείξει την συμβολή και την λειτουργικότητα αυτών των μη γνωστικών παραγόντων για την εξέλιξη των μαθητών τόσο στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση όσο και στην ανώτερη εκπαίδευση με την αναγνώριση και την κατηγοριοποίηση των θυμικών δεικτών να έχει δημιουργήσει μεγάλο ενδιαφέρον στην ερευνητική κοινότητα. Στην παρούσα έρευνα, θα αναζητήσουμε τις όψεις του θυμικού που εμφανίζονται στα σχολικά εγχειρίδια μαθηματικών διερευνώντας τις δυνατότητες και τους περιορισμούς της χρήσης λογισμικών και κανόνων μηχανικής αναγνώρισης και κατηγοριοποίησης σε μια τέτοια διαδικασία.

Λέξεις κλειδιά: θυμικό, ανάλυση συναισθήματος, μαθηματικά σχολικά εγχειρίδια

ABSTRACT

In this thesis we focus on aspects of the affect in the learning process, such as student's feelings, attitudes, moods, motivations, expectations and beliefs. Various researches have shown the contribution and functionality of these non-cognitive factors to the development of students in both secondary and higher education where the recognition and categorization those aspects have generated great interest in the research community. In the present study, we will explore the aspects of the affect appearing in mathematics textbooks by exploring the possibilities and limitations of using software and means for mechanical identification and categorization in such a process.

Keywords: affect, emotion analysis, mathematics textbooks

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παρόλο που τα σχολικά εγχειρίδια παίζουν καθοριστικό ρόλο στην καθημερινή εκπαιδευτική πρακτική, λίγες είναι οι έρευνες που μελετήσε τη σχέση ανάμεσα στα σχολικά μαθηματικά εγχειρίδια και του περιεχομένου τους, με την πλειοψηφία αυτών να διερευνούν τον τρόπο χρήσης τους από τους εκπαιδευτικούς. Προκειμένου όμως να μελετήσουμε το είδος της μαθηματικής γνώσης που αποκομίζουν οι μαθητές στο σχολείο, πρέπει εκτός από τον τρόπο χρήσης των εγχειριδίων να εξετάσουμε και το περιεχόμενο τους, μιας και αυτό δημιουργεί το σώμα της γνώσης αυτής, εφόσον αποτελούν το βασικό υλικό για την μεταβίβαση της μαθηματικής γνώσης, αλλά και το αντίστοιχο υλικό το οποίο έχει επιλεγεί από την εκάστοτε ερευνητική ομάδα με σκοπό τη διάθεσή του στους μαθητές (Valverde, κ.α., 2002).

Στην παρούσα διπλωματική εργασία διερευνούμε ορισμένες εκ των μη γνωστικών παραμέτρων της μάθησης των μαθηματικών, το σχετικό με τα μαθηματικά θυμικό (affect) των μαθητών. Πρωταρχικά, προσπαθούμε να προσεγγίσουμε την έννοια του σχετικού με τα μαθηματικά θυμικού, ποιες είναι οι όψεις του και πως εξελίσσονται οι έννοιες μέσα από την έρευνα. Τα ζητήματα που σχετίζονται με το σχετικό με τα μαθηματικά θυμικό βρίσκονται στο επίκεντρο της προσοχής πολλών ερευνητών οι οποίοι τα τελευταία χρόνια εμπλουτίζουν τη βιβλιογραφία με νέες έννοιες, κατηγοριοποιήσεις και ευρήματα. Διάφορες έρευνες έχουν αποδείξει την προγνωστική δύναμη των θυμικών παραγόντων για την επιτυχία τόσο στην δευτεροβάθμια όσο και στην ανώτερη εκπαίδευση, καθώς και στον επαγγελματικό τομέα γενικά (Heckman, κ.α., 2006).

Μετέπειτα επιχειρείται μία εισαγωγή στο αντικείμενο της Ανάλυσης Συναισθήματος (sentiment analysis) όπως συχνά συναντάται στη διεθνή βιβλιογραφία. Η ανάλυση συναισθήματος είναι ταυτόσημη με την έννοια της Εξόρυξης Γνώμης (opinion mining) και αναφέρεται στη διαδικασία της αναγνώρισης του συναισθηματικού υπόβαθρου που χαρακτηρίζει ένα σώμα κειμένου. Είναι η μελέτη των συναισθημάτων, των απόψεων και των στάσεων των ανθρώπων ως προς μία συγκεκριμένη οπτική. Παρουσιάζονται οι δύο βασικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται στην Ανάλυση συναισθήματος, οι βασισμένες σε λεξικά και οι βασισμένες στη μηχανική μάθηση, όπου αναλύονται οι βασικές τους έννοιες, τα

προβλήματα που αυτές καλούνται να αντιμετωπίσουν και τους αλγορίθμους που χρησιμοποιούν.

Ενώ η ανάλυση του θυμικού για κείμενα στην Αγγλική γλώσσα έχει εξελιχθεί σε ένα πολύ ενεργό ερευνητικό πεδίο τα τελευταία χρόνια, έχουν δημοσιευθεί ελάχιστες εργασίες σχετικά με εφαρμογές για την Ελληνική γλώσσα. Πιο συγκεκριμένα βιβλιογραφικά δεν κατέστη δυνατόν να εντοπιστεί ανάλυση στα Ελληνικά σε μαθηματικό εγχειρίδιο. Είναι γεγονός ότι η ελληνική γλώσσα δημιουργεί ιδιαίτερες προκλήσεις στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP), μέσω της χρήσης λογισμικών και κανόνων μηχανικής αναγνώρισης, και συγκεκριμένα για την θυμική ανάλυση, λόγω των πολύπλοκων μορφολογικών της χαρακτηριστικών μιας και η ίδια έννοια μπορεί να εμφανίζεται στο κείμενο μέσω πολλών διαφορετικών λέξεων με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτή η αντιστοίχιση μεταξύ των όρων που περιέχονται στο λεξιλόγιο και εκείνων που περιέχονται στα έγγραφα (Giatsoglou M., κ.α., 2017).

Για να καλύψουμε αυτή την έλλειψη, επιχειρούμε να διερευνήσουμε τα μεθοδολογικά εργαλεία που μπορεί να χρησιμοποιηθούν, μέσω της χρήσης λογισμικών, για την αναγνώριση των θυμικών δεικτών καθώς και την δυνατότητα αξιοποίησής τους σε κείμενα γραμμένα στην Ελληνική γλώσσα.

Ποιο συγκεκριμένα, η συνεισφορά της παρούσας έρευνας συνοψίζεται ως εξής:

- Παρουσιάζονται κατηγοριοποιημένα όλα τα λογισμικά μέσω των οποίων μπορεί να γίνει ανάλυση κειμένου ως προς το θυμικό για χρήση σε Ελληνική γλώσσα.
- Παρουσιάζονται οι δυνατές επεκτάσεις που μπορούν να γίνουν σε καθένα από αυτά είτε για προσαρμογή στην Ελληνική γλώσσα είτε για βελτίωση των δυνατοτήτων τους.
- Αναπτύχθηκε ένα νέο πλαίσιο ανάλυσης κειμένων για τις ανάγκες της μελέτης των σχολικών εγχειριδίων στην Ελληνική γλώσσα.

Η υπόλοιπη εργασία οργανώνεται ως εξής. Στο Κεφάλαιο 2 αναλύεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση ενώ πληροφορίες σχετικά με τα λογισμικά που διερευνούνται σε αυτή τη μελέτη δίνονται στο Κεφάλαιο 3. Στο ίδιο κεφάλαιο εξηγούνται λεπτομερώς και όλες οι φάσεις της μελέτης μας ενώ τα πειραματικά

αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 4. Στο Κεφάλαιο 5 αναλύονται τα πειραματικά αποτελέσματα και η παρούσα εργασία ολοκληρώνεται με τελικές παρατηρήσεις και μελλοντικές προεκτάσεις στο ίδιο κεφάλαιο.

2.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1. Σχολικά Εγχειρίδια

Το σχολικό εγχειρίδιο αποτελεί μία από τις βασικές κατασκευές που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στη σχολική πραγματικότητα η οποία υπερβαίνει την τάξη, τους εκπαιδευτικούς, τους εκπαιδευόμενους και τη σχολική μονάδα, όντας κοινός τόπος αναφοράς όλων των σχολικών μονάδων στις οποίες χρησιμοποιείται (Μούτσιος-Ρέντζος & Πιτσιλή-Χατζή, 2014). Είναι ευρέως αποδεκτό ότι τα σχολικά εγχειρίδια των Μαθηματικών έχουν μεγάλη επίδραση στη διδασκαλία (Valverde, G. A., κ.α , 2002). Παράλληλα, τα τελευταία χρόνια, αρκετές έρευνες έχουν εστιάσει στη μελέτη των χαρακτηριστικών των σχολικών εγχειριδίων των Μαθηματικών, καθώς το σχολικό εγχειρίδιο θεωρείται ο ενδιάμεσος κρίκος ανάμεσα στο Πρόγραμμα Σπουδών και την παιδαγωγική πρακτική στη σχολική τάξη. Το σχολικό εγχειρίδιο μαζί με το Πρόγραμμα Σπουδών αποτελούν το μόνιμο και μοναδικό ίσως άμεσο βοηθό του εκπαιδευτικού στο έργο του. Η σημασία του σχολικού εγχειριδίου και για τους μαθητές, ειδικά στη χώρα μας που δεν έχει τεθεί σε εφαρμογή ο θεσμός του πολλαπλού βιβλίου, ελάχιστα αμφισβητείται. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε ότι το μεγαλύτερο μέρος της διδακτικής ώρας αφιερώνεται στην ενασχόληση των καθηγητών και των μαθητών με το σχολικό εγχειρίδιο, πράγμα που σημαίνει ότι πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή τόσο στο περιεχόμενο, όσο και στον τρόπο που αυτό παρουσιάζεται (Νταραδήμος, 2015). Σε πολλές χώρες, όπως η Ελλάδα, οι εκπαιδευτικοί τείνουν, σε διαφορετικό βαθμό, να στηρίζονται σε συγκεκριμένα εγχειρίδια για την οργάνωση της διδασκαλίας του και την ανάθεση εργασιών για το σπίτι., τα οποία είτε υιοθετούνται από τις σχολικές περιφέρειες, είτε εγκρίνονται από την κυβέρνηση (Stylianides, 2014). Επομένως, ο τρόπος με τον οποίο έρχονται σε επαφή οι μαθητές με τη νέα γνώση εξαρτάται άμεσα από το περιεχόμενο του σχολικού εγχειριδίου, τις μαθηματικές δραστηριότητες που περιλαμβάνει και τον τρόπο με τον οποίο αυτές χρησιμοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς (Γκενέ, 2016). Τα σχολικά εγχειρίδια αποτελούν την πηγή της δυνητικής μάθησης, εφόσον η γνώση που τελικά αποκομίζουν οι μαθητές από αυτά και η χρησιμότητα της μάθησης αυτής μεταδίδονται μέσα στο πλαίσιο του σχολείου. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα εγχειρίδια, είτε με θετικά είτε με αρνητικά αποτελέσματα, κυριαρχούν στη γνώση που αποκομίζουν τελικά οι μαθητές αφού μέσω αυτών οφείλεται το αποτέλεσμα της

μάθησης στα περισσότερα γνωστικά αντικείμενα. Για τους περισσότερους μαθητές, τα σχολικά εγχειρίδια αποτελούν την πρώτη και ίσως την μοναδική έκθεση τους σε μαθηματικά εγχειρίδια (Haggarty L.& Pepin B., 2002). Σύμφωνα με τον Begle (1973), το σχολικό εγχειρίδιο αποτελεί τη μοναδική μεταβλητή που από την μία είναι διαχειρίσιμη και από την άλλη όντως επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο που μαθαίνουν οι μαθητές. Στην Ελλάδα, τα σχολικά εγχειρίδια είναι κοινά για όλους τους μαθητές ανεξαρτήτως σχολικής μονάδας της περιφέρειας, συγγράφονται από συγκεκριμένη ομάδα εκπαιδευτικών και διατίθενται στους μαθητές μέσω της σχολικής μονάδας.

Σύμφωνα με τους Valverde κ.α., (2002), υπάρχει και η διάσταση της σύνδεση των σχολικών εγχειριδίων με την εκάστοτε εκπαιδευτική πολιτική, γεγονός που έχει τονιστεί από πληθώρα ερευνητών της διδακτικής των Μαθηματικών, μιας και έχουν τον ρόλο του μεσάζοντα ανάμεσα στις προθέσεις των σχεδιαστών του Προγράμματος Σπουδών και την παιδαγωγική πρακτική μέσα στην τάξη. Τα εγχειρίδια βρίσκονται στο σημείο επαφής του επιδιωκόμενου (intended) και του εφαρμόσιμου (enacted) Προγράμματος Σπουδών, με αποτέλεσμα να αποτελούν σχεδόν πολιτικά έγγραφα (Pepin B., κ.α., 2013). Συγκεκριμένα, το επιδιωκόμενο αναφέρεται στο επίπεδο του επίσημου εκπαιδευτικού φορέα (π.χ. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Υπουργείο Παιδείας), ενώ το εφαρμόσιμο αναφέρεται στο επίπεδο των εκπαιδευτικών, επομένως σε αυτό που διδάσκεται μέσα στη σχολική τάξη. Οι ίδιοι ερευνητές επισημαίνουν ότι τα σχολικά εγχειρίδια επιτελούν το έργο της μετατροπής της πολιτικής σε παιδαγωγική διαδικασία, αναπαριστώντας μια ερμηνεία της πολιτικής με όρους συγκεκριμένων δράσεων διδασκαλίας και μάθησης, μέσω των έντυπων υλικών που χρησιμοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές κατά την συνεργασία τους. Επομένως, το εγχειρίδιο θεωρείται ο κύριος εκπρόσωπος του Προγράμματος Σπουδών μέσα στην τάξη, καθώς και η βασική πηγή των εκπαιδευτικών δυνατοτήτων (Schmidt, 2012).

Τα σχολικά εγχειρίδια των Μαθηματικών αποτελούν το κύριο υλικό στο οποίο οι εκπαιδευτικοί βασίζονται τη διδασκαλία τους, με αποτέλεσμα η μάθηση των μαθητών να κατευθύνεται στην πραγματικότητα από το ίδιο το κείμενο, παρά από τον εκπαιδευτικό που το χρησιμοποιεί (Thomson D.R., κ.α., 2012). Υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι εκπαιδευτικοί μπορούν να τροποποιήσουν μέρη του περιεχομένου ή την προτεινόμενη παιδαγωγική του εγχειριδίου, ακόμη και να μην το χρησιμοποιήσουν καθόλου, ωστόσο, στην πλειονότητά τους αντιμετωπίζουν το

εγχειρίδιο ως τον κύριο εκφραστή των επιταγών του Π.Σ. των Μαθηματικών και πορεύονται με βάση αυτό (Baker D., κ.α., 2010).

2.1.1. Η έρευνα στην ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων

Είναι γεγονός ότι στη βιβλιογραφία υπάρχει ποικιλία αναλυτικών πλαισίων για την ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων, κάτι το οποίο καθιστά δύσκολη τη σύγκριση των αποτελεσμάτων τους. Συνεπώς, η ανάλυση ενός σχολικού εγχειριδίου αποτελεί μία διαδικασία η οποία μπορεί να διεξαχθεί από διαφορετικές οπτικές γωνίες (Καφούση Σ. κ.α., 2009). Ωστόσο σύμφωνα με τους Bergwall και Hemmi (2017) πολλοί ερευνητές επιλέγουν σκόπιμα να χρησιμοποιήσουν πλαίσια και μεθόδους που έχουν αναπτυχθεί από άλλους με τους Perin και Haggarty (2001), μέσα από μια εκτενή μελέτη της βιβλιογραφίας, να αναφέρουν ότι οι υπάρχουσες σχετικές μελέτες όσον αφορά το περιεχόμενο και τη δομή των εγχειριδίων, εστιάζουν σε τρεις βασικές περιοχές:

- Στις μαθηματικές προθέσεις των εγχειριδίων (τις πεποιθήσεις που προωθούνται για τη φύση των Μαθηματικών και τον τρόπο συγκρότησης της μαθηματικής γνώσης).
- Στις διδακτικές προθέσεις των εγχειριδίων (τρόποι με τους οποίους ενισχύεται ο μαθητής στην κατανόηση του περιεχομένου και ο εκπαιδευτικός στη διδασκαλία του).
- Στα κοινωνιολογικά πλαίσια και τις πολιτισμικές παραδόσεις που εμφανίζονται στα εγχειρίδια.

Σε επέκταση αυτής της κατηγοριοποίησης οι Fan κ.α., (2013), αναφέρουν πως η ανάλυση των εγχειριδίων αποτελείται από τις εξής πέντε διαστάσεις:

- μαθηματικό περιεχόμενο και μαθηματικές έννοιες,
- γνώση (cognition) και παιδαγωγική (τρόπος διδασκαλίας) ή, με άλλα λόγια, οι παιδαγωγικές προθέσεις
- φύλο, εθνικότητα, ισότητα, κουλτούρα και αξίες,
- σύγκριση διαφορετικών εγχειριδίων και
- εννοιολόγηση (conceptualization) και μεθοδολογικά θέματα.

Όσον αφορά το θέμα της κουλτούρας και των αξιών στη μαθηματική εκπαίδευση, μία από τις πιο βασικές και πρώτες προσεγγίσεις διεξήχθη από τους Seah και Bishop (2000) όπου διερεύνησαν τον τρόπο με τον οποίο οι μαθηματικές αξίες εκφράζονται στα σχολικά εγχειρίδια της 7ης και 8ης τάξης, στη Σιγκαπούρη και στη πολιτεία της Βικτώριας στην Αυστραλία. Θεωρώντας ότι τα εγχειρίδια των Μαθηματικών αποτελούν πηγή και μέσο μετάδοσης των αξιών που παρουσιάζονταν σε αυτά, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το κείμενο, και στις δύο χώρες, αναπαρήγαγε τις αξίες της μαθηματικής εκπαίδευσης, μέσω μίας φορμαλιστικής οπτικής, λειτουργικής κατανόησης και θεωρητικής γνώσης. Επιπλέον, παρατήρησαν ότι, παρόλο που και οι δύο περιοχές στις οποίες διεξήχθη η έρευνα αποτελούνται από πολυπολιτισμικές κοινωνίες, μόνο στα εγχειρίδια της Βικτώριας οι μαθητές έχουν την δυνατότητα να συνεισφέρουν τις προσωπικές τους πολιτισμικές εμπειρίες και γνώσεις.

Κατά την εκπόνηση της διδακτορικής του διατριβής, ο Chavez-López (2003) εξέτασε τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται τα εγχειρίδια στην σχολική τάξη. Εντόπισε δύο κύριους τρόπους χρήσης αυτών: ως πηγή άντλησης δραστηριοτήτων για τους μαθητές και ως οδηγό για την προετοιμασία των μαθημάτων από τους εκπαιδευτικούς. Μέσα από αυτή την διαδικασία παρατήρησε ότι το εφαρμόσιμο Π.Σ. διαμορφώνεται, στον ίδιο βαθμό, και από το εγχειρίδιο και από τις πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών για τα Μαθηματικά και τη διδασκαλία των Μαθηματικών. Ειδικότερα, η άποψη των εκπαιδευτικών για το Π.Σ. και η αντιστοιχία (ή η αναντιστοιχία) ανάμεσα στις απόψεις τους για τη διδασκαλία των Μαθηματικών και τη φιλοσοφία διδασκαλίας του εγχειριδίου, ήταν οι βασικοί παράγοντες που καθόρισαν τον τρόπο με τον οποίο το εγχειρίδιο χρησιμοποιήθηκε.

Η έρευνα του Chassapis (1997) είχε ως στόχο την ανάλυση των πραγματικών προβλημάτων που εμφανίζουν τα σχολικά εγχειρίδια των Μαθηματικών της χώρας. Στην πραγματικότητα, ο στόχος του ερευνητή είναι διττός, αφού εξετάζει τα χαρακτηριστικά των πραγματικών καταστάσεων που χρησιμοποιούνται ως πλαίσια αναφοράς των μαθηματικών αντικειμένων, αλλά και την κοινωνική ιδεολογία, εάν υπάρχει, που υποστηρίζεται από αυτές τις αναφορές. Κατά την έρευνα αυτή υπήρχε η υπόθεση ότι οι επιλεγμένες, από τα εγχειρίδια, πραγματικές καταστάσεις με τις αντίστοιχες αναφορές των μαθηματικών κατασκευών σε συγκεκριμένες πτυχές του πραγματικού κόσμου, που χρησιμοποιούνται ως παραδείγματα, δεν είναι ποτέ ελεύθερες αξιών και εμπεριέχουν έναν λίγο-πολύ καθορισμένο, αν και όχι πάντα σαφή, ιδεολογικό προσανατολισμό. Με αυτό τον τρόπο, προσδίδουν στις

μαθηματικές κατασκευές αντίστοιχα ιδεολογικά προσανατολισμένα νοήματα. (Κολέζα, 2007).

Συνοψίζοντας, το σχολικό εγχειρίδιο αποτελεί τη βασική επιρροή του λειτουργικού προγράμματος, αφού αποτελεί το βασικό διδακτικό υλικό πάνω στο οποίο οι εκπαιδευτικοί βασίζονται προκειμένου να επιτύχουν την πραγμάτωση της μαθηματικής εκπαίδευσης εντός τάξης (Remillard, J. T., 2005). Αυτό συμβαίνει καθώς, όταν οι εκπαιδευτικοί βρίσκονται αντιμέτωποι με την επιλογή μαθηματικού περιεχομένου αλλά και την μέθοδο διδασκαλίας του στην σχολική τάξη, επηρεάζονται κατά κύριο λόγο από το σχολικό εγχειρίδιο το οποίο ακολουθούν (Stylianides, 2009). Έτσι, η πραγματική αξία των σχολικών εγχειριδίων βρίσκεται στο βαθμό συνεισφοράς στη μαθηματική εκπαίδευση των μαθητών (Πλυτά, 2018). Επομένως τα σχολικά εγχειρίδια έχουν καθοριστικό ρόλο στις μεταρρυθμίσεις του προγράμματος σπουδών αφού θεωρούνται ως το σημαντικότερο εργαλείο για την εφαρμογή των ιδεών ενός νέου προγράμματος στις περισσότερες χώρες (Valverde, αναφορά σε Κολέζα, 2006).

2.1.2. Η έρευνα στην ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων στη χώρα μας

Σύμφωνα με τους Perin και Haggarty (2001) τα σχολικά εγχειρίδια εμπεριέχουν την πολιτισμικά σημαντική γνώση που το καλείται το σχολείο να μεταφέρει στην νέα γενιά. Στην χώρα μας τα σχολικά εγχειρίδια των μαθηματικών έχουν δεχτεί αναλύσεις, καθεμία μοναδική και υπό συγκεκριμένο ερευνητικό πρίσμα, υπάρχει όμως αρκετός δρόμος να καλυφθεί προκειμένου να φτάσουμε τα επίπεδα ανάλυσης που έχουν γίνει σε άλλες χώρες.

Πιο συγκεκριμένα, με χρονολογική ταξινόμηση, το 2003 παρουσιάστηκαν δύο έρευνες που αφορούσαν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των σχολικών εγχειριδίων στα ελληνικά όπως ο ρόλος των συμβόλων σε αυτά, η λειτουργία των εικόνων ή η ποιότητα των εξηγήσεων, από τους Θεοδούλου και Γαγάτση (2003) και Ηλία, κ.α, (2003).

Η έρευνα του Χασάπη (2008) είχε ως αντικείμενο το θεσμικό καθεστώς παραγωγής και χρήσης των εγχειριδίων στην χώρα μας, καθώς και τον θεσμικό τους ρόλο στις εκπαιδευτικές μεταρρυθμίσεις. Όσον αφορά το μαθηματικό περιεχόμενο ή τις

μαθηματικές προθέσεις των σχολικών εγχειριδίων στην Ελλάδα, αντίστοιχες έρευνες έχουν παρουσιαστεί από τους Κολέζα και Φακούδης (2008) και τη Τσικοπούλου (2008). Αναφορικά με τα κοινωνιολογικά στοιχεία που ασκούν επιρροή στους συγγραφείς των εγχειριδίων αλλά και στον εκάστοτε αναγνώστη/χρήστη του εγχειριδίου, υπάρχει η συναφής έρευνα των Κουστουράκη και Ζαχάρου (2008).

Στην έρευνα τους, η Καφούση κ.α. (2009) μελέτησαν τον τρόπο με τον οποίο τα χαρακτηριστικά των σχολικών εγχειριδίων αναδεικνύουν κάποιους παράγοντες σχετικούς με τη μαθηματική εκπαίδευση, μέσω γλωσσικής ανάλυση του μαθηματικού κειμένου. Οι Triantafyllou, Spiliotopoulou και Potari (2015) μελέτησαν τη δομή της επιχειρηματολογίας στα σχολικά εγχειρίδια Μαθηματικών και Φυσικής, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο οργανώνεται η νέα γνώση, σε συγκεκριμένες ενότητες που εμπεριέχονται και στα δύο μαθήματα και σχετίζονται με την έννοια της περιοδικότητας, με την ποιοτική ανάλυση της δομής της επιχειρηματολογίας να εμφανίζει διαφορές πραγματολογικής και οντολογικής φύσης ανάμεσα στα δύο κείμενα.

Τέλος, ο Νταραδήμος (2015) μελέτησε την εννοιολογική μετάβαση των μαθητών από το Δημοτικό στο Γυμνάσιο, μέσα από την ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων των Μαθηματικών της ΣΤ΄ Δημοτικού και της Α΄ Γυμνασίου. Τα σχολικά εγχειρίδια αναλύθηκαν ως προς τον τρόπο που πραγματεύονται την έννοια του κλάσματος, μέσα από τις σχετικές δραστηριότητες που εμπεριέχει το καθένα, με κύριο συμπέρασμα της έρευνας να είναι ότι οι μαθητές των δύο βαθμίδων βιώνουν την ίδια έννοια σε διαφορετικά πλαίσια, γεγονός που προκαλεί δυσκολία στην πλήρη κατανόηση της.

2.2. Η έρευνα πάνω στο θυμικό

Το θεωρητικό υπόβαθρο για την κινητοποίηση της έρευνας πάνω στα θυμικά ζητήματα εντοπίζεται στον τομέα της ψυχολογίας. Την δεκαετία του '60 παρατηρείται η μεταστροφή της συμπεριφοριστικής αντίληψης ότι η μάθηση αποτελεί μία αμιγώς μηχανιστική διαδικασία, καθώς και ότι το θυμικό μια επιπλοκή που προτιμότερο είναι να αγνοείται. Έτσι, τα ζητήματα που εγείρει η μελέτη του θυμικού αρχίζουν να περνούν στο προσκήνιο της έρευνας για την Διδακτική των Μαθηματικών.

Αρχικά, τα ερευνητικά ενδιαφέροντα στα οποία στράφηκε η προσοχή ήταν το άγχος και οι στάσεις απέναντι στα μαθηματικά (Zan, Brown, Evans, & Hannula, 2006).

Κατά τη δεκαετία του '80 συνειδητοποιείται η ανάγκη για έμφαση σε ένα κοινό θεωρητικό πλαίσιο, ώστε να είναι δυνατή η ερμηνεία και η σύγκριση των διαφόρων ερευνών. Την περίοδο εκείνη, οι έρευνες εστιάζουν στο ρόλο του θυμικού στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων (Hannula, 2014). Ο McLeod (1989) με την μελέτη του “Affect and Mathematical Problem Solving” (McLeod, 1989), δημιουργεί ένα κομβικό σημείο για την εξέλιξη στην έρευνα της μαθηματικής εκπαίδευσης.

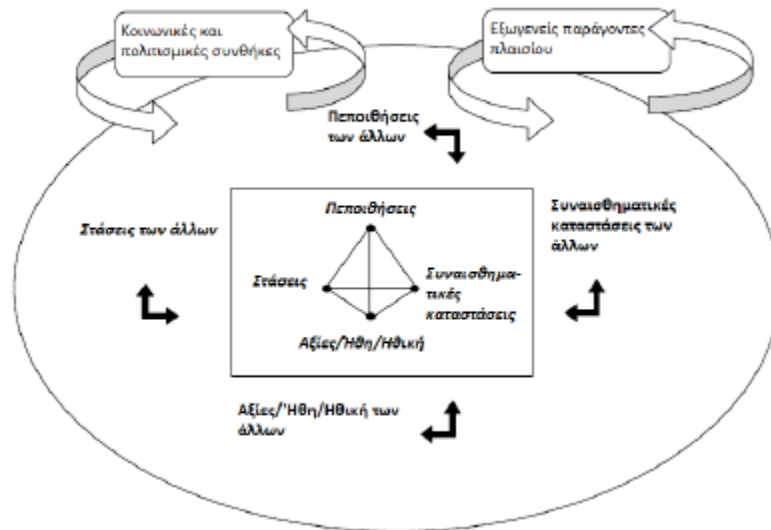
Στο έργο αυτό οι Mandler (1989) και Hart (1989) προτείνουν ο καθένας την δικιά τους ερμηνεία για τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφορετικών όψεων του θυμικού. Η έρευνα αυτή οδήγησε στην επαναδιαμόρφωση των εννοιών του ερευνητικού πεδίου από τον McLeod (1992), που είχε ως στόχο την ενοποίηση αυτού. Στο θεωρητικό πλαίσιο το οποίο όρισε, εξελίσσει την κονστρουκτιβιστική θεωρία που είχε δημοσιεύσει (1989) και διακρίνει τρεις πρωταρχικές έννοιες για την έρευνα του θυμικού στην μαθηματική εκπαίδευση: τις πεποιθήσεις (beliefs), τις στάσεις (attitudes) και τις συγκινήσεις (emotions), οι οποίες αναφέρονται πλέον ως *διαστάσεις* του θυμικού και τα χαρακτηριστικά με βάση τα οποία ταξινομούνται είναι η σταθερότητα (stability) και ένταση (intensity) τους. Οι πεποιθήσεις και οι στάσεις διακρίνονται από σταθερότητα, ενώ οι συγκινήσεις χαρακτηρίζονται ως λιγότερο σταθερές. Ως προς την ένταση, οι συγκινήσεις βρίσκονται στην μία άκρη του φάσματος, εμφανίζοντας έντονα συναισθήματα αλλά με μικρή διάρκεια, οι πεποιθήσεις είναι στην άλλη άκρη, με άτονα συναισθήματα αλλά μονιμότερες και δύσκολο να διαφοροποιηθούν αν έχουν διαμορφωθεί, ενώ οι στάσεις βρίσκονται ενδιάμεσα των δύο άκρων. Στην περίπτωση των πεποιθήσεων, αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε υποκατηγορίες οι οποίες περιλαμβάνουν τις πεποιθήσεις σχετικά με τα μαθηματικά, τις πεποιθήσεις αναφορικά στην διδασκαλία των μαθηματικών, τις κοινωνικές πεποιθήσεις για και τις πεποιθήσεις σχετικά με τον εαυτό. Όσον αφορά τις πεποιθήσεις σχετικά με τον εαυτό, εμφανίζονται και έννοιες αλληλένδετες με το θυμικό, όπως η αυτοπεποίθηση (self-confidence), η αυτορρύθμιση (self-regulation), η αυτοεκτίμηση (self-concept) και τα κίνητρα. Σε επέκταση αυτών των εννοιών ο McLeod αναφέρει την αυτοαξιολόγηση της αποτελεσματικότητας (self-efficacy), το άγχος για τα μαθηματικά (mathematics anxiety), την απόδοση στο αίτιο για την επιτυχία ή την αποτυχία (success/failure attributions), την απόδοση προσπάθειας και ικανότητας (effort and ability attributions) και τέλος την μαθημένη αβοηθησία (learned helplessness) και προσπαθεί

να επεξηγήσει τη σχέση αυτών με το πλαίσιο έρευνας το θυμικό σχετικά με τα μαθηματικά.

Η εννοιοποίηση του ερευνητικού πεδίου από τον McLeod και η κατηγοριοποίηση που προσέφερε με την έρευνα του, αποτέλεσε το βασικό μοντέλο για την μελέτη του θυμικού στην διδακτική των μαθηματικών, συμβάλλοντας σε πολύ μεγάλο βαθμό στην εξέλιξη της. Παρόλα αυτά έχει δεχτεί κριτική για την έλλειψη μελέτης φαινομένων όπως οι αξίες ή η ταυτότητα (Lerman, 2000), καθώς για την μη επαρκή ανάλυση των συγκινήσεων. Σύμφωνα με τον Hannula (2011) ενώ ο McLeod θεωρεί πως οι συγκινήσεις αποτελούν την πιο ασταθή διάσταση του θυμικού, στην πραγματικότητα οι μαθητές μπορούν να παρουσιάσουν ιδιαίτερη σταθερότητα σε καταστάσεις συναισθηματικής διέγερσης, δημιουργώντας εύλογα ερωτήματα σχετικά με την γενικότερη ταξινόμηση της σταθερότητας στην έρευνα του.

