



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ  
ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ  
ΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ»

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

από την

**Κρεμμύδα Παρασκευή**

**(Α.Μ. 4282017014)**

**ΘΕΜΑ:** *«Το περιεχόμενο, οι πρακτικές και οι μαθησιακές απαιτήσεις των δραστηριοτήτων σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών του Δημοτικού σχολείου»*

**ΜΕΛΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

Μιχαήλ Σκουμός	Αναπληρωτής καθηγητής	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Επιβλέπων
Χρυσάνθη Σκουμπουρδή	Καθηγήτρια	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Μέλος
Βασίλειος Παπαβασιλείου	Επίκουρος Καθηγητής	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Μέλος

**ΡΟΔΟΣ, 2019**

Η έγκριση της παρούσης Διπλωματικής Εργασίας στο πλαίσιο του Π.Μ.Σ. «Διδακτική Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Προσέγγιση» του Τμήματος Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Αιγαίου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων της συγγραφέως.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας δεν θα ήταν δυνατό να επιτευχθεί δίχως τη συμβολή του κύριου επιβλέποντα Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Σκουμιού Μιχάλη. Τον ευχαριστώ θερμά για το χρόνο που μου διέθεσε, την άμεση καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθειά του.

Παράλληλα, εκτιμώ αμέριστα τη συμβολή και των μελών της τριμελούς επιτροπής, Επίκουρου Καθηγητή κ. Παπαβασιλείου Βασιλείου και Καθήγητριας Σκουμπουρδή Χρυσάνθης. Είναι σημαντικό στα πρώτα βήματα ακαδημαϊκής μας πορείας να δεχόμαστε συστηματική καθοδήγηση από έμπειρους ερευνητές στον πανεπιστημιακό χώρο.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά όλους τους διδάσκοντες του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Διδακτική Θετικών Επιστημών και ΤΠΕ στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Προσέγγιση» του Τμήματος Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Αιγαίου, για την συστηματική καθοδήγηση και ενθάρρυνση όλων των φοιτητών κατά τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	9
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	10
ABSTRACT.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
1.1. Οριοθέτηση του προβλήματος και αναγκαιότητα της εργασίας.....	12
1.2. Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα.....	14
1.3. Σημασία της εργασίας .....	15
1.4. Δομή της εργασίας .....	15
1.5. Ανακεφαλαίωση .....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	17
2.1. Εισαγωγή.....	17
2.2. Σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών.....	19
2.2.1. Σχολικά Εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών .....	19
2.2.2. Σχολικά Εγχειρίδια Μαθηματικών .....	21
2.3. Μαθησιακά Αντικείμενα .....	23
2.4. Γνώσεις και πρακτικές Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών.....	25
2.4.1. Γνώση Περιεχομένου.....	25
Α. Γνώση Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών .....	25
Β. Γνώση Περιεχομένου Μαθηματικών και γνώση για τη φύση της επιστήμης των Μαθηματικών .....	28
2.4.2. Πρακτικές Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών.....	30
2.5. Μαθησιακή Απαίτηση δραστηριοτήτων .....	38
2.6. Ανακεφαλαίωση .....	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ .....	45
3.1. Εισαγωγή.....	45
3.2. Έρευνες για την ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων και μαθησιακών αντικειμένων των Φυσικών Επιστημών.....	45
3.3. Έρευνες για την ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων και μαθησιακών αντικειμένων των Μαθηματικών .....	51
3.4. Συζήτηση – Πρωτοτυπία της εργασίας .....	54

3.5. Ανακεφαλαίωση .....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....	56
4.1. Εισαγωγή.....	56
4.2. Ερευνητική Διαδικασία .....	56
4.3. Το εμπειρικό Υλικό και η Μονάδα Ανάλυσης των Φυσικών Επιστημών ....	56
4.4. Το Πλαίσιο Ανάλυσης.....	59
Α. Δραστηριότητες που Εμπλέκουν Πρακτικές .....	60
Β. Δραστηριότητες που Εμπλέκουν Περιεχόμενο.....	67
Γ. Δραστηριότητες Ενοποίησης Πρακτικών και Περιεχομένου .....	72
Δ. Δραστηριότητες Απομνημόνευσης .....	75
Ε. Δραστηριότητες Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών.....	79
ΣΤ. Δραστηριότητες Προαγωγής της Κατανόησης.....	85
Ζ. Δραστηριότητες Επιστημονικές .....	92
4.5. Ανάλυση Δεδομένων.....	95
4.6. Ανακεφαλαίωση .....	96
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	97
5.1. Εισαγωγή.....	97
5.2. Η Κατανομή των Δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού σχολείου ως προς την Ενοποίηση της Γνώσης Περιεχομένου και Πρακτικών .....	97
5.3. Η κατανομή των Δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού σχολείου ως προς τη Μαθησιακή τους Απαίτηση.....	103
5.4. Η κατανομή των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού σχολείου ως προς την Ενοποίηση Γνώσεων Περιεχομένου και Πρακτικών σε σχέση με τις κατηγορίες των δραστηριοτήτων ως προς τη μαθησιακή τους απαίτηση.....	106
5.5. Ανακεφαλαίωση .....	115
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	116
6.1. Εισαγωγή.....	116
6.2. Απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα .....	117
6.3. Περιορισμοί της Εργασίας .....	119
6.4. Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα.....	120
6.5. Ανακεφαλαίωση .....	120
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΕΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	121
ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ .....	133

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Task Analysis Guide in Science (Tekkumru-Kisa et al., 2015)	41
Πίνακας 2. Πίνακας Ανάλυσης Δραστηριοτήτων	59
Πίνακας 3. Κατηγορίες και υποκατηγορίες Φυσικών Επιστημών.	60
Πίνακας 5.1. Οι κατηγορίες των Δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών Ε' τάξης του Δημοτικού σχολείου ως προς την Ενοποίηση Γνώσης Περιεχομένου και Πρακτικών: συχνότητες και ποσοστά	97
Πίνακας 5.2. Οι συχνότητες των κατηγοριών των Δραστηριοτήτων ως προς την Ενοποίηση Γνώσης Περιεχομένου και Πρακτικών ανά σχολικό εγχειρίδιο και τα αντίστοιχα τυποποιημένα υπόλοιπα.	99
Πίνακας 5.3. Οι κατηγορίες των Δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου ως προς τη Μαθησιακή τους Απαίτηση: συχνότητες και ποσοστά.	102
Πίνακας 5.4. Οι συχνότητες των κατηγοριών Δραστηριοτήτων ως προς τη μαθησιακή απαίτηση ανά σχολικό εγχειρίδιο και τα αντίστοιχα τυποποιημένα υπόλοιπα.	105
Πίνακας 5.5. Οι κατηγορίες των δραστηριοτήτων του σχολικού εγχειριδίου Φυσικών Επιστημών της Ε' τάξης του Δημοτικού σχολείου ως προς την Ενοποίηση Γνώσεων Περιεχομένου και Πρακτικών σε σχέση με τις κατηγορίες των δραστηριοτήτων ως προς τη μαθησιακή τους απαίτηση: συχνότητες και ποσοστά	107
Πίνακας 5.6. Οι κατηγορίες των δραστηριοτήτων του σχολικού εγχειριδίου Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού σχολείου ως προς την Ενοποίηση Γνώσεων Περιεχομένου και Πρακτικών σε σχέση με τις κατηγορίες των δραστηριοτήτων ως προς τη μαθησιακή τους απαίτηση: συχνότητες και ποσοστά.	107
Πίνακας 5.7. Οι κατηγορίες των δραστηριοτήτων του σχολικού εγχειριδίου Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού σχολείου ως προς την Ενοποίηση Γνώσεων Περιεχομένου και Πρακτικών σε σχέση με τις κατηγορίες των δραστηριοτήτων ως προς τη μαθησιακή τους απαίτηση: συχνότητες και ποσοστά.	109
Πίνακας 5.8. Οι συχνότητες των κατηγοριών των Δραστηριοτήτων του σχολικού εγχειριδίου των Μαθηματικών ως προς την ενοποίηση γνώσης περιεχομένου και πρακτικών ανά μαθησιακή απαίτηση και τα αντίστοιχα τυποποιημένα υπόλοιπα..	110

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Δραστηριότητα πρακτικής παρατήρησης και συλλογής δεδομένων στα ηλεκτρικά κυκλώματα των σελίδων 112-113 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού. ....	63
Εικόνα 2. Δραστηριότητα πρακτικής της χρήσης διαγραμμάτων για την αντιπαραβολή, τη σύνοψη και τη διαχείριση των δεδομένων στη σελίδα 57 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού. ....	64
Εικόνα 3. Δραστηριότητα πρακτικής μοντελοποίησης του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού (τεύχος β, σελ. 61). ....	66
Εικόνα 4. Δραστηριότητα πρακτικής κανονικότητας σε επαναλαμβανόμενο αριθμό στη σελίδα 31 του Βιβλίου Μαθητή, τεύχος β' και σελίδα 31). ....	66
Εικόνα 5. Δραστηριότητα Ενέργειας. Φυσικά Ε' Δημοτικού Ερευνά και Ανακαλύπτω Τετράδιο Εργασιών (Αποστολάκης κ.α., 2014: σελ. 44). ....	70
Εικόνα 6. Δραστηριότητα υπολογισμού γωνιών του Τετραδίου Εργασιών των Μαθηματικών, β' τεύχους. ....	72
Εικόνα 7. Δραστηριότητα Θερμότητας στη σελ. 72 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών. ....	73
Εικόνα 8. Δραστηριότητα πιθανοτήτων στη σελίδα 65 του α' τεύχους του Βιβλίου των Μαθηματικών του μαθητή της Ε' Δημοτικού. ....	74
Εικόνα 9. Δραστηριότητα Απομνημόνευσης πρακτικής στη σελίδα 25 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού ....	76
Εικόνα 10. Δραστηριότητα αναπαραγωγής πρακτικής στη σελίδα 51 του Βιβλίου του Μαθητή (τεύχος α') των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού. ....	77
Εικόνα 11. Δραστηριότητα απομνημόνευσης περιεχομένου του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού. ....	78
Εικόνα 12. Δραστηριότητα απομνημόνευσης περιεχομένου του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού. ....	78
Εικόνα 13. Δραστηριότητα Προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για πρακτικές στις σελίδες 21-22 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού. ....	80
Εικόνα 14. Δραστηριότητα προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για πρακτικές του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών (βλ. σελίδα 31, τεύχος β'). ....	81

Εικόνα 15. Δραστηριότητα Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών για το Περιεχόμενο στη σελίδα 48 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού.....	82
Εικόνα 16. Δραστηριότητα Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών για το Περιεχόμενο στη σελίδα 55 του β' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή της Ε' Δημοτικού. ....	83
Εικόνα 17. Δραστηριότητα Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών Ενοποίησης Πρακτικών και Περιεχομένου στη σελίδα 21 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού.....	84
Εικόνα 18. Δραστηριότητα Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών Ενοποίησης Πρακτικών και Περιεχομένου στη σελίδα 65 του β' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού. ....	85
Εικόνα 19. Δραστηριότητα Προαγωγής της Κατανόησης για Πρακτικές στη σελίδα 107 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού. ....	86
Εικόνα 20. Δραστηριότητα Προαγωγής της Κατανόησης για Πρακτικές στη σελίδα 48 του α' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού.....	87
Εικόνα 21. Δραστηριότητα Προαγωγής της Κατανόησης για το Περιεχόμενο στη σελίδα 72 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού. ....	89
Εικόνα 22. Δραστηριότητα Προαγωγής της Κατανόησης για περιεχόμενο στη σελίδα 70 του β' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού.....	90
Εικόνα 23. Δραστηριότητα Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών για Πρακτικές και Περιεχόμενο των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού (βλ. Τετράδιο Εργασιών, σελίδα 130, άσκηση 3).....	91
Εικόνα 24. Δραστηριότητα προαγωγής της κατανόησης ενοποίησης πρακτικών και περιεχομένου στη σελίδα 11 του α' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού.....	92
Εικόνα 25. Δραστηριότητα επιστημονική δημιουργίας διατροφικού ημερήσιου προγράμματος στη σελίδα 58 (άσκηση 2) του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού.....	93
Εικόνα 26. Δραστηριότητα επιστημονική πειραματισμού με ηλεκτρικά κυκλώματα στη σελίδα 117 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού....	94
Εικόνα 27. Δραστηριότητα επιστημονική των μαθηματικών στη σελίδα 78 στο Βιβλίο Μαθητή της Ε' Δημοτικού (τεύχος β'). ....	94



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Πλαίσιο ανάλυσης της διάστασης "Βασικές Ιδέες Φυσικών Επιστημών"...	69
Σχήμα 2. Πλαίσιο Ανάλυσης Βασικών Εννοιών των Μαθηματικών .....	71
Σχήμα 5.3. Κατανομή των βασικών γνώσεων που παρουσιάζονται στις δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο γνώση περιεχομένου στο σχολικό εγχειρίδιο των Φυσικών Επιστημών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου. ....	99
Σχήμα 5.4. Κατανομή των πρακτικών που παρουσιάζονται στις δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο πρακτικές στο σχολικό εγχειρίδιο των Φυσικών Επιστημών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου .....	100
Σχήμα 5.5. Κατανομή των βασικών γνώσεων που παρουσιάζονται στις δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο γνώση περιεχομένου στα σχολικά εγχειρίδια των Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου. ....	101
Σχήμα 5.6. Κατανομή των πρακτικών που παρουσιάζονται στις δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο πρακτικές στο σχολικά εγχειρίδια των Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου .....	102
Σχήμα 5.7. Οι κατηγορίες των Δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου ως προς τη Μαθησιακή τους Απαίτηση. ....	105
Σχήμα 5.8. Οι κατηγορίες των Δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Μαθηματικών Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου ως προς τη Μαθησιακή τους Απαίτηση.....	106
Σχήμα 5.9. Κατανομή δραστηριοτήτων απομνημόνευσης των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου.....	112
Σχήμα 5.10. Κατανομή δραστηριοτήτων προδιαγεγραμμένων διαδικασιών των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου.....	113
Σχήμα 5.11. Κατανομή δραστηριοτήτων προαγωγής της κατανόησης των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου.....	115

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η έρευνα που εστιάζεται στην ανάλυση των δραστηριοτήτων ως προς τη μαθησιακή απαίτηση των δραστηριοτήτων και την ενοποίηση γνώσεων και πρακτικών σε αυτές καθώς επίσης και ως προς τη μεταξύ τους σχέση, είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η ανάλυση των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών και Μαθηματικών Επιστημών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου ως προς την «ενοποίηση» γνώσεων περιεχομένου και πρακτικών, τη μαθησιακή απαίτησή τους και τη σχέση της «ενοποίησης» γνώσεων και πρακτικών και της μαθησιακής απαίτησής τους. Από την ανάλυση των δραστηριοτήτων προέκυψε ότι στο σχολικό εγχειρίδιο των Φυσικών Επιστημών κυριαρχούν οι δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου, ενώ στο σχολικό εγχειρίδιο των Μαθηματικών κυριαρχούν οι δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο πρακτικές. Σχετικά με τη μαθησιακή απαίτηση των δραστηριοτήτων, προέκυψε ότι στο σχολικό εγχειρίδιο των Φυσικών Επιστημών κυριαρχούν τόσο οι δραστηριότητες απομνημόνευσης όσο και δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών, ενώ στο σχολικό εγχειρίδιο των Μαθηματικών κυριαρχούν οι δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης. Αναφορικά με τη σχέση ανάμεσα στην ενοποίηση γνώσεων και πρακτικών και της μαθησιακής απαίτησης των δραστηριοτήτων, διαπιστώθηκε ότι στο σχολικό εγχειρίδιο των Φυσικών Επιστημών οι δραστηριότητες απομνημόνευσης κυρίως εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου, οι δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών κυρίως εμπλέκουν μόνο πρακτικές ή και γνώσεις περιεχομένου, ενώ οι επιστημονικές δραστηριότητες κυρίως εμπλέκουν γνώσεις και πρακτικές. Επιπρόσθετα, προέκυψε ότι στο σχολικό εγχειρίδιο των Μαθηματικών οι δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης και οι επιστημονικές δραστηριότητες συνήθως εμπλέκουν γνώσεις και πρακτικές.

## **ABSTRACT**

There is limited research on task analysis related to task cognitive demands and content-practices integration. The purpose of this study is to analyse the tasks of school textbooks of Science and Mathematics of fifth primary education grade according to their integration of content and practices as well as their cognitive demands. Results of task analysis showed that at the Science school textbook are included mostly tasks that involve only content while in math school textbooks we find mostly tasks that involve only practice. Concerning task cognitive demands, results indicate that at Science school textbook most tasks are memorization tasks or tasks involving scripts while in math school textbooks most tasks are tasks involving guidance for understanding. Concerning the relation of integration of content and practices and cognitive demand, it was found that at the Science school textbook, memorization tasks involve only memorized content, tasks involving scripts only scripted practices or scripted content while doing science tasks integrate content and practices. Moreover, it was found that at Math textbook, tasks involving guidance for understanding and doing math tasks usually integrate both content and practices.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Οριοθέτηση του προβλήματος και αναγκαιότητα της εργασίας

Η πραγμάτωση της διδασκαλίας βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στο εκπαιδευτικό υλικό του εκάστοτε γνωστικού αντικειμένου με αποτέλεσμα το σχολικό εγχειρίδιο να επιτελεί διάφορες λειτουργίες σύμφωνα με τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό του κράτους: γνωσιακή, διδακτική, μαθησιακή, κοινωνικοποιητική και ιδεολογική (Ματσαγγούρας, 2006). Εκλαμβάνεται, λοιπόν, ως αναπόσπαστο στοιχείο της διδακτικής πράξης και δομικό στοιχείο της παιδαγωγικής πρακτικής (Μπονίδης, 2004) ενώ αποτελεί και το κύριο μεθοδολογικό εργαλείο των εκπαιδευτικών, εφόσον το επιλέγουν ως βάση για τη δόμηση και διεξαγωγή της διδασκαλίας (Van Eijck & Roth, 2008). Παράλληλα, συνιστά όργανο μετουσίωσης των στόχων του Αναλυτικού Προγράμματος (Καψάλης & Χαραλάμπους, 2008) ενώ στοχεύει και στην παροχή κινήτρων στους μαθητές για την εμπλοκή τους στη μαθησιακή διαδικασία (Καψάλης & Χαραλάμπους, 2008) με σύγχρονη αναμόρφωση της έμφυλης ταυτότητας (Φλωριώτης, Μπαλαμπέκου & Μαυρικάκη, 2012).

Κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική η ανάγκη να διερευνώνται τα σχολικά εγχειρίδια ως προς τις διάφορες διαστάσεις τους και να ασκείται κριτική διερεύνηση του περιεχομένου και της μορφής τους (Κουλαϊδής κ.α., 2002). Για το λόγο αυτό αναπτύσσεται έρευνα τόσο από μεμονωμένους ερευνητές όσο και από διεθνείς οργανισμούς όπως η η UNESCO (Pingel, 1999) ή το Συμβούλιο της Ευρώπης (Μπονίδης, 2005).

Ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον απαντάται στη μελέτη και ανάλυση του περιεχομένου του σχολικού εγχειριδίου εφόσον το περιεχόμενο δεν μπορεί πλέον να θεωρείται ως ένα προκατασκευασμένο επιστημονικό σύγγραμμα παράθεσης επιστημονικών γνώσεων αλλά ως ένα σύνθετο παιδαγωγικό κείμενο (Κουλαϊδής κ.α., 2002). Αυτό συμβαίνει γιατί το περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων δεν αποτελεί αυτούσια επιστημονική ύλη που συναντά κανείς και στον ερευνητικό χώρο των πανεπιστημίων αλλά ως μετασηματισμένη επιστημονική γνώση σε μορφή σχολικής γνώσης (Σκλαβενίτη, 2003b). Η διαδικασία αποκαλείται «αναπλαισίωση» και αφορά στην επιλεκτική τροποποίηση της επιστημονικής γνώσης σε κατάλληλα διαμορφωμένη διδακτική γνώση στις διάφορες σχολικές βαθμίδες, επηρεασμένη ανάλογα από το

παιδαγωγικό πλαίσιο, τις κοινωνικοπολιτισμικές παραδόσεις ή τις πολιτικές προθέσεις (Σκλαβενίτη, 2003b).

Ιδιαίτερα, στην περίπτωση των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών, η ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων καθίσταται ιδιαίτερα επιτακτική. Τόσο οι Φυσικές Επιστήμες όσο και τα Μαθηματικά είναι δύο τομείς που μελετούν τη Φύση και προωθούν γνώσεις, δεξιότητες και πρακτικές διαχείρισης και αντιμετώπισης υπαρκτών προβλημάτων της καθημερινότητας (Schmidt, Jorde, Cogan, Barrier, Gonzalo & Moser, 1996; Μαραβέλης, Κουλαϊδής & Δημόπουλος, 2014). Αποτελούν, με αυτό τον τρόπο, σημαντικά γνωστικά αντικείμενα για την προετοιμασία των πολιτών του αύριο που θα είναι ικανοί να κατανοούν τα φυσικά και κοινωνικά φαινόμενα και να λειτουργούν στη βάση επιστημονικής κριτικής αξιολόγησής τους (Pingel, 2000).

Σημειώνεται, ωστόσο πως στα συγκεκριμένα γνωστικά αντικείμενα, τα σχολικά εγχειρίδια είναι εμπλουτισμένα με ψηφιακό υλικό που κατανόμαζεται ως «μαθησιακά αντικείμενα». Το μαθησιακό αντικείμενο είναι μονάδα μαθησιακού περιεχομένου που παρουσιάζει αυτονομία και εξυπηρετεί συνθήκες εξατομικευμένης μάθησης συνοδεύοντας το σχολικό εγχειρίδιο (Polsani, 2003). Σε πολλές περιπτώσεις, λοιπόν, η ανάλυση περιεχομένου του εκάστοτε σχολικού εγχειριδίου πραγματοποιείται σε συνδυασμό με τα μαθησιακά αντικείμενα που το συνοδεύουν και το ενισχύουν στο ρόλο του.

Τα σχολικά εγχειρίδια που επιλέχθηκαν για ανάλυση αποτελούν τα σχολικά βιβλία Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού. Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που εστιάζουν στην ανάλυση των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών, εξάγεται το συμπέρασμα ότι τα σχολικά εγχειρίδια έχουν αναλυθεί ως προς διάφορες διαστάσεις τους. Έχει γίνει ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων ως προς την επιλογή του περιεχομένου (Tasdelen & Koseoglu, 2008; Tracana et al, 2008; Newton & Newton, 2007), την εικονογράφηση (Van Eijck et al, 2009; Slough & McTigue, 2013; Κουλαϊδής κ.α., 2003), την αναγνωσιμότητα-κατανόηση (Nehm et al, 2009; Santos, Joaquim & El-Hani, 2012; Smolkin et al, 2009), την επιστημολογία (Campanile, Lederman & Kampourakis, 2015; Guisasola, Almudi, & Furio, 2005; Irez, 2009), την ιστορική προσέγγιση (Alpaslan, Yalvac & Loving, 2011; Drakopoulou et al, 2007), την «έμφαση» του περιεχομένου (Skoumios & Diakos, 2015), την ταξινόμηση, την τυπικότητα του κειμένου, τη σύνδεση κειμένου και

εικονογράφησης (Dimopoulos, Koulaïdis & Sklaveniti, 2003), τις μαθησιακές δραστηριότητες που ενεργοποιούν στους μαθητές (Overman et al, 2013; Σαπουντζή & Σκουμιάς, 2015).

Ωστόσο, απουσιάζουν έρευνες που να εστιάζουν στην ανάλυση των δραστηριοτήτων των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων ως προς την ενοποίηση γνώσεων και πρακτικών, ως προς τη μαθησιακή απαίτησή τους και ως προς τη σχέση της «ενοποίησης» γνώσεων και πρακτικών και της μαθησιακής απαίτησής τους. Επίσης, απουσιάζουν εργασίες που να εστιάζουν στη συγκριτική ανάλυση δραστηριοτήτων σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών ως προς την ενοποίηση γνώσεων και πρακτικών, ως προς τη μαθησιακή απαίτησή τους και ως προς τη σχέση της «ενοποίησης» γνώσεων και πρακτικών και της μαθησιακής απαίτησής τους. Αναδύεται λοιπόν η αναγκαιότητα πραγματοποίησης μιας τέτοιας έρευνας.

## **1.2. Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα**

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η ανάλυση των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών και Μαθηματικών Επιστημών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου ως προς την «ενοποίηση» γνώσεων περιεχομένου και πρακτικών, τη μαθησιακή απαίτησή τους και τη σχέση της «ενοποίησης» γνώσεων και πρακτικών και της μαθησιακής απαίτησής τους.

Πιο συγκεκριμένα, τα ερευνητικά ερωτήματα που απορρέουν από το συγκεκριμένο σκοπό είναι τα εξής:

- Ερευνητικό ερώτημα 1: Ποια είναι η κατανομή των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου ως προς το αν αυτές εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου, μόνο πρακτικές ή γνώσεις περιεχομένου και πρακτικές και πως αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το μάθημα (Φυσικές Επιστήμες, Μαθηματικά);
- Ερευνητικό ερώτημα 2: Ποια είναι η κατανομή των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου ως προς τη μαθησιακή τους απαίτηση και πως αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το μάθημα (Φυσικές Επιστήμες, Μαθηματικά);
- Ερευνητικό ερώτημα 3: Ποια είναι η κατανομή των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου ως προς τη σχέση αφενός της «ενοποίησης» γνώσεων και

πρακτικών και αφετέρου της μαθησιακής απαίτησής τους και πως αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το μάθημα (Φυσικές Επιστήμες, Μαθηματικά);

### **1.3. Σημασία της εργασίας**

Η πρωτοτυπία αυτής της εργασίας έγκειται στο ότι αυτή αναλύει τις δραστηριότητες δύο σχολικών εγχειριδίων (Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών) ως προς τη μαθησιακή απαίτηση των δραστηριοτήτων και την ενοποίηση γνώσεων και πρακτικών σε αυτές καθώς επίσης και ως προς τη μεταξύ τους σχέση, ζητήματα για τα οποία δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα.

Τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της διπλωματικής αναμένεται να συμβάλλουν καθοριστικά στον τρόπο διδασκαλίας των συγκεκριμένων μαθημάτων, καθώς οι εκπαιδευτικοί θα μπορούν να εκτιμήσουν τον τύπο των δραστηριοτήτων που εμπεριέχονται στα διδακτικά εγχειρίδια και ανάλογα να σχεδιάσουν τη διδακτική τους προσέγγιση. Παράλληλα, καθίσταται πιθανό να προωθήσουν τα συμπεράσματα της ανάλυσης, διαδικασίες βελτίωσης ή ίσως και αναθεώρησης του σχολικού εγχειριδίου και των μαθησιακών αντικειμένων των προαναφερθέντων μαθημάτων, δημιουργώντας νέο εκπαιδευτικό υλικό ή αναβαθμίζοντας το ήδη υπάρχον με εμπλουτισμό νέου εκπαιδευτικού επιστημονικού περιεχομένου.

### **1.4. Δομή της εργασίας**

Η διάρθρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιείται σε έξι κεφάλαια.

Στο πρώτο Κεφάλαιο γίνεται η οριοθέτηση του θέματος της εργασίας ενώ τονίζονται και οι λόγοι για τους οποίους είναι αναγκαία η συγγραφή της. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο σκοπός της εργασίας και διατυπώνονται τα ερευνητικά ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν. Παράλληλα δηλώνεται και σημασία της παρούσας διπλωματικής ενώ στο τέλος παρουσιάζεται και η δομή της.

Στο επόμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 2) πραγματοποιείται η παρουσίαση του θεωρητικού πλαισίου της εργασίας. Ειδικότερα, γίνεται αναφορά στα σχολικά εγχειρίδια και τονίζεται η σημασία των σχολικών εγχειριδίων, ενώ αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που απορρέουν από τη χρήση των σχολικών εγχειριδίων. Επιπροσθέτως, αναλύεται η έννοια της μάθησης τριών διαστάσεων και της μαθησιακής απαίτησης των δραστηριοτήτων.

Στη συνέχεια, στο Κεφάλαιο 3, γίνεται μια βιβλιογραφική επισκόπηση των εργασιών που εστιάζουν στην ανάλυση των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών. Επιπροσθέτως, γίνεται σχολιασμός των ευρημάτων της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και στη συνέχεια τεκμηριώνεται η πρωτοτυπία της εργασίας.

Ακολουθεί η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη διεξαγωγή της έρευνας της παρούσας διπλωματικής (Κεφάλαιο 4). Ειδικότερα, παρουσιάζονται το δείγμα, η ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε, η διαδικασία συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων. Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων που αναφέρονται στην ανάλυση που έγινε. Εμφανίζεται, η κατανομή των μονάδων ανάλυσης σε κατηγορίες σχετικά με την αξιολογούμενη γνώση των δραστηριοτήτων, τονίζονται οι αξιολογούμενες επιστημονικές πρακτικές, η μαθησιακή απαίτηση των δραστηριοτήτων και η «ενοποίηση» γνώσεων περιεχομένου και πρακτικών. Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο σχολιάζονται τα ευρήματα της εργασίας και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

### **1.5. Ανακεφαλαίωση**

Το πρώτο κεφάλαιο της παρούσας έρευνας αφιερώνεται στην οριοθέτηση του θέματος της εργασίας όπου και προκύπτει η αναγκαιότητα ανάλυσης του περιεχομένου των σχολικών εγχειριδίων και των μαθησιακών αντικειμένων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών της Ε' τάξης Δημοτικού. Υπό το συγκεκριμένο πρίσμα, πραγματοποιήθηκε παρουσίαση του κύριου σκοπού της εργασίας και διατυπώθηκαν τα ερευνητικά ερωτήματα. Απώτερος στόχος της παρούσας εργασίας είναι να συμβάλει αποφασιστικά στην καλύτερη διδακτική αντιμετώπιση των δραστηριοτήτων του εκπαιδευτικού υλικού και των μαθησιακών αντικειμένων των εν λόγω γνωστικών αντικειμένων και παράλληλα να αποτελέσει έμπνευση ή χρήσιμη βοήθεια για άλλους ερευνητές του τομέα και για συγγραφείς σχολικών εγχειριδίων.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

### 2.1. Εισαγωγή

Ο ρόλος των σχολικών εγχειριδίων στην εκπαιδευτική διαδικασία λογίζεται ως ιδιαίτερα σημαντικός στο γνωσιακό περιεχόμενο της διδασκαλίας, στη μορφή της διδασκαλίας, στη διαδικασία της μάθησης και στην ιδεολογική κοινωνικοποίηση των μαθητών (Μπονίδης, 2004). Τα σχολικά εγχειρίδια αποτελούν κύριο εργαλείο της εκπαιδευτικής διαδικασίας και σημείο αναφοράς της (Κουλαϊδής, Δημόπουλος, Σκλαβενίτη & Χρηστίδου, 2002) ενώ στους στόχους τους εμπεριέχεται και η παροχή κινήτρων μάθησης στους μαθητές (Καψάλης & Χαραλάμπους, 2008). Έτσι, η ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων και γενικότερα του εκπαιδευτικού υλικού που αξιοποιείται στη διδασκαλία συνδέεται άμεσα με τη ποιότητα της εκπαιδευτικής πράξης για αυτό και η αξιολόγησή τους αποτελεί ερευνητικό αντικείμενο πολλών εξειδικευμένων Ινστιτούτων Έρευνας (Euricon Ε.Π.Ε., 2008).

Τα σχολικά εγχειρίδια στην ουσία είναι φορείς γνώσης μέσω μίας διαδικασίας μετασχηματισμού της επιστημονικής γνώσης σε κατάλληλη σχολική γνώση (Σκλαβενίτη, 2003b). Η διαδικασία ονομάζεται «αναπλαισίωση» και αφορά σε επιλεκτική τροποποίηση της επιστημονικής γνώσης προκειμένου να μπορεί να διδαχθεί στις διάφορες σχολικές βαθμίδες (Σκλαβενίτη, 2003b). Περιλαμβάνει «απλοποίηση» της γνώσης και η μορφή της ορίζεται και προσδιορίζεται από το παιδαγωγικό πλαίσιο, τις κοινωνικοπολιτισμικές παραδόσεις όπως και τις πολιτικές προθέσεις που αντανακλώνται στο αναλυτικό πρόγραμμα (Σκλαβενίτη, 2003b).