Η κριτική που αναπτύχθηκε για το πλαίσιο του McLeod για την μελέτη φαινομένων που αυτό δεν καλύπτει, σε συνδυασμό με την γενικότερη κοινωνική μεταστροφή της έρευνας στην διδακτική των μαθηματικών (Lerman, 2000), οδήγησαν στην δημιουργία νέων θεωρητικών πλαισίων αναφερόμενα στις διαστάσεις του θυμικού, με το καθένα να έχει τις βάσεις του στο πλαίσιο του McLeod. Ένα από αυτά είναι των DeBellis και Goldin (1997) οι οποίοι όρισαν ως μία από τις διαστάσεις του θυμικού τις αξίες, οι οποίες χρειάζεται να αναλυθούν σε μεγαλύτερο βαθμό αφού δύναται να επηρεάζουν τις επιλογές του ανθρώπου κατά την διαδικασία επίλυσης προβλημάτων (DeBellis & Goldin, 1997). Στο πλαίσιο τους, θεωρείται πως το θυμικό έχει αναπαραστασιακή λειτουργία καθώς και ότι αποτελεί ένα σύστημα αναπαραστάσεων (Hannula, Evans, Philippou, & Zan, 2004), το οποίο αλληλεπιδρά με τα εσωτερικά συστήματα που ενεργοποιούνται κατά την διαδικασία επίλυσης προβλήματος: το ρηματικό/συντακτικό (verbal/syntactic), τα εικονιστικά (imagistic), τα συστήματα τυπικού συμβολισμού (formal notational) καθώς και το σύστημα σχεδιασμού και άσκησης ελέγχου. Με την εισαγωγή της έννοιας του δρόμου του θυμικού (affective pathways) υπάρχει η δυνατότητα εντοπισμού και περιγραφής των διαδοχικών αναπαραστάσεων που σχετίζονται με το θυμικό. Στο πλαίσιο αυτό η διάκριση των διαστάσεων του θυμικού γίνεται ως προς την διάρκεια και την σταθερότητα, όπως στο πλαίσιο του McLeod, αλλά επιπλέον και ως προς το τοπικό (local) ή το ολικό (global), όπου εισάγονται και οι αντίστοιχες έννοιες. Στις αναπαραστάσεις που σχετίζονται με το θυμικό, η διαδοχική μετάβαση μεταξύ τους εξαρτάται από το

τοπικό ή το ολικό πλαίσιο (Hannula, Evans, Philippou, & Zan, 2004). Οι εναλλασσόμενες συναισθηματικές καταστάσεις υπόκεινται στο τοπικό θυμικό σε αντίθεση με τις στάσεις, τις αξίες και τις πεποιθήσεις που υπόκεινται στο ολικό θυμικό.



Σχήμα 1. Το τετραεδρικό πλαίσιο των DeBellis και Goldin (1997).

Με την στροφή της έρευνας της διδακτικής των μαθηματικών προς την μελέτη των κοινωνικών διαστάσεων που λαμβάνουν χώρα στην διαδικασία της μάθησης, ο Hannula (2011) παρουσιάζει ένα πλαίσιο στο οποίο παραθέτει πως όλες οι όψεις της ανθρώπινης συμπεριφοράς –συμπεριλαμβανομένης της σκέψης, της γνώσης και της μάθησης- είναι κοινωνικές (Λεοντίου, 2014), ενώ τονίζει τη σημασία των συναισθημάτων, των στάσεων και των κινήτρων για την αποτελεσματική μάθηση των μαθηματικών και τη συνέχιση της ενασχόλησης με το μάθημα μετά το στάδιο στο οποίο η μελέτη των μαθηματικών γίνεται προαιρετική, δηλαδή ζήτημα συνειδητής επιλογής (Λάλας, 2017). Το θυμικό συνδέεται με τα κοινωνικά συστήματα, όπου μέσα από την ανάλυση τους αναγνωρίζεται η διαρκής επαναδιαπραγμάτευση του ρόλου και της θέσης του ατόμου μέσα σ’ αυτά. Αυτή η διαπραγμάτευση αποτελεί τη βάση για την ανάδυση πεποιθήσεων, κοινωνικών κανόνων και αξιών, όπως αυτές υιοθετούνται από το άτομο ως μέλος μιας ομάδας, αφού κάθε ομάδα και κάθε ένας ρόλος ξεχωριστά απαιτεί την οικοδόμηση διαπροσωπικών σχέσεων για τη

διαπραγμάτευση αξιών και κανόνων (Wenger, 1998). Οι νόρμες και οι αξίες εδραιώνονται, καθώς το άτομο τις βιώνει και δρα σε αυτές, ενώ τόσο αυτό όσο και το κοινωνικό σύστημα συμμεταβάλλονται κατά τη διαδικασία διαπραγμάτευσης (Lerman, 2006).

Η θεωρία που προσπάθησε να συνθέσει ο Hannula (2012) μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεταθεωρία, αφού συνδέει, διαχωρίζει και ενσωματώνει σε πλαίσιο τις προγενέστερες θεωρίες του πεδίου (Hannula, 2012). Αυτή βασίστηκε σε τρεις διακριτές διαστάσεις: α) τις γνωστικές, τις παρακινητικές και τις συγκινησιακές όψεις του θυμικού, β) τις ραγδαία εναλλασσόμενες συγκινησιακές καταστάσεις (states) έναντι των με τα σχετικά σταθερών συγκινησιακών χαρακτηριστικά (traits) και γ) τη σωματική, τη ψυχολογική και την κοινωνική φύση του θυμικού. Θεωρεί πως οι διαστάσεις, συμπεριλαμβανομένων των πεποιθήσεων και των συναισθημάτων, έχουν όψεις τόσο χαρακτηριστικού όσο και κατάστασης ενώ ορίζει τη σταθερότητα ως ανεξάρτητη διάσταση και ορίζει τα κίνητρα ως διάσταση των συναισθημάτων. Τα στοιχεία τα οποία αναφέρει ότι χρειάζονται περαιτέρω μελέτη είναι οι διεργασίες μέσα από τις οποίες τα συναισθήματα (και άλλες ασταθείς πτυχές του θυμικού) αλληλεπιδρούν με τις πιο σταθερές πτυχές, καθώς και πως αυτές εξελίσσονται και αναπτύσσονται με την πάροδο του χρόνου, καθώς και τα περιθώρια που υπάρχουν για παρέμβαση).

Μέσα από το μεταθεωρητικό πλαίσιο που παρουσιάζεται επιτυγχάνεται επιτέλους ο βαθμός κατανόησης και μελέτης του φαινομένου που υπονοείται στο άρθρο του McLeod (1992) και το θυμικό εξετάζεται ως ένα σύστημα αλληλεπίδρασης μεταξύ γνωστικού, ψυχολογικού και κοινωνικού περιεχομένου (Liljedahl & Hannula, 2016)

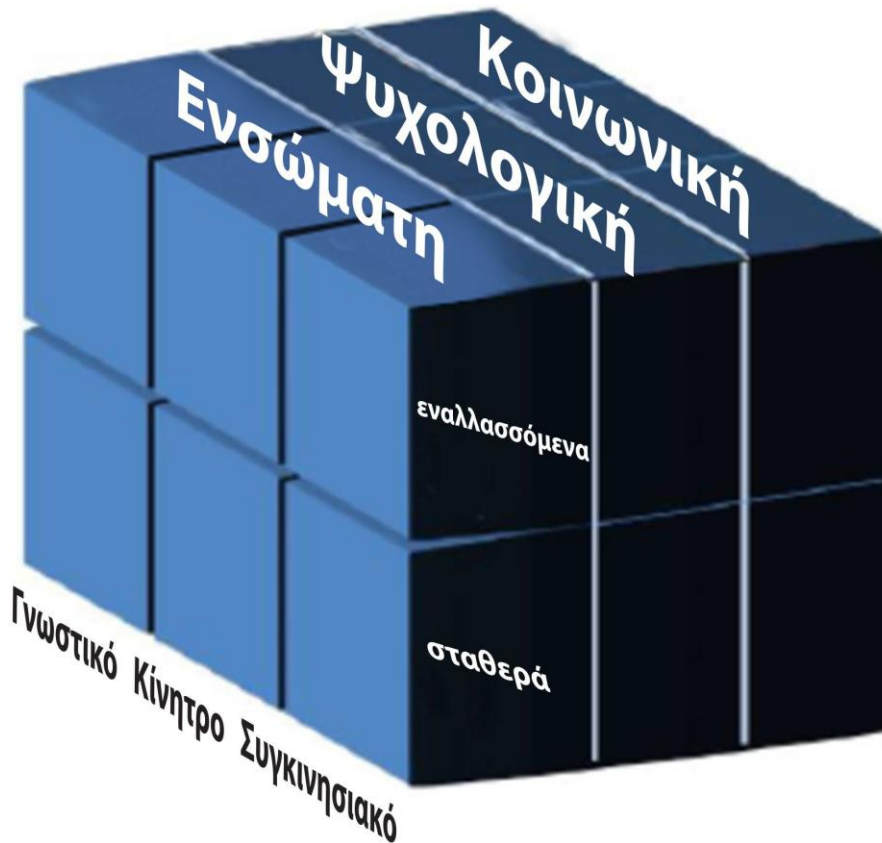
2.2.1. Οι διαστάσεις του θυμικού και η αλληλεπίδραση μεταξύ τους

Σύμφωνα με τον McLeod (1992) το θυμικό αποτελεί μια ευρεία έννοια με διαφορετικές διαστάσεις, με τις διαστάσεις αυτές αλλά και τις σχετικές έννοιες που δεν υπάγονται απευθείας στο θυμικό να μην είναι ανεξάρτητες, αλλά αντίθετα να συσχετίζονται ή και να αλληλοεπικαλύπτονται. Από τις πρώιμες απόπειρες κατανόησης του τρόπου με τον οποίον αλληλεπιδρούν οι διαφορετικές διαστάσεις του θυμικού είναι η θεωρία του Mandler (1989), όπου οι περισσότερες από τις διαστάσεις του θυμικού αναδύονται μέσα από συγκινησιακές

αντιδράσεις κατά τη διακοπή της εξέλιξης της διαδικασίας επίλυσης του μαθηματικού προβλήματος (McLeod, 1992· Mandler, 1989). Στο πλαίσιο αυτό οι διαστάσεις του θυμικού κατηγοριοποιούνται με βάση τις πεποιθήσεις, τις συγκινήσεις και τις στάσεις, ενώ η αλληλεπίδραση μεταξύ τους συμβαίνει όταν τα επαναλαμβανόμενα παρόμοια συναισθήματα που βιώνει το υποκείμενο κατά την επαφή του με τα μαθηματικά, οδηγούν στην παγίωση της γενικότερης στάσης απέναντι σε αυτά και συμβάλλουν στη δημιουργία των σχετικών πεποιθήσεων. Με τη σειρά τους, αυτές οι πεποιθήσεις επηρεάζουν και συμβάλουν στην βίωση των αντίστοιχων συγκινήσεων από τους μαθητές. Ταυτόχρονα, αναφέρονται ακόμα μια ομάδα από έννοιες ανάμεσα στις οποίες υπάρχει έντονα το στοιχείο της επικάλυψης: η αυτοπεποίθηση, η αυτοαξιολόγηση, η αυτοαντίληψη, το άγχος απέναντι στα μαθηματικά, οι αποδόσεις ευθυνών, η αξιολόγηση προσπάθειας και ικανότητας καθώς και τα κίνητρα (Λάλας, 2017).

Με βάση τους Anderson και Bourke (2000) ως βασικότερες διαστάσεις των πτυχών του θυμικού αναφέρονται το άγχος, οι (ακαδημαϊκές) φιλοδοξίες, δηλαδή η πρόθεση για ενασχόληση με τα μαθηματικά όταν αυτό σταματάει να είναι υποχρεωτικό, το ενδιαφέρον και το αίσθημα ελέγχου. Το τελευταίο, αναφέρεται στο βαθμό που οι μαθητές αναλαμβάνουν την ευθύνη για την αντιμετώπιση που δείχνουν προς το διδασκόμενο αντικείμενο και τους και διαχωρίζει σε δύο κατηγορίες: εκείνους που εσωτερικεύουν την ευθύνη και εκείνους που παρουσιάζουν την τάση να αποδίδουν τη συμπεριφορά τους σε εξωτερικές αιτίες. Αναφέρονται επίσης οι αξίες των μαθηματικών όπου τονίζεται ότι έχουν εξαιρετική σημασία για την εκπαίδευση αφού είναι δυνατό να κατευθύνει τα ενδιαφέροντα και τις στάσεις των μαθητών (Anderson, & Bourke, 2000).

Ο Hannula (2011) στο μέτα-θεωρητικό του πλαίσιο περιγράφει τις διαστάσεις του θυμικού ως έναν τρισδιάστατο κύβο με 18 κελιά, με τις τρεις χωρικές διαστάσεις του κύβου να αποτελούν τις τρόπους διαχωρισμού τους ως προς την εστίαση σε γνωστικά χαρακτηριστικά, κίνητρα ή συναισθήματα, ως προς τη σταθερότητα (state-trait) καθώς και ως προς την ενσώματη, την ψυχολογική ή την κοινωνική φύση του θυμικού. Μέσα από αυτό το πλαίσιο το θυμικό εξετάζεται πλέον ως ένα εξαιρετικά πολύπλοκο σύστημα πτυχών και διαστάσεων με έντονη αλληλεπίδραση και επικάλυψη ανάμεσα τους.



Σχήμα 2. Αναγνώριση των κοινωνικών και ψυχολογικών διαστάσεων των καταστάσεων και των χαρακτηριστικών της γνώσης, των κινήτρων και των συναισθημάτων (Hannula, 2011, σελ.46).

2.2.2. Η εξέλιξη της μεθοδολογίας της έρευνας για την μέτρηση του θυμικού.

Με την στροφή της Διδακτικής των Μαθηματικών από τον συμπεριφορισμό, η ερευνητική κοινότητα έστρεψε την προσοχή της στην μελέτη των μη γνωστικών παραμέτρων της μάθησης, γεγονός που οδήγησε και σε ζητήματα που αφορούν το θυμικό. Αν και η σπουδαιότητα της μελέτης του θυμικού έχει αναφερθεί από τις απαρχές της εμφάνισης της Διδακτικής των Μαθηματικών, από τους Binet και Simon οι οποίοι υποστήριζαν ότι θα μπορούσε να ερμηνεύσει τους λόγους επιτυχίας ή αποτυχίας των μαθητών κατά την διαδικασία αξιολόγησης (αναφορά σε Chamberlin, 2010). Προκειμένου να πραγματοποιηεί η μελέτη και η μέτρηση των φαινομένων αυτών, εμφανίστηκαν τα ερωτήματα για την καταλληλότερη μεθοδολογία μέσω της οποίας θα μπορούσε να συμβεί. Για την μελέτη του πεδίου χρειάστηκε η ‘κατασκευή’ εννοιών οι οποίες αποδείχθηκε ότι ήταν εξαιρετικά

δύσκολο ακόμα και να οριστούν, καθιστώντας με την φύση τους ακόμα πιο προβληματική και πολύπλοκη την μέτρησή τους (McLeod, 1992· Hannula, 2014).

Σύμφωνα με τους Leder και Forgasz (2006) τα πρώτα χρόνια της έρευνας γύρω από το θυμικό, χρησιμοποιήθηκαν κυρίως ποσοτικές μέθοδοι και εργαλεία, με ευρεία χρήση των ερωτηματολογίων κλίμακων τύπου Likert (1932). Στο άρθρο του ο Chamberlin (2010) αναφέρει τα πιο σημαντικά εργαλεία που αναπτύχθηκαν για την μελέτη του θυμικού τα οποία παρουσιάζουν συντελεστή αξιοπιστίας μεγαλύτερο του 0,8. Αναφέρεται ως πρώτο η Εθνική Διαχρονική Έρευνα Μαθηματικών Ικανοτήτων (National Longitudinal Study of Mathematical Abilities –NLSMA) του 1970, όπου περιέχονται 18 κλίμακες με εστίαση στη μεταβολή των στάσεων των μαθητών απέναντι στα μαθηματικά πριν και μετά τη διδασκαλία. Στην πορεία εμφανίζεται η Κλίμακα Εκτίμησης του Άγχος απέναντι στα Μαθηματικά (Mathematics Anxiety Rating Scale –MARS) (Richardson & Suinn, 1972), όπου περιέχονται 98 δηλώσεις με εστίαση το άγχος που παρουσιάζουν οι μαθητές κατά την εξέταση, η οποία παρουσίαζε υψηλό συντελεστή αξιοπιστίας (από 0,78 έως 0,96). Το επόμενο εργαλείο που αναπτύχθηκε ήταν η Κλίμακα για τη Στάση απέναντι στα Μαθηματικά (Mathematics Attitude Scale) η οποία δημιουργήθηκε στο πλαίσιο της έρευνας του Aiken (1974) σε πρωτοετείς φοιτητές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Αν και η συγκεκριμένη κλίμακα δεν είχε την αποδοχή της ερευνητικής κοινότητας, κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική λόγω της αποκάλυψης ότι το πεδίο των συγκινήσεων και των διαθέσεων αποτελείται από πολλαπλές διαστάσεις και όχι μόνο από τη στάση, ανοίγοντας τη συζήτηση για την έννοια του θυμικού στην έρευνα της Διδακτικής των Μαθηματικών (Chamberlin, 2010).

Ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία, με ευρεία απήχηση και χρήση από την ερευνητική κοινότητα, είναι η Κλίμακα για τη Στάση απέναντι στα Μαθηματικά (Mathematics Attitude Scale) των Fennema και Sherman (1976). Το συγκεκριμένο εργαλείο χρησιμοποιεί εννέα κλίμακες τύπου Likert προκειμένου να μελετηθούν η στάση απέναντι στην επιτυχία στα μαθηματικά, τα μαθηματικά ως ανδρικό πεδίο, κλίμακα γονεϊκής επιρροής, κλίμακα εκπαιδευτικού, αυτοπεποίθηση στη μάθηση των μαθηματικών, άγχος απέναντι στα μαθηματικά, κίνητρο από την μαθηματική δραστηριότητα και χρησιμότητα των μαθηματικών. Πέρα από την χρησιμότητα του συγκεκριμένου εργαλείου, κρίνεται πολύ σημαντική η συνεισφορά του στην αναγνώριση της πολυπλοκότητας των υπό μελέτη φαινομένων αναφέροντας ότι οι κλίμακες-διαστάσεις που μελετά «διασταυρώνονται» (Fennema & Sherman, 1976) καθώς και στην στροφή της έρευνας στην εστίαση των διαφορών που παρουσιάζονται μεταξύ των δύο φύλων.

Παρά την ευρεία κριτική που ασκήθηκε, το εργαλείο των Fennema και Sherman παρέμεινε εξαιρετικά δημοφιλές για περίπου 30 χρόνια, μέχρι την ανάπτυξη του Ευρετηρίου της Στάσης απέναντι στα Μαθηματικά (Attitude towards Mathematics Inventory), από τους Tapia και Marsh (2004). Η αξιοπιστία του οργάνου στην αρχική του μορφή με τις 49 δηλώσεις ήταν εξαιρετικά υψηλή με συντελεστή αξιοπιστίας στο 0,96 ενώ στην παραλλαγή του με τις 40 δηλώσεις η αξιοπιστία ανέβηκε στην τιμή 0,97. Από την έρευνα προέκυψε ότι οι 49 δηλώσεις δημιουργούν τέσσερις διαστάσεις: αυτοπεποίθηση, αξία, απόλαυση και κίνητρο, όμως στο ερωτηματολόγιο περιέχονται και δηλώσεις για την αυτοαξιολόγηση της αποτελεσματικότητας, το άγχος καθώς και τις προσδοκίες γονέων και εκπαιδευτικών, συμβάλλοντας έτσι στην διεύρυνση του πεδίου του θυμικού (Λάλας, 2017).

Με την εξέλιξη της θεωρίας η ερευνητική κοινότητα άρχισε να στρέφεται προς την μελέτη μέσω ποιοτικής ανάλυσης και μελέτης περιπτώσεων, καθώς απαιτείται η συστηματική διερεύνηση των συγκινησιακών αντιδράσεων. Έτσι, τα ερωτηματολόγια σταδιακά δίνουν τη θέση τους σε συνεντεύξεις και παρατηρήσεις, σε μεθόδους που αξιοποιούν σύγχρονα τεχνολογικά μέσα καθώς και σε οργανικές μετρήσεις όπως η μέτρηση των παλμών ή της διαστολής της κόρης του ματιού, ηλεκτροκαρδιογραφήματα (ECG), εγκεφαλογραφήματα (EEG), μετρήσεις του αναπνευστικού ρυθμού, ενώ υπήρχαν και μικτές μέθοδοι έρευνας. Είναι χαρακτηριστική η στροφή προς τις ποιοτικές μεθόδους αφού την δεκαετία 2005-2015 από τις έρευνες που παρουσιάστηκαν στα συνέδρια του PME, μόλις το ένα τέταρτο αυτών είχαν χρησιμοποιήσει μεθοδολογικά εργαλεία ποσοτικής έρευνας. Όμως, αν και οι μελέτες περίπτωσης και οι ποιοτικές έρευνες θεωρούνται εξαιρετικά πολύτιμες για τη διερεύνηση νέων ιδεών και την διατύπωση υποθέσεων, μόνο μέσα από την πειραματική επιβεβαίωση που προσφέρουν οι ποσοτικές μέθοδοι είναι δυνατόν οι υποθέσεις αυτές να επιβεβαιωθούν ή να απορριφθούν με σχετική ασφάλεια, τα συμπεράσματα να γενικευτούν και νέες θεωρίες να επικυρωθούν (Hannula, 2014).

Κρίνεται χρήσιμο να αναφερθεί ότι οποιαδήποτε απόπειρα μέτρησης του θυμικού των μαθητών, στην ουσία εξετάζεται ένα στιγμιότυπο αυτού, το οποίο συνεχώς εξελίσσεται και αλλάζει καθώς προχωρούν στην σχολική τους ζωή, αφού τα γνωρίσματα του θυμικού δεν υπάρχουν από μόνα τους (ex nihilo) αλλά αναπτύσσονται με την πάροδο του χρόνου (Liljedahl και Hannula, 2016). Όσο η πολυπλοκότητα και η δυσκολία των μαθηματικών αυξάνεται από τάξη σε τάξη, τόσο παρατηρείται πτώση στις μεταβλητές του θυμικού, με κρίσιμο σημείο να θεωρείται η μετάβαση από την πρωτοβάθμια στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Χαρακτηριστική είναι η έρευνα των Tuohilampi et. al. (2014) στην οποία

αναφέρουν ότι παρατηρείται πτώση τόσο στην απόλαυση από την ενασχόληση με τα μαθηματικά κατά τις ύστερες τάξεις της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, όσο και στην αυτοαξιολόγηση της αποτελεσματικότητας στα μαθηματικά στις πρώτες τάξεις της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, στοιχείο το οποίο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην έρευνα για την μαθηματική εκπαίδευση αλλά και για τη διδακτική πρακτική δασκάλων και καθηγητών μαθηματικών, αφού φαίνεται ότι η τάση αυτή είναι δυνατόν να αντιστραφεί μέσα από κατάλληλες μαθηματικές δραστηριότητες και περιβάλλον μάθησης (Park, 2014· Shimada & Baba, 2015)

Στις επόμενες ενότητες εξετάζουμε πιο προσεκτικά τις διαστάσεις του θυμικού που μελετάμε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, τόσο ως προς την αλληλεπίδραση και επικάλυψη τους με τις υπόλοιπες διαστάσεις όσο και ως προς την επίδραση επάνω τους κοινωνικοοικονομικών παραμέτρων από το περιβάλλον των μαθητών και της επίδοσης στα μαθηματικά.

2.2.3. Ο ρόλος των αξιών στην μελέτη του θυμικού.

Ο ρόλος των αξιών στην εκπαίδευση των μαθηματικών έχει αναγνωριστεί και διερευνηθεί μόνο τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Μια σαφής εστίαση στις αξίες που σχετίζονται με τη μάθηση και τη διδασκαλία των μαθηματικών μπορεί να ανακαλυφθεί στο βιβλίο του Bishop (1988), στο οποίο πρότεινε ότι η ανάπτυξη των μαθηματικών στον δυτικό πολιτισμό έχει επιδείξει ότι αποτιμά τρία ζεύγη συμπληρωματικών αξιών, που το καθένα αντιστοιχίζεται σε μία από τις τρεις συνιστώσες του πολιτισμού όπως περιγράφεται από τον White (1959). Έτσι, ο ορθολογισμός και η αντικειμενικότητα αντανακλά το ιδεολογικό στοιχείο των πολιτισμών, ο έλεγχος και η πρόοδος το συναισθηματικό στοιχείο ενώ η δεκτικότητα (openness) και το μυστήριο, το κοινωνιολογικό στοιχείο. Αυτή η πολιτισμικά φορτισμένη φύση των μαθηματικών αξιών είναι εμφανής σε παρόμοιες έρευνες και σε άλλους πολιτισμούς. Για παράδειγμα, οι Xu και Wang (2008) συγκρίνουν την αξία του ορθολογισμού στα δυτικά μαθηματικά με την αξία της καλλιτεχνίας στα κινεζικά μαθηματικά.

Ο Bishop (1996) θεώρησε αναγκαία την κατηγοριοποίηση των αξιών, συνυφασμένων με την μαθηματική παιδαγωγική διαδικασία, σε τρεις βασικές κατηγορίες: τις μαθηματικές αξίες που αναφέρονται στην διδασκαλία, τις μαθηματικές εκπαιδευτικές αξίες που αναφέρονται στο παιδαγωγικό κομμάτι της διδασκαλίας και στις γενικές εκπαιδευτικές αξίες που

αναφέρονται στους γενικότερους εκπαιδευτικούς στόχους. Μετέπειτα, ο Seah (2004) στην έρευνα του με μετανάστες εκπαιδευτικούς μαθηματικών οδήγησε σε μια πρόταση μιας ακόμη κατηγορίας, την οποία ονομάζει θεσμικές αξίες καθώς αυτές αντικατοπτρίζουν αυτό που τα σχολεία ή οι τοπικές εκπαιδευτικές αρχές θεωρούν ως σημαντικό.

Σύμφωνα με τον Bishop (1999), "οι αξίες στην εκπαίδευση των μαθηματικών είναι οι βαθιές θυμικές ιδιότητες που η εκπαίδευση προάγει μέσα από το μάθημα των Μαθηματικών". Από τον ισχυρισμό του διαφαίνεται ότι οι αξίες είναι πιο εσωτερικές διαδικασίες σε σχέση με την εννοιολογική και τη διαδικαστική γνώση. Μέσα από την μελέτη του Seah (2004), αναφέρθηκε η απόδοση θυμικών ιδιοτήτων στις αξίες αφού πρότεινε ότι "οι αξίες αντιπροσωπεύουν την εσωτερικοποίηση ενός ατόμου, την γνωστικότητα και την αποσυγκειμενοποίηση των θυμικών δομών (όπως πεποιθήσεις και στάσεις) στο κοινωνικοπολιτιστικό του πλαίσιο" (Seah, W. T., & Kalogeropoulos, P., 2004).

Σε μια άλλη προσέγγιση στην κατανόηση των αξιών από άποψη του τρόπου λειτουργίας, ο Seah (2011) εικάζει ότι ανεξάρτητα από που πηγάζουν, οι αξίες αποτελούν την βάση για την παγίωση των γνώσεων ενός ατόμου κάτι που αποτελείται και από γνωστικές και από θυμικές λειτουργίες. Δηλαδή οι γνωστικές και θυμικές λειτουργίες που ενεργοποιούνται στην ενασχόληση κάποιου με τα μαθηματικά, γεφυρώνονται μέσα από τις σχετικές με αυτές αξίες που υιοθετούνται.

Έτσι, εμφανίζονται διάφορα ερευνητικά ευρήματα που αναλύουν τις διάφορες έννοιες, όπως τις στάσεις, τις πεποιθήσεις και τις αξίες οι οποίες παραδοσιακά θεωρούνταν συλλογικά ως θυμικές από φύση τους (Krathwohl κ.α., 1964· McLeod, 1992), παρέχοντας πληροφορίες για τη στάση που υιοθετήθηκε στη βιβλιογραφία ότι οι αξίες είναι περισσότερο εσωτερικές λειτουργίες σε σχέση με τις υπόλοιπες όψεις του θυμικού. Υπάρχει βεβαίως και η θεωρία του Mandler (1989) που αντιλαμβάνεται τα συναισθήματα ως έκφραση αξιών.

Η έρευνα για τις αξίες στην εκπαίδευση των μαθηματικών μπορεί γενικά να θεωρηθεί ότι αναπτύσσεται σε δύο διαφορετικές κατευθύνσεις. Η μία εξετάζει την προώθηση των 'επιθυμητών' πολιτικών, δεοντολογικών και ηθικών αξιών στις νεότερες γενιές μέσω της μάθησης των μαθηματικών (Seah & Kalogeropoulos, 2004· Wong, 2005). Η άλλη κατεύθυνση αφορά τους τρόπους με τους οποίους η διδασκαλία των μαθηματικών (συμπεριλαμβανομένης και της απόδοσης) μπορεί να ενισχυθεί μέσω της διδασκαλίας αξιών (Seah, κ.α., 2008).

Στην τρέχουσα συζήτηση θα ασχοληθούμε με την πρώτη κατεύθυνση, όπου θα εξετάσουμε τις γνώσεις που έχουμε επί του θέματος των αξιών σχετικά με τους ευρύτερους θεσμούς στα πλαίσια των μαθηματικών, της παιδαγωγικής των μαθηματικών και της σχολικής εκπαίδευσης. Προβλέπεται ότι αυτή η προσέγγιση θα μας επιτρέψει να κατανοήσουμε καλύτερα πώς οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συμμετεχόντων στη μαθηματική διαδικασία μάθησης και διδασκαλίας και του θεσμικού τους πλαισίου, θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην εξέλιξη της διδασκαλίας των μαθηματικών.

2.3. Θεσμικές αξίες και σχολικά εγχειρίδια

Οι αλληλεπιδράσεις που λαμβάνουν χώρα μέσα σε μία τάξη διαμορφώνονται συνεχώς και αναμορφώνονται από θεσμικά και κοινωνικά φαινόμενα. Υπάρχει το ενδεχόμενο να εισαχθούν οι μαθητές σε 'επιθυμητές' θεσμικές αξίες μέσω σχολικών εγχειριδίων, βελτιστοποιώντας παράλληλα την ποιότητα της μαθηματικής εμπειρίας μάθησης για τους μαθητές (Clarkson P., κ.α., 2010).

Ο βαθμός στον οποίο τα εγχειρίδια διαδραματίζουν έναν θεσμικό ρόλο ποικίλλει από το ένα εκπαιδευτικό σύστημα στο άλλο. Ωστόσο, είναι δίκαιο να πούμε ότι ανεξάρτητα από το αν η επιβίωση των σχολικών βιβλίων καθορίζεται από τις δυναμικές του εμπορίου σε μια χώρα ή η δημοσίευση σχολικών βιβλίων υπόκειται σε κυβερνητική έγκριση σε μία άλλη, τα σχολικά εγχειρίδια συχνά γράφονται με βάση το προτεινόμενο πρόγραμμα σπουδών. Δηλαδή, όπως και να είναι η περίπτωση, τα εγχειρίδια απεικονίζουν θεσμικές αξίες διαφορετικών εκπαιδευτικών συστημάτων.

Η μελέτη των Ingvarson, κ.α., (2004) εξέτασε τη σημασία του ρόλου που διαδραματίζουν οι τομείς των μαθηματικών στα σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Αυστραλία, προκειμένου να διερευνήσουν τον τρόπο που διαμόρφωσαν και επηρέασαν τη διδασκαλία στην τάξη. Αν και η μάθηση επηρεάζεται συνήθως άμεσα από την ποιότητα των ευκαιριών μάθησης που μπορούν να προσφέρουν οι εκπαιδευτικοί, ωστόσο, η ποιότητα της διδασκαλίας επηρεάζεται με τη σειρά της από μια μεγάλη ποικιλία συνθηκών στο θεσμικό επίπεδο (Ingvarson L.,κ.α., 2014).