Συνακόλουθα, η διαδικασία δεν δύναται να είναι άμοιρη αντιλήψεων για την επιστημονική γνώση, κυρίαρχων παιδαγωγικών/διδακτικών θέσεων και αντίστοιχων κοινωνικοπολιτικών επιλογών (Armbruster & Anderson, 1991). Το συγκεκριμένο γεγονός έχει οδηγήσει στη συστηματική μελέτη τους τόσο από μεμονωμένους ερευνητές όσο και από διεθνείς οργανισμούς όπως η UNESCO (Pingel, 1999) ή το Συμβούλιο της Ευρώπης (Μπονίδης, 2005) ενώ έχουν αναπτυχθεί και διάφορες θεωρίες αναπλαισίωσης: (α) η «αναπλαισίωση των γνώσεων» του Bernstein (2000) όπου η απλοποίηση της γνώσης σκιαγραφείται στη σχέση των εμπλεκομένων στη διαδικασία της μάθησης καθώς και στο παιδαγωγικό πλαίσιο του χώρου πραγμάτωσης της μάθησης, (β) ο «διδακτικός μετασχηματισμός» με κύριο εκφραστή

τον Chevallard (1985) που εφαρμόστηκε αρχικά στη διδακτική των μαθηματικών και περιγράφει τους γενικούς μηχανισμούς μετατροπής αντικειμένου επιστημονικής γνώσης σε αντικείμενο διδασκαλίας, (γ) οι «κοινωνικές (κοινωνικοτεχνικές) πρακτικές αναφοράς» (Martinand, 1992) στις οποίες δίνεται έμφαση και σε άλλους παράγοντες μετασχηματισμού της γνώσης κοινωνικής προέλευσης και (δ) η Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (Schulman, 1987) όπου αξιολογούνται σημαντικά οι αρχές και οι στρατηγικές που είναι ανάγκη να διέπουν μία σχολική τάξη (παιδαγωγική γνώση) με προέκταση την Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (Technological Pedagogical Content Knowledge-TPACK) (Mishra, & Koehler, 2006) στην οποία προτείνεται η αναπλαισίωση με την ενσωμάτωση των Νέων Τεχνολογιών στη διδακτική πράξη.

Παράλληλα έχουν διατυπωθεί και διαφορετικοί μέθοδοι μελέτης των λειτουργιών των σχολικών εγχειριδίων, δηλαδή της γνωσιακής, της διδακτικής, της μαθησιακής και τέλος της κοινωνικοποιητικής και ιδεολογικής λειτουργίας (Ματσαγγούρας, 2006). Σε γενικές γραμμές διαχωρίζονται στις μεθόδους που στοχεύουν στην ανάλυση του περιεχομένου και της δομής των σχολικών εγχειριδίων (π.χ. ποσοτική/ποιοτική ανάλυση περιεχομένου, ανάλυση του εγχειριδίου ως πολυτροπικού μέσου) και σε μεθόδους που σχετίζονται με τη χρήση στη σχολική τάξη (Pepin & Haggarty, 2001).

Στην περίπτωση των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών, τα σχολικά εγχειρίδια και τα μαθησιακά αντικείμενα κρίνονται ιδιαίτερα σημαντικά για την προώθηση γνώσεων και δεξιοτήτων διαχείρισης και αντιμετώπισης υπαρκτών προβλημάτων της καθημερινής ζωής (Schmidt, Jorde, Cogan, Barrier, Gonzalo & Moser, 1996; Μαραβέλης, Κουλαϊδής & Δημόπουλος, 2014) προετοιμάζοντας τους μαθητές ως μελλοντικούς πολίτες ενός μεταβαλλόμενου κόσμου (Pingel, 2000). Συνεπώς χρήζουν συστηματικής κριτικής ανάλυσης του περιεχομένου τους και της δομής τους με σκοπό την αξιολογική θεώρησή τους και εν συνεχεία τη βελτιστοποίησή τους (Κουλαϊδής κ.α., 2002; Fan et al., 2013; Lemoni, Stamou & Stamou, 2011; Καριώτογλου, 2014).

Σε σύμπλευση με τα σχολικά εγχειρίδια πλέον έχουν δημιουργηθεί και ορισμένα άλλα διδακτικά εργαλεία τα οποία χρήζουν επίσης ερευνητικής προσέγγισης, τα Μαθησιακά Αντικείμενα (Learning Objects). Είναι μονάδες μαθησιακού περιεχομένου που παρουσιάζουν αυτονομία, απαντώνται σε ψηφιακή ή μη μορφή και είναι δυνατό να

αξιοποιηθούν σε διάφορα διδακτικά πλαίσια. Εξυπηρετούν συνθήκες εξατομικευμένης μάθησης σε συνδυασμό με την επίτευξη διαφόρων μαθησιακών στόχων συγχρόνως (Polsani, 2003).

Το κεφάλαιο αυτό αποτελείται από τρεις ενότητες. Η πρώτη ενότητα εστιάζει στα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών (βλ. ενότητα 2.2). Η δεύτερη ενότητα αφορά στην «ενοποίηση» γνώσεων και πρακτικών στις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού (βλ. ενότητα 2.3) και η τρίτη ενότητα αφορά στη μαθησιακή απαίτηση των δραστηριοτήτων (βλ. ενότητα 2.4).

## **2.2. Σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών**

Στη συγκεκριμένη ενότητα περιλαμβάνεται το εκπαιδευτικό υλικό των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών σε τρεις υποενότητες. Οι δύο πρώτες υποενότητες αναφέρονται στο ρόλο, στα κριτήρια ποιότητας και τις αρχές σχεδίασης των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών (βλ. υποενότητα 2.2.1) και των Μαθηματικών (βλ. υποενότητα 2.2.2) ενώ η τρίτη υποενότητα ασχολείται με τα μαθησιακά αντικείμενα παρουσιάζοντας το ρόλο τους, τα χαρακτηριστικά του και τον τρόπο σχεδιασμού τους (βλ. υποενότητα 2.2.3).

### **2.2.1. Σχολικά Εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών**

Στην περίπτωση των Φυσικών Επιστημών το σχολικό εγχειρίδιο έχει αναδειχθεί σε κύριο εργαλείο διδακτικής παρέμβασης προκειμένου να εξοικειωθούν οι μαθητές με την επιστημονική αντιμετώπιση των φαινομένων (Μαραβέλης, Κουλαϊδής & Δημόπουλος, 2014) ενώ δεν παύει να αποτελεί και το βασικό όργανο και μέσο πραγμάτωσης των στόχων του αναλυτικού προγράμματος (Lemoni, Stamou & Stamou, 2011). Παράλληλα, είναι οδηγός της διδακτικής πράξης σε σημαντικό βαθμό για τους εκπαιδευτικούς εφόσον προτείνει σχεδιασμό του μαθήματος, βοηθά στη μείωση του χρόνου προετοιμασίας και στηρίζεται σε επιστημονικές παιδαγωγικές μεθόδους (Holmeier & Schaffter, 2017).

Αποτελεί πηγή ασκήσεων και προβλημάτων, αξιοποιεί εικόνες και διαγράμματα και φροντίζει να οδηγεί στην κατάκτηση της γνώσης με τρόπο μεθοδολογικό. Οι Καψάλης και Χαραλάμπους (2007) θέτουν ως στοιχεία χαρακτηρισμού του εγχειριδίου τα εξής: παρουσίαση της ύλης μέσω κατάλληλου υλικού (κείμενα, πηγές, εικονογράφηση, περιγραφές, πειράματα κ.α.), χωρία για εντύπωση όπως για παράδειγμα κανόνες ή νόμους που απαιτούν εκμάθηση, μαθησιακές ασκήσεις και εργασίες, οδηγίες εκτέλεσης εργασιών και τέλος χρηστικές διευκολύνσεις.

Για την περίπτωση των Φυσικών Επιστημών έχει εισαχθεί επιστημονικώς και συγκεκριμένος όρος, ο «επιστημονικός εγγραμματισμός», στον οποίο υποδηλώνεται η αναγκαιότητα κατάκτησης του ατόμου ικανοτήτων χρησιμοποίησης της επιστημονικής γνώσης, αναγνώρισης ερωτημάτων και εξαγωγής συμπερασμάτων που βασίζονται σε επιστημονικά δεδομένα έτσι ώστε να είναι δυνατή η κατανόηση του φυσικού κόσμου και η συμβολή στη λήψη των αποφάσεων για τις αλλαγές που επιφέρονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα (OECD, 2003).

Η αξιολόγηση των εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών, επομένως, στηρίζεται ακριβώς στην εξυπηρέτηση των στόχων του επιστημονικού εγγραμματισμού. Κατά συνέπεια, είναι ανάγκη να ληφθούν υπόψη επιδημιολογικοί, παιδαγωγικοί και κοινωνιολογικοί παράγοντες οι οποίοι συμβάλλουν στο περιεχόμενο και τη μορφή των σχολικών εγχειριδίων (Κουλαϊδής κ.α., 2002).

Αναφορικά με το σχεδιασμό τους, έχουν προταθεί κριτήρια που θα ικανοποιούν τόσο τη διενέργεια αποτελεσματικής διδασκαλίας όσο και κατάκτησης μαθησιακών στόχων. Οι Devetak & Vogrinec (2013) ορίζουν τα ακόλουθα κριτήρια: αντιστοίχιση γλώσσας γραφής με το νοητικό επίπεδο των μαθητών της σχολικής βαθμίδας, αξιοποίηση μικρών προτάσεων και παροχή εξηγήσεων, χρήση επαγωγικών συλλογισμών, διασύνδεση με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, διασύνδεση γνώσεων με εμπειρίες των μαθητών, σαφής ανάλυση θεμάτων, δόμηση που υποκινεί μελέτη και συνεργασία, παρουσία πλούσιου εικονικού υλικού και ύπαρξη περιλήψεων και υλικού αυτοαξιολόγησης του μαθητή.

Ως διδακτικές αρχές συγγραφής βιβλίου με τα εν λόγω κριτήρια, θα μπορούσαν να θεωρηθούν οι αρχές που προτείνουν οι Kovacs et al. (2005) και αφορούν: (α) στην αρχή παρουσίασης του περιεχομένου με ακρίβεια, σαφήνεια και συστηματικότητα στη δομή, (β) στην αρχή που διευκολύνει την εξατομικευμένη και διαφοροποιημένη μάθηση, (γ)

στην αρχή που επιτρέπει την οργάνωση της μάθησης με τρόπο τινά ώστε να υπάρχει λογική και φειδώ και τέλος (δ) στην αρχή της μαθησιακής εμπλοκής.

Σημειώνεται πως έχει ασκηθεί κριτική στη σαφήνεια των γνώσεων που εμπεριέχουν (Clifford, 2002) και στη σύνδεσή τους με την καθημερινότητα των μαθητών (Sjøberg, 2001) γεγονός που έχει επιπτώσεις στην αποτελεσματικότητα της μάθησης και στην πρόοδο των μαθητών (Καριώτογλου, 2014).

### **2.2.2. Σχολικά Εγχειρίδια Μαθηματικών**

Παρόμοια οπτική συναντάται και στο γνωστικό αντικείμενο των Μαθηματικών, όπου επίσης το σχολικό εγχειρίδιο είναι η βάση της διδασκαλίας (Schmidt, Jorde, Cogan, Barrier, Gonzalo & Moser, 1996; Pepin, 2008) ίσως πιο έντονα από οποιοδήποτε άλλο γνωστικό αντικείμενο (Fan, Zhu & Miao, 2013).

Το σχολικό εγχειρίδιο των Μαθηματικών εξυπηρετεί πολλαπλό ρόλο που σύμφωνα με την Κολέζα (2009) μπορεί να συνοψιστεί στα ακόλουθα:

- Χρησιμεύει ως οδηγός εννοιών, θεμάτων και γενικότερα του περιεχομένου του Αναλυτικού Προγράμματος.
- Υποδεικνύει τον προγραμματισμό της διδασκαλίας της μαθηματικής ύλης.
- Χρησιμεύει ως πηγή ιδεών.
- Δηλώνει το εννοιολογικό περιεχόμενο της έννοιας Μαθηματικά.
- Ορίζει την αξιολόγηση.
- Διαβιβάζει πληροφορίες διδασκαλίας στους γονείς.
- Αποτελεί ιστορική καταγραφή της Μαθηματικής Εκπαίδευσης και
- Καθιστά την κοινωνικο-πολιτισμική «εικόνα» του επιπέδου μίας χώρας.

Σημειώνεται πως έχει αποδειχθεί υψηλός βαθμός συσχέτισης μεταξύ του περιεχομένου και της δομής του βιβλίου των μαθηματικών και των στρατηγικών διδασκαλίας που αναπτύσσουν οι εκπαιδευτικοί (Fan & Kaeley, 2000). Συχνά, το αποτέλεσμα είναι η μάθηση να κατευθύνεται από το μαθηματικό κείμενο και όχι από τον ίδιο τον εκπαιδευτικό (Thomson et al., 2012).

Αυτό έχει ως αντίκρισμα και την αμεσότερη επίτευξη των στόχων της μαθηματικής εκπαιδευτικής πολιτικής που χαράσσει το Αναλυτικό Πρόγραμμα. Η Fan (2011) θεωρεί τα σχολικά εγχειρίδια των μαθηματικών ως μέσο διαμεσολάβησης της εκπαιδευτικής πολιτικής στη σχολική τάξη και το όλο θέμα έχει τονιστεί από πολλούς ερευνητές υπό το πρίσμα διαφόρων οπτικών γωνιών (Valverde et al., 2002; Haggarty & Pepin, 2002). Η Κολέζα (2007) επισημαίνει χαρακτηριστικά πως διαφαίνεται η εξουσία μέσα στην εξουσία από τον τρόπο παρουσίασης των μαθηματικών θεμάτων, τη σειρά τους, τις ιδιαίτερες αναπαραστάσεις των μαθηματικών εννοιών που επιλέγονται και την ανάδειξη συγκεκριμένων ικανοτήτων και δεξιοτήτων.

Οι προδιαγραφές συγγραφής των εγχειριδίων των Μαθηματικών απορρέουν από την κυρίαρχη στόχευση για τη μάθηση και τη διδασκαλία των Μαθηματικών όπως αυτή αποτυπώνεται κυρίως στο Νέο Πρόγραμμα Σπουδών – Σχολείο 21<sup>ου</sup> αιώνα και αφορά στον «μαθηματικό γραμματισμό» (Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, 2014). Ο μαθηματικός γραμματισμός *«πρόκειται για την ικανότητα κάποιου α) να αναλύει, να ερμηνεύει και να επεμβαίνει στο κοινωνικό του περιβάλλον, χρησιμοποιώντας ως εργαλείο τα μαθηματικά και β) να αναλύει και να ερμηνεύει τον τρόπο που χρησιμοποιούνται τα μαθηματικά για τη λήψη αποφάσεων στο κοινωνικό περιβάλλον»* (Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, 2014:7).

Συνακόλουθα, το περιεχόμενο στα εγχειρίδια των Μαθηματικών διαρθρώνεται στη βάση δημιουργίας δικτύων ιδεών γύρω από «θεμελιώδεις έννοιες» των Μαθηματικών με την ανάπτυξη κατάλληλων μαθηματικών δραστηριοτήτων που θα αναπτύξουν τη μαθηματική σκέψη των μαθητών μέσω διαδικασιών πειραματισμού, διερεύνησης, διατύπωσης και ελέγχου υποθέσεων (Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, 2014). Έτσι, αναπτύσσονται τέσσερις βασικές διεργασίες (Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, 2014:12): (α) του μαθηματικού συλλογισμού και της επιχειρηματολογίας, (β) της δημιουργίας συνδέσεων/δεσμών, (γ) της επικοινωνίας μέσω της χρήσης εργαλείων, με βασικότερο τη φυσική γλώσσα, αλλά και τα σύμβολα, τις διάφορες μορφές αναπαράστασης, τα τεχνουργήματα και τα εργαλεία της τεχνολογίας και (δ) της μεταγνωστικής ενημερότητας. Παράλληλα, όπως επισημαίνεται από ερευνητές, το περιεχόμενο είναι ανάγκη να παρουσιάζεται με ισορροπία και πληρότητα, να είναι ακριβές και να εμπεριέχει λογική συνοχή, επιστημονική ορθότητα και εγκυρότητα (Κολέζα, 2007) με τρόπο που να διευκολύνει την κατανόηση και εφαρμογή των μαθηματικών εννοιών (Haggarty & Pepin, 2002).

### 2.3. Μαθησιακά Αντικείμενα

Ο όρος «μαθησιακά αντικείμενα» πρωτοεμφανίστηκε το 1994 και αφορούσε ανεξάρτητες μονάδες εκπαιδευτικού υλικού στο οποίο υπήρχε η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησής τους για την υποστήριξη της μάθησης και της εκπαίδευσης (Polsani, 2003). Με την ψηφιακή μορφή τους διαδόθηκαν ευρύτερα όταν με τη ραγδαία εξέλιξη των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και την Επικοινωνίας υπήρξε η αναγκαιότητα ανάπτυξης υλικού εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και δια βίου μάθησης.

Ένας γενικός ορισμός τους έχει δοθεί από την IEEE Learning Technology Standards Committee το 2002 όπου ως μαθησιακό αντικείμενο ορίζεται η «οποιαδήποτε οντότητα, ψηφιακή ή μη ψηφιακή, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί, να επαναχρησιμοποιηθεί ή να αναφέρεται κατά τη διάρκειά της μάθησης που υποστηρίζεται από τεχνολογία» (IEEE 1484.12.1, 2002). Στην ουσία αποτελούν ένα νέο τρόπο προσέγγισης της γνώσης και αυτό ακριβώς το γεγονός τα καθιστά σημαντικά με ταυτόχρονη την ανάγκη να υπάρξει μελέτη των χαρακτηριστικών τους και της χρήσης για τον καλύτερο ποιοτικό σχεδιασμό τους (Baruque et al., 2003).

Σύμφωνα με τους Sinclair, Joy, Yau και Hagan (2013) οι λειτουργικές προϋποθέσεις λειτουργίας των μαθησιακών αντικειμένων ορίζονται στις εξής:

- a) Προσβασιμότητα-ανακαλυψιμότητα. Εφόσον ένα μαθησιακό αντικείμενο περιγράφεται με μεταδεδομένα είναι δυνατό να αναζητηθεί, ανακληθεί και να αποθηκευτεί με σχετική ευκολία. Η εύρεσή τους θα πρέπει να γίνεται με σαφήνεια όσον αφορά τα πνευματικά δικαιώματα και τις άδειες. Η ανακαλυψιμότητα αναφέρεται στη δυνατότητα ενός μαθησιακού αντικειμένου να εντοπίζεται εύκολα με λέξεις κλειδιά.
- b) Επαναχρησιμοποίηση. Η αξιοποίηση σε διαφορετικά εκπαιδευτικά πλαίσια ή η ενσωμάτωση σε ευρύτερα μαθησιακά αντικείμενα είναι κανόνας.
- c) Ανθεκτικότητα. Είναι σημαντικό να μπορεί ένα ψηφιακό κυρίως μαθησιακό αντικείμενο να ακολουθεί την εξέλιξη της τεχνολογίας δίχως να είναι ανάγκη να υπεισέρχεται σε δαπανηρούς επανασχεδιασμούς ή σε μεγάλες αλλαγές στη διάταξη και λειτουργικότητά του.
- d) Διαλειτουργικότητα. Ένα μαθησιακό αντικείμενο οφείλει να είναι αυτόνομο από το σύστημα διαχείρισης γνώσης αλλά και από τα μέσα με τα οποία πραγματοποιείται έτσι ώστε να λειτουργεί σε διαφορετικό hardware

υπολογιστών, σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα και προγράμματα περιήγησης στο διαδίκτυο.

- e) Διαχειρισσιμότητα. Ένα μαθησιακό αντικείμενο πρέπει να μπορεί να ιχνηλατείται και να ενημερώνεται άνετα. Εν ολίγοις, να μπορεί κάποιος να εντοπίζει, να αντικαθιστά, να αναθεωρεί και να ενημερώνει τα στοιχεία του.

Η δομή των μαθησιακών αντικειμένων από εκπαιδευτική σκοπιά πρέπει να εμπεριέχει ή τουλάχιστον να συσχετίζεται με ένα προσδοκώμενο αποτέλεσμα, μία πρακτική δραστηριότητα και μία αξιολόγηση (Metros, 2005). Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να αποτελούν εργαλεία μάθησης και να προωθήσουν τη διασύνδεση αφηρημένων εννοιών με υπαρκτές καταστάσεις (Kay & Knaack, 2008).

Στην περίπτωση των ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων, έχουν συγκροτηθεί είδη ψηφιακών βιβλιοθηκών, τα ψηφιακά αποθετήρια, όπου δίνεται η δυνατότητα σε εκπαιδευτικούς να μοιράζονται, διαχειρίζονται ή να χρησιμοποιούν εκπαιδευτικές πηγές (Sinclair, et al., 2013). Ορισμένα ψηφιακά αποθετήρια έχουν στη διάθεσή τους δικά τους μαθησιακά αντικείμενα ενώ άλλα στην ουσία λειτουργούν ως πύλες διασύνδεσης με μαθησιακά αντικείμενα ή συνδυάζουν και τις δύο λειτουργίες (Sinclair, et al., 2013).

Έτσι για παράδειγμα αποθετήρια με δικά τους μαθησιακά αντικείμενα προσφέρουν χιλιάδες πανεπιστήμια και εκπαιδευτικοί οργανισμοί (Man & Jin, 2010). Το MERLOT (<http://www.merlot.org>), Jorum Connexions (<https://www.jisc.ac.uk/rd/projects/open-education>) είναι αποθετήρια μαθησιακών αντικειμένων με γενικό χαρακτήρα όσον αφορά το πεδίο του περιεχομένου και δεν διαθέτουν περιορισμούς σχετικά με το διαμοιρασμό τους. Σε άλλες περιπτώσεις, όπως το Hong Kong University of Science & Technology (HKUST) και το MIT Open Courseware βλέπουμε παραδείγματα πανεπιστημιακών ιστοσελίδων διάθεσης υλικών.

Στην ελληνική πραγματικότητα, το Υπουργείο Παιδείας στα πλαίσια της Ελληνικής Εθνικής Στρατηγικής για το εκπαιδευτικό περιεχόμενο, έχει σχεδιάσει ένα αποθετήριο, το Φωτόδεντρο, τόσο για την πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Megalou, Gkamas, Papadimitriou, Paraskevas & Kaklamanis, 2016). Ο σχεδιασμός του ξεκίνησε το 2011 και πλέον σήμερα φιλοξενεί 4000 μαθησιακά αντικείμενα οργανωμένα σε θεματικές ή άλλες συλλογές (Megalou, et al., 2016). Υποστηρίζει περιήγηση, αναζήτηση κειμένου και σύνθετη αναζήτηση με πολλαπλά φίλτρα (π.χ.



είδος μαθησιακού αντικειμένου, εκπαιδευτικό πλαίσιο) και η λειτουργία του βασίζεται στο DSpace (<http://www.dspace.org/>) δηλαδή σε μία πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα για τη δημιουργία ψηφιακών αποθετηρίων (Karaniaris et al., 2013). Η ονομασία του δηλώνει το γεγονός ότι η γνώση είναι ζωντανή και διακλαδίζεται σε μορφή δέντρου (αντίθετα με τα αρχεία) και υποδηλώνει το ελληνικό στοιχείο μέσω της αξιοποίησης της λέξης του τίτλου ποιητικής συλλογής του Έλληνα νομπελίστα Οδυσσέα Ελύτη, το 1971, «Το φωτόδεντρο και η Δέκατη Τέταρτη Ομορφιά» (Megalou & Kalamanis, 2014).

## **2.4. Γνώσεις και πρακτικές Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών**

Η παρούσα ενότητα ασχολείται με την ανάλυση των δραστηριοτήτων του εκπαιδευτικού υλικού. Η ανάλυση παρουσιάζεται σε δύο άξονες: (α) τις γνώσεις και (β) τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και των μαθηματικών. Στην πρώτη περίπτωση (υποενότητα 2.4.1.) γίνεται λόγος για τη γνώση, οι επιστημονικές πρακτικές αναφέρονται εκτενώς στην υποενότητα 2.4.2 και τέλος οι μαθησιακές απαιτήσεις αναλύονται στην υποενότητα 2.4.3.

### **2.4.1. Γνώση Περιεχομένου**

Η γνώση του αντικειμένου ενός επιστημονικού κλάδου αφορά τις έννοιες και γενικότερα τη θεμελιώδη γνώση ενός επιστημονικού κλάδου (OECD, 2006).

#### **A. Γνώση Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών**

Η γνώση των Φυσικών Επιστημών, σύμφωνα με το National Research Council (NRC, 2012) μπορεί να αξιολογηθεί στη βάση δύο αξόνων: τις βασικές έννοιες σε οριζόντια βάση και τις εγκάρσιες έννοιες που διέπουν το σύνολο των επιστημονικών κλάδων.

Οι βασικές έννοιες, έχει επιλεγθεί να συγκροτούνται από συγκεκριμένα πεδία των Φυσικών Επιστημών προκειμένου να εξυπηρετήσουν βασικούς μαθησιακούς στόχους της εκπαίδευσης. Οι προτάσεις αφορούν στην επιλογή των εξής θεματικών (NRC, 2012): (α) ύλη και αλληλεπιδράσεις, (β) κίνηση και σταθερότητα, δυνάμεις και

αλληλεπιδράσεις, (γ) Ενέργεια, (δ) Κύματα και εφαρμογές στην τεχνολογία και στη μεταφορά πληροφοριών.

Παράλληλα, προτείνονται επτά εγκάρσιες έννοιες που στοχεύουν σε μία βαθύτερη διαθεματική κατανόηση των θεμελιωδών εννοιών της επιστήμης (NRC, 2012): (α) μοτίβα, (β) αιτία και αποτέλεσμα, μηχανισμός και ερμηνεία, (γ) κλίμακα, αναλογία και ποσότητα, (δ) συστήματα και μοντέλα συστημάτων, (ε) ενέργεια και ύλη, ροή, κύκλοι και διατήρηση, (στ) δομή και λειτουργία αντικειμένου, οργανισμού, συστήματος, και (ζ) σταθερότητα και μεταβολή.

Στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών της υποχρεωτικής εκπαίδευσης στην Ελλάδα, η θέση των Φυσικών Επιστημών διαρθρώνεται σε όλη τη βάση των βαθμίδων εκπαίδευσης (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2009).

Έτσι, με εξαίρεση το νηπιαγωγείο όπου υπάρχει ευελιξία στη διδασκαλία εννοιών και διαδικασιών των Φυσικών Επιστημών, στο Δημοτικό τα θέματα των Φυσικών Επιστημών (Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Γεωλογία και Γεωγραφία) εντάσσονται στο μάθημα της «Μελέτης του Περιβάλλοντος» για τις τέσσερις πρώτες τάξεις και στο «Έρευνώ και ανακαλύπτω» για τις δύο τελευταίες τάξεις, εκτός της Γεωγραφίας που αποτελεί ξεχωριστό διδακτικό αντικείμενο. Στο καθένα από τα εν λόγω μαθήματα αναπτύσσεται μία διασύνδεση με τις Κοινωνικές επιστήμες, ώστε να μιλούμε για έναν ενιαίο τομέα μάθησης, προκειμένου να αποφεύγεται ο κατακερματισμός της ύλης και οι μαθητές να λαμβάνουν ολιστική γνώση του κόσμου που τους περιβάλλει (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2009). Στο γυμνάσιο οι Φυσικές Επιστήμες διακρίνονται στα μαθήματα της Φυσικής, της Χημείας, της Βιολογίας και της Γεωγραφίας.

Η διάρθρωση του περιεχομένου συντελείται πάνω σε εννέα θεματικές ενότητες, οι οποίες παρουσιάζουν λειτουργική συνέχεια και συνοχή σε όλες τις βασικές βαθμίδες, δηλαδή από το νηπιαγωγείο ως και το Λύκειο. Οι θεματικές ενότητες έχουν ως ακολούθως και αναπτύσσονται είτε κάθετα είτε οριζόντια στο πρόγραμμα:

- Η ζωή γύρω μας. Αναπτύσσεται σε όλες τις τάξεις του Δημοτικού.
- Η ενέργεια.
- Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά φαινόμενα.
- Ηχητικά φαινόμενα.
- Μηχανές και Δυναμικές Αλληλεπιδράσεις.

- Θερμικά φαινόμενα.
- Φωτεινά φαινόμενα.
- Χημικά φαινόμενα.

Κύριο χαρακτηριστικό των ενοτήτων αποτελεί η διασύνδεσή τους με την τεχνολογία (Layton, 2004). Έτσι, διακρίνονται δύο πόλοι περιεχομένου: (α) φυσικές επιστήμες που περιλαμβάνουν φυσικά, βιολογικά, χημικά φαινόμενα και (β) τεχνολογία που συνίστατο στα υλικά, στα αντικείμενα και στις τεχνολογικές καινοτομίες.

Αναφορικά με τη γνώση για τη φύση της επιστήμης, δηλαδή την επιστημολογία της επιστήμης (nature of science), έχει αναδειχθεί πως είναι εξαιρετικής σημασίας για την κατανόηση των βασικών σταδίων της έρευνας (προβληματισμός, ερευνητική προσέγγιση, ανάπτυξη ερευνητικών υποθέσεων, συλλογή δεδομένων και ανάλυση δεδομένων) (NGSS Lead States, 2013).

Υποστηρίχθηκε ως προσπάθεια αρκετά πρόσφατα (Pella, 1996) και πλέον λαμβάνεται ως κύριο γνώρισμα του επιστημονικού εγγραμματισμού (Laugksch, 2000). Παρότι υπήρξαν προσπάθειες ορισμού των χαρακτηριστικών της γνώσης για τη φύση από διαφορετικούς οργανισμούς και οπτικές γωνίες (AAAS, 1989; NRC, 1996), εν τέλει έχουν καθιερωθεί ως κύρια γνωρίσματά της τα ακόλουθα (NGSS Lead States, 2013):

- Η επιστημονική έρευνα χρησιμοποιεί πολλές και πολλαπλές μεθόδους και δεν αξιώνεται καμία μέθοδος τον χαρακτηρισμό «καθιερωμένη».
- Η επιστημονική γνώση στηρίζεται σε εμπειρικά αποδεικτικά τεκμήρια που προκύπτουν από τη συστηματική παρατήρηση του φυσικού κόσμου.
- Η επιστημονική γνώση δεν μπορεί να θεωρηθεί απόλυτη αλλά λαμβάνεται ως δοκιμαστική και είναι ανοιχτή σε ενδεχόμενη αναθεώρηση στην περίπτωση ύπαρξης νέων αποδεικτικών τεκμηρίων.
- Τα επιστημονικά μοντέλα, οι νόμοι, οι μηχανισμοί και οι θεωρίες αποσκοπούν στην ερμηνεία των φυσικών φαινομένων.
- Η επιστήμη αφορά σε τρόπο κατάκτησης γνώσης.
- Η επιστημονική γνώση θεωρεί δεδομένη την ύπαρξη μορφής τάξης και υποστηρίζει την παραδοχή της συνοχής στα φυσικά συστήματα.
- Η επιστήμη είναι στην ουσία ανθρώπινη προσπάθεια και ως τέτοια ιδωμένη, εμπεριέχει το στοιχείο της υποκειμενικότητας, της φαντασίας και της δημιουργικότητας και τέλος

- Η επιστήμη θέτει ερωτήματα σχετικά με τον φυσικό και υλικό κόσμο.

Στόχος της εκπαίδευσης, συνακόλουθα, θα πρέπει να αποτελεί και η γνώση των χαρακτηριστικών που διέπουν τη γνώση για τη φύση των Φυσικών Επιστημών για την προαγωγή της γνώσης των Φυσικών Επιστημών στο σύνολό της.

## **B. Γνώση Περιεχόμενου Μαθηματικών και γνώση για τη φύση της επιστήμης των Μαθηματικών**

Το περιεχόμενο της μαθηματικής εκπαίδευσης έχει υποστεί διαφοροποιήσεις ανάλογα με τα κυρίαρχα ερευνητικά ρεύματα της κάθε εποχής. Έτσι από την αποξένωση που υπήρχε στην πρώτη περίοδο (1900-1950) των μαθηματικών της εκπαίδευσης από τα μαθηματικό περιεχόμενο των πανεπιστημίων, οδηγηθήκαμε στη μεταρρύθμιση των «Μοντέρνων Μαθηματικών» (Κολέζα, 2006). Με τη συγκεκριμένη μεταρρύθμιση, δόθηκε έμφαση σε μία φορμαλιστική έκφραση του περιεχομένου, με τρόπο τινά που να εξαντλείται το περιεχόμενο στους ακριβείς ορισμούς, στην αξιωματική θεμελίωση της ύλης και γενικότερα να διαρθρώνεται το μαθηματικό περιεχόμενο στα θεμελιώδη δομικά χαρακτηριστικά των μαθηματικών (Κολέζα, 2006).

Η τεράστια αποξένωση των μαθηματικών από τις φυσικές επιστήμες και τις εφαρμογές τους και η παραγνώριση του τρόπου με τον οποίο μαθαίνει μαθηματικά ο μαθητής έδωσε ώθηση σε νέα συζήτηση στο τέλος της δεκαετίας του '80, με αποτέλεσμα να ορίζει το National Council of Teachers in Mathematics (NCTM) τις βασικές γνώσεις και δεξιότητες που οφείλει να έχει ένας απόφοιτος της υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Αυτές ορίζονται στις ακόλουθες (Midgett & Eddins, 2001): (α) κατανόηση των βασικών μαθηματικών εννοιών, (β) ευχέρεια στη λογική σκέψη, (γ) δυνατότητα επικοινωνίας στη μαθηματική γλώσσα, (δ) ευκολία στην αναγνώριση των εφαρμογών των μαθηματικών στο γύρω κόσμο, (ε) δυνατότητα προσέγγισης των μαθηματικών γνώσεων σε πραγματικά προβλήματα και (στ) ικανότητα εφαρμογής των μαθηματικών γνώσεων σε πραγματικά προβλήματα.