Οι Seah και Bishop (2000), για παράδειγμα, ανέλυσαν δύο βιβλία που χρησιμοποιήθηκαν στη Σιγκαπούρη και άλλα δύο, του ίδιου επιπέδου, στη Μελβούρνη της Αυστραλίας για να

συγκρίνουν και να αντιπαραβάλλουν τις μαθηματικές και τις μαθηματικές εκπαιδευτικές αξίες που εκπροσωπούνταν. Όσον αφορά τις εκπαιδευτικές αξίες των μαθηματικών, το γεγονός ότι αποδίδονται στη διδακτική πρακτική υποδηλώνει ότι η απεικόνισή τους είναι κυρίως υπό τον έλεγχο συγγραφέων εγχειριδίων. Μια εξαίρεση μπορεί να είναι ο βαθμός του εξειδικευμένου λεξιλογίου που χρησιμοποιείται. Το εξειδικευμένο λεξιλόγιο επικοινωνεί τις αξίες των μαθηματικών που είναι μυστηριώδεις, φορμαλιστικά και που η κατανόησή τους είναι εφικτή από ορισμένους μόνο ανθρώπους (Seah, W. T., & Bishop, A. J., 2000). Ο Dede (2006) στην Τουρκία χρησιμοποίησε το ίδιο πλαίσιο για να αναλύσει οκτώ σχολικά βιβλία καταλήγοντας σε παρόμοιες καταγραφές όπως ο Seah και ο Bishop (2000). Οι μόνες δύο διαφορές ήταν οι τρόποι με τους οποίους τα τουρκικά εγχειρίδια έδιναν περισσότερο βάση στην δεκτικότητα σε σχέση με τη συμπληρωματική αξία του μυστηρίου και την μεγαλύτερη έμφαση που δίνουν στις μαθηματικές εκπαιδευτικές αξίες της προσβασιμότητας έναντι της ειδίκευσης.

Γενικές έννοιες που υποδηλώνουν αξίες	Μαθηματικές αξίες	Μαθηματικές εκπαιδευτικές αξίες
<ul style="list-style-type: none"> • Να προστάζει • Να επαινεί • Να προσέχει • Να θεωρεί <p>Η αξία είναι:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μία σταθερά • Κάτι που να εκτιμείται • Μία αρχή βάση της οποίας ζούμε/δρούμε • Μία σταθερά, βάση της οποίας κρίνουμε τι είναι σημαντικό • Κάτι το οποίο στοχεύουμε • Αρετές στις οποίες συμμορφωνόμαστε 	<ul style="list-style-type: none"> • Ορθολογισμός • Αντικειμενικότητα • Έλεγχος • Εξέλιξη • Μυστήριο • Δεκτικότητα(openness) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ακρίβεια • Σαφήνεια • Εικασία • Συνέπεια • Δημιουργικότητα • Αποτελεσματική οργάνωση • Αποτελεσματική εργασία • Απόλαυση • Προσαρμοστικότητα • Επιμονή • Συστηματική εργασία • Ανοιχτό πνεύμα

Πίνακας 1. Κατηγοριοποίηση των αξιών στην Μαθηματική εκπαίδευση κατά Seah (2001),(αναφορά σε Dede Y., 2006).

Πέρα από την διδακτική πρακτική των καθηγητών, ο ρόλος των βιβλίων ως ‘άορατοι δάσκαλοι’ απεικονίζουν αξίες οι οποίες είναι από φύση τους εκπαιδευτικού χαρακτήρα. Αν και τα δυτικά μαθηματικά διδάσκονται σε διαφορετικές χώρες οπότε θα ήταν αναμενόμενο ότι οι ίδιες μαθηματικές αξίες θα εκπροσωπούνται και θα μεταδίδονται σε διαφορετικά μέρη, οι κοινωνικοπολιτιστικοί και θεσμικοί παράγοντες που είναι εγγενείς μεταξύ των διαφορετικών σχολικών συστημάτων οδηγούν σε διαφορές στο περιεχόμενο της μαθηματικής εκπαίδευσης.

2.4. Η Ανάλυση Συναισθήματος

Η Ανάλυση Συναισθήματος (Sentiment Analysis) και η Εξόρυξη Γνώμης (Opinion Mining-Sentiment Analysis) είναι η μελέτη των συναισθημάτων, των απόψεων και των στάσεων των ανθρώπων ως προς μία συγκεκριμένη οπτική. Η οπτική αυτή μπορεί να είναι ο άνθρωπος, ένα σύνολο ανθρώπων, ένα γεγονός, ένα αντικείμενο κ.α.. Σε πολλές περιπτώσεις οι οπτικές αυτές είναι αναθεωρήσιμες με τις διαδικασίες αναθεώρησης τους να βασίζονται στην ανάλυση συναισθημάτων. Γενικά, η Ανάλυση Συναισθήματος έχει ως στόχο την εξακρίβωση του ύφους του κειμένου σχετικά με κάποιο θέμα ή με την πολικότητα του περιεχομένου ενός εγγράφου. Το ύφος μπορεί να αφορά την κρίση ή εκτίμηση του συγγραφέα ή το συναίσθημα που αναδύεται στον αναγνώστη μέσα από το κείμενο. Μια από τις βασικές εφαρμογές της Ανάλυσης Συναισθήματος είναι η *κατηγοριοποίηση της πολικότητας* ενός κειμένου, δηλαδή αν η γνώμη που εκφράζεται στο αναλυόμενο τμήμα είναι θετική, αρνητική ή ουδέτερη. Πιο αναπτυγμένες τεχνικές, εξετάζουν για *συναισθηματικές καταστάσεις* όπως είναι η χαρά, η λύπη κ.α. Σε αυτή την κατηγορία, πολλές ερευνητικές ομάδες επικεντρώνονται στην κατανόηση της δυναμικότητας του συναισθήματος μέσω των τεχνικών της ανάλυσης συναισθημάτων. Η δυσκολία που παρουσιάζεται είναι ότι οι περισσότεροι αλγόριθμοι εφαρμόζουν απλούς όρους έκφρασης συναισθήματος, με πολιτισμικούς παράγοντες και γλωσσολογικές ιδιαιτερότητες να δημιουργούν πραιτέρω απαιτήσεις στην μετατροπή ενός κειμένου σε κάποιο απλό θετικό ή αρνητικό συναίσθημα. Το γεγονός ότι ακόμα και οι άνθρωποι συχνά διαφωνούν για το συναίσθημα των κειμένων, αποδεικνύει το πόσο δύσκολο έργο είναι για ένα υπολογιστή να το εξάγει σωστά. Η αξιολόγηση ενός συστήματος ανάλυσης συναισθημάτων κρίνεται με τον βαθμό συμφωνίας με την ανθρώπινη κρίση. Ωστόσο, σύμφωνα με έρευνες, σε ανθρώπους που ορίζονται ως εκτιμητές σε αντίστοιχα προβλήματα ανάλυσης, υπάρχει ταύτιση απόψεων στο 79% των περιπτώσεων (Taboada M.,

2011).Επομένως, ένα πρόγραμμα με ακρίβεια της τάξεως του 70%, παρουσιάζει αποδεκτή απόδοση, ακόμα και αν ένα τέτοιο ποσοστό μπορεί να μην αξιοποιείται ως αρκετά ικανοποιητικό. Αυτό ερμηνεύεται με το γεγονός ότι ακόμα και αν ένα πρόγραμμα ήταν 100% ακριβές όλες τις φορές, 20% των εκτιμητών θα διαφωνούσαν με αυτό. Τέλος, υπάρχουν εφαρμογές οι οποίες εξετάζουν πρώτα ως προς την *αντικειμενικότητα*, δηλαδή αν το κείμενο που αναλύεται επιφέρει ή όχι κάποιο συναίσθημα και σε δεύτερο επίπεδο ανάλυσης ως προς την πολικότητα ή τις συναισθηματικές καταστάσεις.

Οι δύο έννοιες, η Ανάλυση Συναισθημάτων και η Εξόρυξη Γνώμης είναι σχεδόν ταυτόσημες. Η διαφορά τους εντοπίζεται στο γεγονός ότι η εξόρυξη γνώμης διερευνά την *στάση* του ανθρώπου όσον αφορά την υπό μελέτη κατάσταση, ενώ η ανάλυση συναισθήματος επεκτείνεται και στα *συναισθήματα* που αναδεικνύονται από αυτήν. Η Ανάλυση Συναισθήματος χρησιμοποιεί μεθόδους κατηγοριοποίησης κειμένου και υπολογιστικής γλωσσολογίας για την αναγνώριση και εξαγωγή υποκειμενικής πληροφορίας. Σύμφωνα με τους Medhat, Hassan, & Korashyb (2014), η Ανάλυση Συναισθήματος αποτελεί μια διαδικασία ταξινόμησης που εφαρμόζεται σε τρία διακριτά στάδια. Η κατηγοριοποίηση στο πρώτο στάδιο γίνεται σε επίπεδο εγγράφου, όπου κατατάσσεται ανάλογα με το περιεχόμενο του ανάλογα αν εκφράζει θετική γνώμη, αρνητική γνώμη ή συναίσθημα. Στο δεύτερο στάδιο η ανάλυση εφαρμόζεται σε επίπεδο χαρακτηριστικών του λόγου, όπου ανά προτάσεις γίνεται προσπάθεια να ανιχνευθεί το συναίσθημα που εκφράζεται. Αρχικά εντοπίζεται εάν είναι υποκειμενική ή αντικειμενική η έκφραση, όπου στην υποκειμενική αναζητείται αν έχει θετικό ή αρνητικό ύφος. Επειδή όμως συχνά δεν υπάρχει διαφοροποίηση στην ταξινόμηση σε επίπεδο προτάσεων κρίνεται απαραίτητο ένα ακόμα στάδιο στο οποίο αναζητείται αυτή σε επίπεδο έκφρασης συναισθήματος. Σε αυτό λαμβάνονται υπ' όψιν τα προς κρίση χαρακτηριστικά της εξεταζόμενης οντότητας και ενδεχομένως τα χαρακτηριστικά των πηγών δεδομένων.

2.4.1. Κατηγοριοποίηση διαδικασιών Ανάλυσης Συναισθήματος: Διαδικασίες που βασίζονται σε λεξικά

Πρόκειται για διαδικασίες που στηρίζονται στην αντιστοίχιση λέξεων και εκφράσεων με συγκεκριμένα συναισθήματα μέσω πεπερασμένης έκτασης λεξικών. Η αποδοτικότητα των διαδικασιών αυτών βασίζεται στην πληρότητα και την ακρίβεια των λεξικών αυτών. Η περαιτέρω διάκριση τους περιλαμβάνει δύο κατηγορίες, τις τεχνικές που εξετάζουν λέξεις και

εκείνες που εξετάζουν φράσεις (Musto, Semeraro, & Polignano, 2015), ενώ δεν εμπεριέχουν προπαρασκευαστικά στάδια για την ανάλυση συναισθήματος, επομένως και δεν κρίνονται απαιτητικά σε επίπεδο υπολογιστικών πόρων. Η προσέγγιση με βάση το λεξικό περιλαμβάνει τον υπολογισμό της πολικότητας ενός εγγράφου μέσα από τον σημασιολογικό προσανατολισμό των λέξεων ή των φράσεων σε αυτό, μέσω της βαθμονομημένης βαρύτητας της κάθε λέξης που υποδηλώνει την ένταση που παρουσιάζει το ανάλογο συναίσθημα, με το αποτέλεσμα να εμφανίζεται σε δεδομένη αριθμητική κλίμακα για το κάθε αναδυόμενο συναίσθημα. Η αποδοτικότητα κρίνεται με βάση αφενός την πληρότητα και την ακρίβεια των λεξικών αυτών αλλά και με την ευστοχία των βαθμών βαρύτητας που αποδίδονται σε κάθε λέξη.

Γενικά οι διαδικασίες εντοπισμού του συναισθηματικού προσανατολισμού με την χρήση λεξικών έχουν ως βάση δύο παραδοχές:

- Κάθε μεμονωμένη λέξη εμπεριέχει μία ένδειξη του αν είναι θετική, αρνητική ή ουδέτερη.
- Ο συναισθηματικός προσανατολισμός μπορεί να ποσοτικοποιηθεί με αριθμητικούς όρους (Musto, κ.α., 2015).

Για την δημιουργία των λεξικών αυτών δημιουργούνται χρησιμοποιούνται τρεις κύριες προσεγγίσεις:

Χειροκίνητη προσέγγιση: Με την δημιουργία ρητών και σταθερών αντιστοιχιών μεταξύ λέξεων ή εκφράσεων και συναισθημάτων. Αποτελεί μία χρονοβόρα διαδικασία ενώ η αποκλειστική χρήση αυτής κρίνεται μη αποδοτική οπότε συνήθως συνδυάζεται με τις άλλες δύο πιο αυτοματοποιημένες προσεγγίσεις για να αποφευχθούν τυχόν λάθη.

Προσέγγιση σε επίπεδο λέξεων: Οι λέξεις ομαδοποιούνται ανάλογα με την έννοια που περιγράφουν και από τις ομάδες αυτές αναζητούνται οι λέξεις που εκφράζουν συναισθήματα και οι οποίες συνδράμουν στον συναισθηματικό προσδιορισμό των κειμένων. Σε αυτή την προσέγγιση οι λέξεις εξετάζονται μεμονωμένα και όχι σε σχέση με το πλαίσιο στο οποίο εντάσσονται. Όσον αφορά την μεθοδολογία της προσέγγισης αυτής, συλλέγεται χειρωνακτικά ένα μικρό σύνολο λέξεων που εκφράζουν συναίσθημα ή στάση, με γνωστή πολικότητα, και εμπλουτίζεται με τα συνώνυμα και τα αντώνυμα των λέξεων αυτών. Η διαδικασία αυτή είναι επαναλαμβανόμενη με την προσθήκη νέου συνόλου λέξεων μέχρι να μην εντοπίζονται πλέον νέες λέξεις και στην συνέχεια επέρχεται η διόρθωση και διαγραφή τυχόν εσφαλμένων καταχωρήσεων.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα της συγκεκριμένης προσέγγισης έγκειται στην αδυναμία της, σε ορισμένες περιπτώσεις, να εντοπιστούν λέξεις που να αφορούν ένα συγκεκριμένα εξεταζόμενο συναισθηματικό πεδίο. Αυτή η δυσκολία μπορεί να ξεπεραστεί και ταυτόχρονα να βελτιωθεί και η αποτελεσματικότητα της προσέγγισης αυτής με την εφαρμογή τεχνικών που λαμβάνουν υπ' όψιν και τα συμφραζόμενα της κάθε λέξης ώστε με την κατάλληλη ανάλυση να προκύπτει μεγαλύτερη ακρίβεια στα εξεταζόμενα πεδία (Loughran & McDonald, 2011).

Προσέγγιση σε επίπεδο συνόλων λέξεων (Corpus based): Με την προσέγγιση αυτή γίνεται αμφίδρομη αντιστοίχιση μεταξύ των όρων και των εννοιών στα οποία αναφέρονται οι όροι αυτοί. Έτσι, το συναίσθημα που αναγνωρίζεται από τους όρους δεν εξαρτάται αποκλειστικά από αυτούς αλλά και από τις αντίστοιχες έννοιες με τις οποίες είναι συσχετισμένοι. Οι προσεγγίσεις αυτές συμβάλουν στην άμβλυνση του προβλήματος εντοπισμού των λέξεων που υποδηλώνουν συναισθήματα με συγκεκριμένους προσανατολισμούς, σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο. Οι μέθοδοι τους στηρίζονται στην αναγνώριση των συντακτικών σχεδίων ή των μοτίβων, μιας προκαθορισμένης λίστας λέξεων που έχουν ανατεθεί σε συγκεκριμένα συναισθήματα, προκειμένου να εντοπιστούν άλλες ανάλογες λέξεις μέσα στο κείμενο.

Μία από τις βασικές μεθόδους χρησιμοποιούν την συγκεκριμένη προσέγγιση είναι των Hatzivassiloglou και McKeown (1997), στην οποία κατά την ταξινόμηση της πολικότητας εφόσον οι δύο κατηγορίες ενδιαφέροντος αντιπροσωπεύουν αντιδιαμετρικές έννοιες, οι 'περιορισμοί στην αντίθεση' μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα για να οδηγήσουν στην ορθή ταξινόμηση του κειμένου (Hatzivassiloglou & McKeown, 1997). Η μέθοδος τους ορίζει μια λίστα με βασικές λέξεις έκφρασης πολικότητας, που μαζί με ένα σύνολο γλωσσικών περιορισμών προσδιορίζουν πρόσθετες λέξεις (κυρίως επίθετα ή επιρρήματα) και τους προσανατολισμούς τους. Για παράδειγμα, ένας από τους κανόνες ορίζει ότι οι σύνδεσμοι «και» συνδέουν επίθετα με την ίδια πολικότητα, με την έννοια αυτή να ορίζεται ως συνεκτικότητα συναισθημάτων, η οποία όμως δεν είναι πάντα ακριβής στην πράξη. Υπάρχουν επίσης στον αντίποδα και αντιφατικές εκφράσεις (αλλά, ωστόσο, κλπ) που υποδεικνύονται ως δείκτες αλλαγής πολικότητας. Στην συνέχεια, προκειμένου να προσδιοριστεί εάν δύο συσχετισμένα επίθετα έχουν την ίδια ή αντίθετη πολικότητα, η διαδικασία εφαρμόζεται σε ένα μεγάλο σύνολο λέξεων, μέσα από την οποία οι συσχετίσεις μεταξύ των επίθετων σχηματίζουν ένα γράφημα μέσα από το οποίο γίνεται η ταξινόμηση σε δύο ομάδες: θετικής και αρνητικής πολικότητας. Με βάση αυτή την τεχνική έχουν αναπτυχθεί και άλλες παρόμοιες οι οποίες χρησιμοποιούν την βασική λίστα λέξεων, με γνωστή

πολικότητα και έκφραση συναισθήματος, προκειμένου να διαδίδουν το συναισθηματικό τους σθένος σε όρους που συνυπάρχουν μαζί τους στο κείμενο ή σε συνώνυμα και λέξεις που συνυπάρχουν μαζί τους σε άλλες σχέσεις που ορίζονται από μεγάλα γλωσσικά σύνολα. Άλλες παρόμοιες τεχνικές εξετάζουν τις σχέσεις λόγου που εντοπίζονται στο κείμενο και που έχουν προηγουμένως εκτιμηθεί ως προς την πολικότητα τους ή ενσωματώνουν βαθμολογίες πολικότητας από διαφορετικά λεξικά συναισθημάτων.

2.4.2. Κατηγοριοποίηση διαδικασιών Ανάλυσης Συναισθήματος: Διαδικασίες μηχανικής μάθησης

Για την Ανάλυση Συναισθήματος χρησιμοποιούνται μεθοδολογίες που εντοπίζουν την έκφραση των συναισθημάτων στα κείμενα, μέσα από την επεξεργασία φυσικής γλώσσας. Οι μεθοδολογίες αυτές συνήθως ενεργοποιούν μηχανισμούς μηχανικής μάθησης οι οποίες αποτελούν το κυρίαρχο τρόπο των διαδικασιών εξόρυξης γνώσης. Με αυτές οι μηχανές έχουν την δυνατότητα να επεξεργάζονται ακολουθίες συμβολοσειρών και να αναγνωρίζουν τα συναισθήματα που αυτές αντιπροσωπεύουν. Οι τεχνικές αυτές κάνουν χρήση ισχυρών αλγορίθμων έτσι ώστε να εκπαιδεύονται οι μηχανές στην εκτίμηση συναισθημάτων σε κείμενα σε φυσική γλώσσα και έχουν υψηλές απαιτήσεις σε υπολογιστικούς πόρους καθώς και σε προπαρασκευαστικές ενέργειες. Οι κατηγορίες των διαδικασιών που περιλαμβάνονται στην κατηγορία αυτή ακολουθούν την διάκριση της μηχανικής μάθησης σε εποπτευόμενη και μη εποπτευόμενη ενώ η εποπτευόμενη μηχανική μάθηση κατηγοριοποιείται περαιτέρω με βάση το είδος των αλγορίθμων που χρησιμοποιούνται (Lombart O.R., 2017).

Θεωρείται ως δεδομένο ότι η εμπειρία αποτελεί έναν από τους βασικούς τρόπους που οι οργανισμοί αποκτούν γνώση αφού μέσα από τις παρελθούσες εμπειρίες παράγονται μοτίβα τα οποία αναγνωρίζονται αν με κάποιο τρόπο επαναληφθούν στο μέλλον. Μέσα από την αναγνώριση των μοτίβων αυτών προσαρμόζεται ανάλογα η συμπεριφορά τους με την ισχύ των μοτίβων που δημιουργούνται να είναι ευθέως ανάλογη με την ύπαρξη προηγούμενης εκμεταλλεύσιμης γνώσης. Μηχανική μάθηση είναι ο τομέας της πληροφορικής που αναδύθηκε μέσα από την μελέτη της αναγνώρισης μοτίβων. Αναφέρεται σε ένα σύνολο προσεγγίσεων που καθιστά τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές ικανούς να μαθαίνουν και να προσαρμόζουν ανάλογα τις διαδικασίες που εκτελούν χωρίς να έχουν ρητά προγραμματιστεί προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση, αλλά με βάση τα δεδομένα εισόδου και προβλέψεις που κάνουν με βάση αυτά (Lombart O.R., 2017).

Το αρχικό στάδιο επεξεργασίας μέσω μηχανικής μάθησης είναι το στάδιο της αρχικοποίησης. Πρόκειται για το στάδιο εκείνο στο οποίο εφαρμόζονται όλες εκείνες οι απαραίτητες προπαρασκευαστικές ενέργειες για να είναι εφικτή η εφαρμογή του αλγορίθμου. Αρχικά επιλέγονται τα κείμενα που θα χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία του μοντέλου ταξινόμησης που πρόκειται να αναπτυχθεί, τα οποία τροποποιούνται ώστε η μορφή τους να είναι αποδοτικά επεξεργάσιμη από το σύστημα. Ταυτόχρονα, εντοπίζονται και επιλέγονται εκείνα τα χαρακτηριστικά των κειμένων τα οποία θα αποτελούν τα δεδομένα εκπαίδευσης (training data).

Η δημιουργία των μοτίβων που καθορίζει την συμπεριφορά του ηλεκτρονικού υπολογιστή ονομάζεται εκπαίδευση (training), και πρόκειται για το κυρίως μέρος της επεξεργασίας. Για την επίτευξη αυτής χρησιμοποιούνται εξειδικευμένα σύνολα δεδομένων εισόδου, τα οποία ονομάζονται δεδομένα εκπαίδευσης όπου το σύστημα επιχειρεί να εκπαιδευτεί πάνω σε αυτά με τη βοήθεια ενός αλγορίθμου μηχανικής μάθησης. Κατά τη διαδικασία της εκπαίδευσης το σύστημα μαθαίνει μέσα από την εμπειρία και δημιουργεί μοντέλα ταξινόμησης, προκειμένου να έχει την ικανότητα να κατατάσσει τα συναισθήματα που εμφανίζονται στα κείμενα.

Στη συνέχεια εισάγονται τα δεδομένα δοκιμής (testing data), τα οποία δεν έχουν χρησιμοποιηθεί κατά την διαδικασία της εκπαίδευσης του και είναι ήδη ταξινομημένα ως προς το συναίσθημα τους, και με βάση τις προβλέψεις που παράγει πάνω σε αυτά αξιολογείται η επίδοση του.

Τα δεδομένα που τροφοδοτούν το σύστημα κατά την εκπαίδευση μπορεί να συνοδεύονται από κάποια επιθυμητή απόκριση προκειμένου να κατευθύνει το σύστημα, οπότε η μάθηση σε αυτή την περίπτωση ονομάζεται επιβλεπόμενη (supervised). Στην αντίθετη περίπτωση που το σύστημα δεν ενημερώνεται για την απόκριση που πρέπει να έχει στα δεδομένα, η μάθηση χαρακτηρίζεται μη επιβλεπόμενη (unsupervised). Στην υβριδική περίπτωση που μερικά μόνο από τα δεδομένα συνοδεύονται από επιθυμητή έξοδο, έχουμε ημι-επιβλεπόμενη μάθηση (semi-supervised) (Medhat W., κ.α., 2014). Υπάρχει και μία ακόμη μορφή μηχανικής μάθησης κατά την οποία το σύστημα καλείται να φέρει εις πέρας μία προκαθορισμένη εργασία μέσα σε ένα μεταβλητό περιβάλλον, το οποίο τροφοδοτείται με νέα δεδομένα σε όλη τη διάρκεια. Τα δεδομένα αυτά δε συνοδεύονται από κάποια επιθυμητή απόκριση και το σύστημα λαμβάνει τελικώς ως ανατροφοδότηση τον βαθμό επιτυχίας της αποστολής. Έτσι

μέσα από τη διαδικασία αυτή εκπαιδεύεται το σύστημα και αυτή η μορφή μάθησης χαρακτηρίζεται ως ενισχυτική (reinforcement) (Lombart O.R., 2017).

Για την διαδικασία της μελέτης των θυμικών δεικτών στα μαθηματικά σχολικά εγχειρίδια στην Ελληνική γλώσσα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο τα συστήματα με επιβλεπόμενη ή ημι-επιβλεπόμενη μάθηση αφού θα χρειαστεί εκπαίδευση τους, μιας και δεν υπάρχει προγενέστερη προσπάθεια για τον συνδυασμό του συγκεκριμένου πεδίου με την συγκεκριμένη γλώσσα. Με αυτή την λογική στην επόμενη ενότητα θα παρουσιαστούν τα διαφορετικά μοντέλα συστημάτων επιβλεπόμενης μάθησης.

2.4.2.1. Μοντέλα Επιβλεπόμενης Μάθησης: Σύστημα Naïve Bayes Classifier

Οι Naïve Bayes Classifiers αποτελούν μια ομάδα από απλούς πιθανοτικούς ταξινομητές που στηρίζονται στην εφαρμογή του θεωρήματος Bayes με αυστηρή υπόθεση ανεξαρτησίας μεταξύ των εξεταζόμενων χαρακτηριστικών.

Πρόκειται για μια απλή τεχνική για την κατασκευή ταξινομητών, δηλαδή μοντέλων που ορίζουν ετικέτες κλάσης σε οντότητες προβλημάτων οι οποίες αναπαριστούνται από διανύσματα με τιμές χαρακτηριστικών, με τις ετικέτες αυτές να ορίζονται από ένα πεπερασμένο σύνολο. Αποτελούν μια οικογένεια αλγορίθμων που βασίζονται σε ένα κοινό πρότυπο παρά έναν μεμονωμένο αλγόριθμο. Όλοι οι Naïve Bayes ταξινομητές λειτουργούν με την υπόθεση ότι η τιμή ενός συγκεκριμένου χαρακτηριστικού είναι ανεξάρτητη από την τιμή οποιουδήποτε άλλου χαρακτηριστικού δεδομένης της μεταβλητής κλάσης. Οι ταξινομητές αυτής της κατηγορίας εφαρμόζονται κυρίως σε περιπτώσεις που η διάσταση των δεδομένων εισόδου είναι αρκετά μεγάλη, αλλά, παρά την απλότητα τους, οι συγκεκριμένοι αλγόριθμοι, μπορούν να ξεπεράσουν σε απόδοση και ακρίβεια ακόμα και πιο σύγχρονα και πολύπλοκα μοντέλα κατηγοριοποίησης (Sharma R., κ.α., 2013) .

2.4.2.2. Μοντέλα Επιβλεπόμενης Μάθησης: Σύστημα Support Vector Machines algorithm (SVM)

Ο αλγόριθμος Support Vector Machines (SVM) είναι ένα σύνολο μεθόδων εκμάθησης που χρησιμοποιούνται για προβλήματα ταξινόμησης και παλινδρομικής ανάλυσης. Η κύρια ιδέα

του SVM είναι η δημιουργία ενός υπερεπίπεδου, τέτοιο ώστε η απόσταση που διαχωρίζονται τα θετικά και αρνητικά παραδείγματα να μμεγιστοποιείται. Τα διανύσματα των πιο κοντινών σημείων σε αυτό το υπερεπίπεδο ονομάζονται υποστηρικτικά διανύσματα (support vectors). Το πλεονέκτημα της προσέγγισης αυτής είναι ότι επιτυγχάνονται καλές επιδόσεις στα προβλήματα ταξινόμησης χωρίς να ενσωματώνεται γνώση από τον τομέα του προβλήματος.

Ο SVM ανήκει στην κατηγορία των γενικευμένων γραμμικών ταξινομητών. Μια ειδική ιδιότητά τους είναι ότι ταυτόχρονα ελαχιστοποιούν το εμπειρικό σφάλμα ταξινόμησης και μεγιστοποιούν τη γεωμετρική απόσταση, οπότε χαρακτηρίζονται ως ταξινομητές μέγιστου διαχωρισμού. Μία αξιοσημείωτη ιδιότητα ενός SVM είναι ότι η ικανότητά του να μαθαίνει είναι ανεξάρτητη από τις διαστάσεις του χώρου χαρακτηριστικών. Ο SVM μετράει την πολυπλοκότητα των υποθέσεων με βάση την απόσταση που μπορεί να διαχωρίσουν τα στοιχεία, και όχι με βάση τον αριθμό των χαρακτηριστικών. Αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να γενικεύσουμε ακόμη και με την παρουσία πάρα πολλών χαρακτηριστικών, αν τα στοιχεία μας μπορούν να διαχωριστούν με ένα ευρύ περιθώριο χρησιμοποιώντας συναρτήσεις από το χώρο υποθέσεων (Llombart O.R., 2017).

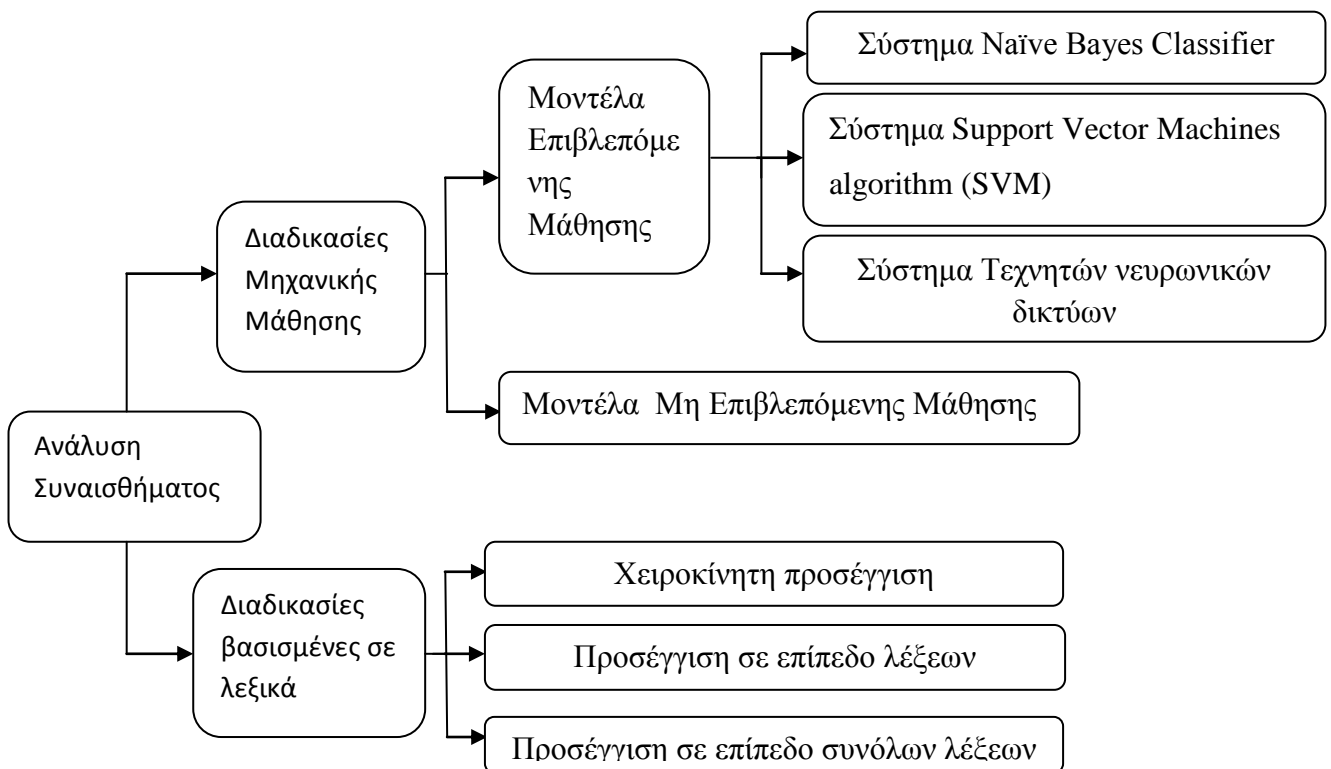
Στα πλεονεκτήματα του, αναφέρεται πως κλιμακώνεται σε τεράστια σύνολα δεδομένων ενώ παράλληλα είναι ανεξάρτητος από τον τομέα του προβλήματος. Επιπλέον, μπορεί να αναπτυχθούν αποτελεσματικές συναρτήσεις πυρήνα για την αντιμετώπιση κάθε εξειδικευμένου τομέα μελέτης. Έτσι, μπορεί να εφαρμοστεί αποτελεσματικά σε ένα ευρύ φάσμα προβλημάτων ταξινόμησης. Τέλος, είναι εξαιρετικός σε εφαρμογές κατηγοριοποίησης κειμένων που στην προκειμένη περίπτωση είναι ο τομέας που μας ενδιαφέρει περισσότερο.