Έτσι, και στην Ελλάδα, τα πρόσφατα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών, έχουν οργανωθεί στη βάση αρχών ανάπτυξης περιεχομένου στη βάση «τροχιών μάθησης και διδασκαλίας», στην επιλογή και χρήση χειραπτικών και ψηφιακών εργαλείων ως μέσων διερεύνησης μαθηματικών ιδεών, ανάπτυξης στρατηγικής και επίλυσης

προβλημάτων, στην ανάδειξη της «μαθηματικής δραστηριότητας», στην εισαγωγή της «συνθετικής εργασίας για την οριζόντια διασύνδεση των διαφόρων αντικειμένων με τα μαθηματικά και τέλος στο σχεδιασμό της αξιολόγησης με έμφαση στο διαμορφωτικό της χαρακτήρα.

Το δε μαθηματικό περιεχόμενο έχει αναπτυχθεί σε τρεις άξονες (ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ Μαθηματικών): (α) αριθμοί-άλγεβρα, (β) χώρος και γεωμετρία-μέτρηση και (γ) στοχαστικά μαθητικά.

Στην κατηγορία των Αριθμών και της Άλγεβρας υπάρχουν δύο διαφοροποιήσεις. Στην μεν πρώτη, στους αριθμούς, εντάσσονται όλοι οι αριθμοί. Συνεπώς, οι φυσικοί, οι κλασματικοί, οι δεκαδικοί, οι ακέραιοι, οι ρητοί και οι άρρητοι-πραγματικοί. Στη δε άλγεβρα συναντούμε κανονικότητες και συναρτήσεις, αλγεβρικές παραστάσεις και ισότητες-ανισότητες.

Στην επόμενη κατηγορία, χώρος και γεωμετρία-μέτρηση, έχουν στην περίπτωση του χώρου και της γεωμετρίας τα εξής: (α) προσανατολισμός στο χώρο, (β) γεωμετρικά σχήματα, (γ) μετασχηματισμοί και (δ) οπτικοποίηση. Στη δε μέτρηση συγκαταλέγονται τα ακόλουθα: (α) μέτρηση γωνίας, (β) μέτρηση μήκους, (γ) μέτρηση επιφάνειας και (δ) μέτρηση όγκου και χωρητικότητας.

Τέλος, στα στοχαστικά μαθηματικά υπάρχει (α) η στατιστική με τα δεδομένα, τα μέτρα θέσης και τη μεταβλητότητα και (β) οι πιθανότητες με τα πειράματα τύχης και την πιθανότητα ενδεχομένου.

Αναφορικά με τη γνώση για τη φύση των Μαθηματικών, διατυπώνονται δύο κύρια επιστημολογικά ερωτήματα που έχουν τις βάσεις τους στον Πλάτωνα και τον Αριστοτέλη ακόμα (Κολέζα, 2006): (α) πώς αποκτάται η γνώση και (β) πώς μπορούμε να έχουμε γνώση των μαθηματικών αντικειμένων.

Εν τέλει, και με βάση τον ημιεμπειρισμό του Λάκατος (1996), τα μαθηματικά θεωρούνται ως ένα διάλογος μεταξύ των ανθρώπων που προσπαθούν να λύσουν μαθηματικά προβλήματα και με αυτό το σκεπτικό οι μαθητές θα πρέπει να εκπαιδεύονται επίσης στα ακόλουθα βασικά στοιχεία της φύσης της μαθηματικής γνώσης (Ernerst, 1998; Τουμάσης, 2000):

1. Η μαθηματική γνώση λογίζεται ως επισφαλής εφόσον δεν θεωρείται ότι υπάρχει μία βάση πάνω στην οποία είναι δυνατό να στηριχθεί η απόλυτη βεβαιότητα στα μαθηματικά.
2. Τα μαθηματικά αποτελούν ένα υποθετικό, παραγωγικό σύστημα. Συνακόλουθα, η εξήγηση μπορεί να ιδωθεί ως εξηγήσεις, αιτιολογήσεις και επεξεργασίας δόμησης της εικασίας πειστικότερης έναντι των αντιπαραδειγμάτων.
3. Η ιστορία παίζει κεντρικό ρόλο και συνεπώς η επιστημολογία των μαθηματικών αποσκοπεί στην ερμηνεία της ήδη υπάρχουσας μαθηματικής γνώσης.
4. Τα μη τυπικά μαθηματικά έχουν το προβάδισμα και γενικώς είναι η πηγή όλων των τυποποιημένων μαθηματικών.
5. Κεντρική ιδέα στη φιλοσοφία των μαθηματικών είναι η λογική της μαθηματικής ανακάλυψης.

Κατά συνέπεια, τα στάδια μίας μαθηματικής απόδειξης που οφείλουν να ακολουθούν οι μαθητές στην παραγωγή της μαθηματικής γνώσης είναι τα ακόλουθα (Τουμάσης, 2000): (α) εικάζουμε μία αρχική υπόθεση, (β) προχωρούμε στην απόδειξη με σκοπό να αναλυθεί η εικασία σε υποεικασίες, (γ) αναζητούμε την εμφάνιση αντιπαραδειγμάτων που αντιπαραβάλλονται στην αρχική εικασία και (δ) επανεξετάζουμε την εικασία. Η προβληματική υποεικασία αλλάζει ρόλο και γίνεται επιπλέον συνθήκη στην επίλυση του προβλήματος ενώ η αρχική εικασία βελτιώνεται.

#### **2.4.2. Πρακτικές Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών**

Ο όρος πρακτικές των Φυσικών Επιστημών καταδεικνύει τις κύριες πρακτικές των επιστημόνων για τη μελέτη του φυσικού κόσμου και την κατασκευή μοντέλων και θεωριών για την αναπαράστασή του και αξιοποιείται κατ' επέκταση του όρου «επιστημονικές δεξιότητες» για να επισημάνει την αναγκαιότητα όχι μόνο κατοχής δεξιοτήτων αλλά και γνώσεων για την κάθε μία πρακτική που υιοθετείται (NRC, 2012).

Συνακόλουθα, ως στόχος τίθεται η μαθησιακή ενασχόληση των μαθητών με τις πρακτικές που υιοθετούν οι επιστήμονες στη μελέτη των φαινομένων σε αντίθεση με τη μέχρι πρότινος τακτική της απλής παράθεσης τους σε σώμα γνώσης (NRC, 2012). Αυτό πραγματοποιείται με τις μαθησιακές δραστηριότητες. Οι μαθητές μέσω της επίλυσης κατάλληλων δραστηριοτήτων μπορούν να καταστούν ενεργοί στοχαστές των φαινομένων και να αντιληφθούν με αποτελεσματικό τρόπο τόσο το ίδιο το φαινόμενο

όσο και τον τρόπο ανάπτυξης της επιστημονικής γνώσης για το αυτό φαινόμενο, διερευνώντας το σύνολο των προσεγγίσεων που αξιοποιούνται στην έρευνα, στην κατασκευή μοντέλων και γενικότερα στην ερμηνεία του κόσμου (NRC, 2012).

Σύμφωνα με το National Research Council (2012) παρόλο που οι πρακτικές εμφανίζουν διαφορές από τον ένα επιστημονικό κλάδο στον άλλο, και οι Φυσικές Επιστήμες εμφανίζουν πληθώρα κλάδων, παρουσιάζουν και ορισμένα κοινά γνωρίσματα που σχετίζονται κυρίως με την επίλυση προβλημάτων (problem-solving approach) και της μάθησης με βάση την έρευνα (inquiry-based learning).

Συνεπώς έχει προτείνει για τις Φυσικές Επιστήμες τις ακόλουθες οχτώ πρακτικές (NRC, 2012; Τσέτσος & Σκουμιός, 2016):

1. *Υποβολή ερωτημάτων.*

Αφορά στο να θέτουν οι μαθητές ερωτήματα που απορρέουν από φυσική περιέργεια ή από συγκεκριμένη διαδικασία επίλυσης προβλήματος. Επομένως αφορά: (α) στην υποβολή ερωτήσεων που μπορούν να απαντηθούν μέσω εμπειρικής έρευνας, (β) στην αξιολόγηση ερωτήσεων και (γ) στην υποβολή ερωτήσεων έναντι εργασιών άλλων.

2. *Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων.*

Η ανάπτυξη και χρήση μοντέλων ως επιστημονική πρακτική χρήζει ιδιαίτερης σημασίας σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης τις οποίες διέπει με εξελικτικό τρόπο. Στις μικρές βαθμίδες, παρουσιάζονται βασικές εικόνες ή μοντέλα φυσικών αντικειμένων και στη συνέχεια δίνονται πιο συμβολικές αναπαραστάσεις όπως διαγράμματα, φυσικά αντίγραφα, αναλογίες, προσομοιώσεις ή μαθηματικές αναπαραστάσεις. Τα μοντέλα εξυπηρετούν πολλές λειτουργίες, εφόσον υποβοηθούν ή στηρίζουν την ανάπτυξη ερωτημάτων, προάγουν εξηγήσεις ή παρέχουν πλαίσιο υποθέσεων. Παράλληλα, είναι δυνατό να λειτουργούν και ως επικοινωνιακά μέσα ανταλλαγής πληροφοριών για τα Φυσικά φαινόμενα, λειτουργώντας ως εντολοδόχοι ιδεών. Βέβαια ένα μοντέλο δεν μπορεί να είναι πιστή αναπαράσταση της φυσικής κατάστασης και συνεπώς οι μαθητές οφείλουν να εξοικειώνονται στους περιορισμούς που θέτονται είτε από την ίδια τη φυσική κατάσταση ή από τα χαρακτηριστικά της αναπαράστασης. Καταγράφονται οι

ακόλουθες κατηγορίες ανάλυσης: (α) συγκρότηση και χρήση μοντέλων που βοηθούν στην υποβολή ερωτήσεων, (β) συγκρότηση και χρήση μοντέλων που βοηθούν στην υποβολή και τον έλεγχο εξηγήσεων, (γ) συγκρότηση και χρήση μοντέλων για την αναπαράσταση όσων έχουν επεξεργαστεί οι μαθητές, (δ) συγκρότηση και χρήση μοντέλων για την επικοινωνία ιδεών, (ε) ευέλικτη μετατόπιση ανάμεσα σε διαφορετικούς τύπους μοντέλων, (στ) αναγνώριση ή αξιολόγηση των ορίων των μοντέλων και (ζ) αναθεώρηση των μοντέλων.

### 3. Σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων.

Η συγκεκριμένη πρακτική αφορά στην ικανότητα των μαθητών να προάγουν ερευνητική μελέτη από μόνοι τους. Αποτελεί σημείο κλειδί στην εκμάθηση των μεθόδων της επιστήμης. Μέσω της εφαρμογής της συγκεκριμένης πρακτικής, οι μαθητές μαθαίνουν να περιγράφουν ένα φαινόμενο ή να ελέγχουν θεωρία περιγραφής φαινομένου μέσω της διεξαγωγής έρευνας, διατύπωσης στόχων και υποθέσεων και διεξαγωγής μελέτης. Παράλληλα, εξοικειώνονται με τη χρήση παραγόντων και μεταβλητών στη διερεύνηση φαινομένων. Στην παρούσα πρακτική ενυπάρχουν οι ακόλουθες κατηγοριοποιήσεις: (α) υποβολή ερώτησης που μπορεί να διερευνηθεί, (β) εκφορά μίας υπόθεσης βασισμένης σε ένα μοντέλο ή μία θεωρία, (γ) αναγνώριση των μεταβλητών, (δ) εξέταση για το πως οι μεταβλητές μπορούν να παρατηρηθούν ή να μετρηθούν, (ε) εξέταση της αξιοπιστίας και της ακρίβειας των δεδομένων, (στ) παρατήρηση και συλλογή των δεδομένων που περιγράφουν ένα φαινόμενο, (ζ) παρατήρηση και συλλογή των δεδομένων που ελέγχουν μία θεωρία και τις εξηγήσεις και (η) σχεδίαση ή αξιολόγηση πλάνων για έρευνα ατομικά ή συνεργατικά.

### 4. Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων.

Συνέχεια της προηγούμενης πρακτικής, αποτελεί και η πρακτική για την ανάλυση και την ερμηνεία δεδομένων που προκύπτουν από την πραγμάτωση μίας ερευνητικής διαδικασίας. Η εγκυρότητα στη συλλογή των δεδομένων, συνοδεύεται εν συνεχεία από τη διερεύνηση ύπαρξης μοτίβων και σχέσεων στα δεδομένα. Η πορεία συνεχίζει με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων με εύληπτο και κατανοητό τρόπο και καταλήγει στην ερμηνεία των δεδομένων και στον έλεγχο των αρχικών υποθέσεων. Συνακόλουθα, διακρίνουμε τα εξής στοιχεία στην πρακτική της ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων: (α) χρήση



πινάκων για την αντιπαραβολή, τη σύνοψη και τη διαχείριση των δεδομένων, (β) χρήση διαγραμμάτων για την αντιπαραβολή, τη σύνοψη και τη διαχείριση των δεδομένων, (γ) εξαγωγή πληροφορίας από πίνακα ή διάγραμμα δεδομένων, (δ) αναγνώριση ή σύγκριση των τάσεων στα δεδομένα, (ε) χρήση των δεδομένων ως αποδεικτικών στοιχείων και (στ) αναγνώριση των πηγών των σφαλμάτων.

5. *Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης.*

Η χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής είναι αδήριτη ανάγκη στη διεξαγωγή ερευνητικής εργασίας εφόσον ο ρόλος τους κρίνεται σημαντικός στην αναπαράσταση των μεταβλητών, στη συμβολική αναπαράσταση σχέσεων και φυσικών οντοτήτων. Παράλληλα, τα μαθηματικά και πιο συγκεκριμένα η υπολογιστική σκέψη υποβοηθά την αναζήτηση και οργάνωση δεδομένων και την ανάπτυξη συλλογιστικής προσέγγισης της γνώσης. Τέλος, στηρίζουν την ανάπτυξη και τη χρήση προσομοιώσεων που είναι ιδιαίτερα εξυπηρετικές στην κατανόηση των φυσικών φαινομένων. Άρα αναφερόμαστε σε: (α) οπτική αναπαράσταση δεδομένων, (β) μετασχηματισμό των δεδομένων σε πίνακα και διάγραμμα, (γ) στατιστική ανάλυση των δεδομένων και (δ) αναγνώριση, εξαγωγή ή εφαρμογή ποσοτικών σχέσεων,

6. *Συγκρότηση εξηγήσεων.*

Η κατανόηση συνεπάγεται σε δεύτερο επίπεδο και την παροχή εξηγήσεων για τη διάχυση της γνώσης ή ακόμη και την απόδειξη της διεξαγωγής εμπειρισταωμένης μελέτης. Η εξήγηση συνίσταται στον ισχυρισμό περί των επιδράσεων διαφόρων μεταβλητών και στη συνέχεια την έκθεση επιστημονικών παρατηρήσεων και δεδομένων συγκρότησης θέσης για το θέμα. Η εξήγηση είναι σημαντική διαδικασία και για την σε βάθος κατανόηση θεμάτων επιστημονικής φύσης από τον ίδιο τον μαθητή εφόσον εμπλέκεται σε διεργασίες στοχασμού πάνω στη γνώση. Οι κατηγορίες της πρακτικής συνίστανται στις εξής: (α) εφαρμογή εξηγήσεων στα φαινόμενα, (β) συγκρότηση εξηγήσεων για τα φαινόμενα βασισμένων σε αποδεικτικά στοιχεία, (γ) σύνδεση αποδεικτικών στοιχείων με τους ισχυρισμούς, (δ) διατύπωση ισχυρισμού, (ε) χρήση αποδεικτικών στοιχείων για την υποστήριξη

ή την αντίκρουση μίας εξήγησης και (στ) αναγνώριση κενών ή αδυναμιών σε μία εξήγηση.

7. *Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία.*

Η παροχή εξηγήσεων δεν συνεπάγεται αυτόματη αποδοχή των αντιλήψεων που απορρέουν από αυτή από το σύνολο των υπολοίπων συμμετεχόντων μαθητών. Συνακόλουθα, ενισχύεται η αναγκαιότητα ύπαρξης επιχειρηματολογίας για την υπεράσπιση θέσεων ή αντι-θέσεων. Έτσι, προωθούνται εξηγήσεις και σχέδια λύσεων αξιολόγησης θέσεων και αντικρουόμενων ιδεών και μέσω της λογικής που ενυπάρχει στην επιχειρηματολογική διαδικασία, υπάρχει τελική κατάληξη στην καλύτερη εξήγηση φαινομένου. Οι κατηγορίες ανάλυσης της παρούσας πρακτικής ορίζονται ως: (α) εμπλοκή σε επιχειρηματολογία για την αναγνώριση των δυνατών και αδύνατων σημείων σε ένα συλλογισμό για την καλύτερη πειραματική σχεδίαση, διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων ή ερμηνεία μίας ομάδας δεδομένων, (β) εμπλοκή σε επιχειρηματολογία για την αναγνώριση των δυνατών και αδύνατων σημείων σε ένα συλλογισμό σχετικά με το πώς τα δεδομένα υποστηρίζουν ένα ισχυρισμό, (γ) εμπλοκή σε επιχειρηματολογία για την εύρεση της καλύτερης εξήγησης για ένα φαινόμενο ατομική ή συνεργατικά, (δ) παροχή κριτικής σε εργασία άλλων, (ε) αναγνώριση αδυναμιών σε ένα επιχείρημα, (στ) τροποποίηση μίας εργασίας υπό το πρίσμα των αποδεικτικών στοιχείων, (ζ) αναγνώριση δυνατών και αδύνατων σημείων σε αναφορές των Φυσικών Επιστημών και (η) αναγνώριση της διαδικασίας αιτιολόγησης των ισχυρισμών από την επιστημονική κοινότητα.

8. *Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.*

Τέλος, ως πρακτική τίθεται και η απόκτηση, η αξιολόγηση και η ανταλλαγή πληροφοριών. Οι μαθητές πρέπει να καθίστανται ικανοί να αναγιγνώσκουν, να κατανοούν, να ερμηνεύουν και τέλος να παράγουν επιστημονικό λόγο. Η διαδικασία εμπεριέχει ικανότητες κριτικής σκέψης και φυσικά γνώσεις περιεχομένου και γνώσεις για τη φύση της επιστήμης. Συνακόλουθα, αναφερόμαστε σε: (α) προφορική ή γραπτή επικοινωνία ιδεών, (β) επικοινωνία ιδεών μέσω πινάκων και διαγραμμάτων ή συζητήσεων με άλλους, (γ) άντληση νοημάτων από επιστημονικά άρθρα και κείμενα ή προφορικό λόγο, (δ)

αξιολόγηση της αξιοπιστίας των επιστημονικών πληροφοριών και (ε) ενοποίηση πληροφοριών που προέρχονται από διαφορετικές πηγές.

Σημειώνεται πως οι εν λόγω επιστημονικές πρακτικές ορίζουν πλαίσιο πρακτικών στις Φυσικές Επιστήμες και μπορούν να έχουν και αντίκτυπο σε άλλο γνωστικά αντικείμενα όπως τα μαθηματικά όπου, ωστόσο, έχουν αναπτυχθεί παρόμοια εννοιολογικά πλαίσια μαθηματικής διάστασης απόκτησης επιστημονικού τρόπου σκέψης και αντιμετώπισης πραγματικών καταστάσεων.

Έτσι, οι πρακτικές των μαθηματικών μπορούν να περιγράψουν και με βάση την ακόλουθη κατηγοριοποίηση (Common Core State Standards for Mathematical Practice, 2010):

1. *Κατανόηση μέσω προβλήματος και επιμονή στη λύση προβλήματος.*

Στη συγκεκριμένη πρακτική οι μαθητές κατανοούν το ζήτημα που τίθεται στο πρόβλημα και επιλέγουν πολλαπλές στρατηγικές ή εργαλεία προς επίλυσή του. Πιο συγκεκριμένα, επιδιώκεται οι μαθητές να είναι σε θέση να επεξηγούν το νόημα του προβλήματος, να μπορούν να αναλύουν τις σχέσεις και τους στόχους του και να κάνουν υποθέσεις για το περιεχόμενο της απάντησης όπως και να σχεδιάζουν τρόπους επίλυσης του προβλήματος. Επίσης, κρίνεται σημαντικό να αξιολογούν οι ίδιοι την πρόοδό τους και να μέσω αντιστοίχισης εξισώσεων με περιγραφές του προβλήματος πίνακες, γραφικές παραστάσεις ή άλλες αναπαραστάσεις να αναζητούν κανονικότητες. Τέλος, δίνεται έμφαση και στον έλεγχο των απαντήσεων τους όπως και στον έλεγχο των λύσεων άλλων συμμαθητών τους.

2. *Ποσοτική και αφηρημένη σκέψη.*

Είναι σημαντικό για τη μαθηματική σκέψη, οι μαθητές να αναπαριστούν ποσότητες και σχέσεις με συμβολικό τόπο και να είναι σε θέση να αξιοποιούν αφηρημένη σκέψη. Η πρακτική στοχεύει, συνακόλουθα, στην ανάπτυξη εκ μέρους των μαθητών ικανοτήτων υπέρβασης συγκεκριμένων περιστάσεων και έκφρασής τους με αφηρημένο τρόπο. Επίσης, στόχος τίθεται και η αναστροφή πορεία, δηλαδή η συγκεκριμενοποίηση καταστάσεων όπως και η αναπαράσταση με ολοκληρωμένο τρόπο της κατάστασης που παρουσιάζεται.

3. *Ανάπτυξη ισχυρισμών και κρίση του συλλογισμού άλλων.*

Στόχος της μαθηματικής παιδείας είναι ακόμη η ενίσχυση και ανάπτυξη ικανοτήτων υπεράσπισης συλλογιστικών και θέσεων εκ μέρους των μαθητών με ταυτόχρονη ανάλυση του τρόπου σκέψης των συμμαθητών. Έτσι, πρέπει να γίνουν ικανοί οι μαθητές να κατανοούν και να χρησιμοποιούν προϋποθέσεις και ορισμούς στην κατασκευή δικών τους προτάσεων/θέσεων και να ακολουθούν λογική σειρά στην κατασκευή δικών τους ισχυρισμών και αιτιολογήσεων. Παράλληλα, προωθείται με την παρούσα πρακτική η χρησιμοποίηση αντιπαραδειγμάτων, η σύγκριση επιχειρημάτων όπως και η αξιολόγηση των ισχυρισμών των άλλων.

4. *Μοντελοποίηση.*

Τα μαθηματικά χρησιμοποιούν κατεξοχήν τεχνικές αναπαραστάσεων και μοντελοποίησης φαινομένων. Συνεπώς, κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικό οι μαθητές να εξοικειωθούν με τις συγκεκριμένες τεχνικές και να είναι σε θέση να αξιοποιούν με ευκολία μαθηματικές αναπαραστάσεις όπως πίνακες ή γραφικές παραστάσεις. Παράλληλα, θεωρείται αυτονόητο ότι και το αντίστροφο αποτελεί επιθυμητό στόχο. Έτσι, επιδιώκεται οι μαθητές να μπορούν να δημιουργούν ή να εφαρμόζουν αναπαραστάσεις στην επεξήγηση φαινομένων και γενικότερα να εφαρμόζουν τα μαθηματικά στη λύση των προβλημάτων, όπως και να αναλύουν σχέσεις για την κατάληξη σε απαραίτητα συμπεράσματα. Τέλος, επιδιώκεται η αυτό-βελτίωση και ο αυτό-έλεγχος των δημιουργημένων αναπαραστάσεων από τους ίδιους τους μαθητές.

5. *Στρατηγική χρήση εργαλείων.*

Η πρακτική της στρατηγικής χρήσης εργαλείων αποσκοπεί στην αξιοποίηση εκ μέρους των μαθητών διαφόρων υλικών και μέσων, τεχνολογικών ή μη, με τρόπο ευέλικτο και αποτελεσματικό στην επίλυση προβλημάτων. Οι μαθητές θα μπορούν να διερευνούν και να επιλέγουν το καταλληλότερο εργαλείο επίλυσης της κατάστασης που αντιμετωπίζουν και παράλληλα να επιδεικνύουν την απαραίτητη επάρκεια στην αξιοποίηση των εργαλείων. Ακόμη, κρίνεται αναγκαίο, να μπορούν οι μαθητές να αξιολογούν το εργαλείο ως προς τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του για να μπορούν να εισέρχονται και σε υπολογισμό των περιορισμών που τίθενται από τη χρήση του.

6. *Ακρίβεια.*

Η ακρίβεια αφορά στην ορθή και σαφή ορολογία και στην απαίτηση αξιοποίησης σωστής μαθηματικής ορολογίας και συλλογισμών στη μαθηματική επικοινωνία. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές οφείλουν να εξοικειωθούν με τη χρήση κατάλληλης μαθηματικής ορολογίας και μαθηματικής ακρίβειας σε περιστάσεις επικοινωνίας με τους έτερους άλλους ή ακόμη και στην επεξήγηση των δικών τους διερευνητικών προσπαθειών. Επίσης, να μπορούν να δίνουν ολοκληρωμένες εξηγήσεις, να χρησιμοποιούν κατάλληλες μονάδες μέτρησης και να εκφράζουν τις μαθηματικές απαντήσεις με μαθηματική ακρίβεια.

7. *Δομή των μαθηματικών.*

Αφορά στην αναγνώριση εκ μέρους των μαθητών, της δομής των μαθηματικών στη λύση των μαθηματικών προβλημάτων.

8. *Κανονικότητα σε επαναλαμβανόμενο συλλογισμό.*

Η κανονικότητα σε επαναλαμβανόμενο συλλογισμό αφορά στην παρατήρηση επαναληπτικών δοκιμασιών και υπολογισμών. Είναι αναγκαίο οι μαθητές να είναι σε θέση να παρατηρούν επαναλήψεις υπολογισμών και στη συνέχεια να ερευνούν για γενικές μεθόδους ή συντομεύσεις. Με αυτό τον τρόπο θα μάθουν να εστιάζουν στο γενικό αποτέλεσμα μιας διαδικασίας που επαναλαμβάνεται όπως και να παρατηρούν την κανονικότητα στην επίλυση προβλήματος. Τέλος, η συγκεκριμένη πρακτική αφορά επίσης, στην αναζήτηση επισφαλών γενικών μεθόδων και συντομεύσεων όπως και στην ικανότητα επαναξιολόγησης της λογικότητας ενδιάμεσων αποτελεσμάτων διαδικασιών.

Σημειώνεται πως η σημασία των επιστημονικών πρακτικών έχει αναγνωριστεί μέσω της καταγραφής τους στους βασικούς στόχους των Αναλυτικών προγραμμάτων, εφόσον επιδιώκεται μέσω της μαθησιακής εμπλοκής των μαθητών σε επιστημονικές πρακτικές, να οικοδομήσουν οι τελευταίοι βασικές εννοιολογικές ιδέες και έννοιες για την ερμηνεία φαινομένων και την επίλυση προβλημάτων (NGSS Lead States, 2013).

## 2.5. Μαθησιακή Απαίτηση δραστηριοτήτων

Οι δραστηριότητες είναι δυνατό να κατηγοριοποιηθούν και ως προς την μαθησιακή απαίτησή τους. Η μαθησιακή απαίτηση είναι δυνατό να προσδιοριστεί ως προς το είδος των απαντήσεων που απαιτούνται από τους μαθητές να δώσουν όπως και τους τρόπους τους οποίους χρησιμοποίησαν για να καταλήξουν στις εν λόγω απαντήσεις.

Οι μαθησιακές απαιτήσεις είναι σημαντικές γιατί όπως ορίζουν οι Stein et al. (1996) οι μαθηματικές δραστηριότητες δεν ορίζουν μόνο το περιεχόμενο μάθησης αλλά κυρίως το πώς σκέφτονται, χρησιμοποιούν και αντιλαμβάνονται τη φύση του γνωστικού αντικείμενου οι μαθητές.

Έχουν προταθεί διάφορες ταξινομήσεις των μαθησιακών απαιτήσεων (Porter & Smithson, 2001; Webb, 2007) με πιο διαδεδομένη την ταξινόμηση που έχει πραγματοποιηθεί από τον Bloom (Bloom, Engelhart, Furst, Hill & Krathwohl, 1956) και αφορά στη γνώση, την κατανόηση, την εφαρμογή, την ανάλυση, τη σύνθεση και την αξιολόγηση. Οι Anderson et al. (2001) τροποποίησαν το γνωστικό σχήμα και έχουν στην ουσία αντικαταστήσει το ουσιαστικό της περιγραφής της μαθησιακής απαίτησης με ρήμα, έχουν αντιμεταθέσει την κατηγορία «σύνθεση» με την «αξιολόγηση» και έχουν μετονομάσει την κατηγορία «γνώση» με την ονομασία «θυμάμαι».

Έτσι, διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες:

1. *Θυμάμαι*. Κύρια μορφή της συγκεκριμένης μαθησιακής απαίτησης είναι η απομνημόνευση περιεχομένου. Μπορεί να απαντάται σε δύο μορφές. Στην πρώτη μορφή μιλούμε για απλή απομνημόνευση στοιχείων γνώσεων και στη δεύτερη μορφή σε επικοδομητική αξιοποίηση στοιχείων. Σε αυτή την κατηγορία συναντούμε τις γνωστικές διεργασίες της *αναγνώρισης* και της *ανάκλησης*.
2. *Κατανόω*. Αφορά στην κατανόηση νοημάτων μέσα από κατάλληλα διδακτικά μηνύματα περιεχομένου προφορικής, γραπτής ή γραφικής επικοινωνίας. Περιλαμβάνει γνωστικές διεργασίες της ερμηνείας, της διευκρίνισης μέσω παραδειγμάτων, της ταξινόμησης/κατηγοριοποίησης, της σύνοψης/γενίκευσης, το συμπερασμό/επέκταση και τέλος τη γνωστική διαδικασία της εξήγησης.
3. *Εφαρμόζω*. Η συγκεκριμένη μαθησιακή απαίτηση είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη διαδικαστική γνώση και συνεπώς οι μαθητές αξιοποιούν

γνωστικές διεργασίες εκτέλεσης άσκησης και εφαρμογής κατάλληλης διαδικασίας.

4. *Αναλύω*. Στην προκειμένη περίπτωση, οι μαθητές καλούνται να κατακερματίσουν το υλικό στα συστατικά μου μέρη και συνεπώς ασχολούνται με *διαφοροποίηση/διάκριση, οργάνωση/δόμηση και απόδοση/αποδόμηση*.
5. *Αξιολογώ*. Αφορά σε κριτική σκέψη και στόχος τίθεται η λήψη αποφάσεων με βάση κριτήρια (ποιότητα, αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα, συνέπεια) και πρότυπα (ποσοτικά ή ποιοτικά). Άρα αναφερόμαστε στις γνωστικές διεργασίες του *ελέγχου* και του *σχολιασμού*.
6. *Δημιουργώ*. Σχετίζεται με τη συλλογή στοιχείων για την εποικοδομητική συγκρότηση συνόλου. Συνακόλουθα, σχετίζεται με τις γνωστικές διαδικασίες της *παραγωγής, του σχεδιασμού και της οικοδόμησης*.

Με διαφορετική οπτική οι Vermunt & Verloop (1999) διέκριναν τις μαθησιακές δραστηριότητες ανάλογα με το επίπεδο των μαθησιακών απαιτήσεών τους σε γνωστικές και μεταγνωστικές.

Στις γνωστικές δραστηριότητες εντάσσονται αυτές οι μαθησιακές δραστηριότητες που αφορούν: επιλογή, απομνημόνευση/επανάληψη, συγκεκριμενοποίηση, εφαρμογή, ανάλυση, δόμηση, συσχέτιση και κριτική επεξεργασία.

Αντίθετα στις μεταγνωστικές μαθησιακές δραστηριότητες αναφερόμαστε σε πιο απαιτητικές γνωστικές απαιτήσεις και διακρίνουμε σε δραστηριότητες: προσανατολισμού/σχεδίασης, παρακολούθησης/δοκιμής/διάγνωσης, προσαρμογής και αξιολόγησης/αναστοχασμού.

Στην ερευνητική βιβλιογραφία έχουν προταθεί και διάφορα άλλα πλαίσια κατηγοριοποίησης των δραστηριοτήτων με βάση γνωστικές απαιτήσεις αλλά σημειώνεται πως στην ουσία οι απαιτήσεις αφορούν αυτές που έχουν διατυπωθεί πρωθύστερα.

Για παράδειγμα, στην περίπτωση των μαθηματικών, οι ερευνητές της ομάδας QUASAR (Quantitative Understanding: Amplifying Students Achievement and Reasoning) (Sten, Smith, Henningsen & Silver, 2009), προτείνουν να διακρίνουμε τις μαθηματικές δραστηριότητες σε δραστηριότητες χαμηλού επιπέδου (απομνημόνευση

και διαδικασίες χωρίς συνδέσεις) όπου η διαδικασία είναι απλή και δεν απαιτείται αφαιρετική σκέψη και σε μαθηματικές δραστηριότητες υψηλού επιπέδου (διαδικασίες με συνδέσεις και κάνοντας μαθηματικά).