2.4.2.3. Μοντέλα Επιβλεπόμενης Μάθησης: Σύστημα Τεχνητών νευρωνικών δικτύων

Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (Artificial Neural Networks) είναι υπολογιστικά μοντέλα που προσπαθούν να προσομοιώσουν βιολογικές διαδικασίες μάθησης. Αποτελούνται από υπολογιστικούς κόμβους, τους ονομαζόμενους νευρώνες (neurons) οι οποίοι δημιουργούν ένα δίκτυο μέσω της μεταξύ τους διασύνδεσης. Κάθε διασύνδεση νευρώνων στο δίκτυο χαρακτηρίζεται από κάποιο συντελεστή βαρύτητας w_i που προσαρμόζεται κατά τη φάση εκπαίδευσης του δικτύου, όπου πρακτικά η διαδικασία της εκπαίδευσης αποτελεί την προσαρμογή όλων των βαρών του δικτύου..Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα αν και είναι

επιβλεπόμενης μάθησης, ωστόσο συναντάμε τέτοια δίκτυα και σε προσεγγίσεις μη επιβλεπόμενης μάθησης.

Στην θεωρία, τα νευρωνικά μοντέλα μάθησης βασίζονται στη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου. Αν και ο βαθμός στον οποίο προσομοιώνουν τη διαδικασία βιολογικής μάθησης, είναι πολλές φορές υπό αμφισβήτηση, οι βασικές τους αρχές είναι αυτές που θεωρείται ότι διέπουν το κεντρικό νευρικό σύστημα. Στην πράξη πάντως, τα νευρωνικά δίκτυα έχουν να επιδείξουν υψηλές επιδόσεις σε πολλαπλές εφαρμογές. Επειδή όμως εμφανίζουν μεγάλη κατανάλωση υπολογιστικών πόρων, με την γεωμετρική ανάπτυξη της τεχνολογίας την τελευταία δεκαετία, δίνεται η δυνατότητα σε πολύπλοκα νευρωνικά δίκτυα να εκπαιδευτούν σε μεγάλους όγκους δεδομένων. Η εκπαίδευση νευρωνικών δικτύων μέσω πολλαπλών επιπέδων (deep learning) σημειώνει πλέον κορυφαία αποτελέσματα στις αξιολογήσεις των εφαρμογών που χρησιμοποιούνται (Cambria E., κ.α., 2014).



Σχήμα 3. Διάκριση των τεχνικών ανάλυσης συναισθήματος (Medhat W., κ.α., 2014).

Γενικότερα, η αποδοτικότητα των προσεγγίσεων που στηρίζονται σε μηχανική μάθηση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν για την εκπαίδευση του μοντέλου πρόβλεψης. Αυτό θεωρητικά είναι και το βασικότερο κριτήριο που μπορεί να επηρεάσει τη επιλογή χρήσης προσέγγισης για την εξόρυξη συναισθήματος από κείμενα. Οι προσεγγίσεις που είναι βασισμένες σε λεξικά έχουν σταθερή απόδοση για κάθε πεδίο που μπορεί να χρησιμοποιηθούν. Οι προσεγγίσεις που είναι βασισμένες σε μηχανική μάθηση απαιτούν την χρήση συνόλου δεδομένων για εκπαίδευση το οποίο να παρουσιάζει χαρακτηριστικά όμοια με εκείνα του συνόλου που πρόκειται να αξιολογηθεί. Μέσα από τις προσεγγίσεις που βασίζονται σε λεξικά αντιμετωπίζονται αποδοτικότερα οι ειδικές καταστάσεις που επηρεάζονται από το γλωσσικό πλαίσιο που εντάσσονται τα κείμενα, όπως η άρνηση και η εντατικοποίηση των εννοιών που αποδίδονται καθώς τα μοντέλα πρόβλεψης που παράγονται με μηχανική μάθηση δύσκολά μπορούν να εντοπίσουν τις διαφοροποιήσεις τέτοιων καταστάσεων στην χρήση ίδιων όρων (Taboada, et al., 2014).

2.4.3. Εξαγωγή χαρακτηριστικών

Το βασικό πρόβλημα στην επεξεργασία κειμένων με μηχανισμούς μηχανικής μάθησης είναι ότι τα κείμενα δεν μπορούν να αποτελέσουν αυτούσια είσοδο στους σχετικούς αλγόριθμους. Οι αλγόριθμοι αυτοί είναι σχεδιασμένοι ως επί το πλείστον να λειτουργούν με προκαθορισμένους τρόπους εισόδους. Επομένως, είναι απαραίτητη η κωδικοποίηση των γλωσσικών ιδιοτήτων των κειμένων σε δομημένα αριθμητικά δεδομένα, συνήθως με την μορφή διανυσμάτων. Η διεργασία αυτή ονομάζεται εξαγωγή χαρακτηριστικών ή κωδικοποίηση χαρακτηριστικών και μπορεί να γίνει με τους ακόλουθους τρόπους.

2.4.3.1. Εξαγωγή χαρακτηριστικών: Σύστημα Bag of words

Το μοντέλο bag of words (BoW) αποτελεί μία δημοφιλή μέθοδο κωδικοποίησης δεδομένων κειμένου με σκοπό την μοντελοποίηση τους για χρήση σε διαδικασίες που βασίζονται σε αλγόριθμους μηχανικής μάθησης. Το μοντέλο BoW είναι απλό στην εφαρμογή του και παρουσιάζει αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα σε εργασίες μοντελοποίησης γλωσσών και ταξινόμησης εγγράφων ενώ με την ευελιξία που εμφανίζει μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους ανάλογα με το είδος των κειμένων αλλά και τον σκοπό της λειτουργίας μηχανικής μάθησης. Μέσα από αυτό το μοντέλο δημιουργείται μια αναπαράσταση ενός κειμένου που περιγράφει τις λέξεις που εμφανίζονται μέσα σε ένα έγγραφο. Τα στοιχεία στα

οποία βασίζεται το μοντέλο είναι ένα λεξιλόγιο γνωστών λέξεων καθώς και το μέτρο της παρουσίας γνωστών λέξεων (Brownlee, 2017).

Χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι ότι μελετά μόνο την συμμετοχή γνωστών λέξεων και όχι το συντακτικό ή την σημασιολογία των λέξεων. Η επεξεργασία κειμένων με την μέθοδο του BoW γίνεται με την καταγραφή όλων των λέξεων που χρησιμοποιούνται σε ένα σύνολο κειμένων. Έστω N το πλήθος των λέξεων. Σε κάθε μία από αυτές αντιστοιχίζεται ένας ακέραιος αριθμός από 1 ως N . Κάθε κείμενο κωδικοποιείται με ένα διάνυσμα το οποίο αποτελείται από μία σειρά δυαδικών ψηφίων (0 ή 1) ανάλογα αν η λέξη που αντιστοιχεί στην θέση του διανύσματος εμφανίζεται έστω και μία φορά στο κείμενο. Άλλες παραλλαγές της μεθόδου αυτής καταγράφουν στις θέσεις των διανυσμάτων το πλήθος των εμφανίσεων της αντίστοιχης λέξης στο κείμενο. Σε κάθε περίπτωση τα διανύσματα που προκύπτουν είναι αρκετά αραιά με την διαχείριση τους να απαιτεί υψηλούς υπολογιστικούς πόρους, οπότε αναζητούνται τρόποι περιορισμού των μεγεθών των διανυσμάτων που προκύπτουν. Για τον σκοπό μπορεί να χρησιμοποιηθούν διάφορες τεχνικές όπως αγνόηση του τρόπου γραφής των γραμμάτων της λέξης (μικρά ή κεφαλαία γράμματα), παράλειψη σημείων του λόγου που χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν νοήματα και δεν εμπεριέχουν κάποιου είδους ωφέλιμη πληροφορία, εντοπισμός λέξεων γραμμένων σε διαφορετικές μορφές και ομαδοποίηση συνώνυμων λέξεων (Brownlee, 2017).

2.4.3.2. Εξαγωγή χαρακτηριστικών: Σύστημα N-Grams

Με την μέθοδο αυτή εξετάζεται η ύπαρξη N διαδοχικών λέξεων σε ένα κείμενο. Αποτελεί μία εξέλιξη του μοντέλου bag of words (BoW). Συνήθως η προσέγγιση των bigrams (για $N = 2$) ή των trigrams (για $N = 3$) παράγουν πιο αξιόπιστα αποτελέσματα σε σχέση με την προσέγγιση του BoW.

2.4.3.3. Εξαγωγή χαρακτηριστικών: Σύστημα Συντακτικών εξαρτήσεων (Syntactic dependencies)

Οι συντακτικές εξαρτήσεις είναι πολύ σημαντικές για τη διαδικασία της σημασιολογικής ερμηνείας των λέξεων του κειμένου και ορίζονται ως επιλεκτικές συναρτήσεις ανάμεσα σε λέξεις με την ικανότητα να προσθέτουν στις λέξεις νοήματα και να τα εξελίσσουν βαθμιαία μέσα από τα κειμένων.

Μια συντακτική εξάρτηση ορίζεται σημασιολογικά ως μια δυαδική λειτουργία που έχει ως παραμέτρους τις δηλώσεις των δύο σχετικών λέξεων (της βασικής και της εξαρτωμένης), με

την αναζήτηση των συντακτικών εξαρτήσεων να εξετάζει ζεύγη λεκτικών μονάδων προκειμένου να εντοπιστούν εξαρτήσεις οι οποίες ταιριάζουν με κάποια συγκεκριμένα λεξικοσυντακικά πρότυπα. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι μια σχετική διάταξη των εννοιών τους, η οποία έχει κομβικό ρόλο στην απόδοση νοήματος στο κείμενο στο οποίο εντάσσονται. Όταν η αναζήτηση καταλήγει σε θετικό αποτέλεσμα τότε η συντακτική εξάρτηση που πιστοποιείται καθορίζει την ανάδειξη σημασιολογίας (Brownlee, 2017).

2.5. Εργαλεία Ανάλυσης Όψεων Θυμικού

Βιβλιογραφικά δεν κατέστη δυνατόν να εντοπιστεί ανάλυση στα Ελληνικά σε μαθηματικό εγχειρίδιο συγκεκριμένα, με την πλειοψηφία των αναλύσεων να έχει εφαρμοστεί κυρίως για κριτικές και συζητήσεις είτε για καταναλωτικά προϊόντα είτε για πανεπιστημιακά μαθήματα. Μία τέτοια προσπάθεια παρουσιάστηκε από τους Αγαθαγγέλου, Κατάκη, Κόκκορα και Ντόνα (2014), όπου χρησιμοποιήθηκε μια μη εποπτευόμενη προσέγγιση για εξόρυξη λέξεων από συγκεκριμένο θεματικό πεδίο. Η προσέγγισή τους αξιολογείται σε ένα σύνολο κριτικών για διαφορους τύπους ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών συσκευών από ένα ελληνικό ηλεκτρονικό κατάστημα. Ο Κερμανίδης και ο Μαραγκουδάκης (2013) παρουσίασαν με την σειρά τους μία μη εποπτευόμενη προσέγγιση για τον εντοπισμό του συναισθήματος που εκφράζεται στις θέσεις Twitter ενώ οι Σολακίδης, Βαβλιακής και Μίτκας (2014) εξετάζουν τις συναισθηματικά έντονες λέξεις σε ένα ημι-εποπτευόμενο σύστημα ανίχνευσης συγκινήσεων το οποίο αξιολογείται σε ένα δημοφιλές φοιτητικό χώρο συζητήσεων (forum) με έναν αριθμό αλγορίθμων ταξινόμησης που περιλαμβάνουν Naïve Bayes, και SVM, μεταξύ άλλων.

Μέσα από τις αναζητήσεις, εκτός των άλλων, προέκυψε και η ανεύρεση λεξικού συναισθήματος για την ελληνική γλώσσα το οποίο σχεδιάστηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογιών Πληροφορικής του CERTH (Τσακαλίδης, Παπαδόπουλος, Κομπατσιάρης, 2014). Περιέχει 2324 επιλεγμένους ελληνικούς όρους, οι οποίοι έχουν διερευνηθεί από τους τέσσερις ερευνητές για τις διαστάσεις της υποκειμενικότητας, της πολικότητας και των έξι συναισθημάτων που προτείνει ο Ekman (ευτυχία, θλίψη, θυμός, φόβος, αγδία, έκπληξη). Πιο συγκεκριμένα, χώρισαν τις λέξεις σύμφωνα με το μέρος του λόγου (δηλαδή άρθρα, ουσιαστικά, αντωνυμίες,

επίθετα, ρήματα, μετοχές, επιρρήματα, προθέσεις, συνδέσμους, επιφωνήματα) και χαρακτήρισαν την καθεμία λέξη ξεχωριστά, ανάλογα με το αν είναι ισχυρή, ασθενής ή τίποτα, κάτι το οποίο δηλώνει υποκειμενικότητα. Έπειτα, εντόπισαν την πολικότητα κάθε λέξης (δηλαδή αν είναι θετική, αρνητική ή ουδέτερη) και αντιστοίχισαν λέξεις που δήλωναν συναίσθημα κατά αυτούς, ανάλογα με την ένταση που διέκρινε την καθεμία με σκορ από το 1 έως το 5. Γενικότερα το σταθμισμένο λεξικό αυτό έχει αποτελέσει την βάση για θεματικές επεκτάσεις σε έρευνες συναισθήματος για διάφορα πεδία τα τελευταία χρόνια.

Μέσα από το θεωρητικό υπόβαθρο αναδύθηκε η συνειδητοποίηση πως η ανάλυση των θυμικών δεικτών σε ένα κείμενο, μέσω λογισμικού, μπορεί να εξεταστεί μέσω των εννοιών της εξόρυξης γνώμης (sentiment analysis), η οποία διερευνά τις στάσεις της υπό μελέτη κατάστασης και μέσω της ανάλυσης συναισθήματος (emotion analysis) η οποία επεκτείνεται και στα συναισθήματα που αναδεικνύονται από αυτήν. Επομένως η αναζήτηση βιβλιογραφίας και της προϋπάρχουσας έρευνας για την ανάλυση του θυμικού σε κείμενο, πραγματοποιήθηκε με όλους τους δυνατούς συνδυασμούς με βάση τις λέξεις: affect, emotion, values, sentiment analysis, emotion analysis, textbook, mathematics, mathematics education, greek, ενώ κάθε συνδυασμός φιλτραρίστηκε χρονικά κατά τρία επίπεδα: όλα, εντός δεκαετίας και εντός τριετίας.

Τα εργαλεία τα οποία προέκυψαν παρουσιάζονται σε αυτή την ενότητα και οργανώθηκαν σε τρεις επιμέρους κατηγορίες: στα εξειδικευμένα λογισμικά, στα λογισμικά ποιοτικής ανάλυσης και στους κειμενογράφους. Σε κάθε περίπτωση πέρα από την περιγραφή, αναφέρεται και η δυνατότητα ή μη χρήσης στην Ελληνική γλώσσα καθώς και την ανάλογη προσαρμογή που μπορεί να χρειάζεται.

2.5.1. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού

Η επιλογή παρουσίασης των συγκεκριμένων συστημάτων πραγματοποιήθηκε με βάση τέσσερις άξονες:

- με την δυνατότητα χρήσης τους στην Ελληνική γλώσσα ή και την προσαρμογή τους για να πραγματοποιηθεί
- με την προηγούμενη εφαρμογή τους σε έρευνες για την αναγνώριση θυμικών δεικτών

- με την δυνατότητα ανάλυσης κειμένου σε επίπεδο συνόλων λέξεων (Corpus based), προκειμένου να ξεπεραστούν οι δυσκολίες που εμφανίζει η Ελληνική γλώσσα λόγω των πολύπλοκων μορφολογικών της χαρακτηριστικών
- με την δυνατότητα ανάλυσης κειμένου σε δεύτερο επίπεδο. Γενικότερα, η ανάλυση συναισθήματος σε κείμενο πραγματοποιείται σε δύο επίπεδα, στο πρώτο ως προς την *αντικειμενικότητα*, δηλαδή αν το κείμενο που αναλύεται επιφέρει ή όχι κάποιο συναίσθημα και σε δεύτερο επίπεδο ανάλυσης ως προς την πολικότητα ή τις συναισθηματικές καταστάσεις.

2.5.1.1 Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα pSenti

Το pSenti αποτελεί ένα σύστημα ανάλυσης συναισθήματος σε επίπεδο έννοιας που ενσωματώνει προσεγγίσεις που βασίζονται και σε λεξικό και σε μηχανική μάθησης, προκειμένου να αποκτήσουν προσαρμοστική ανάλυση συναισθήματος. Το κύριο πλεονέκτημα της υβριδικής αυτής προσέγγισης είναι να αποκτήσει το καλύτερο και των δύο κόσμων, τη σταθερότητα και την αναγνωσιμότητα ενός προσεκτικά επιλεγμένου λεξιλογίου και την υψηλή ακρίβεια από έναν ισχυρό αλγόριθμο μάθησης υπό επίβλεψη. Χάρη στο ενσωματωμένο λεξικό συναισθημάτων και πολυάριθμους γλωσσικούς κανόνες, το pSenti μπορεί να ανιχνεύσει και να μετρήσει τα συναισθήματα σε επίπεδο έννοιας.

Η βασική ιδέα του pSenti είναι να δημιουργήσει διανυσματικά στοιχεία για την εποπτευόμενη μηχανική μάθηση με τον ίδιο τρόπο που τα αναγνωρίζουν και τα συστήματα ανάλυσης συναισθήματος που βασίζονται σε λεξικά. Σε σύγκριση με τα καθαρά συστήματα που βασίζονται σε λεξικό, επιτυγχάνεται σημαντικά υψηλότερη ακρίβεια στην ταξινόμηση της πολικότητας συναισθημάτων και στην ανίχνευση της ισχύς των συναισθημάτων. Σε σύγκριση με τα συστήματα που βασίζονται καθαρά στην μηχανική μάθηση, προσφέρει πιο δομημένα και ευανάγνωστα αποτελέσματα, ενώ είναι λιγότερο ευαίσθητο στο στυλ γραφής ενός κειμένου. Επιπλέον μπορεί να τροποποιηθεί και να προσαρμοστεί περαιτέρω μετά από μια φάση εκμάθησης, μπορούμε δηλαδή να εισαγάγουμε νέους γλωσσικούς κανόνες ή να επεκτείνουμε ένα λεξιλόγιο συναισθήματος ανά πάσα στιγμή για περαιτέρω βελτίωση της απόδοσης του συστήματος.

Τέλος, εκτός από την αναγνώριση της πολικότητας συναισθήματος, είναι επίσης σε θέση να υπολογίσει τις οκτώ διαστάσεις διάθεσης του Plutchik (θυμό, ανυπομονησία, αηδία, φόβο, χαρά, θλίψη, έκπληξη και εμπιστοσύνη) σε βαθμίδα από το 0 έως το 1.

Το rSenti αποτελεί ένα πρόγραμμα το οποίο βασίζεται στην πλατφόρμα της java. Λόγω της πρόσβασης που προσφέρεται μέσω αυτής στον κώδικα του προγράμματος, θα ήταν εξαιρετικά ενδιαφέρουσα η διερεύνηση της δυνατότητας σύνδεσης του με κάποιο από τα λεξικά συναισθήματος για την Ελληνική γλώσσα, όπως το Γενικευμένο Λεξικό Συναισθήματος των Τσακαλίδη, Παπαδόπουλου, Κομπατσιάρη.

2.5.1.2. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα Niosto

Το πρόγραμμα Niosto το έχουν δημιουργήσει οι Αγαθαγγέλου, Κατάκης, Κόκκορας και Ντόνας και έχει να κάνει με την επίλυση του προβλήματος της εξόρυξης γνώμης, το οποίο πραγματοποιεί ανάλυση των δεδομένων με τη χρήση λεξικού λέξεων με την κατηγοριοποίηση αυτών κατά την πολικότητα και την ένταση του συναισθήματος που εκφράζουν, με την προβολή των αποτελεσμάτων μέσω γραφικών παραστάσεων. Εκτός από την βιβλιοθήκη έτοιμων λέξεων που εμπεριέχει (υπάρχει λίστα με τα άρθρα, τα βασικά ρήματα, επίθετα σε συγκριτικό και υπερθετικό βαθμό, ουσιαστικά, αρνητικές λέξεις κτλ.), μπορεί να δεχθεί και βοηθητικές λίστες λέξεων, οι οποίες ενισχύουν την ανάλυση των κειμένων. Επομένως, ως μία ενδιαφέρουσα προοπτική είναι η δυνατότητα επέκτασης του λεξικού συναισθήματος με το Γενικευμένο Λεξικό Συναισθήματος των Τσακαλίδη, Παπαδόπουλου, Κομπατσιάρη της Ελληνικής γλώσσας.

Το Niosto είναι ένα σύστημα βασισμένο σε λεξικό που πραγματοποιεί ανάλυση σε επίπεδο προτάσεων με βάση τις λίστες έτοιμων λέξεων ενώ κάνει διπλή διασπορά και επικύρωση λέξεων, δηλαδή εσωτερική και εξωτερική ανάλυση συναισθήματος με την πρώτη φάση να μελετάει το συναίσθημα που εκφράζεται σε σχέση με τα συμφραζόμενα και μετέπειτα με την λέξη μόνη της και να συμψηφίζει τα αποτελέσματα.

Το niosto έχει χρησιμοποιηθεί σε ανάλυση συναισθήματος και εξόρυξης γνώμης σε δεδομένα προερχόμενα από τη συμμετοχή μεταπτυχιακών φοιτητών του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου σε διαδικτυακή ομάδα συζήτησης (forum) στα πλαίσια

μαθημάτων με στόχο την μελέτη της συμπεριφοράς των φοιτητών απέναντι στο μάθημα καθώς και την μοντελοποίηση της συναισθηματικής τους συμπεριφοράς με την πάροδο του χρόνου (Kagklis V., κ.α., 2015).

2.5.1.3. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα Gavagai

Εργαλείο όπου η ανάλυση βασίζεται σε τεχνικές μηχανικής μάθησης και μπορεί να διεξάγει ανάλυση συναισθήματος σε Αγγλικά, Ελληνικά και άλλες 48 γλώσσες. Στα αποτελέσματα παρουσιάζει τις 4 κορυφαίες λέξεις που εκφράζουν θετικό ή αρνητικό συναίσθημα καθώς και δυσδιάστατη απεικόνιση όλων των λέξεων με συναίσθημα, με αριθμό αναφορών τους και αναλυτική αναφορά για κάθε λέξη ξεχωριστά, τον χαρακτηρισμό της και τον βαθμό συσχέτισης της με άλλες λέξεις. Το συναίσθημα εξετάζεται ως προς την πολικότητα του (θετική, αρνητική, ουδέτερη) ανά γραμμή κειμένου, ενώ υπάρχει και η δυνατότητα ανάλυσης μέχρι και τριών συναισθημάτων ταυτόχρονα (ανάμεσα στα αγάπη, μίσος, φόβος, επιθυμία, σκεπτικισμό και βιαιότητα).

2.5.1.4. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα Socialsensor

Αποτελεί ένα εργαλείο βασισμένο σε λεξικό για τον εντοπισμό και την εξόρυξη λέξεων που εκφράζουν συναίσθημα. Κατηγοριοποιεί τις λέξεις με βάση την πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη) αλλά και με βάση την υποκειμενικότητα (ισχυρής, ασθενής, καθόλου) και εμφανίζει ποσοστωση (%) ανάμεσα σε θετικά-αρνητικά και ισχυρά-ασθενή. Είναι σχετικά δύσκολο στην χρήση, αφού κάνει ανάλυση ανά γραμμή κειμένου, οπότε και η εισαγωγή του θα πρέπει να είναι ανά γραμμή σε περιβάλλον κώδικα java, ενώ υποστηρίζει την Ελληνική γλώσσα.

Έχει χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα ερευνών για την ανάλυση συναισθήματος σε διάφορα μέσα κοινωνικής δικτύωσης για πολλές θεματικές ενότητες.

2.5.1.5. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Συστήματα IBM Watson Natural Language Understanding - Microsoft Azure Text Analytics API-Repustate

Αποτελούν τα δημοφιλέστερα συστήματα ανάλυσης κειμένου. Αποτελούν εργαλεία όπου η ανάλυση βασίζεται σε τεχνικές μηχανικής μάθησης, όμως αν και υποστηρίζουν διάφορες γλώσσες, κανένα από τα τρία δεν υποστηρίζει την Ελληνική, (χωρίς αυτό να αποκλείεται στο μέλλον), αλλά επειδή είναι αμιγώς εμπορικά προγράμματα δεν επιδέχονται προσαρμογής ή παρέμβασης στον κώδικα τους. Ένα από τα βασικά τους πλεονεκτήματα είναι πως είναι εφαρμογές που η ανάλυση κειμένου γίνεται μέσω διαδικτύου οπότε δεν τίθεται το ζήτημα των υπολογιστικών πόρων για μεγάλο όγκου δεδομένα, ενώ μπορεί να γίνει εισαγωγή και ολόκληρου του κειμένου ανεξαρτήτου μεγέθους. Επιπροσθέτως υπάρχει η δυνατότητα παραμετροποίησης των αναζητήσεων καθώς και πολλαπλά επίπεδα ανάλυσης και απεικόνισης αποτελεσμάτων. Η ταξινόμηση γίνεται με βάση την πολικότητα(θετική, αρνητική, ουδέτερη) με την εμφάνιση των αποτελεσμάτων από το -1 (αρνητικό) και στο 1 (θετικό) με το 0 ως ουδέτερο.

Στο πεδίο της διδακτικής των Μαθηματικών έχουν χρησιμοποιηθεί στην αξιολόγηση των αντιδράσεων των μαθητών σε ερεθίσματα, αλλά και αναγνώριση της γνωστικής και θυμικής τους κατάστασης (Robson, R., & Ray, F., 2012), αλλά και στην αναγνώριση συναισθημάτων, κινήτρων και άλλων παραμέτρων με σκοπό την δημιουργία προγνωστικού μοντέλου για την καλύτερη επιλογή ακαδημαϊκών σπουδών των υποψήφιων φοιτητών (Uddin M. and Lee J., 2017).

2.5.1.6. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα General Architecture for Text Engineering (GATE)

Αποτελεί ένα από τα πιο δημοφιλή συστήματα ανάλυσης συναισθήματος το οποίο είναι βασισμένο σε λεξικό για τον εντοπισμό και την εξόρυξη λέξεων που εκφράζουν συναίσθημα. Έχει πολλά χαρακτηριστικά σαν εργαλείο με τα πιο ενδιαφέροντα την επιλογή της απεικόνισης των λέξεων μέσω διανυσμάτων καθώς και τα μοντέλα εκπαίδευσης του αλγόριθμου που προκύπτουν από αυτά.

Κατηγοριοποιεί τις λέξεις του κειμένου με βάση την πολικότητα τους (θετική, αρνητική, ουδέτερη) σε διαφορετικά χρώματα και τις εμφανίζει συγκεντρωτικά σε ‘σύννεφο λέξεων’ (word cloud), όπου ανάλογα με το μέγεθος της κάθε λέξης είναι και η συχνότητα εμφάνισής της.

Στα χαρακτηριστικά του που είναι αξιοπρόσεχτα είναι αφενός η πληθώρα των μορφών κειμένου που μπορεί να δεχτεί (TXT, HTML, XML, Doc, PDF) και αφετέρου το γεγονός ότι υπάρχει η παροχή ενός βασικού συνόλου εντολών και βιβλιοθηκών που μπορούν να επεκταθούν ή / και να αντικατασταθούν από τους χρήστες όπως απαιτείται. Αυτό υποδηλώνει πως θα υπήρχε η δυνατότητα για χρήση στην Ελληνική σε συνδυασμό με το Γενικευμένο Λεξικό Συναισθήματος των Τσακαλίδη, Παπαδόπουλου, Βοσκάκη, Ιωαννίδη.

Το σύστημα αυτό αποτελεί ένα από τα παραδοσιακά εργαλεία ανάλυσης συναισθήματος και έχει χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα ερευνών για αυτήν σε πολλαπλά πεδία.

2.5.1.7. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα Sentistrength

Ένα εργαλείο το οποίο χρησιμοποιεί μια υβριδική προσέγγιση συνδυάζοντας την χρήση λεξικού αλλά και τεχνικές μηχανική μάθησης, για γενική χρήση αναγνώρισης συναισθημάτων, το οποίο παράλληλα ενσωματώνει και κανόνες για την αναγνώριση ιδιοματισμών ,επαναλαμβανόμενων σημείων στίξης και emoticons. Η χρήση του γίνεται μέσω της πλατφόρμας java ενώ υπάρχει και μία ακαδημαϊκή έκδοση για Windows. Η κατηγοριοποίηση του κειμένου γίνεται ως προς την πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη), με την εισαγωγή του κειμένου να γίνεται ανά γραμμή, η οποία θεωρείται ως ένα στοιχείο, και κάθε στοιχείο να αντιστοιχεί σε ένα θετικό και σε ένα αρνητικό αριθμό από 1 έως 5 και -1 έως -5 αντίστοιχα με το 0 ως ουδέτερο. Υποστηρίζει 10 γλώσσες μεταξύ και των οποίων την Ελληνική αν και δεν έχει δοκιμαστεί σε αυτήν για να έχουμε εικόνα για τα αποτελέσματα του.

Έχει χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα ερευνών για την ανάλυση συναισθήματος σε διάφορα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (εξ ου και η ανάλυση ανά γραμμή) ενώ ενδιαφέρον παρουσιάζει η χρήση του σε μελέτη για την και ανάλυση απόψεων και

συναισθημάτων για διαλέξεις μέσω τροφοδότησης σχολίων των φοιτητών (Jiranantanagorn P., 2015).

2.5.1.8. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα T-LAB

Ένα εργαλείο το οποίο χρησιμοποιεί μια υβριδική προσέγγιση συνδυάζοντας την χρήση λεξικού αλλά και τεχνικές μηχανική μάθησης. Το σύνολο του κειμένου μπορεί να αναλυθεί χρησιμοποιώντας εύκολα προσαρμόσιμους καταλόγους λέξεων, μιας και δίνεται η δυνατότητα παραμετροποίησης των λιστών αναζήτησης ή και εισαγωγή νέας λίστας λέξεων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλες τις γλώσσες με συμβατότητα Unicode (οπότε και της Ελληνικής) και δουλεύει σε περιβάλλον Windows οπότε η ταχύτητα ανάλυσης εξαρτάται άμεσα από τους υπολογιστικούς πόρους που διατίθενται. Εφαρμόζει κατηγοριοποίηση των λέξεων με βάση την πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη) με διαβάθμιση από το 0 έως το 10, ενώ παρέχει πολλαπλούς τρόπους παρουσίασης των αποτελεσμάτων με δυνατότητες παραμετροποίησης αυτών.

Το συγκεκριμένο εργαλείο έχει χρησιμοποιηθεί κατά την έρευνα για την ανάλυση του πεδίου της εκπαίδευσης STEM προκειμένου να εντοπιστούν οι αντιλήψεις που έχουν επιπτώσεις στην ανάπτυξη του προγράμματος σπουδών. Αναλύοντας μεγάλο όγκο δεδομένων, ο στόχος είναι ο εντοπισμός βασικών πεδίων γνώσης που χαρακτηρίζουν τον τομέα της εκπαίδευσης STEM αλλά και να διερευνηθεί κατά πόσον οι απεικονίσεις των αποτελεσμάτων που παράγονται μέσω της ανάλυσης κειμένου μπορούν να παράσχουν χρήσιμες γνώσεις για τη στήριξη του έργου των θεσμικών παραγόντων και των εκπαιδευτικών στην ανάπτυξη του προγράμματος σπουδών (Assefa S. και Rorissa A., 2013).