Η συγκεκριμένη κατηγοριοποίηση μαθησιακών απαιτήσεων έχει πλέον καθιερωθεί με την ονομασία Task Analysis Guide (TAG) και περιγράφεται ακολούθως (Sten, Smith, Henningsen & Silver, 2009):

## 1. Δραστηριότητες Χαμηλού Επιπέδου

1.1. *Απομνημόνευση*. Για την επίλυση των συγκεκριμένων δραστηριοτήτων, απαιτείται εφαρμογή κανόνων, αλγορίθμων ή ορισμών που έχει ήδη διδαχθεί ο μαθητής και συνεπώς χρειάζεται μόνο ανάκληση εκ μέρους του μαθητή. Παράλληλα, οι συγκεκριμένες δραστηριότητες δεν είναι διαφορούμενες και δεν απαιτούν σε βάθος κατανόηση εννοιών που βρίσκονται πίσω από ορισμούς, κανόνες και τύπους.

1.2. *Διαδικασίες Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών*. Η διαδικασία επίλυσης των συγκεκριμένων δραστηριοτήτων είναι γνωστή και δεν υπάρχει καμία αμφισημία για τις απαιτούμενες ενέργειες. Παράλληλα, δεν υπάρχει καμία σύνδεση με ενέργειες που βρίσκονται πίσω από τη διαδικασία επίλυσης, περιορίζονται στην παραγωγή σωστών απαντήσεων και δεν απαιτούν επεξήγηση της περιγραφής της διαδικασίας που υιοθετήθηκε.

## 2. Δραστηριότητες Υψηλού Επιπέδου

2.1. *Διαδικασίες Προαγωγής της Κατανόησης*. Στην προκειμένη περίπτωση οι μαθητές απαιτείται να εστιάσουν στη χρησιμοποίηση διαδικασιών με απώτερο στόχο την ανάπτυξη βαθύτερων επιπέδων κατανόησης των μαθηματικών αντικειμένων. Επίσης, στη συγκεκριμένη κατηγορία οι δραστηριότητες δίνονται με πολλαπλούς τρόπους (οπτικά διαγράμματα, σύμβολα, προβλήματα) και επιζητούν κάποιο βαθμό γνωστικής προσπάθειας.

2.2. *Επιστημονικές*. Οι δραστηριότητες απαιτούν σύνθετη και μη-αλγοριθμική σκέψη ενώ απαιτούν από τους μαθητές να διερευνούν και να κατανοούν τη φύση των μαθηματικών αντικειμένων. Επίσης, ζητούμενο είναι η αυτό-παρακολούθηση και η αυτορρύθμιση των γνωστικών διαδικασιών ενώ απαιτείται από τους μαθητές να έχουν πρόσβαση σε σχετικές γνώσεις και



εμπειρίες ή να αναλύουν τη δραστηριότητα και να εξετάζουν τους περιορισμούς. Είναι ενδεχόμενο να προκαλούν και άγχος στο μαθητή.

Επεκτείνοντας το πλαίσιο κατηγοριοποίησης των δραστηριοτήτων, οι Tekkumru-Kisa, Stein & Schunn (2015) επέκτειναν το TAG και στο χώρο των Φυσικών Επιστημών και κατέληξαν στο Task Analysis Guide in Science (TAGS). Οι μαθησιακές απαιτήσεις διακρίνονται επίσης σε χαμηλού επιπέδου και σε υψηλού επιπέδου αντίστοιχα και η διασύνδεση αφορά στο επιστημονικό περιεχόμενο των Φυσικών Επιστημών.

Το θετικό στο μοντέλο των Tekkumru-Kisam, Stein & Schunn (2015) είναι ότι προσανατολίζει την κατηγοριοποίηση των μαθησιακών απαιτήσεων τόσο με βάση το περιεχόμενο γνώσης όσο και τις πρακτικές που αξιοποιούνται, προτείνοντας έναν πίνακα ταξινόμησης στον οποίο οι οριζόντιες γραμμές προσδιορίζουν τις μαθησιακές απαιτήσεις και οι κάθετες αναφέρονται στις πρακτικές, στο περιεχόμενο και στην ενσωμάτωση τόσο του περιεχομένου όσο και των πρακτικών (Πίνακας 1).

**Πίνακας 1.** Task Analysis Guide in Science (Tekkumru-Kisa et al., 2015)

	<b>Πρακτικές</b>	<b>Γνώση (Περιεχόμενο)</b>	<b>Ενοποίηση πρακτικών και περιεχομένου/γνώσης</b>
<b>Δραστηριότητες επιστημονικές</b>			Επιστημονικές
<b>Δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης</b>			Προαγωγής της κατανόησης των πρακτικών και του περιεχομένου
	Προαγωγής της κατανόησης των πρακτικών	Προαγωγής της κατανόησης του περιεχομένου	
<b>Δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών</b>	Προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για πρακτικές	Προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για το περιεχόμενο	Προδιαγεγραμμένων διαδικασιών ενοποίησης πρακτικών και περιεχομένου
<b>Δραστηριότητες Απομνημόνευσης</b>	Απομνημόνευσης πρακτικών	Απομνημόνευσης περιεχομένου	

Συνακόλουθα, οι δραστηριότητες είναι δυνατό να κατηγοριοποιηθούν σε εννιά διαφορετικές κατηγορίες με βάση δύο κριτήρια: (α) την ενοποίηση πρακτικών και περιεχομένου και (β) τη μαθησιακή απαίτηση.

Η πρώτη διάσταση της *ενοποίησης* καταγράφεται στις στήλες του Πίνακα 1 και οι δραστηριότητες ταξινομούνται με βάση το αν εμπεριέχουν μόνο γνώσεις, μόνο πρακτικές ή ενοποίηση και γνώσεων και πρακτικών. Η δεύτερη διάσταση της *μαθησιακής απαίτησης*, κωδικοποιείται στις οριζόντιες στήλες του πλαισίου και αφορούν: (α) απομνημόνευση, (β) προδιαγεγραμμένες διαδικασίες, (γ) προαγωγή της κατανόησης και τέλος (δ) επιστημονικότητα.

Αναφορικά με το κατηγοριοποίηση των μαθησιακών απαιτήσεων του TAGS σε δραστηριότητες χαμηλού και υψηλού γνωστικού επιπέδου η ταξινόμηση είναι αντίστοιχη με αυτή των μαθηματικών και μάλιστα αναλυτικότερη. Πιο συγκεκριμένα το TAGS προτείνει την ακόλουθη ταξινόμηση (Tekkumru-Kisa et al., 2015):

## 1. ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΧΑΜΗΛΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

### 1.1. Επίπεδο 1. Απομνημόνευση.

1.1.1. *Δραστηριότητες απομνημόνευσης πρακτικών.* Η συγκεκριμένη κατηγορία αφορά στην αναπαραγωγή ορισμών και εξηγήσεων πρακτικών Φυσικών Επιστημών.

1.1.2. *Δραστηριότητες απομνημόνευσης περιεχομένου.* Αφορά στην αναπαραγωγή ενός ορισμού, μίας φόρμουλας ή αρχής για συγκεκριμένο περιεχόμενο Φυσικών Επιστημών.

### 1.2. Επίπεδο 2. Προδιαγεγραμμένων διαδικασιών

1.2.1. *Δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για πρακτικές.* Εντάσσονται δραστηριότητες όπου υπάρχει υιοθέτηση ενός σεναρίου καλά προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για την ολοκλήρωση της δραστηριότητας που σχετίζονται με πρακτικές αλλά δίχως να υπάρχει κατανόηση των συγκεκριμένων διαδικασιών.

1.2.2. *Δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για το περιεχόμενο.* Εντάσσονται δραστηριότητες όπου απαιτείται η υιοθέτηση προδιαγεγραμμένης σειράς διαδικασιών που σχετίζονται

μόνο με περιεχόμενο γνώσης δίχως να υπάρχει κατανόηση των συγκεκριμένων διαδικασιών.

1.2.3. *Δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών ενοποίησης πρακτικών και περιεχομένου.* Εντάσσονται δραστηριότητες όπου απαιτείται η υιοθέτηση προδιαγεγραμμένης σειράς διαδικασιών που σχετίζονται τόσο με περιεχόμενο γνώσης όσο και με πρακτικές (ενοποίηση πρακτικών και περιεχομένου), δίχως να υπάρχει κατανόηση των συγκεκριμένων διαδικασιών.

## 2. ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΨΗΛΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

### 2.1. Επίπεδο 3. Προαγωγή της Κατανόησης

2.1.1. *Δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης των πρακτικών.* Εντάσσονται δραστηριότητες όπου απαιτείται ενσωμάτωση πρακτικών στη βάση της κατανόησης του «γιατί» διενεργούνται οι εν λόγω διαδικασίες με αυτό τον τρόπο.

2.1.2. *Δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης του περιεχομένου.* Εντάσσονται δραστηριότητες όπου απαιτείται ενσωμάτωση εννοιών περιεχομένου στη βάση της κατανόησης του «γιατί» εφαρμόζονται οι εν λόγω έννοιες του περιεχομένου και τι ακριβώς δηλώνουν οι συγκεκριμένες έννοιες.

### 2.2. Επίπεδο 4 και 5. Προαγωγής της κατανόησης των πρακτικών και του περιεχομένου και επιστημονικές

2.2.1. Επίπεδο 4. Δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης των πρακτικών και του περιεχομένου. Εντάσσονται καθοδηγούμενες δραστηριότητες όπου ο στόχος τίθεται στο να αξιοποιήσουν οι μαθητές πρακτικές για την βαθύτερη κατανόηση της επιστημονικής γνώσης και του τρόπου διαχείρισής της.

2.2.2. Επίπεδο 5. Δραστηριότητες Επιστημονικές. Εντάσσονται δραστηριότητες όπου οι μαθητές εμπλέκονται σε επιστημονικές

πρακτικές κατανόησης της επιστημονικής γνώσης καθώς και ανακάλυψης και κατανόησης των φυσικών φαινομένων.

## **2.6. Ανακεφαλαίωση**

Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε αναφορά στα σχολικά εγχειρίδια και τα μαθησιακά αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών. Παράλληλα, επισημάνθηκαν τα περιεχόμενα γνώσης τους, οι επιστημονικές πρακτικές που τα διέπουν ενώ αναλύθηκαν και πλαίσια κατηγοριοποίησης των μαθησιακών απαιτήσεών τους.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ**

### **3.1. Εισαγωγή**

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που σχετίζονται με την ανάλυση των εγχειριδίων και των μαθησιακών αντικειμένων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών, παρουσιάζεται στο συγκεκριμένο κεφάλαιο. Το κεφάλαιο αποτελείται από τέσσερις επιμέρους ενότητες. Στην πρώτη (βλ. υποενότητα 3.2) συγκεντρώνονται έρευνες που αφορούν την ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων και των μαθησιακών αντικειμένων των Φυσικών Επιστημών ενώ στη δεύτερη (υποενότητα 3.3) πραγματοποιείται η αντίστοιχη βιβλιογραφική ανασκόπηση για το γνωστικό αντικείμενο των Μαθηματικών. Στη συνέχεια (υποενότητα 3.4) πραγματοποιείται μία συζήτηση για τα ευρήματα της ανασκόπησης ενώ τεκμηριώνεται και η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας.

### **3.2. Έρευνες για την ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων και μαθησιακών αντικειμένων των Φυσικών Επιστημών**

Στην ερευνητική βιβλιογραφία έχουν προταθεί διάφορα πλαίσια αξιολόγησης και ανάλυσης των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών (Fritzsche, 1992). Η έμφαση δίνεται σε διάφορες διαστάσεις του σχολικού βιβλίου όπως η συμβατότητα με τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (Hatzinikita, Dimopoulos & Christidou, 2008; Nwafor, 2012) η συγκριτική αξιολόγηση εγχειριδίων διαφορετικών χωρών (Μαραβέλης κ.α., 2015), η αξιολόγηση δραστηριοτήτων στη βάση των διεθνών οργανισμών που διεξάγονται σε διάφορες χώρες (Shiel Sofroniou & Cosgrove, 2006; Simola, 2005; Hatzinikita, Dimopoulos & Christidou, 2008; Le hebel, Tiberghien & Montpied, 2013; Pinto & El Boudamoussi, 2009; Αναγνωστοπούλου, 2015).

Αυτό συμβαίνει εφόσον η ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων πραγματοποιείται ανάλογα με τα ερευνητικά ενδιαφέροντα και τη σημαντικότητα που προσδίδει ο κάθε ερευνητής στα διάφορα δομικά ή λειτουργικά στοιχεία των σχολικών εγχειριδίων όπως για παράδειγμα το περιεχόμενο, οι ασκήσεις, οι δραστηριότητες, η γλώσσα, η εικονογράφηση ή τις έμφυλες αναπαραστάσεις (Τσατσαρώνη και Κουλαϊδής, 2001; Liu, 2016).

Στις περισσότερες περιπτώσεις, ωστόσο, η έρευνα επικεντρώνεται στο περιεχόμενο και πιο συγκεκριμένα στη γνώση και τη διδακτική μεθοδολογία, στη γλώσσα και αναγνωσιμότητα, στα επιστημολογικά ζητήματα, στις κοινωνικές διαστάσεις της γνώσης και λιγότερο σε κοινωνικά θέματα/διαστάσεις της γνώσης ή στα επιτεύγματα και τις επιδόσεις των μαθητών (Κουλαϊδή, 2001; Dimopoulos, Koulaïdis & Sklaveniti, 2005; Τσέτσος, 2015). Σημειώνεται ωστόσο, πως το ερευνητικό ενδιαφέρον για το περιεχόμενο έχει αναπτυχθεί εξαιρετικά πρόσφατα, από το 2002 και μετέπειτα (Τσέτσος, 2015) καθώς και το ότι το περιεχόμενο αναλύεται κυρίως με όρους εικονογράφησης. Πιθανότατα λόγω της επισήμανσης της αξίας των πολυτροπικών κειμένων (Χοντολίδου, 1999) ή της αξίας των εικονικών αναπαραστάσεων στην επιστήμη των Φυσικών Επιστημών και στα Μαθηματικά (Devetac & Vogrinc, 2013).

Βασικές γραμμές κριτηρίων αξιολόγησης έχει δώσει το Συμβούλιο της Ευρώπης (Fritzsche, 1992) το οποίο προτείνει τα ακόλουθα: (α) επιστημονική εγκυρότητα, (β) διδακτική εγκυρότητα, (γ) ελευθερία προκαταλήψεων, (δ) διαφάνεια και (ε) κατάλληλη εικονογράφηση. Στο ίδιο πνεύμα οι Chiappetta, Fillman & Sethna (1991) επισημαίνουν την κατανόηση της επιστημονικής γνώσης, την αλληλεπίδραση επιστήμης-τεχνολογίας και κοινωνίας, την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και την παρότρυνση για απόκτηση της επιστημονικής γνώσης. Ωστόσο, τα συγκεκριμένα κριτήρια είναι πολύ γενικά με συνέπεια να προταθούν αναλυτικότερα πλαίσια αξιολόγησης των σχολικών εγχειριδίων που συμβαδίζουν πολλές φορές με το γνωστικό αντικείμενο το οποίο εξετάζεται.

Έτσι, οι Koulaïdis και Tsatsaroni (1996) αναγνωρίζουν ως κατηγορίες το περιεχόμενο και τις διδακτικές τεχνικές, τη γλώσσα, την πρόοδο των μαθητών, τις επιστημολογικές και κοινωνικές διαστάσεις και τις έρευνες που αξιολογούν τα σχολικά βιβλία ενώ ο Παπαρηγορίου (2005) επικεντρώνεται καθαρά στο περιεχόμενο και στη δομή/οργάνωση του, την παιδαγωγική/διδακτική καταλληλότητα του όπως και στην αισθητική/τεχνική αρτιότητα του.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται έρευνες που εστιάζουν το ερευνητικό ενδιαφέρον στη γνώση που παρέχεται μέσω των σχολικών εγχειριδίων, στις πρακτικές των δραστηριοτήτων καθώς και στις μαθησιακές απαιτήσεις των δραστηριοτήτων ανά επιμέρους γνωστικό αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών.

Στις Βιοεπιστήμες ευρύτερα, συγκροτήθηκε έρευνα από τους Stern και Roseman (2004) σε εννέα βιβλία στη Μέση Εκπαίδευση των Ηνωμένων Πολιτειών για τις έννοιες της ύλης και της ενέργειας στο οικοσύστημα. Οι άξονες μελέτης ήταν εκτός από τη συμβατότητα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών και η διδακτική υποστήριξη των εννοιών όπως και η ποιότητα της διαδικασίας της αξιολόγησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ελλιπή προσέγγιση στην κατανόηση των συγκεκριμένων εννοιών.