2.5.1.9. Εξειδικευμένα Λογισμικά Ανάλυσης Θυμικού: Σύστημα Word2Vec

Μία προσέγγιση που χρησιμοποιεί δυο διαφορετικούς αλγόριθμους, έναν για την πρόβλεψη λέξεων με βάση τα συμφραζόμενα και έναν για την πρόβλεψη μιας ομάδας λέξεων με βάση μία δεδομένη λέξη. Μέσω της χρήσης Νευρωνικών Δικτύων δίνεται η δυνατότητα στο σύστημα να επανεκπαιδεύεται μέσα από την ανατροφοδότηση

θεματικών κειμένων για να επιτευχθεί καλύτερη αποτύπωση των νοημάτων των λέξεων στο εκάστοτε πεδίο. Το σύστημα δημιουργεί αναπαραστάσεις των συσχετισμών μεταξύ των λέξεων μέσω διανυσμάτων, σε πίνακες ή μέσω συνημιτονοειδής ομοιότητας, με τις τιμές του συνημίτονου από το 0 (εκφράζει την παντελή έλλειψη συσχέτισης) μέχρι και το 1 (εκφράζει την πλήρη ταύτιση). Επιπροσθέτως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε γλώσσα με την προσαρμογή του ανάλογου λεξικού συναισθήματος ενώ δουλεύει σε περιβάλλον Windows και Linux, οπότε η ταχύτητα ανάλυσης εξαρτάται άμεσα από τους υπολογιστικούς πόρους που διατίθενται.

Η συγκεκριμένη εφαρμογή έχει χρησιμοποιηθεί σε μελέτη για την ανάλυση συναισθήματος στην Ελληνική γλώσσα από τους Giatsoglou M.,κ.α.,(2017), πραγματοποιώντας παράλληλα και συγκριτική μελέτη απόδοσης σε σχέση με άλλες εμπορικές εφαρμογές. Προκειμένου να συνδυαστεί με την Ελληνική γλώσσα η συγκεκριμένη ομάδα ερευνητών ανέπτυξε μια επέκταση του λεξικού συναισθήματος των Tsakalidis, Papadopoulos, & Kompatsiaris,(2014),ονομάζοντας το Greek Sentiment Lexicon 11 (eGreekSentLex) το οποίο εμπλουτίζει το αρχικό σχεδόν κατά 100%. Στο συγκριτικό για την απόδοση, η συγκεκριμένη μεθοδολογία βρίσκεται πολύ κοντά με τις κορυφαίες εμπορικές εφαρμογές με την σύγκριση τους να γίνεται για την Αγγλική γλώσσα, αφήνοντας σαφή υπονοούμενα πως υπάρχει και η ανάλογη απόδοση και στην Ελληνική παρόλο που δεν έχουμε εφαρμογές σε αυτήν για να γίνει συγκριτική μελέτη (Giatsoglou M.,κ.α., 2017).

Όνομα	Περιγραφή	Γλώσσα	Λειτουργικό σύστημα	Μορφή εισαγωγής	Κατηγοριοποίηση	Μορφή εξαγωγής	Εφαρμογή στην διδακτική	Προοπτικές - Σχόλια
Niosto	Εργαλείο βασισμένο σε λεξικό για εντοπισμό και εξόρυξη λέξεων που εκφράζουν συναίσθημα.	Αγγλικά - Ελληνικά	Χρήση μέσω πλατφόρμας java	csv	Πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη)	Λίστα λέξεων με αριθμό εμφάνισης - στατιστική απεικόνιση	Εφαρμογή σε ανάλυση συναισθήματος και εξόρυξης γνώμης σε μεταπτυχιακούς φοιτητές του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου (Kagklis, V., κ.α., 2015).	Δυνατότητα επέκτασης του λεξικού συναισθήματος με το Γενικευμένο Λεξικό Συναίσθηματος των Τσακαλίδη, Παπαδόπουλου, Βοσκάκη, Ιωαννίδη.
Gavagai	Εργαλείο με την ανάλυση να βασίζεται σε τεχνικές μηχανικής μάθησης.	Αγγλικά - Ελληνικά και άλλες 48 γλώσσες	Εφαρμογή μέσω διαδικτύου	csv - excel	Πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη)	Τις 4 κορυφαίες λέξεις που εκφράζουν θετικό ή αρνητικό συναίσθημα, δυσδιάστατη απεικόνιση με συναίσθημα και αριθμό αναφορών καθώς και αναλυτική αναφορά για κάθε λέξη, τον χαρακτηρισμό της και τον βαθμό συσχέτισης της με άλλες λέξεις		Δυνατότητα ανάλυσης μέχρι και τριών συναισθημάτων ταυτόχρονα (ανάμεσα στα αγάπη, μίσος, φόβος, επιθυμία, σκεπτικισμός και βιαιότητα)
Socialsensor	Εργαλείο βασισμένο σε λεξικό για εντοπισμό και εξόρυξη λέξεων που εκφράζουν συναίσθημα.	Αγγλικά - Ελληνικά	Χρήση μέσω πλατφόρμας java	csv	1. Πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη) 2. υποκειμενικότητα (ισχυρή, ασθενής, καθόλου)	Εμφανίζει ποσοστωση (%) σε θετικά-αρνητικά και σε ισχυρά-ασθενή		Δύσκολο στην χρήση, κάνει ανάλυση ανά γραμμή σε περιβάλλον κώδικα java
IBM Watson Natural Language Understanding	Εργαλείο όπου η ανάλυση βασίζεται σε τεχνικές μηχανικής μάθησης με δυνατότητες παραμετροποίησης των αναζητήσεων.	Αγγλικά και άλλες 12 γλώσσες	Εφαρμογή μέσω διαδικτύου	csv, txt, word	Πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη)	Εμφανίζει αποτελέσματα ανάμεσα στο -1 (αρνητικό) και στο 1 (θετικό) καθώς και 3 κατηγοριοποιήσεις (θετική, αρνητική, ουδέτερη)	Εφαρμογή στην αξιολόγηση των αντιδράσεων των μαθητών σε ερεθίσματα, αλλά και αναγνώριση της γνωστικής και θυμικής τους κατάστασης (Robson, R., και Ray, F., 2012).	
Microsoft Azure Text Analytics API	Εργαλείο βασισμένο σε API με την ανάλυση να βασίζεται σε τεχνικές μηχανικής μάθησης.	Αγγλικά και πολλές άλλες γλώσσες (όχι Ελληνικά)	Εφαρμογή μέσω διαδικτύου	csv, txt, word	Πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη)	Εμφανίζει αποτελέσματα ανάμεσα στο 0 (αρνητικό) και στο 1 (θετικό).	Εφαρμογή σε αναγνώριση συναισθημάτων, κινήτρων και άλλων παραμέτρων με σκοπό την δημιουργία προγνωστικού μοντέλου για την καλύτερη επιλογή ακαδημαϊκών σπουδών των υποψήφιων φοιτητών (Uddin M. και Lee J., 2017).	Μπορεί να εισαχθεί ολόκληρο κείμενο.
GATE	Εργαλείο βασισμένο σε λεξικό για εντοπισμό και εξόρυξη λέξεων που εκφράζουν συναίσθημα.	Αγγλικά και άλλες 7 γλώσσες	ια windows	txt ,html, word ,pdf	Πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη)	Κατηγοριοποιεί τις λέξεις του κειμένου μέσω διαφορετικών χρωμάτων και τις εμφανίζει συγκεντρωτικά.		Εμφανίζει δυνατότητες για περαιτέρω εξέλιξη και για χρήση στην Ελληνική σε συνδυασμό με το Γενικευμένο Λεξικό Συναίσθηματος των Τσακαλίδη, Παπαδόπουλου, Ιωαννίδη.

Εμφανίσεις όψεων του θυμικού στα σχολικά εγχειρίδια μαθηματικών

pSenti	Ένα εργαλείο το οποίο χρησιμοποιεί μια υβριδική προσέγγιση συνδυάζοντας την χρήση λεξικού και την μηχανική εκπαίδευση.	Αγγλικά	Χρήση μέσω πλατφόρμας java	csv	Πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη) καθώς και αναγνώριση των, σύμφωνα με τον Plutchik, όψεων της διάθεσης (θυμός, ανυπομονησία, απέχθεια, χαρά, λύπη, φόβος, έκπληξη και εμπιστοσύνη)	Εμφανίζει αποτελέσματα ανάμεσα στο -1 (αρνητικό) και στο 1 (θετικό) καθώς και τις λέξεις που αναγνωρίστηκαν με την βαθμολογία τους και χρωματισμό τους ανά κατηγορία.		Χρήζει περαιτέρω μελέτης η δυνατότητα αναγνώρισης των διαστάσεων της διάθεσης και η σύνδεση τους με το θυμικό.
Sentistrength	Εργαλείο όπου η ανάλυση βασίζεται σε τεχνικές μηχανικής μάθησης αλλά και σε λεξικό, για γενική χρήση αναγνώρισης συναισθημάτων, σημείων στίξης και συμβόλων.	Αγγλικά - Ελληνικά και άλλες 8 γλώσσες	Χρήση μέσω πλατφόρμας java καθώς και μέσω μιας ακαδημαϊκής έκδοσης για windows	csv, txt, word	Πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη).	Κάθε στοιχείο του κειμένου αντιστοιχεί σε ένα θετικό και σε ένα αρνητικό αριθμό από 1 έως 5 και -1 έως -5 αντίστοιχα.	Εφαρμογή σε αναγνώριση και ανάλυση απόψεων και συναισθημάτων για διαλέξεις μέσω τροφοδότησης σχολίων των φοιτητών (Jiranantanagorn P., 2015).	Η εισαγωγή του κειμένου γίνεται ανά γραμμή. Η επιλογή που έχει για ερμηνεία συμβόλων μπορεί να προσαρμοστεί για τα μαθηματικά σύμβολα.
Repustate	Εργαλείο με εργαλείο όπου η ανάλυση βασίζεται σε τεχνικές μηχανικής μάθησης με δυνατότητα προσαρμογής της στις εκάστοτε ανάγκες.	Αγγλικά και άλλες 21 γλώσσες	Εφαρμογή μέσω διαδικτύου	txt, word	Πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη).	Εμφανίζει αποτελέσματα ανάμεσα στο -1 (αρνητικό) και στο 1 (θετικό) με το 0 ως ουδέτερο.		Δυνατότητα παραμετροποίησης αναζητήσεων και πολλαπλά επίπεδα ανάλυσης και απεικόνισης αποτελεσμάτων. Μπορεί να εισαχθεί ολόκληρο κείμενο.
T-LAB	Ένα εργαλείο το οποίο χρησιμοποιεί μια υβριδική προσέγγιση συνδυάζοντας την χρήση λεξικού και την μηχανική εκπαίδευση.	Όλες, με συμβατότητα Unicode	Windows	txt	Πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη) με διαβάθμιση από το 0 έως το 10.	Πολλαπλοί τρόποι παρουσίασης των αποτελεσμάτων με δυνατότητες παραμετροποίησης.	Εφαρμογή στην έρευνα για την ανάλυση του πεδίου της εκπαίδευσης STEM προκειμένου να εντοπιστούν οι αντιλήψεις που έχουν επιπτώσεις στην ανάπτυξη του προγράμματος σπουδών (Assefa S. και Rorissa A., 2013).	Το κείμενο μπορεί να αναλυθεί μέσω εύκολης παραμετροποίησης των λιστών αναζήτησης λέξεων ή εισαγωγής νέας λίστας. Επίσης όλες οι διαδικασίες επεξεργασίας είναι ορατές και μπορούν να παραμετροποιηθούν
Word2vec	Εφαρμογή που χρησιμοποιεί δυο διαφορετικούς αλγόριθμους, έναν για την πρόβλεψη λέξεων με βάση τα συμφραζόμενα και έναν για την πρόβλεψη μιας ομάδας λέξεων με βάση μία δεδομένη λέξη.	Αγγλικά - Ελληνικά	Χρήση μέσω πλατφόρμας java	csv	Πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη)	Αναπαράσταση των σχέσεων των λέξεων μέσω διανυσμάτων, σε πίνακες ή μέσω συνημιτονοειδής ομοιότητας	Εφαρμογή σε μελέτη για την ανάλυση συναισθήματος στην Ελληνική γλώσσα πραγματοποιώντας παράλληλα και συγκριτική μελέτη απόδοσης σε σχέση με άλλες εμπορικές εφαρμογές (Giatsoglou M., κ.α., 2017).	Παρουσιάζει δυνατότητες εκπαίδευσης σε εξειδικευμένα θεματικά πεδία, όπως των μαθηματικών, και έχει δοκιμαστεί για την ανάλυση συναισθήματος σε πολλές γλώσσες και για πολλαπλές εφαρμογές αλλά με την ανάλογη προσαρμογή του αντίστοιχου λεξικού.

Πίνακας 2. Συνοπτική παρουσίαση των Εξειδικευμένων Λογισμικών Ανάλυσης Θυμικού.

2.5.2. Λογισμικά Ποιοτικής Ανάλυσης

Σύμφωνα με τους Miles και Huberman (1994) η ανάλυση ποιοτικών δεδομένων είναι μια διαδικασία που φέρνει τη τάξη, τη δομή και την ερμηνεία στη μάζα των συλλεγόμενων δεδομένων, η οποία επιδιώκει την αναγνώριση της σχέσης μεταξύ της κατηγοριοποίησης των δεδομένων και του θέματος, προκειμένου να αυξήσουν την κατανόηση του φαινομένου. Έτσι, ο ερευνητής χρειάζεται να είναι προσεκτικός, ευέλικτος και να αλληλεπιδρά με τα δεδομένα που συλλέγονται.

Δεδομένου ότι τα ποιοτικά δεδομένα βασίζονται σε κείμενο, ο ακρογωνιαίος λίθος της ανάλυσης αυτών των δεδομένων είναι η διαδικασία κωδικοποίησης η οποία γίνεται με την ανάθεση νοήματος στις περιγραφικές ή συμπερασματικές πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν κατά τη διάρκεια μιας μελέτης μέσω της αναζήτησης σχετικών λέξεων ή φράσεων στα έγγραφα. Αυτές οι λέξεις ή φράσεις στη συνέχεια συνδυάζονται για να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ τους (Miles, M., & Huberman, A., 1994). Αυτά τα συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση θυμικών δεικτών ακόμα και αν δεν την εμπεριέχουν αυτόνομα, μέσω της προσαρμογής τους με τα κατάλληλα λεξικά ή και μέσω χειροκίνητης ανάλυσης ανά λέξη από τον ίδιο τον ερευνητή. Αποτελούν εμπορικά συστήματα εποπτευόμενης μάθησης με ευρεία χρήση στην έρευνα σε διάφορους τομείς τα οποία όμως παρουσιάζουν μία σχετική δυσκολία στην πιο εξειδικευμένη εκπαίδευση τους για την ανάλυση συγκεκριμένων θεματικών (όπως τα Μαθηματικά). Στην συνέχεια θα παρουσιαστούν μερικά από αυτά τα συστήματα, που έχουν δυνατότητα προσαρμογής και εκπαίδευση αλλά και υποστηρίζουν την Ελληνική γλώσσα.

2.5.2.1. Λογισμικά Ποιοτικής Ανάλυσης: Σύστημα Dedoose

Αποτελεί ένα εργαλείο όπου η ανάλυση βασίζεται σε τεχνικές μηχανικής μάθησης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλες τις γλώσσες με συμβατότητα Unicode (συμπεριλαμβανομένης και της Ελληνικής). Αυτό το σύστημα επιτρέπει στους

χρήστες να κωδικοποιούν ποιοτικά δεδομένα ενώ υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης των δεδομένων αυτών με συναφή ποσοτικά δεδομένα καθώς και χρήση φίλτρων. Το εργαλείο ανάλυσης δεδομένων Dedoose φαίνεται να είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για μικτές μεθόδους έρευνας, ειδικά όταν απαιτείται χειρισμός μεγάλου όγκου δεδομένων ενώ υπάρχουν πολλαπλοί τρόποι παρουσίασης των αποτελεσμάτων με δυνατότητες παραμετροποίησης. Η κατηγοριοποίηση των συναισθημάτων γίνεται με βάση την πολικότητα, από το 1 (αρνητική) έως το 5 (θετική) με το 3 ως ουδέτερο, ενώ είναι πολύ ενδιαφέρουσα η δυνατότητα που έχει να εισαχθούν διαφορετικές βαρύτητες στις λέξεις, πέραν των προκαθορισμένων, με κλίμακα από το 1 έως το 5. Χρησιμοποιείται μέσω διαδικτύου οπότε δεν έχει απαιτήσεις σε υπολογιστικούς πόρους.

Έχει χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα ποιοτικών μελετών αλλά και για την αναγνώριση συναισθημάτων στρατιωτών σε ανάρρωση μέσα από τα γραπτά τους (Landles B.M., κ.α., 2019).

2.5.2.2. Λογισμικά Ποιοτικής Ανάλυσης: Σύστημα nVivo

Αποτελεί ένα εργαλείο όπου η ανάλυση βασίζεται σε τεχνικές μηχανικής μάθησης και έχει την δυνατότητα προσαρμογής της στις εκάστοτε ανάγκες. Σχεδιάστηκε για να ενσωματώσει την κωδικοποίηση μέσω ποιοτικής σύνδεσης, διαμόρφωσης και μοντελοποίησης ενώ παράλληλα υπάρχουν πολλαπλοί τρόποι παρουσίασης των αποτελεσμάτων με δυνατότητες παραμετροποίησης. Κατηγοριοποιεί τα συναισθήματα με βάση την πολικότητα (πολύ θετική, ουδέτερη, μέτρια αρνητική, πολύ αρνητική) και υποστηρίζει όλες τις γλώσσες (μέσω συμβατότητας Unicode). Στα μειονεκτήματα που εντοπίστηκαν είναι ότι δεν κατηγοριοποιεί το περιεχόμενο με βάση τα συναισθήματα και δεν εξετάζει τα συμφραζόμενα των λέξεων.

Έχει γίνει ευρεία χρήση σε έρευνες ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης στην διδακτική των Μαθηματικών καθώς και χρήση για την διερεύνηση του θυμικού σχετικό με τα μαθηματικά στην σχολική τάξη. Μέσα από την ποιοτική ανάλυση των αντιλήψεων μιας τάξης 31 εφήβων προέκυψαν πέντε αλληλεπιδραστικά στοιχεία: οι απόψεις των μαθητών, τα συναισθήματα, οι μαθηματικές γνώσεις και οι μαθηματικές ταυτότητες (Ingram, N., 2015).

2.5.2.3. Λογισμικά Ποιοτικής Ανάλυσης: Σύστημα Emolex

Αποτελεί ένα εργαλείο όπου η ανάλυση βασίζεται σε τεχνικές μηχανικής μάθησης και έχει την δυνατότητα προσαρμογής της στις εκάστοτε ανάγκες. Κατηγοριοποιεί τις λέξεις του κειμένου ως προς την πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη) και την υποκειμενικότητα (ισχυρής, ασθενής, μέτρια, καθόλου) και τις εμφανίζει συγκεντρωτικά ανάλογα με το συναίσθημα, ενώ μπορεί παράλληλα να εξετάσει το κείμενο ως προς 8 διαφορετικά συναισθήματα (θυμός ,αηδία ,φόβος, ευτυχία, λύπη, έκπληξη, ανυπομονησία, εμπιστοσύνη). Στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων ο συγκεντρωτικός πίνακας παρουσιάζει διαδραστικότητα, εμφανίζοντας τις συσχετισμένες λέξεις, την συχνότητα τους και άλλες παραμετροποιήσιμες πληροφορίες για τον χρήστη ενώ κάθε λέξη έχει χρωματισμό ανάλογα με το συναίσθημα που αντιπροσωπεύει.

Υποστηρίζει την Αγγλική γλώσσα αλλά και 100 διαφορετικές γλώσσες μέσω Google translate (συμπεριλαμβανομένης της Ελληνικής), επομένως η αποτελεσματικότητα του προγράμματος εξαρτάται άμεσα από την ακρίβεια της μετάφρασης. Έχει γίνει ευρεία χρήση για αναγνώριση συναισθημάτων σε βιβλία και συνεντεύξεις και είναι προσαρμοσμένο για χρήση σε κείμενα μεγάλου όγκου.

2.5.2.4. Λογισμικά Ποιοτικής Ανάλυσης: Σύστημα Antconc

Αποτελεί ένα εργαλείο όπου η ανάλυση βασίζεται σε τεχνικές μηχανικής μάθησης και έχει την δυνατότητα προσαρμογής της στις εκάστοτε ανάγκες. Η κατηγοριοποίηση γίνεται με βάση την υποκειμενικότητα (ισχυρής, ασθενής, καθόλου),σε διαβάθμιση από το 1 έως το 5, με το 1 να αντιστοιχεί στην ισχυρή εμφάνιση της εν λόγω κατάστασης και το 5 στην μη εμφάνιση.

Το Antconc μπορεί να κάνει ανάλυση για 14 διαφορετικά συναισθήματα (Ευχαρίστηση, Έκπληξη, Περιέργεια, Υπευθυνότητα, Επιτυχία, Εμπλοκή, Σύγχυση, Εκνευρισμό, Άγχος, Περιφρόνηση, Συνεργασία, Φόβο, Ντροπή και Φθόνο) και έχει χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα ερευνών ποιοτικής ανάλυσης .

Αν και υποστηρίζει την Αγγλική και άλλες 7 γλώσσες (χωρίς να συμπεριλαμβάνεται η Ελληνική) έχει γίνει μια συγκριτική μελέτη συναισθήματος σε κείμενα, ανάμεσα

στην Αγγλική και την Αραβική γλώσσα μέσω του συγκεκριμένου λογισμικού, μέσω μετάφρασης των ήδη υπάρχοντων λεξικών του προγράμματος και ανάλογης προσαρμογής στο πρόγραμμα, που θα μπορούσε να οδηγήσει στην χρήση και για άλλες γλώσσες με αντιγραφή της διαδικασίας (Badawi F., Elghamry K., 2017).

2.5.2.5. Λογισμικά Ποιοτικής Ανάλυσης: Σύστημα Atlas.ti

Αποτελεί τη ναυαρχίδα των συστημάτων ποιοτικής ανάλυσης το οποίο βασίζεται σε τεχνικές μηχανικής μάθησης και έχει την δυνατότητα προσαρμογής της στις εκάστοτε ανάγκες. Η εισαγωγή του κειμένου μπορεί να γίνει μέσω πολλών μορφών (txt,rtf, text pdf, word) ενώ υπάρχουν πολλαπλοί τρόποι παρουσίασης των αποτελεσμάτων με δυνατότητες παραμετροποίησης. Υποστηρίζονται όλες οι γλώσσες με συμβατότητα Unicode (συμπεριλαμβανομένης και της Ελληνικής).

Βιβλιογραφικά έχει γίνει εξαιρετικά ευρεία χρήση σε έρευνες ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης στην διδακτική των Μαθηματικών. Μία χαρακτηριστική για την περίπτωσή μας αποτελεί η χρήση του σε έρευνα για την αλλαγή των συναισθημάτων και του θυμικού ευρύτερα των εκπαιδευτικών, λόγω των μεταρρυθμίσεων στην εκπαιδευτική πολιτική (Smit B., 2001).

Όπως είναι γνωστό υπάρχουν και άλλα εμπορικά λογισμικά ποιοτικής ανάλυσης όπως τα QDAminer, το MAXQDA κ.α., μερικά από τα οποία υποστηρίζουν την Ελληνική γλώσσα και έχουν την δυνατότητα συνδυασμού με εργαλεία ποσοτικής ανάλυσης, είτε τα έχουν ενσωματωμένα τα ίδια, αλλά είναι πεποίθησή μας πως η συγκεκριμένη κατηγορία καλύπτεται πλήρως από τα ήδη αναφερόμενα συστήματα.

Τα συστήματα αυτά διακρίνονται για την πληθώρα και των τρόπων παρουσίασης αλλά και της μεθοδολογίας ανάλυσης των δεδομένων, αφού μπορεί να γίνει είτε χειρωνακτικά, είτε μέσω επιβλεπόμενης μάθησης ή και σε κάποια συστήματα μέσω μη επιβλεπόμενης μάθησης. Αυτή η διαβάθμιση είναι ανάλογη της γνώσης που έχει ο ερευνητής για τις δυνατότητες και τον τρόπο χειρισμού του συστήματος, κάτι για το οποίο χρειάζεται μελέτη και επιμόρφωση από τους αρμόδιους φορείς.

Όνομα	Περιγραφή	Γλώσσα	Λειτουργικό σύστημα	Μορφή εισαγωγής	Μορφή εξαγωγής	Κατηγοριοποίηση	Εφαρμογή στην διδακτική	Προοπτικές - Σχόλια
Dedoose	Εργαλείο βασισμένο σε API με την ανάλυση να βασίζεται σε τεχνικές μηχανικής μάθησης.	Όλες, με συμβατότητα Unicode		Εφαρμογή μέσω διαδικτύου	txt, rtf, doc, docx και pdf	Πολλαπλοί τρόποι παρουσίασης των αποτελεσμάτων με δυνατότητες παραμετροποίησης.	Πολικότητα. Από το 1 (αρνητική) έως το 5 (θετική) με το 3 ως ουδέτερο.	Δυνατότητα να εισαχθούν διαφορετικές βαρύτητες στις λέξεις, πέραν των προκαθορισμένων, με κλίμακα από το 1 έως το 5. Έχει χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση συναισθημάτων στρατιωτών σε ανάρρωση μέσα από τα γραπτά τους (Landless κ.α., 2019)
nVivo	Εργαλείο βασισμένο σε API με την δυνατότητα προσαρμογής της στις εκάστοτε ανάγκες.	Όλες, με συμβατότητα Unicode	Windows, Mac	txt, rtf, doc, docx και pdf	Πολλαπλοί τρόποι παρουσίασης των δυνατοτήτων με δυνατοτήτες παραμετροποίησης.	Πολικότητα (πολύ θετική, ουδέτερη, μέτρια αρνητική, πολύ αρνητική)	Ευρεία χρήση σε έρευνες ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης στην διδακτική των Μαθηματικών καθώς και χρήση για την διερεύνηση του θυμικού για τα μαθηματικά σε τάξη. (Ingram, N., 2015).	Δεν κατηγοριοποιεί το περιεχόμενο με βάση τα συναισθήματα και δεν εξετάζει τα συμφραζόμενα.
Atlas.ti	Εργαλείο βασισμένο σε API με την δυνατότητα προσαρμογής της στις εκάστοτε ανάγκες.	Όλες, με συμβατότητα Unicode	Windows, Mac, Web, Android, iOS	txt, rtf, text pdf, word	Πολλαπλοί τρόποι παρουσίασης των δυνατοτήτων παραμετροποίησης.		Ευρεία χρήση σε έρευνες ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης στην διδακτική των Μαθηματικών.	
Emolex	Εργαλείο βασισμένο σε API με την ανάλυση να βασίζεται σε τεχνικές μηχανικής μάθησης.	Αγγλικά και 100 διαφορετικές γλώσσες μέσω Google translate (συμπεριλαμβανομένης της Ελληνικής)	windows	txt	Κατηγοριοποιεί τις λέξεις του κειμένου μέσω διαφορετικών χρωμάτων και τις εμφανίζει συγκεντρωτικά ανάλογα με το συναισθήμα. (θυμός, αγδία, φόβος, ευτυχία, λύπη, έκπληξη, ανυπομονησία, εμπιστοσύνη)	1. Πολικότητα (θετική, αρνητική, ουδέτερη) 2. υποκειμενικότητα (ισχυρή, ασθενής, μέτρια, καθόλου)		Στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων ο συγκεντρωτικός πίνακας έχει διαδραστικότητα, εμφανίζοντας της συσχετισμένες λέξεις, την συχνότητα τους και άλλες παραμετροποιήσιμες πληροφορίες για τον χρήστη. Έχει χρησιμοποιηθεί για κείμενα μεγάλης έκτασης.
Antconc	Εργαλείο βασισμένο σε API με την ανάλυση να βασίζεται σε τεχνικές μηχανικής μάθησης.	Αγγλικά και άλλες 7 γλώσσες.	Windows, Linux, Mac	txt	Εμφανίζει αποτελέσματα ανάμεσα στο 1 (αρνητικό) και στο 5 (θετικό) με το 3 ως ουδέτερο.	υποκειμενικότητα (ισχυρή, ασθενής, καθόλου), σε διαβάθμιση από το 1 έως το 5, με το 1 να αντιστοιχεί στην ισχυρή εμφάνιση της εν λόγω κατάστασης και το 5 στην μη εμφάνιση.	Εφαρμογή σε ανάλυση δεδομένων προερχόμενων από διαδικτυακή ομάδα συζήτησης (forum) στα πλαίσια μαθημάτων εξ' αποστάσεως, προκειμένου να διερευνηθούν τις επιδράσεις που έχουν οι πιο επικοινωνιακές καταστάσεις στην εκπαιδευτική εξέλιξη των μαθητών.	Μπορεί να γίνει αναζήτηση για Ευχαρίστηση, Έκπληξη, Περιέργεια, Υπευθυνότητα, Επιτυχία, Εμπλοκή, Σύγχυση, Εκνευρισμό, Άγχος, Περιφρόνηση, Συνεργασία, Φόβος, Ντροπή, Φθόνο. Έχει γίνει μια συγκριτική μελέτη συναισθήματος σε κείμενα, ανάμεσα στην Αγγλική και την Αραβική γλώσσα μέσω του συγκεκριμένου λογισμικού, με την προσαρμογή μιας επέκτασης μέσω μετάφρασης των ήδη υπαρχόντων λεξικών του προγράμματος (Badawi F. και Elghamry K., 2017).

Πίνακας 3. Συνοπτική παρουσίαση των Λογισμικών Ποιοτικής Ανάλυσης

2.5.3. Κειμενογράφοι

Οι κειμενογράφοι αποτελούν συστήματα επεξεργασίας απλού κειμένου που χρησιμοποιούνται για τη συγγραφή, σύνταξη και επεξεργασία αυτών, τα οποία εμπεριέχουν συνήθως και προηγμένες λειτουργίες χρήσιμες προς τον χρήστη, όπως:

- Εύρεση και αντικατάσταση - Οι κειμενογράφοι παρέχουν εκτεταμένες δυνατότητες αναζήτησης και αντικατάστασης κειμένου είτε σε ομάδες αρχείων είτε διαδραστικά. Οι σύνθετοι συντάκτες μπορούν να χρησιμοποιούν κανονικές εκφράσεις για την αναζήτηση και την επεξεργασία κειμένου ή κώδικα.
- Αποκοπή, αντιγραφή και επικόλληση - οι περισσότεροι συντάκτες κειμένου παρέχουν μεθόδους για την αναπαραγωγή και μετακίνηση κειμένου μέσα στο αρχείο ή μεταξύ αρχείων.
- Μορφοποίηση κειμένου - Οι επεξεργαστές κειμένων συχνά παρέχουν βασικές λειτουργίες οπτικής μορφοποίησης, όπως μορφοποίηση σχολίων, επισήμανση σύνταξης κλπ. Αυτά είναι συνήθως μόνο για εμφάνιση και δεν εισάγουν κώδικες μορφοποίησης στο ίδιο το αρχείο.
- Επεξεργασία πολλών αρχείων- Δυνατότητα επεξεργασίας πολλών αρχείων κατά τη διάρκεια μιας περιόδου επεξεργασίας.
- Μετασχηματισμός δεδομένων - Ανάγνωση ή συγχώνευση των περιεχομένων ενός άλλου αρχείου κειμένου στο επεξεργαζόμενο αρχείο.
- Φιλτράρισμα - Δυνατότητα αποστολής όλου ή τμήματος του επεξεργασμένου αρχείου σε άλλο βοηθητικό πρόγραμμα. Αυτό είναι χρήσιμο για παράδειγμα, για την ταξινόμηση μιας σειράς γραμμών αλφαβητικά ή αριθμητικά, μαθηματικούς υπολογισμούς, κ.α..
- Επεκτασιμότητα - Δυνατότητα διαχείρισης μεμονωμένων έργων λογισμικού, προσαρμογής λειτουργιών ή συνδέσεων για συγκεκριμένες γλώσσες προγραμματισμού, συμμόρφωση με συγκεκριμένα στυλ κωδικοποίησης.

Από τα πιο γνωστά συστήματα αυτής της κατηγορίας είναι τα: Microsoft Office, Microsoft Windows Notepad, Google Docs, Adobe Acrobat Reader, Notebook++, κ.α.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην παρούσα εργασία με βάση το γενικότερο θεωρητικό πλαίσιο της έρευνας στη Διδακτική των Μαθηματικών, θεωρούμε ότι οι στάσεις, οι αξίες, τα συναισθήματα και οι πεποιθήσεις σχετικά με τα Μαθηματικά είναι έννοιες που ταυτίζονται με το σχετικό με τα μαθηματικά θυμικό των μαθητών καθώς και ότι κάθε κλίμακα που περιέχουν αποτελεί μία διάσταση αυτού.

Η υλοποίηση της ανάλυσης θα πραγματοποιηθεί μέσω δύο διαφορετικών προσεγγίσεων και ως προς τις εξεταζόμενες διαστάσεις του θυμικού και ως προς τον τρόπο εξέτασής τους. Η μία θα πραγματοποιηθεί με την χρήση εξειδικευμένου λογισμικού και θα μελετηθεί το κείμενο ως προς την εμφάνιση συναισθήματος και η άλλη με την χρήση κειμενογράφου και μελέτη ως προς τις αξίες που εμφανίζονται στα σχολικά εγχειρίδια.

Για την παρούσα έρευνα μελετήθηκαν τα μαθηματικά σχολικά εγχειρίδια του Γυμνασίου και του Λυκείου. Η επιλογή αυτή έγινε λόγω του γεγονότος ότι εμπεριέχονται διαφορετικές θεματικές ενότητες (Άλγεβρα, Γεωμετρία, Πιθανότητες, Ανάλυση, Στατιστική, κ.α.) εξετάζοντας έτσι όλα τα σχολικά μαθηματικά που διδάσκονται στην Δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Τα σχολικά εγχειρίδια παρουσιάζουν διαφορετικό ύφος γραφής κυρίως με την αλλαγή βαθμίδας από το Γυμνάσιο στο Λύκειο, στοιχείο που αξίζει να μελετηθεί σε σχέση με τους θυμικούς δείκτες που εμφανίζονται.

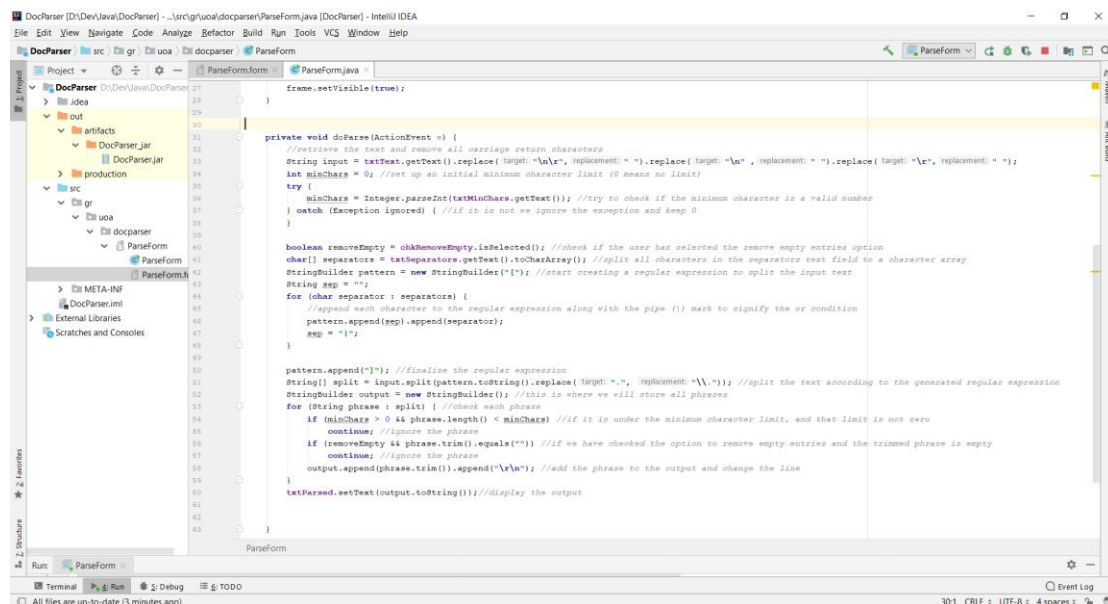
Το υλικό αντλήθηκε από την ιστοσελίδα του Υπουργείου Παιδείας για τα Διαδραστικά Σχολικά Βιβλία <http://ebooks.edu.gr> σε μορφή pdf. Για την ανάλυση τους μετατράπηκαν σε αρχείο κειμένου (txt) μέσω του προγράμματος PDF-XChange Editor, μια αυτοματοποιημένη διαδικασία που χρειάστηκε 5 λεπτά ανά βιβλίο.

Κατά την δημιουργία του αρχείου κειμένου παρατηρήθηκε πως υπήρχε μια ασυμβατότητα ως προς το αρχικό κείμενο, όχι ως προς το περιεχόμενο αλλά ως προς την μορφοποίηση, στοιχείο που θα δημιουργούσε δυσκολία στην περαιτέρω μελέτη. Πιο συγκεκριμένα, λόγω της φύσης και ιδιομορφίας των μαθηματικών συμβολισμών που υπάρχουν στα κείμενα, παρουσιάζεται δυσκολία στην διατήρηση των γραμμών και των προτάσεων του αρχικού κειμένου. Για τον λόγο αυτό αναπτύχθηκε από εμάς

λογισμικό επεξεργασίας κειμένου που θα μας έδινε την δυνατότητα να μορφοποιήσουμε το κείμενο στην επιθυμητή μορφή.

3.1. Λογισμικό DocParser

Το λογισμικό DocParser αναπτύχθηκε μέσω του IntelliJ IDEA χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού JAVA. Αποτελεί μια εφαρμογή μορφοποίησης, επεξεργασίας και κατακερματισμού κειμένου με συνθήκες ορισμένες από τον χρήστη.



```

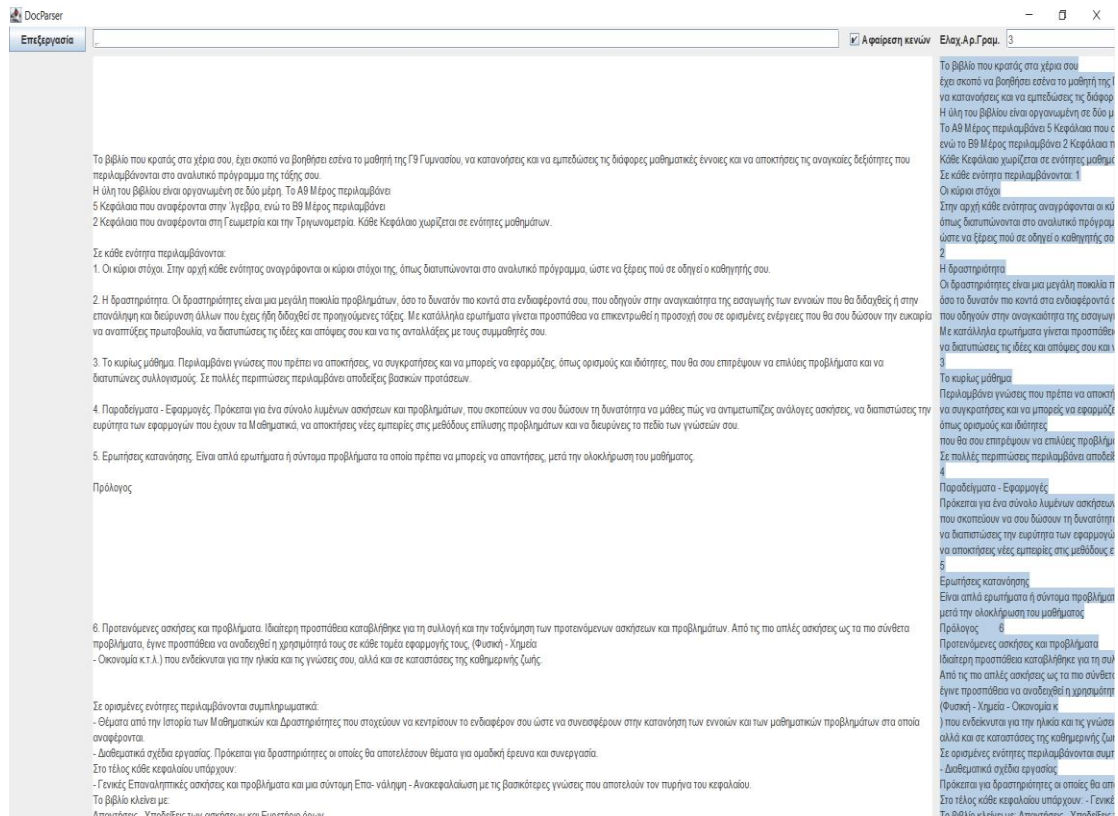
1  DocParser [D:\Dev\Java\DocParser] - \src\gr\ua\docparser\ParseForm.java [DocParser] - IntelliJ IDEA
2  File Edit View Navigate Code Analyze Refactor Build Run Tools VCS Window Help
3  DocParser [src] gr ua docparser ParseForm
4  Project: DocParser
5  Package: ParseForm
6  ParseForm.java
7  package ParseForm;
8  import javax.swing.*;
9  import java.awt.*;
10 import java.awt.event.*;
11
12 public class ParseForm {
13     private JFrame frame;
14     private JTextArea textArea;
15     private JTextArea separatorsArea;
16     private JTextArea minCharsArea;
17     private JTextArea removeEmptyArea;
18     private JButton parseButton;
19     private JButton resetButton;
20     private JButton quitButton;
21
22     public ParseForm() {
23         frame = new JFrame("DocParser");
24         frame.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
25         frame.setSize(400, 300);
26         frame.setLayout(new BorderLayout());
27
28         textArea = new JTextArea();
29         separatorsArea = new JTextArea();
30         minCharsArea = new JTextArea();
31         removeEmptyArea = new JTextArea();
32
33         parseButton = new JButton("Parse");
34         resetButton = new JButton("Reset");
35         quitButton = new JButton("Quit");
36
37         frame.add(textArea, BorderLayout.CENTER);
38         frame.add(separatorsArea, BorderLayout.NORTH);
39         frame.add(minCharsArea, BorderLayout.SOUTH);
40         frame.add(removeEmptyArea, BorderLayout.EAST);
41         frame.add(parseButton, BorderLayout.SOUTH);
42         frame.add(resetButton, BorderLayout.SOUTH);
43         frame.add(quitButton, BorderLayout.SOUTH);
44
45         parseButton.addActionListener(this);
46         resetButton.addActionListener(this);
47         quitButton.addActionListener(this);
48
49         frame.setVisible(true);
50     }
51
52     private void doParse(ActionEvent e) {
53         //retrieve the text and remove all carriage return characters
54         String input = textArea.getText().replace("\n", "");
55         int minChars = 0; //set up an initial minimum character limit (0 means no limit)
56         try {
57             minChars = Integer.parseInt(textArea.getText()); //try to check if the minimum character is a valid number
58         } catch (Exception ignored) { //if it is not we ignore the exception and keep 0
59         }
60
61         boolean removeEmpty = chkRemoveEmpty.isSelected(); //check if the user has selected the remove empty entries option
62         char[] separators = txtSeparators.getText().toCharArray(); //split all characters in the separators text field to a character array
63         StringBuilder pattern = new StringBuilder(""); //start creating a regular expression to split the input text
64         String sep = "";
65         for (char separator : separators) {
66             //append each character to the regular expression along with the pipe (|) mark to signify the or condition
67             pattern.append(separator);
68             sep += "|";
69         }
70         pattern.append(""); //finalize the regular expression
71         String[] split = input.split(pattern.toString().replace(" ", "\\ ")); //split the text according to the generated regular expression
72         StringBuilder output = new StringBuilder(); //this is where we will store all phrases
73         for (String phrase : split) { //check each phrase
74             if (minChars > 0 && phrase.length() < minChars) //if it is under the minimum character limit, and that limit is not zero
75                 continue; //ignore the phrase
76             if (removeEmpty && phrase.trim().equals("")) //if we have checked the option to remove empty entries and the trimmed phrase is empty
77                 continue; //ignore the phrase
78             output.append(phrase.trim()).append("\r\n"); //add the phrase to the output and change the line
79         }
80         txtOutput.setText(output.toString()); //display the output
81     }
82
83     private void reset() {
84         textArea.setText("");
85         separatorsArea.setText("");
86         minCharsArea.setText("");
87         removeEmptyArea.setText("");
88     }
89
90     private void quit() {
91         System.exit(0);
92     }
93 }

```

Σχήμα 4: Ο κώδικας για το πρόγραμμα DocParser

Πιο συγκεκριμένα δίνεται η δυνατότητα της μετατροπής του κειμένου σε προτάσεις ανά γραμμή, ορίζοντας ο χρήστης το στοιχείο το οποίο θα τις διαχωρίζει όπως το κόμμα, η τελεία κ.α. Επιπλέον μπορεί να οριστεί ο ελάχιστος αριθμός γραμμάτων που πρέπει να εμπεριέχει μια πρόταση για να θεωρηθεί έγκυρη, καθώς και να αγνοηθούν προτάσεις που περιέχουν μόνο κενά διαστήματα. Το αποτέλεσμα είναι μια λίστα από σειρές χαρακτήρων, διαχωριζόμενοι με τους χαρακτήρες CR LF (Carriage Return, Line Feed), οι οποίοι αποτελούν τις προτάσεις του κειμένου που συμμορφώνονται στις προηγούμενες απαιτήσεις.

Εμφανίσεις όψεων του θυμικού στα σχολικά εγχειρίδια μαθηματικών



The screenshot shows the DocParser application interface. The main window displays a document page with several paragraphs of text. The text is partially highlighted in blue, indicating selected content. The sidebar on the right contains a table of contents with numbered entries corresponding to the document's structure. The application window title is 'DocParser' and the document title is 'Επεξεργασία'. The sidebar title is 'Αφαίρεση κενών' and the document type is 'Ελαχ.Αρ.Γραμ. 3'.

Σχήμα 5: Απόσπασμα από την εφαρμογή του DocParser στο βιβλίο της Γ' Γυμνασίου

3.2. Ανάλυση μέσω συστήματος Sentistregth

Για την ανάλυση των κειμένων μέσω εξειδικευμένου λογισμικού επιλέχθηκε το σύστημα Sentistregth. Το συγκεκριμένο μελετάει το συναίσθημα (sentiment) που εμφανίζεται σε κάθε πρόταση σε μία κλίμακα από το -1 (μη αρνητικό) έως -5 (εξαιρετικά αρνητικό) και από 1 (μη θετικό) έως 5 (εξαιρετικά θετικό), μέσω μέτρησης κάθε λέξης της πρότασης και αντιστοίχισης στην ανάλογη τιμή. Η αντιστοίχιση αυτή συμβαίνει μέσα από ένα πίνακα λέξεων για τις οποίες έχουν οριστεί αντίστοιχες βαρύτητες. Για τις λέξεις που δεν υπάρχουν στον πίνακα το πρόγραμμα δέχεται ότι έχουν τιμή 0. Αν και αναπτύχθηκε για την Αγγλική γλώσσα δίνεται η δυνατότητα αντικατάστασης της βιβλιοθήκης λέξεων με βιβλιοθήκη Ελληνικών λέξεων, οι οποίες παρέχονται ως επέκταση του λογισμικού.

- μορφοποίηση σε προτάσεις μέσω DocParser

```

539 Μέρος Α - Κεφάλαιο 1ο Μονώνυμα Οι ακέραιες αλγεβρικές παραστάσεις
540 στις οποίες μεταξύ του αριθμητικού παράγοντα και των μεταβλητών σημειώνεται μόνο η πράξη του πολλαπλασιασμού
541 λέγονται μονώνυμα
542 Σ' ένα μονώνυμο ο αριθμητικός παράγοντας λέγεται συντελεστής του μονωνύμου
543 ενώ το γινόμενο όλων των μεταβλητών του υψωμένων στους αντίστοιχους εκθέτες τους λέγεται κύριο μέρος του μονωνύμου
544 Ο εκθέτης μιας μεταβλητής λέγεται βαθμός του μονωνύμου ως προς τη μεταβλητή αυτή
545 Ιδιαίτερα
546 εφόσον π
547  $x^1 = x$ 
548 εάν δεν εμφανίζεται εκθέτης σε μία μεταβλητή ο βαθμός του μονωνύμου ως προς τη μεταβλητή αυτή ισούται με 1
549 Βαθμός του μονωνύμου ως προς όλες τις μεταβλητές του λέγεται το άθροισμα των εκθετών των μεταβλητών του
550  $4x$ 
551  $x^2$ 
552 2 αβ
553  $2x^2 + 4y + 2z + 3$  Μονώνυμο  $2x^3 + 3y$  συντελεστής κύριο μέρος Το μονώνυμο  $2x^3y$  είναι: 3ου βαθμού ως προς x 1ου βαθμού ως προς y 4ου βαθμού ως προς x και
554 Για παράδειγμα τα μονώνυμα  $2x^3 + 3y + 2$ 
555  $-5x^3y^2$ 
556  $x^3y^2$ 
557 είναι όμοια
558 5 Τα όμοια μονώνυμα που έχουν τον ίδιο συντελεστή λέγονται ίσα ενώ
559 αν έχουν αντίθετους συντελεστές
560 λέγονται αντίθετα
561 Για παράδειγμα τα μονώνυμα  $2x^3y$  και  $-2x^3y$  είναι αντίθετα
562 Συμφωνούμε ακόμη να θεωρούνται και οι αριθμοί ως μονώνυμα και τα ονομάζουμε σταθερά μονώνυμα
563 Ειδικότερα
564 ο αριθμός 0 λέγεται μηδενικό μονώνυμο και δεν έχει βαθμό
565 ενώ όλα τα άλλα σταθερά μονώνυμα είναι μηδενικού βαθμού
566 Για παράδειγμα
567 ο αριθμός 5 είναι σταθερό μονώνυμο μηδενικού βαθμού
568 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ 1 Να βρεθεί η αριθμητική τιμή των παραστάσεων β)  $2\alpha^2 - 3\beta + 6$  για  $\alpha = -3$  και  $\beta = 8$ 
569 α)  $-3x + 2y + 3$ 
570 για  $x = -2$  και  $y = -1$  Λύση α) Η αριθμητική τιμή της παράστασης  $-3x + 2y + 3$  για  $x = -2$  και  $y = -1$  είναι:  $-3 \cdot (-2) + 2 \cdot (-1) + 3 = -3 \cdot (-2) + (-2) + 3 = 6 - 2 + 3 = 7$ 
571 β) Η αριθμητική τιμή της παράστασης  $2\alpha^2 - 3\beta + 6$  για  $\alpha = -3$  και  $\beta = 8$  είναι:  $2 \cdot (-3)^2 - 3 \cdot 8 + 6 = 2 \cdot 9 - 24 + 6 = 18 - 24 + 6 = 0$ 
572 26 21-0143 MATH G GYMΝ
573 iPad 26 1/15/13 4:21 PM
574 2 Μονώνυμα - Πράξεις με μονώνυμα 2 Το ιδανικό βάρος B (σε κιλά) ενός ενήλικα
575 ύψους u (σε cm) δίνεται από τον τύπο  $B = k \cdot u - 100 + t$ 
576 όπου t είναι η ηλικία του (σε έτη) και k μια σταθερά (για τον 10 άνδρα  $k = 0$ 
577 9 και για τη γυναίκα  $k = 0$ 
578 Να βρεθεί ποιο είναι το ιδανικό βάρος για έναν άνδρα και μια γυναίκα
579 από τους οποίους ο καθένας είναι 30 ετών και έχει ύψος 1

```

Σχήμα 8: Μετατροπή του αρχείου κειμένου σε προτάσεις χωρισμένες ανά κόμμα ή τελεία μέσω του DocParser.

Ιδιαίτερη σημασία δίνεται για το στάδιο της μορφοποίησης μέσω DocParser. Αυτό συμβαίνει γιατί το σύστημα Sentistrength είναι σχεδιασμένο να μελετάει το κείμενο και να εξάγει αποτέλεσμα αυστηρά ανά γραμμή, οπότε είναι σημαντικό κάθε γραμμή να αντιπροσωπεύει και από μία πρόταση του κειμένου.

- ανάλυση μέσω Sentistrength

Μαργαρίτης Αλέξανδρος

```

1 Μέρος Α - Κεφάλαιο 1ο Μονώνυμα Οι ακέραιες αλγεβρικές παραστάσεις 1 -1
2 στις οποίες μεταξύ του αριθμητικού παράγοντα και των μεταβλητών σημειώνεται μόνο η πράξη του πολλαπλασιασμού 1 -1
3 λέγονται μονώνυμα 1 -1
4 Ε' ένα μονώνυμο ο αριθμητικός παράγοντας λέγεται συντελεστής του μονωνύμου 1 -1
5 ενώ το γινόμενο όλων των μεταβλητών του υψωμένων στους αντίστοιχους εκθέτες τους λέγεται κύριο μέρος του μονωνύμου 1 -1
6 Ο εκθέτης μιας μεταβλητής λέγεται βαθμός του μονωνύμου ως προς τη μεταβλητή αυτή 1 -1
7 Ιδιαίτερα 1 -1
8 εφόσον π 1 -1
9  $x^1$  1 -1
10 εάν δεν εμφανίζεται εκθέτης σε μία μεταβλητή ο βαθμός του μονωνύμου ως προς τη μεταβλητή αυτή ισούται με 1 1 -1
11 Βαθμός του μονωνύμου ως προς όλες τις μεταβλητές του λέγεται το άθροισμα των εκθετών των μεταβλητών του 1 -1
12  $4x$  1 -1
13  $x^2$  1 -1
14  $2ab$  1 -1
15  $w^2 \times 4y^2 \times 3$  Μονώνυμο  $2x^3y$  συντελεστής κύριο μέρος Το μονώνυμο  $2x^3y$  είναι: 3ου βαθμού ως προς  $x$  1ου βαθμού ως προς  $y$  4ου
16 Για παράδειγμα τα μονώνυμα  $2x^3y^2$  1 -1
17  $-5x^3y^2$  1 -1
18  $x^3y^2$  1 -1
19 είναι όμοια 1 -1
20 5 Τα όμοια μονώνυμα που έχουν τον ίδιο συντελεστή λέγονται ίσα ενώ 1 -1
21 αν έχουν αντίθετους συντελεστές 1 -1
22 λέγονται αντίθετα 1 -2
23 Για παράδειγμα τα μονώνυμα  $2x^3y$  και  $-2x^3y$  είναι αντίθετα 1 -2
24 Συμφωνούμε ακόμη να θεωρούνται και οι αριθμοί ως μονώνυμα και τα ονομάζουμε σταθερά μονώνυμα 1 -1
25 Ειδικότερα 1 -1
26 ο αριθμός 0 λέγεται μηδενικό μονώνυμο και δεν έχει βαθμό 1 -1
27 ενώ όλα τα άλλα σταθερά μονώνυμα είναι μηδενικού βαθμού 1 -1
28 Για παράδειγμα 1 -1
29 ο αριθμός 5 είναι σταθερό μονώνυμο μηδενικού βαθμού 1 -1
30 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ 1 Να βρεθεί η αριθμητική τιμή των παραστάσεων β)  $2a^2 - 3b^6$  για  $a = -3$  και  $b = 8$  1 -1
31 α)  $-3x^2y^3$  1 -1
32 για  $x = -2$  και  $y = -1$  Λύση α) Η αριθμητική τιμή της παράστασης  $-3x^2y^3$  για  $x = -2$  και  $y = -1$  είναι:  $-3 \times (-2)^2 \times (-1)^3$ 
33 β) Η αριθμητική τιμή της παράστασης  $2a^2 - 3b^6$  για  $a = -3$  και  $b = 8$  είναι:  $2 \times (-3)^2 - 3 \times 8^6$ 
34  $26$   $21-0143\_MATH\_G$   $GYMN$  1 -1
35 inab 26 1/15/13 4:21 PM 1 -1
36 2 Μονώνυμα - Πράξεις με μονώνυμα 2 Το ιδανικό βάρος B (σε κιλά) ενός ενήλικα 1 -1
37 ύψους u (σε cm) δίνεται από τον τύπο  $B = k \times u - 100$  1 -1
38 όπου u είναι η ηλικία του (σε έτη) και k μια σταθερά (για τον 10 άνδρα k = 0 1 -1
39 9 και για τη γυναίκα k = 0 1 -1
40 Να βρεθεί ποιο είναι το ιδανικό βάρος για έναν άνδρα και μια γυναίκα 1 -1
41 από τους οποίους ο καθένας είναι 30 ετών και έχει ύψος 1 1 -1
42  $77$  m 1 -1
43 ( ) Λύση Το ιδανικό βάρος B (σε κιλά) ενός άνδρα ηλικίας 30 ετών και ύψους 1 1 -1
44  $77$  m  $177$  cm 1 -1

```

Σχήμα 9: Ανάλυση του αρχείου κειμένου μέσω του συστήματος Sentistrength.


- εξαγωγή πίνακα αποτελεσμάτων

232	1	-1
233	1	-1
234	1	-1
235	1	-1
236	1	-1
237	1	-1
238	1	-1
239	1	-1
240	1	-1
241	1	-1
242	1	-1
243	1	-1
244	1	-1
245	1	-2
246	1	-1
247	1	-1
248	1	-1
249	1	-1
250	1	-1
251	1	-1
252	1	-1
253	1	-1
254	1	-1
255	1	-1
256	1	-1
257	1	-1
258	1	-1
259	1	-1
260	1	-1
261	1	-2
262	1	-2
263	1	-1
264	1	-1

length: Ln: 1 Col: 1 Sel: 0 | 0 Windows (CR LF) UTF-8 INS

Σχήμα 10: Εξαγωγή αποτελεσμάτων του συστήματος Sentistrength για ανάλυση της αντίστοιχα αριθμημένης γραμμής.

- επεξεργασία πίνακα αποτελεσμάτων



76	2	-1
77	1	-2
78	2	-1
79	1	-2
80	2	-1
81	2	-1
82	2	-1
83	2	-1
84	2	-1
85	2	-1
86	1	-2
87	2	-1
88	1	-2
89	1	-2
90	1	-2
91	1	-2
92	1	-2
93	1	-2
94	1	-2
95	1	-2
96	1	-2
97	2	-1
98	1	-2
99	2	-1
100	2	-1
101	1	-2
102	1	-2
103	1	-2
104	2	-1
105	1	-2
106	2	-1
107	1	-2
108	2	-1

length: Ln: 1 Col: 1 Sel: 0 | 0 Windows (CR LF) UTF-8 INS

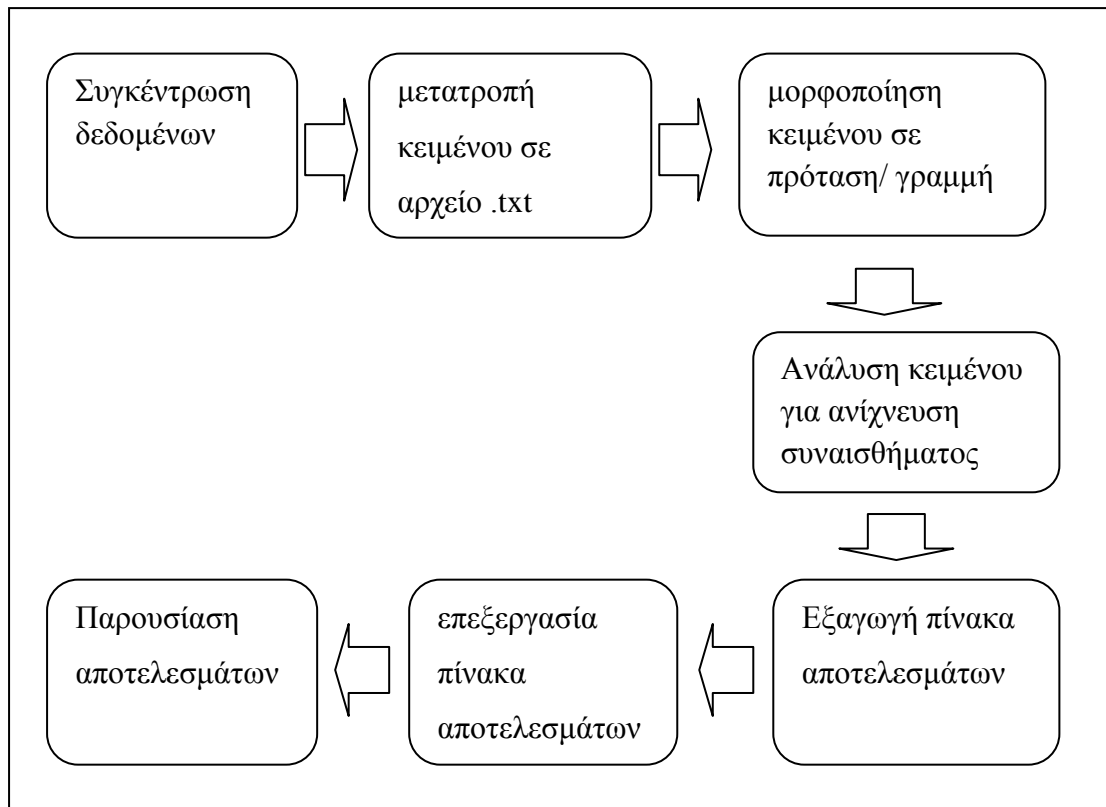
Σχήμα 11: Εξαγωγή αποτελεσμάτων του συστήματος Sentistrength με απαλοιφή των ουδέτερων στοιχείων.

Επειδή η συγκεκριμένη εφαρμογή δεν διαθέτει ουδέτερο στοιχείο, για κάθε γραμμή που δεν παρουσιάζεται συναίσθημα εμφανίζει στο τέλος της τιμές -1 , 1, τις οποίες καλούμαστε να εξαλείψουμε για την ευκολότερη μελέτη των αποτελεσμάτων.

- παρουσίαση αποτελεσμάτων μέσω Office Excel

	A	B	C	D	E	F	G
1	2	-1	POSITIVE	More Positive:	98		
2	1	-2	NEGATIVE	More Negative:	190		
3	1	-2	NEGATIVE	Neutral:	1		
4	2	-1	POSITIVE	Positive:	99		
5	3	-1	POSITIVE	Negative:	192		
6	1	-2	NEGATIVE	Total Emotions:	289		
7	2	-1	POSITIVE				
8	1	-2	NEGATIVE				
9	1	-2	NEGATIVE				
10	1	-2	NEGATIVE				
11	1	-2	NEGATIVE				
12	1	-2	NEGATIVE				
13	1	-2	NEGATIVE				
14	1	-2	NEGATIVE				
15	1	-2	NEGATIVE				
16	1	-2	NEGATIVE				
17	2	-1	POSITIVE				
18	2	-2	NEUTRAL				
19	1	-2	NEGATIVE				
20	1	-2	NEGATIVE				
21	1	-2	NEGATIVE				
22	1	-2	NEGATIVE				
23	2	-1	POSITIVE				
24	1	-2	NEGATIVE				
25	1	-2	NEGATIVE				
26	1	-2	NEGATIVE				
27	1	-2	NEGATIVE				
28	1	-2	NEGATIVE				
29	1	-2	NEGATIVE				
30	1	-2	NEGATIVE				
31	1	-2	NEGATIVE				

Σχήμα 12: Παρουσίαση αποτελεσμάτων εμφάνισης συναισθήματος ανά γραμμή κειμένου μέσω του συστήματος Sentistrength σε συγκεντρωτικό πίνακα σε μορφή Excel για το βιβλίο της Γ' Γυμνασίου.



Σχήμα 13: Επισκόπηση διαδικασίας μέσω συστήματος Sentistrength

3.3. Ανάλυση μέσω κειμενογράφου

Στην ανάλυση μέσω κειμενογράφου, επιλέξαμε να εργαστούμε και να μελετήσουμε την εμφάνιση των αξιών στα σχολικά εγχειρίδια. Σύμφωνα με τον Bishop (1988), οι μαθηματικές αξίες μπορούν να θεωρηθούν ως τρία ζεύγη συμπληρωματικών τιμών, τα οποία είναι

- ορθολογισμός και αντικειμενικότητα
- έλεγχος και πρόοδος
- δεκτικότητα (openness) και μυστήριο

Ο ορθολογισμός περιλαμβάνει τον διαχωρισμό μιας ιδέας από οποιοδήποτε συσχετιζόμενο αντικείμενο και επικεντρώνεται στη χρησιμοποίηση της 'επαγωγικής επιχειρηματολογίας ως του μοναδικού αληθινού τρόπου επίτευξης εξηγήσεων και συμπερασμάτων' (Bishop, 1988, σελ.62). Συμπληρωματικά προς αυτό είναι η αξία του αντικειμενισμού, που απεικονίζει ότι η δύναμη των μαθηματικών είναι η αποτελεσματική ενασχόληση με τις αφηρημένες ιδέες και με τη συγκεκριμενοποίησή τους, αντιμετωπίζοντας αυτές τις ιδέες ως αντικείμενα (Bishop, 1988).

Η αξία του ελέγχου αντανακλά το αίσθημα ασφάλειας που προσφέρει το θέμα κατά την εφαρμογή μαθηματικών για την επίλυση προβλημάτων στο κοινωνικό περιβάλλον. Αν η αξία μπορεί να ερμηνεύεται ως σταθερότητα, τα μαθηματικά ταυτόχρονα επιφέρουν την αλλαγή και την πρόοδο, η οποία εκφράζεται μέσω της συμπληρωματικότητας των εννοιών.

Τα μαθηματικά γενικότερα διέπονται από την αξία του δεκτικότητας αφού ενώ τα επιχειρήματα αναλύονται και συζητούνται μέσω κριτικής σκέψης και έτσι επιτυγχάνεται διαφάνεια στις ιδέες και τα συμπεράσματα. Μια άλλη πτυχή της αξίας αυτής, είναι ότι αντί να τεκμηριώνεται η εγκυρότητα των επιχειρημάτων και των προτάσεων, οι αδυναμίες, οι ελλείψεις και τα λάθη εκτίθενται από άλλα επιχειρήματα και ιδέες. Τέλος, τα μαθηματικά αποτελούν ένα θέμα που δεν έχει χάσει το μυστήριο του ενώ η σύνδεση τους με τις άλλες επιστήμες, σε συνδυασμό με τις τεράστιες προόδους στην τεχνολογία, έχει κάνει τα μαθηματικά ακόμη πιο μυστηριώδη (Seah & Bishop, 2000).

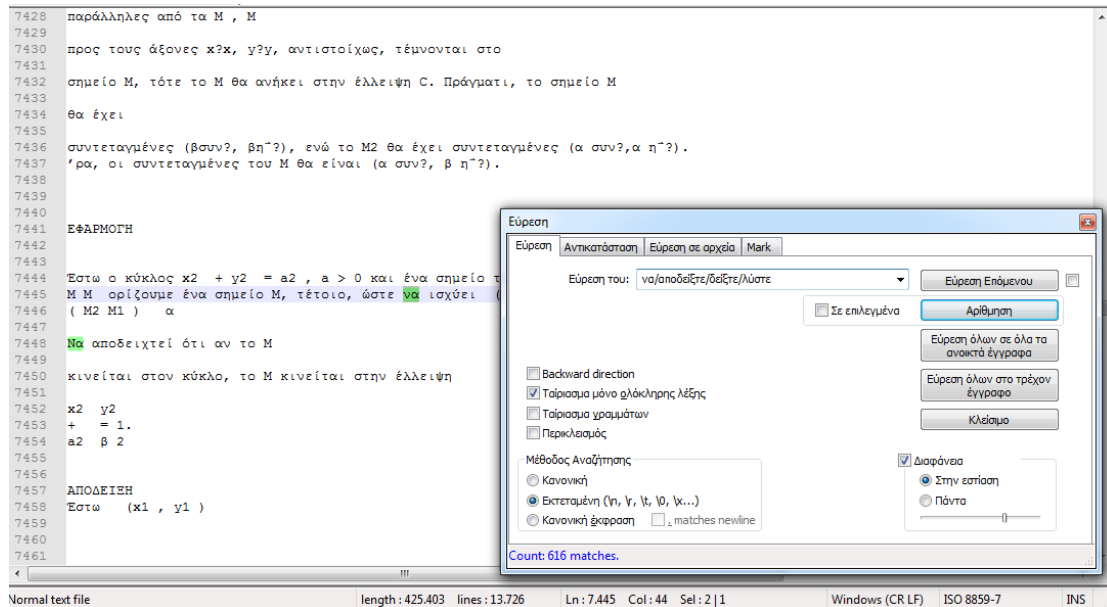
Για την παρούσα μελέτη, επιλέχθηκαν προς διερεύνηση οι αξίες του ορθολογισμού, του ελέγχου και της δεκτικότητας κυρίως λόγω της ευκολότερης μελέτης μέσω χαρακτηριστικών λέξεων ή φράσεων, αλλά και λόγω της προϋπάρχουσας βιβλιογραφίας που αναφέρονται ως οι αξίες στις οποίες γίνεται έμφαση στα μαθηματικά σχολικά εγχειρίδια (Seah & Bishop, 2000).

Οι ενδείξεις για την ύπαρξη του ορθολογισμού σε ένα κείμενο είναι η χρήση λογικών συνδέσμων οι οποίοι υποδηλώνουν επαγωγική επιχειρηματολογία καθώς και αίτιο - αποτέλεσμα. Με αυτό ως κριτήριο η αναζήτηση θα γίνει με βάση τις λέξεις και φράσεις: *άρα, επομένως, ως εκ τούτου, ως συμπέρασμα, συμπερασματικά, συνεπάγεται, συνεπαγωγή, ικανή συνθήκη, αναγκαία συνθήκη, αν και μόνο αν, αν τότε.*

Η αξία του ελέγχου εμφανίζεται σε ένα κείμενο κυρίως μέσω της χρήσης προστακτικής, οπότε η αναζήτηση θα γίνει με βάση τις λέξεις και φράσεις: *να, βρείτε, να βρεθούν, να βρεθεί, εντοπίστε, να εντοπιστούν, να εντοπιστεί, λύστε, να λυθούν, να λυθεί, αποδείξτε, να αποδείξετε, να αποδειχθεί, αναφέρετε, να αναφερθεί, αναζητήστε, να αναζητήσετε.*

Η αξία της δεκτικότητας μεταφέρεται μέσα από την αίσθηση της συμμετοχής των μαθητών που δημιουργείται μέσω της πρόσκλησης που θέτει το ερώτημα στον αναγνώστη, με πιο χαρακτηριστικό μέσο την χρήση των αντωνυμιών, οπότε και η αναζήτηση θα γίνει με βάση τις λέξεις και φράσεις: *εγώ, εσύ, εμείς, εσείς, εμάς, αυτός, αυτή, αυτήν, αυτό, αυτοί, αυτές, αυτά, αυτών, αυτού, μου, σου, του, μας, σας, τους, εσένα, εκείνος, εκείνη, εκείνο, τέτοιος, τέτοια, τέτοιο, τόσο, τόση, τόσο, ό,τι, όσος, ο οποίος, η οποία, το οποίο, όποιος, όποια, όποιο, όσος, όση, όσο, οποιοσδήποτε, οποιαδήποτε, οποιοδήποτε, οτιδήποτε, σ' αυτόν, σ' αυτή, σ' αυτό, πάντες, έκαστος, έκαστη, έκαστο, άλλος, άλλη, άλλο, έτερος, έτερη, έτερο, πόσο, πόσα, ποιος, ποια, ποιο, ποιου, ποιας, ποιων, ποιους, ποιες, ένας, μία, ένα, κανένας, καμία, κανένα, κάποιος, κάποια, κάποιο, μερικοί, μερικές, μερικά, κάθε, καθετί.*

Η επιλογή του κειμενογράφου που θα βοηθήσει στην μελέτη μας είναι το σύστημα notepad++. Αυτό συμβαίνει γιατί το συγκεκριμένο σύστημα παρέχει ανεπτυγμένες επιλογές αναζήτησης, όπως αρίθμηση των αναζητούμενων λέξεων στο συνολικό κείμενο, αναζήτηση μόνο ως ολόκληρη λέξη και εκτεταμένη αναζήτηση λέξης σε συνδυασμό με παραλλαγή του τελικού γράμματος (π.χ. ένα/ς, ποιο/ς κλπ), καθώς και την δυνατότητα μελέτης του κειμένου ανά πρόταση, αφού κάθε πρόταση μπορεί να μετατραπεί σε διαφορετική γραμμή ανάλυσης στον κειμενογράφο.



Σχήμα 14: Απεικόνιση πολλαπλής αναζήτησης θυμικών δεικτών μέσω του συστήματος Notepad++.

Η καταγραφή για τον αριθμό των εμφανίσεων των αναζητούμενων λέξεων έγινε χειρωνακτικά σε φύλλο εργασίας του office excel προκειμένου να υπάρχει ευκολία στην οποιαδήποτε ανάκληση και επεξεργασία χρειαστεί.

3.4. Περιορισμοί της έρευνας

Κατά την εκπόνηση της παρούσας μελέτης εμφανίστηκαν ορισμένοι περιορισμοί που θα ήταν χρήσιμο να διερευνηθούν, οι οποίοι προκύπτουν από την επιλογή μεθόδου μελέτης του σχετικού με τα μαθηματικά θυμικό, αλλά και από την επιλογή εργαλείου μέσω του οποίου θα πραγματοποιηθεί αυτή.

Πιο συγκεκριμένα, το σχετικό με τα μαθηματικά θυμικό των μαθητών είναι μια ευρεία έννοια που περιλαμβάνει πολλές πτυχές. Αν και σήμερα αναγνωρίζεται ότι η ποσοτική προσέγγιση των φαινομένων που σχετίζονται με το θυμικό δεν κρίνεται επαρκής για την ολοκληρωμένη μελέτη αυτών, θεωρούμε ότι η αξιοποίηση των δεδομένων από μία έρευνα τόσο μεγάλης έκτασης και η μελέτη τους με ποσοτικές

μεθόδους είναι δυνατό να επικυρώσει ή να αμφισβητήσει ευρήματα που έχουν προκύψει από τον σχετικά πρόσφατο εμπλουτισμό της θεωρίας στο πεδίο του θυμικού στη Διδακτική των Μαθηματικών. Πέρα από τα προβλήματα και τις προκλήσεις που παρουσιάζει το θεωρητικό πλαίσιο, κριτική μπορεί να γίνει και στις κλίμακες που αποτελούν τις διαστάσεις του θυμικού, καθώς και στην αλληλοεπικάλυψη που μπορεί να συμβαίνει σε αυτές όταν στην ίδια πρόταση υπάρχουν παραπάνω από μία λέξεις που το εκφράζουν.

Επιπροσθέτως, ορισμένοι περιορισμοί της έρευνας που πραγματοποιήσαμε οφείλονται στην επιλογή συστήματος βάσει διαθεσιμότητας τους σε μας στο πλαίσιο της εκπόνησης μιας διπλωματικής εργασίας προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών. Η χρήση των περισσότερων εξειδικευμένων συστημάτων γίνεται μέσω αντιτίμου (ακόμα και για ακαδημαϊκή χρήση), οπότε αυτά στα οποία είχαμε πρόσβαση και μπορούσαν να υποστηρίξουν και την Ελληνική γλώσσα ήταν περιορισμένα.

Σε ορισμένα από αυτά τα συστήματα παρουσιαζόταν μεγάλη δυσκολία στην επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων παρόλο που στις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν δεν εμφανίστηκαν δείγματα τέτοιων περιορισμών σε αυτά. Επιπροσθέτως, για κάποια συστήματα χρειάζονται εξειδικευμένες γνώσεις της προγραμματιστικής γλώσσας Python για να γίνει η αντικατάσταση των λεξικών τους με Ελληνικό λεξικό συναισθήματος και να προσαρμοστεί η ανάλυση στην Ελληνική γλώσσα.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. Αποτελέσματα ανάλυσης μέσω Sentistrength

Σε αυτή την ενότητα αναφέρουμε τα ευρήματα που προέκυψαν από την ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων μέσω της διαδικασίας που περιγράφεται στην προηγούμενη ενότητα και με χρήση του λογισμικού Sentistrength. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε ως προς την ανίχνευση συναισθήματος ανά γραμμή κειμένου ως προς την πολικότητα και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στους παρακάτω πίνακες.

Λαμβάνοντας υπόψη και τον αριθμό των γραμμών κειμένου που μελετήθηκαν (για τα βιβλία του Γυμνασίου, 10303 γραμμές για το βιβλίο της Α', 7518 για το βιβλίο της Β', 8332 για το βιβλίο της Γ', 6141 ενώ για το Λύκειο, 6140 για το βιβλίο της Άλγεβρας Α' Λυκείου, 6500 για το βιβλίο της Γεωμετρίας Α', 3790 για το βιβλίο της Άλγεβρας Β', 7583 για το βιβλίο της Γεωμετρίας Β', 7152 για τα Μαθηματικά Προσανατολισμού Β' και 3792 για τα Μαθηματικά Γ') εκφράστηκαν τα αποτελέσματα και σε μορφή ποσοστών που παρατίθενται με τους αντίστοιχους πίνακες.

Συναισθήματα (πολικότητα)	Βιβλίο Α' Γυμνασίου	Βιβλίο Β' Γυμνασίου	Βιβλίο Γ' Γυμνασίου	Βιβλίο Γεωμετρίας Α' Λυκείου	Βιβλίο Άλγεβρας Α' Λυκείου	Βιβλίο Γεωμετρίας Β' Λυκείου	Βιβλίο Άλγεβρας Β' Λυκείου	Βιβλίο Προσανατολισμού Β' Λυκείου	Βιβλίο Γ' Λυκείου
Θετικό	153	136	99	109	264	153	137	171	245
Αρνητικό	167	153	192	135	140	202	100	137	107
Ουδέτερο	4	2	1	3	5	5	7	4	3
Σύνολο	324	291	292	247	409	360	244	312	355

Πίνακας 4. Εμφάνιση πολικότητας συναισθήματος στα σχολικά εγχειρίδια (συχνότητες)

Συναισθήματα (πολικότητα)	Βιβλίο Α' Γυμνασίου	Βιβλίο Β' Γυμνασίου	Βιβλίο Γ' Γυμνασίου	Βιβλίο Γεωμετρίας Α' Λυκείου	Βιβλίο Άλγεβρας Α' Λυκείου	Βιβλίο Γεωμετρίας Β' Λυκείου	Βιβλίο Άλγεβρας Β' Λυκείου	Βιβλίο Προσανατολισμού Β' Λυκείου	Βιβλίο Γ' Λυκείου
Θετικό	1,5%	1,8%	1,2%	1,6%	4,3%	2%	3,6%	2,3%	6,4%
Αρνητικό	1,6%	2%	2,3%	2,1%	2,3%	2,6%	2,6%	1,9%	2,8%
Ουδέτερο	0,04%	0,02%	0,01%	0,04%	0,08%	0,06%	0,18%	0,05%	0,07%
Σύνολο	3,14%	3,87%	3,51%	3,74%	6,67%	4,74%	6,43%	3,74%	9,36%

Πίνακας 5. Εμφάνιση πολικότητας συναισθήματος στα σχολικά εγχειρίδια (ποσοστά)

Παρατηρείται πως στα βιβλία του Γυμνασίου παρουσιάζεται μια ομοιομορφία στην κατανομή των εμφανίσεων των συναισθημάτων, αφού οι αποκλίσεις και στις τρεις τάξεις είναι μικρότερες του 1% με τα αρνητικά συναισθήματα να εμφανίζονται σταθερά συχνότερα από τα θετικά και το συνολικό ποσοστό εμφάνισης στο κείμενο στο 3% με 4%.

Στα σχολικά εγχειρίδια του Λυκείου παρατηρείται μία μεταστροφή ως προς την πόλωση αρνητικών - θετικών συναισθημάτων, με τα θετικά πλέον να παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά με εξαίρεση τα βιβλία της Γεωμετρίας που ακολουθούν το μοτίβο των βιβλίων του Γυμνασίου. Παρατηρείται επίσης και αύξηση της συχνότητας εμφανίσεων συναισθημάτων στο σύνολο του κειμένου κυρίως στα βιβλία της Άλγεβρας Α' και Β' αλλά και στα Μαθηματικά Γ', με τα τελευταία να παρουσιάζουν 9,36%, το μεγαλύτερο από όλα.

Τα παραπάνω ευρήματα επιβεβαιώνουν την προϋπάρχουσα έρευνα αφού ανιχνεύονται εμφανίσεις των διαστάσεων του θυμικού που εκφράζονται μέσω της ανίχνευσης των συναισθημάτων που αναδύονται από τους μαθητές κατά την ανάγνωση του κειμένου. Παρατηρείται ότι αυτές ποικίλουν ως προς την κατανομή τους, με μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης όσο μεγαλύτερη η τάξη, ενώ ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η υψηλή τιμή των θετικών συναισθημάτων που εμφανίζονται στο βιβλίο των Μαθηματικών Γ' Λυκείου.

4.2. Αποτελέσματα ανάλυσης μέσω Notepad++

Σε αυτή την ενότητα αναφέρουμε τα ευρήματα που προέκυψαν από την ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων μέσω της διαδικασίας που περιγράφεται στην προηγούμενη ενότητα και με χρήση του λογισμικού Notepad++. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε ως προς τον εντοπισμό λέξεων του κειμένου που υποδηλώνουν την ύπαρξη αξιών σε αυτό και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στους παρακάτω πίνακες.

Τα ευρήματα επιβεβαιώνουν και αυτά την προϋπάρχουσα έρευνα αφού ανιχνεύονται εμφανίσεις των διαστάσεων του θυμικού που εκφράζονται μέσω της ανίχνευσης των αξιών που ενσωματώνονται στα στοιχεία του κειμένου. Παρατηρείται ότι και αυτές

ποικίλουν ως προς την κατανομή τους όπως και η εμφάνιση συναισθημάτων, με ιδιαίτερο ενδιαφέρον να παρουσιάζουν οι υψηλές τιμές της συχνότητας εμφάνισης τους σε σχέση με την αντίστοιχη των συναισθημάτων.

Για να υπάρχει ένα κοινό μέτρο σύγκρισης, και σε αυτή την μεθοδολογία μελετήθηκε το κείμενο σε επίπεδο προτάσεων ανά γραμμή κειμένου δίνοντας με αυτόν τον τρόπο τη δυνατότητα δημιουργίας πίνακα ποσοστών, όπως φαίνεται παρακάτω. Στους συγκεκριμένους πίνακες δεν υπάρχει η γραμμή συνόλου των ποσοστών λόγω της ύπαρξης επικαλύψεων ανάμεσα στους θυμικούς δείκτες ανά πρόταση.

Αξίες	Βιβλίο Α' Γυμνασίου	Βιβλίο Β' Γυμνασίου	Βιβλίο Γ' Γυμνασίου	Βιβλίο Γεωμετρίας Α' Λυκείου	Βιβλίο Άλγεβρας Α' Λυκείου	Βιβλίο Γεωμετρίας Β' Λυκείου	Βιβλίο Άλγεβρας Β' Λυκείου	Βιβλίο Προσανατολισμού Β' Λυκείου	Βιβλίο Γ' Λυκείου
Ορθολογισμός	134	171	341	142	115	147	148	159	119
Έλεγχος	1092	1023	957	692	779	820	633	616	689
Δεκτικότητα (openness)	1004	811	3043	2301	1415	724	491	392	613
Σύνολο	2230	2005	4341	3135	2309	1691	1272	1167	1411

Πίνακας 6. Εμφάνιση αξιών στα σχολικά εγχειρίδια (συχνότητες)

Αξίες	Βιβλίο Α' Γυμνασίου	Βιβλίο Β' Γυμνασίου	Βιβλίο Γ' Γυμνασίου	Βιβλίο Γεωμετρίας Α' Λυκείου	Βιβλίο Άλγεβρας Α' Λυκείου	Βιβλίο Γεωμετρίας Β' Λυκείου	Βιβλίο Άλγεβρας Β' Λυκείου	Βιβλίο Προσανατολισμού Β' Λυκείου	Βιβλίο Γ' Λυκείου
Ορθολογισμός	1,3%	2,3%	2,2%	4,6%	1,9%	2%	3,9%	2,2%	3,1%
Έλεγχος	10,6%	13,6%	10,6%	11,5%	12,7%	10,9%	16,7%	8,6%	18,1%
Δεκτικότητα (openness)	9,9%	10,8%	35,4%	36%	23%	9,6%	13%	5,5%	16,2%

Πίνακας 7. Εμφάνιση αξιών στα σχολικά εγχειρίδια (ποσοστά)

Όσον αφορά τα βιβλία των Μαθηματικών του Γυμνασίου, σε επίπεδο θυμικών δεικτών που εκφράζουν τις αξίες, παρατηρείται μια σχετική ομοιομορφία όσον αφορά τους δείκτες που αντιστοιχίζονται στον ορθολογισμό και τον έλεγχο, με την μεγάλη διάφορα να εμφανίζεται στους δείκτες που εκφράζουν την δεκτικότητα, οι οποίοι έχουν την τάση να αυξάνονται και να τριπλασιάζονται στο βιβλίο της Γ' Γυμνασίου (35,4% σε σχέση με 9,9% και 10,8%).

Όσον αφορά τα βιβλία των Μαθηματικών του Λυκείου, μελετώντας τα αποτελέσματα ως προς τους δείκτες που εκφράζουν ορθολογισμό στο κείμενο δεν παρατηρούνται αξιοσημείωτες διακυμάνσεις ανάμεσα τους. Όσον αφορά τον έλεγχο, διαφαίνεται μια τάση αύξησης από τάξη σε τάξη με μέγιστη τιμή να εμφανίζεται στο βιβλίο της Γ' Λυκείου, σε αντίθεση με τους δείκτες που εκφράζουν δεκτικότητα οι οποίοι φαίνεται να πέφτουν όσο μεγαλώνει η τάξη στο Λύκειο.

4.3. Μελέτη αποτελεσμάτων κατά την μετάβαση από Γυμνάσιο σε Λύκειο

Σε αυτή την ενότητα θα εξετάσουμε τα συγκριτικά αποτελέσματα για τα βιβλία κατά την αλλαγή βαθμίδας από το Γυμνάσιο στο Λύκειο. Παρατηρείται λοιπόν ότι τα βιβλία της Γ' Γυμνασίου και της Άλγεβρας Α' Λυκείου εμφανίζουν ακριβώς το ίδιο ποσοστό αρνητικών συναισθημάτων (2,3%) με το βιβλίο της Γεωμετρίας να διαφέρει κατά ελάχιστα (2,1%), στοιχείο που παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον αφού αναφερόμαστε σε βιβλία διαφορετικού ύφους, διαφορετικών βαθμίδων και, για την Άλγεβρα και Γεωμετρία, διαφορετικού θεματικού πεδίου.

Την μεγάλη απόκλιση (σε σχέση με τα άλλα δύο) εμφανίζει το ποσοστό των θετικών συναισθημάτων στο βιβλίο της Άλγεβρας με 4,3% συγκριτικά με τα 1,2% και 1,6% των άλλων δύο βιβλίων, δηλώνοντας πως έχουμε 3 με 4 φορές συχνότερη ανάδυση θετικών συναισθημάτων σε αυτό το βιβλίο. Το στοιχείο αυτό, αν μελετηθεί υπό το πρίσμα του θεματικού πεδίου δηλώνει την ύπαρξη διαφορετικών θυμικών δεικτών σε βιβλία με διαφορετική νοοτροπία όπως είναι η Άλγεβρα και η Γεωμετρία.

Θυμικοί δείκτες	Βιβλίο Μαθηματικών Γ Γυμνασίου	Βιβλίο Γεωμετρίας Α' Λυκείου	Βιβλίο Άλγεβρας Α' Λυκείου
Συναίσθημα (Θετικό)	1,2% (99)	1,6%(109)	4,3% (264)
Συναίσθημα (Αρνητικό)	2,3%(192)	2,3%(135)	2,3%(140)
Συναίσθημα (Ουδέτερο)	0,01%(1)	0,04%(3)	0,08% (5)

Πίνακας 9. Συγκριτικό εμφάνισης συναισθήματος στα σχολικά εγχειρίδια Γ' Γυμνασίου - Α' Λυκείου (ποσοστά / συχνότητα).

Όσον αφορά τα ουδέτερα στοιχεία, αν και τα ποσοστά βρίσκονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα, παρόλα αυτά η μεταξύ τους συσχέτιση υποδηλώνει τετραπλάσιο και οχταπλάσιο αριθμό εμφανίσεων στα βιβλία της Γεωμετρίας και της Άλγεβρας αντίστοιχα συγκριτικά με τα Μαθηματικά της Γ' Γυμνασίου.

Αξίες	Βιβλίο Μαθηματικών Γ' Γυμνασίου	Βιβλίο Άλγεβρας Α' Λυκείου	Βιβλίο Γεωμετρίας Α' Λυκείου
Ορθολογισμός	4,6%	1,9%	2,2%
Έλεγχος	11,5%	12,7%	10,6%
Δεκτικότητα (openness)	36%	23%	35,4%

Πίνακας 10. Σύγκριση ποσοστών εμφάνισης αξιών στα σχολικά εγχειρίδια Γ' Γυμνασίου -Α' Λυκείου.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα ως προς τους δείκτες που εκφράζουν ορθολογισμό στο κείμενο, είναι εμφανής η διαφορά ανάμεσα στα βιβλία του Λυκείου με αυτό του Γυμνασίου, όπου στο δεύτερο έχουμε πάνω από το διπλάσιο ποσοστό σε σχέση με τα άλλα δύο (4,6% έναντι 1,9% και 2,2%). Ως προς το θεματικό πεδίο δεν παρατηρείται μεγάλη διαφορά στα διαφορετικά εγχειρίδια της ίδιας τάξης.

Ως προς τον έλεγχο, παρατηρείται πως δεν παρουσιάζονται αξιοσημείωτες ποσοστιαίες διαφορές μεταξύ και των τριών συγγραμμάτων, ανεξαρτήτως θεματικού πεδίου και σχολικής βαθμίδας.

Τέλος, ως προς την δεκτικότητα, είναι ενδιαφέρουσα η σχεδόν ταύτιση των ποσοστών της που παρουσιάζονται στα εγχειρίδια της Γ' Γυμνασίου και της Γεωμετρίας (36% και 35,4% αντίστοιχα), δεδομένου ότι αποτελούν βιβλία διαφορετικής βαθμίδας και ύφους αν συνυπολογίσουμε το γεγονός πως πριν την Γ' Γυμνασίου και μετά την Α' λυκείου τα ποσοστά της δεκτικότητας στα σχολικά εγχειρίδια είναι της τάξεως του 13% και κάτω. Στο βιβλίο της Άλγεβρας παρατηρείται εμφανώς χαμηλότερο ποσοστό σε σχέση με τα άλλα δύο, της τάξεως του 23% αλλά και πάλι πολύ υψηλό σε σχέση με τα υπόλοιπα σχολικά εγχειρίδια.

	Α' Γυμνα σίου	Β' Γυμνα σίου	Γ' Γυμνα σίου	Γεωμετρία Α' Λυκείου	Άλγεβρα Α' Λυκείου	Γεωμετρί α Β' Λυκείου	Άλγεβρα Β' Λυκείου	Προσανατ ολισμού Β' Λυκείου	Γ' Λυκεί ου
Δεκτικότητα (openness)	9,9%	10,8%	35,4%	36%	23%	9,6%	13%	5,5%	16,2%

Πίνακας 11. Ποσοστά εμφάνισης Δεκτικότητας (openness) στα σχολικά εγχειρίδια.

Παρατηρούμε λοιπόν ότι βιβλία που έχουν διαφορετική νοοτροπία, διαφορετικό τρόπο γραφής και διαφορετικό θεματικό πεδίο, μπορούν να παρουσιάζουν το ίδιο ή σχεδόν ίδιο θυμικό.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε το σχετικό με τα μαθηματικά θυμικό (affect) των μαθητών που εμφανίζεται στα σχολικά εγχειρίδια. Πρόκειται για μια έννοια που περιλαμβάνει πολλές από τις μη γνωστικές πτυχές της διαδικασίας μάθησης των μαθηματικών, δηλαδή καλύπτει σαν μια έννοια-ομπρέλα πολλά φαινόμενα όπως η στάση (ή οι στάσεις) απέναντι στα μαθηματικά, τα συναισθήματα, οι αξίες, οι πεποιθήσεις, οι συγκινήσεις αλλά και πολλές ακόμα, οι οποίες παρουσιάζουν συνάφεια, ομοιότητες αλλά και αλληλοεπικαλύψεις μεταξύ τους (Hannula, 2012). Οι πρώτες έρευνες που ξεκινούν τη δεκαετία του 1970 έχουν ισχυρές επιρροές από το πεδίο της ψυχολογίας με αποτέλεσμα την δυσκολία ανάπτυξης ενός ενιαίου θεωρητικού πλαισίου, οδηγώντας σε περιπτώσεις αμφισημίας, αφού χρησιμοποιούνται διαφορετικές έννοιες για να περιγράψουν το ίδιο φαινόμενο (Hannula, 2014). Η επανενοιοποίηση του πεδίου ξεκινά στα τέλη της δεκαετίας του 1980 (Hart, 1989· Mandler, 1989· McLeod, 1989) και συνεχίζεται τη δεκαετία του 1990 (McLeod, 1992· DeBellis & Goldin, 1997), ενώ η πολυπλοκότητα των φαινομένων που υπάγονται στο πεδίο του θυμικού μόλις πρόσφατα έχει αρχίσει να κατανοείται ολοκληρωμένα και ένα σύγχρονο (μετα)θεωρητικό πλαίσιο (Hannula, 2011) επιχειρεί να συμπεριλάβει τα ευρήματα και τα θεωρητικά δομήματα όλων των προηγούμενων δεκαετιών κάνοντας διάκριση ανάμεσα σε καταστάσεις και χαρακτηριστικά (state-trait), σε κοινωνικές, ψυχολογικές και φυσιολογικές (social, psychological, physiological) πτυχές καθώς και μεταξύ γνώσης, κινήτρων και συγκινήσεων (cognitive, motivational, emotional) δημιουργώντας ένα πλέγμα 18 κελιών και τριών διαστάσεων (Λάλας, 2017).

Με δεδομένη την πολυπλοκότητα και την έκταση των εννοιών που καλύπτει η έννοια του θυμικού, προσπαθήσαμε να εντοπίσουμε μέσα από την βιβλιογραφία τους θυμικούς δείκτες που εμφανίζονται σε γραπτό κείμενο οι οποίοι θα μπορούσαν να ανιχνευτούν μέσω συστημάτων ποσοτικής ανάλυσης. Καταλήξαμε στο συμπέρασμα πως οι αναζητούμενες έννοιες είναι τα συναισθήματα και οι αξίες και προσπαθήσαμε να εντοπίσουμε μεθοδολογίες εντοπισμού τους σε μαθηματικά κείμενα.

Αυτή η αναζήτηση οδήγησε στην μελέτη του πεδίου της Ανάλυσης Συναισθήματος, που έχει αναπτυχθεί την τελευταία δεκαετία εξαιτίας του αυτοματοποιημένου τρόπου που παρέχει για την ανάλυση της γραπτής πληροφορίας αλλά και της σημαντικής

προόδου που σημειώνεται τελευταία στα πεδία της μηχανικής μάθησης, της τεχνητής νοημοσύνης και της βαθιάς μάθησης. Ουσιαστικά, αποτελεί ένα πεδίο το οποίο περιλαμβάνει την μελέτη και ανάλυση αλγορίθμων που συμπεραίνουν αυτοματοποιημένα τα συναισθήματα, τις επιθυμίες και τις πεποιθήσεις των ανθρώπων με βάση το κείμενο και αναπτύσσεται ραγδαία λόγω του έντονου ενδιαφέροντος της επιστημονικής κοινότητας. Στόχος μας ήταν η μελέτη του πεδίου αυτού προκειμένου να διερευνήσουμε αυτοματοποιημένες προσεγγίσεις ανίχνευσης θυμικών δεικτών σε μαθηματικά κείμενα και κατ' επέκταση στα σχολικά εγχειρίδια, με γνώμονα τις δυσκολίες που παρουσιάζει η Ελληνική γλώσσα, προκειμένου να επιτευχθεί μια θυμική χαρτογράφηση της μαθηματικής γνώσης σε αυτά. Η εκτίμηση των θυμικών αποτελεσμάτων έχει αποκτήσει τόσο μεγάλη αξία και ενδιαφέρον που πλέον έχει ιδιαίτερη σημασία η αποτίμηση τους.

Με αυτό το σκεπτικό παρέχεται μία αναλυτική διερεύνηση των συστημάτων που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να παραχθεί μία τέτοια διαδικασία. Για την εν λόγω έρευνα, μέσα από τις κατευθυντήριες οδηγίες της συμβουλευτικής επιτροπής, αναπτύχθηκε από εμάς ένα εξ ολοκλήρου νέο πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου (DocParser), για να μπορεί αυτό να προσαρμοστεί στον μεθοδολογία ανάλυσης που χρησιμοποιούν τα λογισμικά για την ανίχνευση των θυμικών δεικτών, μιας και η ανάλυση κειμένου σε αυτά γίνεται αυστηρά ανά γραμμή κειμένου.

1.2 Μονώνυμα – Πράξεις με μονώνυμα



- ✓ Μοθαίνω τι είναι αλγεβρική παράσταση και πώς βρίσκεται η αριθμητική τιμή της.
- ✓ Διακρίνω αν μια αλγεβρική παράσταση είναι μονώνυμο και προσδιορίζω το βαθμό του.
- ✓ Μοθαίνω να κάνω πράξεις με μονώνυμα.



A Αλγεβρικές παραστάσεις - Μονώνυμα

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

1. Να βρείτε την περίμετρο και το εμβαδόν των κίτρινων σχημάτων.
2. Στο πράσινο σχήμα φαίνεται η κάτοψη ενός καταστήματος που πρόκειται να στρωθεί με πλακάκια. Να εξηγήσετε γιατί τα πλακάκια που θα χρειαστούν έχουν συνολικό εμβαδόν $2x^2 + xy$. Αν $x = 5$ και $y = 8$, ποιο είναι το συνολικό εμβαδόν τους;

Αλγεβρικές παραστάσεις

Πολλές φορές για να λύσουμε ένα πρόβλημα, καταλήγουμε σε εκφράσεις που περιέχουν μόνο αριθμούς και γι' αυτό ονομάζονται **αριθμητικές παραστάσεις**.

Υπάρχουν όμως και προβλήματα στα οποία καταλήγουμε σε εκφράσεις οι οποίες, εκτός από αριθμούς, περιέχουν και μεταβλητές. Οι εκφράσεις αυτές λέγονται **αλγεβρικές παραστάσεις**.

Ειδικότερα, μια αλγεβρική παράσταση λέγεται **ακέραια**, όταν μεταξύ των μεταβλητών της σημειώνονται μόνο οι πράξεις της πρόσθεσης ή του πολλαπλασιασμού και οι εκθέτες των μεταβλητών της είναι θετικοί ακέραιοι.

Αν σε μια αλγεβρική παράσταση αντικαταστήσουμε τις μεταβλητές με αριθμούς και κάνουμε τις πράξεις, θα προκύψει ένας αριθμός που λέγεται **αριθμητική τιμή** ή απλά **τιμή** της αλγεβρικής παράστασης.

Για παράδειγμα, η τιμή της αλγεβρικής παράστασης $2x^2 + xy$ για $x = 5$ και $y = 8$, είναι $2 \cdot 5^2 + 5 \cdot 8 = 90$.

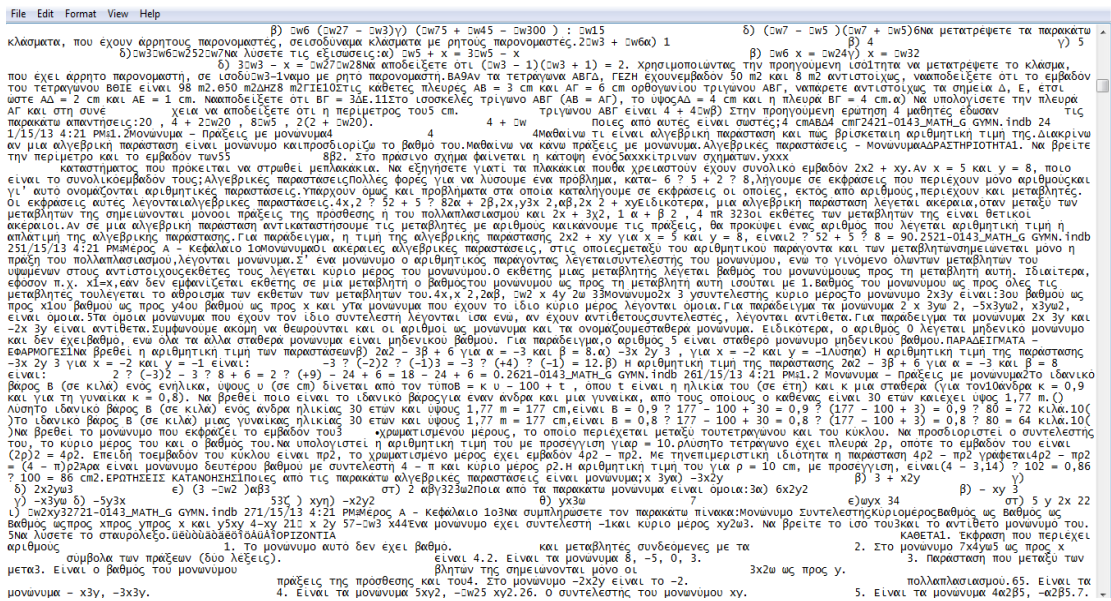
$$6 \cdot 5 + 2 \cdot 8 \quad 2 \cdot 5^2 + 5 \cdot 8$$

$$4x, 2a + 2b, x^2, ab,$$

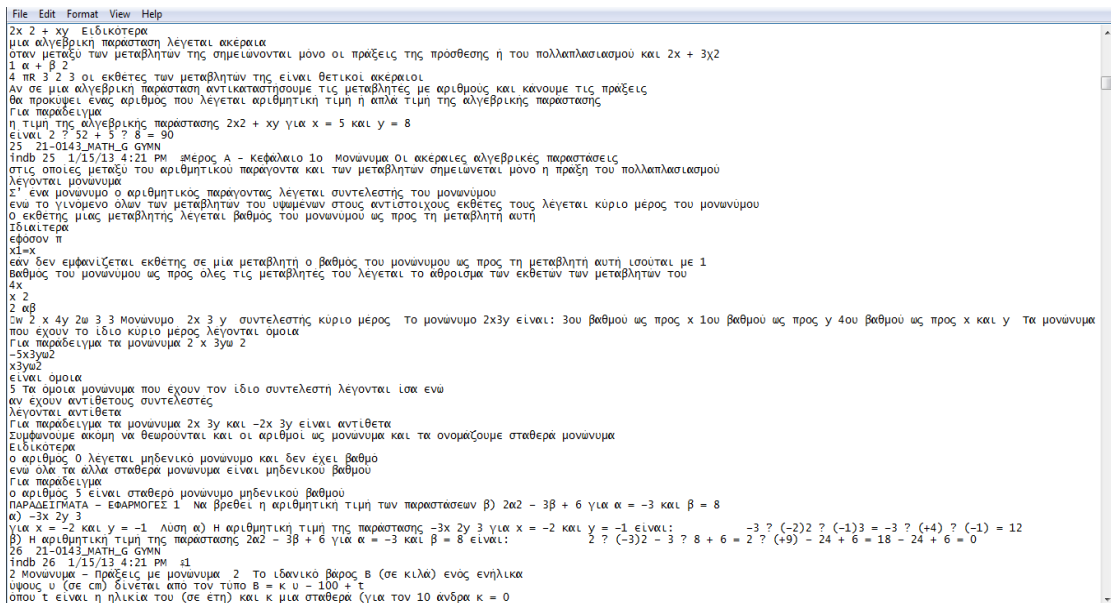
$$\frac{2x}{y^2}, 2x^2 + xy$$

$$2x + 3x^2, \frac{1}{2}a + b^2, \frac{4}{3}nR^3$$

Σχήμα 15. Απόσπασμα από το βιβλίο της Γ' Γυμνασίου (σελ.25).



Σχήμα 16. Εμφάνιση του αποσπάσματος σε αρχείο κειμένου πριν την εφαρμογή του DocParcer.



Σχήμα 17. Εμφάνιση του αποσπάσματος σε αρχείο κειμένου μετά την εφαρμογή του DocParcer.

Μέσω αυτού του προγράμματος αναλύθηκαν όλα τα σχολικά εγχειρίδια των Μαθηματικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και χρησιμοποιήθηκαν δύο προσεγγίσεις ανάλογες τους: μία για την ανίχνευση των συναισθημάτων, μέσω του

εξειδικευμένου λογισμικού Sentistrength, και μία για την ανίχνευση των αξιών, μέσω του κειμενογράφου Notepad++, στα κείμενα αυτά.

Έχοντας εξασφαλίσει την απαιτούμενη συμβατότητα μεταξύ θεωρητικών πλαισίων, μελετήθηκαν τα σχολικά εγχειρίδια ως προς το σχετικό με τα μαθηματικά θυμικό που εκφράζουν, μέσω δύο προσεγγίσεων, και προχωρήσαμε σε στατιστικούς ελέγχους προς διερεύνηση των αποτελεσμάτων και έκθεσης παρατηρήσεων που μπορεί να προκαλέσουν το ερευνητικό ενδιαφέρον.

Μελετώντας τους πίνακες και των δύο προσεγγίσεων συγκριτικά, παρατηρείται πως η προσπάθεια ανίχνευσης των μαθηματικών αξιών επέφερε εμφανώς περισσότερα αποτελέσματα σε σχέση με την ανίχνευση συναισθημάτων σε όλα τα σχολικά εγχειρίδια που εξετάστηκαν. Αυτό δεν υποδηλώνει ότι το ένα σύστημα υπολείπεται του άλλου, μιας και η ανίχνευση συναισθήματος σ ένα μαθηματικό κείμενο είναι η πιο απαιτητική, συγκριτικά με την ανίχνευση των άλλων όψεων του θυμικού (Dede, 2006).

	Α' Γυμνα σίου	Β' Γυμνα σίου	Γ' Γυμνα σίου	Γεωμετρία Α' Λυκείου	Άλγεβρα Α' Λυκείου	Γεωμετρί α Β' Λυκείου	Άλγεβρα Β' Λυκείου	Προσανατ ολισμού Β' Λυκείου	Γ' Λυκεί ου
Θετικό (Συναίσθημα)	1,5%	1,8%	1,2%	1,6%	4,3%	2%	3,6%	2,3%	6,4%
Αρνητικό (Συναίσθημα)	1,6%	2%	2,3%	2,1%	2,3%	2,6%	2,6%	1,9%	2,8%
Ουδέτερο (Συναίσθημα)	0,04%	0,02%	0,01%	0,04%	0,08%	0,06%	0,18%	0,05%	0,07%
Ορθολογισμός	1,3%	2,3%	2,2%	4,6%	1,9%	2%	3,9%	2,2%	3,1%
Έλεγχος	10,6%	13,6%	10,6%	11,5%	12,7%	10,9%	16,7%	8,6%	18,1%
Δεκτικότητα (openness)	9,9%	10,8%	35,4%	36%	23%	9,6%	13%	5,5%	16,2%

Πίνακας 12 : Ποσοστά εμφάνισης συναισθημάτων και αξιών στα σχολικά εγχειρίδια.

Μία άλλη σημαντική παρατήρηση είναι η ραγδαία αύξηση των δεικτών που εκφράζουν δεκτικότητα (openness) στα βιβλία της Γ' Γυμνασίου και Α' Λυκείου. Αυτό συμφωνεί με τα αποτελέσματα των ερευνών και των Seah & Bishop (2000) και

του Dede (2006) με την μόνη διαφορά ότι αυτή η αυξημένη συσχέτιση παρατηρείται σε διαδοχικές τάξεις από τις τελευταίες της σχολικής βαθμίδας.

Γενικότερα, υπάρχει μια δυσκολία σύγκρισης των ευρημάτων με προηγούμενες ανάλογες έρευνες μιας και αυτές είναι πολύ περιορισμένες και σε άλλες γλώσσες. Συγκρίνοντας όμως τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνα σχετικά με τις αξίες που αναδύονται στα σχολικά εγχειρίδια, με τα αποτελέσματα των ερευνών και των Seah & Bishop (2000) και του Dede (2006) παρατηρούμε πως έχουμε μια διαφοροποίηση όσον αφορά την διανομή των θυμικών δεικτών, αφού στην μελέτη τους παρατηρείται ότι αξία του ελέγχου έχει την κυρίαρχη έκφραση συγκριτικά με τις υπόλοιπες, κάτι που δεν επαληθεύεται από την παρούσα μελέτη.

Το συγκεκριμένο σύστημα ανίχνευσης των θυμικών δεικτών που αναπτύχθηκε διακρίνεται για την ταχύτητα του και την ευκολία στην χρήση. Σκοπός μας ήταν η διερεύνηση της δυνατότητας για μια αυτοματοποιημένη προσέγγιση του θυμικού σε ένα μαθηματικό κείμενο. Αυτή όμως η διαδικασία έχει και τις αδυναμίες της αφού στηρίζεται σε μια ποσοτική ανάλυση δεδομένων τα οποία λόγω της φύσης των διαστάσεων του θυμικού παρατηρούνται συσχετίσεις μεταξύ τους και υπάρχουν αλληλεπιδράσεις ή επικαλύψεις στην παραγωγή αποτελεσμάτων κατά την ανίχνευση τους. Επιπροσθέτως, το μαθηματικό κείμενο από την φύση του διέπεται από συμβολισμούς οι οποίοι με την σειρά τους μπορούν να αποτελούν θυμικούς δείκτες, αλλά είναι δύσκολο να αναγνωριστούν ή να ερμηνευθούν από μια τέτοια αυτοματοποιημένη διαδικασία.

Μία ακόμη αδυναμία που εντοπίστηκε είναι πως με τα συγκεκριμένα συστήματα δεν υπάρχει η δυνατότητα μελέτης των συμφραζόμενων ή των φράσεων που μπορεί να εκφέρουν συναίσθημα παρά μόνο η μελέτη των λέξεων ως διακριτές οντότητες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία εντοπισμού θυμικών δεικτών που υπάρχουν στα μαθηματικά εγχειρίδια αλλά και την υπόθεση ότι αυτοί είναι περισσότεροι συγκριτικά με αυτούς που εντοπίστηκαν στην εν λόγω έρευνα.

Όλες αυτές οι αδυναμίες αποτελούν και τα μειονεκτήματα συγκριτικά με μία ποιοτική μελέτη του αντικειμένου αλλά σε αυτή την περίπτωση δεν θα είχαμε την ταχύτητα στην επεξεργασία και στην εμφάνιση των αποτελεσμάτων.

5.1. Εισηγήσεις για περαιτέρω έρευνα

Λαμβάνοντας υπόψη τόσο τους περιορισμούς της παρούσας έρευνας, όσο και τα ευρήματα της, επιχειρούμε να κάνουμε κάποιες προτάσεις για την εξέλιξη αυτής. Αρχικά, αν και τα ευρήματα της έρευνας παρουσιάζουν σημαντικό ενδιαφέρον, εξακολουθούμε να μην έχουμε πλήρεις απαντήσεις για την πολύπλοκη σχέση και την αλληλοεπικάλυψη ανάμεσα στους θυμικούς δείκτες. Οι σχέσεις που βρήκαμε αποτελούν μια μελέτη για τις τάσεις που διαμορφώνονται, όμως δεν είναι δυνατό να χαρακτηριστούν σχέσεις αιτίας-αιτιατού. Για την καλύτερη αναγνώριση των τάσεων που διαμορφώνονται, προτείνεται μια εκτενής στατιστική μελέτη για την ανακάλυψη του βαθμού των επικαλύψεων που μπορεί να υπάρχει και από εκεί να αναζητηθεί ο τρόπος διαχωρισμού τους.

Μία άλλη ενδιαφέρουσα προσέγγιση θα ήταν η συγκριτική διαθεματική μελέτη των σχολικών εγχειριδίων ανά βαθμίδα και η σύγκριση των αποτελεσμάτων με αυτών της έρευνας.

Επίσης, θα είχε εξαιρετικό ενδιαφέρον η επέκταση του λεξικού συναισθήματος που χρησιμοποιεί το σύστημα Sentistrength, και η σύνδεση του με το *σταθμισμένο* Ελληνικό λεξικό συναισθήματος των Τσακαλίδης, Παπαδόπουλος, Κομπατσιάρης, (2014) και να μελετήσουμε τυχόν διαφορές στα εξαγόμενα αποτελέσματα.

Τέλος, μία πρόταση η οποία θα μπορούσε να συμπεριλάβει όλα τα θετικά και της ποσοτικής αλλά και της ποιοτικής ανάλυσης ενός μαθηματικού κειμένου θα είναι η χρήση του συστήματος Word2vec μέσω της εκπαίδευσης του με μαθηματικά κείμενα γραμμένα στην Ελληνική γλώσσα, όπου για μία τέτοια προσέγγιση είναι απαραίτητες ανεπτυγμένες προγραμματιστικές γνώσεις και υποδηλώνει πρακτικά την ανάπτυξη ενός νέου λογισμικού.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Agathangelou, P., Katakis, I., Kokkoras, F., & Ntonas, K. (2014). Mining domainspecific dictionaries of opinion words. *In International Conference on Web Information Systems Engineering* , 47-62, Springer International Publishing.
- Aiken, L. R. (1974). Two scales of attitude toward mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 5, 67-71.
- Anderson, L. W., & Bourke, S. F. (2000). *Assessing Affective Characteristics in the Schools* (2nd edition). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Aseffa, S. G., Rorissa, A. (2013). A Bibliometric Mapping of the Structure of STEM Education using Co-Word Analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64(12), 2513–2536.
- Badawi F., Elghamry K. (2017). A corpus-driven study of Emotions Prototypicality in Arabic and English ,*in SAGE Open*.
- Baker, D., Knipe, H., Collins, J., Leon, J., Cummings, E., Blair, C., Gamson, D. (2010). One hundred years of elementary school mathematics in the United States: A content analysis and cognitive assessment of textbooks from 1900 to 2000. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41, 383–423.
- Bergwall A., & Hemmi K. (2017). The state of proof in Finnish and Swedish mathematics textbooks-capturing differences in approaches to upper secondary integral calculus, *Mathematical Thinking and Learning*, vol.19, pp.1-18.
- Brownlee, J. (2016, March 18). Gentle Introduction to the Bias-Variance Trade-Off in Machine Learning. [Ηλεκτρονικό], <http://machinelearningmastery.com/gentle-introduction-xgboost-applied-machine-learning/> (πρόσβαση στις 2 Ιουλίου 2019).
- Cambria E., Song, Y., Wang, H., Howard, N. (2014). Semantic multi-dimensional scaling for open-domain sentiment analysis. *IEEE Intelligent Systems* 29(2),44–51.
- Chamberlin, S. A. (2010). A review of Instruments Created to Assess Affect in Mathematics. *Journal of Mathematics Education*, 3(1), 167-182.

- Chassapis, D. (1997). The Social Ideologies of School Mathematics Applications: a Case Study of Elementary School Textbooks. *For the Learning of Mathematics*, 17(3), 24- 27.
- Chavez-Lopes, O. (2003). From the textbook to the enhanced curriculum: textbooks use in the middle school mathematics classroom. *Unpublished doctoral dissertation*. University of Missouri, Columbia.
- DeBellis, V. A., & Goldin, G. A. (1997). The affective domain in mathematical problem-solving. Στο E. Pehkonen (Επιμ.), *Proceedings of the 21st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. 2, 209-216, Helsinki: University of Helsinki.
- Dede, Y. (2006). Values in Turkish middle school mathematics textbooks. *Quality and Quantity*, 40, 331–359.
- Fan, L., Jones, K., Wang, J., & Xu, B. (Eds.) (2013). Textbook research in mathematics education. *ZDM—The International Journal on Mathematics Education*, 45(5).
- Fennema, E., & Sherman, J. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitudes scales: Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males. *Journal for research in Mathematics Education*, 7(5), 324-326.
- Giatsoglou M., Vozalis G, Diamantaras K, Vakali A, Sarigiannidis G, Chatzisavvas K.C (2017). Sentiment analysis leveraging emotions and word embeddings. *Expert Systems with Applications*, 69, 214-224.
- Haggarty, L., & Pepin, B. (2002). An Investigation of Mathematics Textbooks and their Use in English, French and German Classrooms: who gets an opportunity to learn what? *British Educational Research Journal*, 28(4), 567-590.
- Hannula, M. (2011). The structure and dynamics of affect in mathematical thinking and learning. *Proceedings of the seventh congress of the European society for research in mathematics education* , 34-60, Rzeszów: University of Rzeszów.
- Hannula, M. (2014). Affect in Mathematics Education. Στο S. Lerman (Επιμ.), *Encyclopedia of Mathematics Education*, 23-27, Dordrecht: Springer Netherlands.

- Hannula, M., Evans, J., Philippou, G., & Zan, R. (2004). Affect in Mathematics Education - Exploring Theoretical Frameworks. *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. 1*, 107-136.
- Hart, L. (1989). Describing the affective domain: saying what we mean. Στο D. McLeod, & V. Adams (Επιμ.), *Affect and mathematical problem solving*, 37-45.
- Hatzivassiloglou V., McKeown K. (1997). Predicting the semantic orientation of adjectives. *In Proc. of the 35th ACL/8th EACL*, 174–181.
- Jiranantanagorn P. (2015). Designing a Mobile Digital Backchannel System for Monitoring Sentiments and Emotions in Large Lectures. *Proceedings of the ASWEC 2015 24th Australasian Software Engineering Conference*, 141-144.
- Kagklis, V., Karatrantou, A., Tantoula, M., Panagiotakopoulos, C. T., & Verykios, V. S. (2015). A learning analytics methodology for detecting sentiment in student fora: A case study in distance education. *European Journal of Open, Distance and E-learning*, 18(2), 74-94.
- Kermanidis K., Maragoudakis M. (2013), Political Sentiment Analysis of Tweets before and after the Greek Elections of May 2012, *International Journal of Social Network Mining* (minor revision).
- Leder, G., & Forgasz, H. (2006). Affect and Mathematics Education. Στο A. Gutiérrez, & P. Boero (Επιμ.), *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education*, 403-428.
- Lerman, S. (2000). The Social Turn in Mathematics Education Research . Στο J. Boaler (Επιμ.), *Multiple Perspectives on Mathematics Teaching and Learning*, 19- 44.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 44-53.
- Liljedahl, P., & Hannula, M. S. (2016). Research on mathematics-related affect: Examining the structures of Affect and Taking the Social Turn. Στο A. Gutierrez, G. C. Leder, & P. Boero (Επιμ.), *The Second Handbook of Research of Research on the Psychology of Mathematics Education*, 417-446.

- Llombart, O. R., 2017. Using Machine Learning Techniques for Sentiment Analysis. Στο *Final Project On Computer Engineering School Of Engineering, Universitat Auto' Noma De Barcelona (UAB)*.
- Loughran, T., and B. McDonald. (2015). The Use of Word Lists in Textual Analysis. *Journal of Behavioral Finance*, 16, 1– 11.
- Mandler, G. (1989). Affect and Learning: Causes and Consequences of Emotional Interactions. Στο D. McLeod, & V. Adams (Επιμ.), *Affect and Mathematical Problem Solving*, 3-19.
- McLeod, D. (1989). The Role of Affect in Mathematical Problem Solving. Στο D. McLeod, & V. Adams (Επιμ.), *Affect and Mathematical Problem Solving*, 20-36, New York: Springer.
- Medhat, W., Hassan, A., Korashy, H. 2014. Sentiment analysis algorithms and applications: A survey. *Ain Shams Engineering Journal*, 5(4), 1093-1113.
- Musto C, Cataldo G, Polignano M. 2014. A comparison of lexicon-based approaches for sentiment analysis of microblog posts. In *Proceedings of the 8th International Workshop on Information Filtering and Retrieval Co-located with XIII AI/*IA Symposium on Artificial Intelligence*, 59–68, Pisa.
- Park, J. (2014). Value creation through mathematical modelling: Students' disposition and identity developed in a learning community. *Proceedings of PME 38 and PME-NA 36*, 4, 393-400, Vancouver.
- Pepin, B., & Haggarty, L. (2001). Mathematics textbooks and their use in English, French and German classrooms: A way to understand teaching and learning cultures. *Zentralblatt for the Didactics of Mathematics*, 33(5), 158–175.
- Pepin, B., Gueudet, G. & Trouche, L. (Eds.) (2013). Re-sourcing teacher work and interaction: new perspectives on resources design, use, and teacher collaboration. *ZDM, The International Journal on Mathematics Education, special issue 45(7)*, 929-943.

- Remillard, J. T. (1999). Curriculum materials in mathematics education reform: A framework for examining teachers' curriculum development. *Curriculum Inquiry*, 29, 315–342.
- Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The mathematics anxiety rating scale. *Journal of Counseling Psychology*, 19, 551-554.
- Robson, R., Ray, F. (2012). Applying Semantic Analysis to Training, Education, and Immersive Learning. *Presented at the The Interservice/Industry Training, Simulation & Education*, (I/ITSEC). NTSA.
- Schmidt, W. H. (2012). At the precipice: The story of mathematics education in the United States. *Peabody Journal of Education*, 87, 133-156.
- Seah, W. T., & Bishop, A. J. (2000). *Values in mathematics textbooks: A view through two Australasian regions. Paper presented at the 81st Annual Meeting of the American Educational Research Association*, . New Orleans, LA.
- Shimada, I., & Baba, T. (2015). Transformation of students' values in the process of solving socially open-ended problems. *Proceedings of PME 39*, 4, 161-168. Hobart.
- Stylianides, G. J. (2009). Reasoning-and-proving in school mathematics textbooks. *Mathematical Thinking and Learning*, 11(4), 258–288.
- Stylianides, G. J. (2014). Textbook analyses on reasoning-and-proving: Significance and methodological challenges. *International Journal of Educational Research*, 64, 63-70.
- Tapia, M., & Marsh, G. E. (2004). An Instrument to Measure Mathematics Attitudes. *Academic Exchange Quarterly*, 8(2), 16-22.
- Taboada, M., Brooke, J., Tofiloski, M., Voll, K., & Stede, M. (2011). Lexicon-based methods for sentiment analysis. *Computational Linguistics*, 37(2), 267-307.
- Thomson, D. R., Sharon L. Senk, & Gwendolyn J. Johnson (2012). Opportunities to Learn Reasoning and Proof in High School Mathematics Textbooks. *Journal for Reasoning in Mathematics Education*, 43(3), 253-295.

Triantafyllou, C., Spiliotopoulou, V., & Potari, D. (2015), The Nature of Argumentation in School Mathematics and Physics Texts: The Case of Periodicity, *International Journal in Mathematics and Science Education*, DOI 10.1007/s10763-014-9609-y.

Tsakalidis, A., Papadopoulos, S., & Kompatsiaris, I. (2014). An ensemble model for crossdomain polarity classification on twitter. *In International Conference on Web Information Systems Engineering*, 168-177, Springer International Publishing.

Tuohilampi, L., Hannula, M. S., Laine, A., & Metsämuuronen, J. (2014). Examining mathematics-related affect and its development during comprehensive school years in Finland. *Proceedings of the Joint Meeting of PME*, 38, 281-288. Vancouver.

Uddin M., Lee J. (2017). Proposing stochastic probability-based math model and algorithms utilizing social networking and academic data for good fit students prediction. *Soc. Netw. Anal. Min.*, 7, 1- 29.

Valverde, G. A., Bianchi, L. J., Wolfe, R. G., Schmidt, W. H. and Houang, R. T. 2002. *According to the Book: Using TIMSS To Investigate the Translation of Policy into Practice Through the World of Textbooks*, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.

Zan, R., Brown, L., Evans, J., & Hannula, M. S. (2006). Affect in Mathematics Education: An Introduction. *Educational Studies in Mathematics*, 63, 113-121

Γκενέ Κ. (2016). Ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων των Μαθηματικών της ΣΤ' Δημοτικού και της Α' Γυμνασίου ως προς τη διαθεματική διάσταση του περιεχομένου τους. Μια συγκριτική μελέτη. Διπλωματική εργασία για το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στις Επιστήμες της Εκπαίδευσης.

Ηλία, Ι., Χρυσάνθου, Α. & Φιλίππου, Γ. (2003). Ο ρόλος της εικόνας στην επίλυση μαθηματικού προβλήματος. *Συνέδριο διδακτικής των Μαθηματικών*. Αθήνα.

Θεοδούλου, Ρ. & Γαγάτσης, Αθ. (2003). Μια εικόνα αξίζει χίλιες λέξεις ποιο είδος όμως εικόνας βοηθά στην επίλυση μαθηματικού προβλήματος, *Συνέδριο Διδακτικής των Μαθηματικών* : Αθήνα.

Καρούση, Σ., Σκουμπουρδή, Χ. & Τάτσης, Κ. (2009). Αναλύοντας ένα σχολικό εγχειρίδιο των μαθηματικών: η περίπτωση της Α΄ Δημοτικού. *Ευκλείδης Γ΄*, 71, 42-62.

Κολέζα, Ε. (2007). Σχολικά εγχειρίδια των Μαθηματικών: Β΄ μέρος: Γνωσιακή και κοινωνιολογική ανάλυση. *Ευκλείδης Γ΄*, 66, 3-24.

Κολέζα, Ε. & Φακούδης, Ε. (2008). Προλεγόμενα μιας ανάλυσης των εγχειριδίων σχετικά με την έννοια της συνάρτησης. Στο Δ. Χασάπης (Επιμ.), *Το βιβλίο στη διδασκαλία των Μαθηματικών, 7ο Διήμερο Διαλόγου για τη Διδασκαλία των Μαθηματικών*, 225-243. Θεσσαλονίκη.

Κουστουράκης, Γ. & Ζαχάρος, Κ. (2008). Μια κοινωνιολογική προσέγγιση της σχολικής γνώσης στα εγχειρίδια των Μαθηματικών. Το παράδειγμα των βιβλίων των Μαθηματικών της Β΄ δημοτικού. Στο Δ. Χασάπης (Επιμ.), *Το βιβλίο στη διδασκαλία των Μαθηματικών, 7ο Διήμερο Διαλόγου για τη Διδασκαλία των Μαθηματικών*, 121-134. Θεσσαλονίκη.

Κόρδα, Μ. Α. (2018) Οι απόψεις των μαθητών Λυκείου σχετικά με την εγκυρότητα αποδεικτικών επιχειρημάτων στην Άλγεβρα: Μια συστημική προσέγγιση. Διπλωματική εργασία για το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Διδακτικής των Μαθηματικών.

Λεοντίου, Ε. (2014). Στάσεις και γονική εμπλοκή για τα Μαθηματικά: Μια συστημική προσέγγιση. Διπλωματική εργασία για το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Διδακτικής των Μαθηματικών.

Λάλας Γ.(2017). Μελέτη της επίδρασης της επίδοσης στα μαθηματικά και κοινωνικοοικονομικών παραγόντων στις διαστάσεις του σχετικού με τα μαθηματικά θυμικού των μαθητών. Διπλωματική εργασία για το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Διδακτικής των Μαθηματικών.

Μούτσιος-Ρέντζος, Α., & Πιτσιλή-Χατζή, Δ. (2014). Όψεις της απόδειξης στο σχολικό βιβλίο της Άλγεβρας της Α΄ Λυκείου. Στο Χ. Σκουμπουρδή, & Μ.Σκουμιός (Επ.), Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή *Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες*(σελ. 561-568). Ρόδος: Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Νταραδήμος, Λ. (2015). Η μετάβαση από το Δημοτικό στο Γυμνάσιο μέσα από τη σύγκριση των σχολικών βιβλίων των Μαθηματικών της ΣΤ΄ Δημοτικού και της Α΄ Γυμνασίου. Διπλωματική εργασία για το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Διδακτικής των Μαθηματικών.

Πλωτά, Ε. (2018). Επίσημοι και ανεπίσημοι εκπαιδευτικοί θεσμοί στην ανάπτυξη μαθηματικού συλλογισμού στη γεωμετρία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Διπλωματική εργασία για το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Διδακτικής των Μαθηματικών.

Τσικοπούλου, Σ. (2008). Ο ρόλος των δραστηριοτήτων στα σχολικά βιβλία των Μαθηματικών. Στο Δ. Χασάπης (Επιμ.), *Το βιβλίο στη διδασκαλία των Μαθηματικών, 7ο Διήμερο Διαλόγου για τη Διδασκαλία των Μαθηματικών*, 211-223. Θεσσαλονίκη.

Χασάπης, Δ. (2008). Το βιβλίο στη διδασκαλία των Μαθηματικών: ένα πρόβλημα υπό διαρκή διερεύνηση. Στο Δ. Χασάπης (Επιμ.), *Το βιβλίο στη διδασκαλία των Μαθηματικών, 7ο Διήμερο Διαλόγου για τη Διδασκαλία των Μαθηματικών*, 11-20. Θεσσαλονίκη.