Αντίστοιχα, στον ελληνικό χώρο, στα σχολικά εγχειρίδια Βιολογίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης επίσης, υπήρξε έρευνα των Στασινάκη και Κολιόπουλου (2009) που ασχολήθηκαν με την έννοια «Θρέψη» και το πως αυτή παρουσιάζονταν σε 13 σχολικά εγχειρίδια Βιολογίας που αξιοποιούνταν στην εκπαίδευση από το 1979 έως το 2007. Για τη μεθοδολογική προσέγγιση, κατέληξαν μέσω της μελέτης των Αναλυτικών Προγραμμάτων των Φυσικών Επιστημών, στο σχεδιασμό ενός πλαισίου αξιολόγησης που διαχωρίζει το προς διδασκαλία περιεχόμενο των (υπο)ενοτήτων των εγχειριδίων σε δύο κατηγορίες: παραδοσιακής αντίληψης και καινοτομικής αντίληψης. Διαπίστωσαν, λοιπόν, ότι ακολουθούνταν έως το 2007 που υπήρξε καινοτομική αλλαγή, ένα μοντέλο παραδοσιακής αντίληψης της γνώσης που χαρακτηρίζεται από παράθεση/διασπορά γνώσεων, μαθηματικοποιημένη πραγμάτευση εννοιών, εμπειριστική-επαγωγική προσέγγιση και υποβαθμισμένη χρήση πολιτισμικών χαρακτηριστικών της επιστημονικής γνώσης.

Εκτός από τον τρόπο δόμησης της γνώσης συγκεκριμένων εννοιών και της διδακτικής παρουσιάσής τους, έχει διερευνηθεί και ο «επιστημονικός εγγραμματισμός» στο σύνολό του. Πιο συγκεκριμένα, οι Chiappetta, Sethna και Filman (1993) στον τομέα της Βιοεπιστήμης αξιολόγησαν πέντε σχολικά εγχειρίδια της δεκαετίας του '80 στο Τέξας και με γνώμονα το κατά πόσο προωθούν τα κείμενα γνώσεις περιεχομένου Φυσικών Επιστημών, τη διερευνητική φύση της επιστήμης αλλά και την επιστήμη ως τρόπο σκέψης, κατέληξαν σε ανεπαρκή συσχέτιση μεταξύ της επιστήμης της τεχνολογίας και της κοινωνίας. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν και Ramnarain & Chanetsa (2016) σε βιβλία των Φυσικών Επιστημών στη Νότια Αφρική. Πιο συγκεκριμένα, σε αντίθεση με το τι επιτάσσουν τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών, δεν προωθούνται μέσω των βιβλίων η κατανόηση της επιστημονικής μεθοδολογίας και του τρόπου που αναπτύσσεται η επιστήμη γενικότερα.

Στον ελληνικό χώρο, οι Αλεξίου και Σκουμιός (2013) ανέλυσαν το σχολικό βιβλίο της Φυσικής της Β' Γυμνασίου ως προς τις διαστάσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού. Οι βασικές έννοιες που χρησιμεύουν για την εξήγηση πλήθους φαινομένων και διατρέχουν τα στενά όρια των επιστημονικών κλάδων είναι η Ενέργεια, η Δομή της ύλης, τα Μεγέθη, οι Κλίμακες, οι Δυνάμεις και η Ακτινοβολία. Οι κατηγορίες ανάλυσης αφορούσαν σε (Chiappetta, et al., 1991): (α) γεγονότα, υποθέσεις, έννοιες, νόμοι, αρχές, θεωρίες και μοντέλα, (β) μεγάλες ιδέες εξήγησης φαινομένων, (γ) εφαρμογή γνώσης στην καθημερινότητα και (δ) ερωτήσεις ανάκλησης γνώσεων. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν ανεπαρκή παρουσίαση των εν λόγω εννοιών (μόνο 10,8% του περιεχομένου). Επίσης, οι Κατσίκης και Ζαχαρίου (2002) μελετώντας τα σχολικά βιβλία του Δημοτικού αυτή τη φορά, εξέτασαν τη διάσταση «Περιβάλλον» στην Κύπρο. Οι θεματικές κατηγορίες εξέτασης αφορούσαν στο περιεχόμενο, τα διδακτικά μέσα, τις παιδαγωγικές προσεγγίσεις και το μεθοδολογικό πλαίσιο. Τα ευρήματα της έρευνας ανέδειξαν την προστασία του περιβάλλοντος ως θέμα να αναπτύσσεται από την Ε' Δημοτικού.

Αναφορικά με τις επιστημονικές πρακτικές των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών, διαφαίνεται από την ερευνητική βιβλιογραφία ότι μικρός αριθμός ερευνών έχουν ασχοληθεί εντατικά με το συγκεκριμένο ζήτημα (Lunetta & Tamir, 1981; Ganiel & Hofstein, 1982; Roth et al., 1997; Tiberghien et al., 2001; Lewis, 2012; Morris, Masnick, Baker & Junglen, 2015; Aldahmash, Mansour, Alshamrani & Almohi, 2016).

Ενδεικτικά καταγράφεται η έρευνα της Lewis (2012), η οποία αξιολόγησε τις επιστημονικές πρακτικές, όπως αυτές ορίζονται από την National Education Science Standardas (1996) σε σχολικά βιβλία των Φυσικών Επιστημών στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Γ' τάξη) και κατέληξε ότι μόνο στις μισές περίπου εκδόσεις σχολικών εγχειριδίων περιλαμβάνονται μόνο μισές πρακτικές, και στις άλλες μισές περίπου καμία. Σε ελάχιστες περιλαμβάνονταν όλες. Οι πρακτικές είναι τα ερευνητικά ερωτήματα, οι τεκμηριωμένες απαντήσεις, η συγκρότηση εξηγήσεων, η αντιπαραβολή των εξηγήσεων επιστημονικά και η ερμηνεία και διάχυση των εξηγήσεων. Επίσης, πιο πρόσφατα οι Morris et al., (2015) έθεσαν υπό αξιολόγηση 20 σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών που διδάσκονται στις ΗΠΑ και μέσω της ανάλυσης 731 δραστηριοτήτων παρουσίασαν τις δυνατότητες να εξασκηθούν οι μαθητές σε στρατηγικές επαγωγικού συλλογισμού. Διαπιστώθηκε ότι πολύ λίγες δραστηριότητες



υποστηρίζουν μάθηση στην καταγραφή, ανάλυση και επεξήγηση δεδομένων και ακόμη λιγότερες προωθούσαν στρατηγικές μάθησης με ανάλυση δεδομένων.

Παράλληλα, οι Aldamash et al., (2016) στο ίδιο πλαίσιο ανάλυσης σχολικών βιβλίων των Φυσικών Επιστημών, μελέτησαν τα σχολικά εγχειρίδια στη Σαουδική Αραβία και εστίασαν στις στρατηγικές που προωθούν πρακτικές επιστημονικής έρευνας. Παρατήρησαν ότι τα βασικά χαρακτηριστικά διεξαγωγής επιστημονικής έρευνας εντοπίζονται στο 59% τω δραστηριοτήτων αλλά υπάρχει μία έμφαση μόνο σε δύο από αυτά; (α) διευκόλυνση του μαθητή στο να δίνει τις κατάλληλες απαντήσεις και (β) στην ώθηση του μαθητή ώστε να αποδίδει επιστημονικές εξηγήσεις. Δεν δόθηκε η δέουσα σημασία σε άλλα χαρακτηριστικά που αφορούν τη μετατροπή εξηγήσεων σε επιστημονική γνώση, τη μαθησιακή εμπλοκή του μαθητή σε κατευθυνόμενες ερωτήσεις και τέλος στην επιστημονική τεκμηρίωση των απαντήσεων του σε άλλους συμμαθητές.

Στην Ελλάδα, δεν έχουν πραγματοποιηθεί γενικά έρευνες μελέτης των επιστημονικών πρακτικών. Συναντούμε μόνο την έρευνα των Τσέτσου και Σκουμιού (2016) στα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών της Ε' τάξης του Δημοτικού. Σε ανάλυση των φύλλων εργασίας των πειραμάτων προέκυψε πως εμπεριέχονται μόνο ορισμένες διαστάσεις των επιστημονικών πρακτικών ενώ δεν δίνεται η ίδια έμφαση στις περισσότερες από τις καταγεγραμμένες. Αναλυτικότερα, κατεγράφησαν σε σημαντικότερο βαθμό οι πρακτικές της ανάπτυξης και χρήσης μοντέλων, σχεδίασης και πραγματοποίησης έρευνας, παρατήρησης και συλλογής δεδομένων όπως και σχεδίασης πλάνων για ατομική έρευνα. Σημειώνεται πως το μεθοδολογικό πλαίσιο ανάλυσης που αξιοποιήθηκε στηριζόταν στο προτεινόμενο από το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των ΗΠΑ (NRC, 2012) το οποίο αναφέρεται σε τρεις διαστάσεις μάθησης: πρακτικές, βασικές ιδίες και εγκάρσιες έννοιες..

Τέλος για τις μαθησιακές απαιτήσεις των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών, παρατηρούμε να σημειώνονται κυρίως ερωτήσεις «γνώσης» και «κατανόησης» και λιγότερο ερωτήσεις «εφαρμογής» (Risner, 1987; Risner, Nicholson & Myhan, 1991) αναλύοντας σύμφωνα με την κατηγορία Bloom (Bloom et al., 1956). Στη δε χημεία και στην περίπτωση της πανεπιστημιακής εκπαίδευσης, υπήρχε υπέρσχυση των ερωτήσεων «εφαρμογής» και «ανάλυσης» (Davila & Talanquer, 2009).

Στην περίπτωση που τεθεί ως βάση η κατηγοριοποίηση Costa (1985) και ο διαχωρισμός των ερωτήσεων σε ερωτήσεις «εισόδου», «επεξεργασίας» και «εξόδου», η ερευνητική μελέτη αναδεικνύει την υπεροχή των ερωτήσεων «εισόδου» με συγκριτική πλειοψηφία στα βιβλία των Φυσικών Επιστημών (Shepardson & Pizzini, 1991; Pizzini, Shepardson & Abell, 1992). Στην περίπτωση της Χημείας μόνο, η Kahveci (2010) στην Τουρκία καταλήγει στο ίδιο αποτέλεσμα αλλά με μικρότερη διαφορά μεταξύ των ερωτήσεων «εισόδου» και των ερωτήσεων «επεξεργασίας».

Με διαφορετικό μεθοδολογικό πλαίσιο, οι Overman, Vermunt, Meijer, Bulte & Brekelmans (2013) εξέτασαν το περιεχόμενο της Χημείας στη μέση εκπαίδευση στην Ολλανδία. Το πλαίσιο που επιλέχθηκε ήταν των Vermunt & Verloop (1999) το οποίο προτείνει την εξής κατηγοριοποίηση των δραστηριοτήτων: (α) γνωστικές και (β) μεταγνωστικές. Στις γνωστικές δραστηριότητες εντάσσονται εκείνες που εμπεριέχουν γνωστικές διεργασίες αντιμετώπισης των θεμάτων προς επεξεργασία και που οδηγούν σε άμεσα μαθησιακά αποτελέσματα. Διακρίνονται σε επιλογή, απομνημόνευση/επανάληψη, εφαρμογή, συγκεκριμενοποίηση, ανάλυση, δόμηση, συσχέτιση και κριτική επεξεργασία. Αντίθετα, οι μεταγνωστικές δραστηριότητες προϋποθέτουν προσαναταλισμό/σχεδιασμό, παρακολούθηση/δοκιμή/διάγνωση, προσαρμογή ή αξιολόγηση/αναστοχασμό και αφορούν σε δραστηριότητες ελέγχου και κατεύθυνσης της μαθησιακής πορείας. Τα αποτελέσματα της έρευνας κατέδειξαν κυριαρχία των ερωτήσεων απομνημόνευσης και επανάληψης καθώς και οι ερωτήσεις συσχέτισης. Οι μεταγνωστικές ερωτήσεις ήταν ελάχιστες. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Σαπουντζή και Σκουμιάς (2015) που προχώρησαν στην ανάλυση των ερωτήσεων δύο σχολικών βιβλίων της Φυσικής της Β' Γυμνασίου τα οποία είχαν αξιοποιηθεί στην εκπαίδευση με διαφορά δεκαετίας (2004 και 2014 αντίστοιχα). Η κυριαρχία των ερωτήσεων χαμηλού γνωστικού επιπέδου ήταν έκδηλη.

Παράλληλα, οι Skoumias & Diakos (2015), ασχολούμενοι με τα σχολικά βιβλία της Χημείας της Β' και Γ' Γυμνασίου, αξιοποίησαν την ίδια μεθοδολογία των Vermunt και Verloop (1999) με τον τρόπο που την ανέπτυξαν οι Overman et al., (2013) και βρήκαν πως το μεγαλύτερο μέρος των ερωτήσεων ήταν ερωτήσεις χαμηλού γνωστικού επιπέδου εφόσον αφορούν την ερώτηση απομνημόνευσης/επανάληψης. Σημειώνεται πως δεν βρέθηκαν καθόλου ερωτήσεις μεταγνωστικών στρατηγικών. Με το ίδιο μεθοδολογικό πλαίσιο εξετάστηκαν και οι μαθησιακές δραστηριότητες που ενεργοποιούν τους μαθητές στα δύο σχολικά εγχειρίδια της Φυσικής, επίσης στη

δευτεροβάθμια εκπαίδευση, στη Β' τάξη (Σαπουντζή & Σκουμιός, 2014). Η μελέτη ανέδειξε επίσης την κυριαρχία ερωτήσεων χαμηλού γνωστικού επιπέδου και την έλλειψη μεταγνωστικών μαθησιακών δραστηριοτήτων.

Επίσης, οι ερευνητικές μελέτες για τα μαθησιακά αντικείμενα στο χώρο των Φυσικών Επιστημών είναι εξαιρετικά περιορισμένη. Οι Kay και Knaack (2008) σε αρχική έρευνά τους, εξέτασαν την αποτελεσματικότητα των μαθησιακών αντικειμένων στην κατασκευή και χειρισμού πληροφοριών εκ μέρους των μαθητών, στην παροχή ανατροφοδότησης, στην ύπαρξη διαδραστικών εικόνων αλλά και στην υποβοήθηση που παρέχουν στους μαθητές στο να αντιμετωπίσουν περιπτώσεις δυσκολιών μαθησιακής φύσεων. Επισημαίνουν, παράλληλα, την αναγκαιότητα διασύνδεσης της αποτελεσματικότητας με την ανάπτυξη διδακτικών στρατηγικών.

Στην ίδια επισήμανση καταλήγει και η Nash (2005). Τα αποτελέσματα των Kay και Knaack (2008) ενισχύθηκαν και σε δεύτερη έρευνά τους (Kay, 2014) όπου διαπιστώθηκε ότι η αποτελεσματικότητα της αξιοποίησης των μαθησιακών αντικειμένων στις Φυσικές Επιστήμες αυξανόταν εξαιρετικά, σε ποσοστό 40%, όταν υπήρχε επίσης χρησιμοποίηση διδακτικών στρατηγικών (καθοδήγηση, οδηγίες, αυτό-οργάνωση).

Καταλήγοντας, βλέπουμε το ενδιαφέρον να βρίσκεται στην αποτελεσματικότητα των μαθησιακών αντικειμένων (Kay & Knaack, 2008) και όχι στην ανάλυση του περιεχομένου τους, των επιστημονικών πρακτικών ή των μαθησιακών απαιτήσεων που επιτάσσουν.

### **3.3. Έρευνες για την ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων και μαθησιακών αντικειμένων των Μαθηματικών**

Τα σχολικά εγχειρίδια των Μαθηματικών αποτελούν τα κύρια υποστηρικτικά υλικά της διδακτικής πράξης και προσδιορίζουν σε σημαντικό βαθμό τα είδη στρατηγικών και την παιδαγωγική μέθοδο που θα υιοθετήσουν οι εκπαιδευτικοί στη διδασκαλία (Fan & Kaeley, 2000).

Η μελέτη και ανάλυσή τους, αποτέλεσε, συνακόλουθα, ερευνητικό αντικείμενο πληθώρας μελετών. Σύμφωνα με Fan et al., (2013) έχει προταθεί η ανάλυση των

σχολικών εγχειριδίων των Μαθηματικών να διεξάγεται σε πέντε διαστάσεις: (α) μαθηματικό περιεχόμενο και μαθηματικές έννοιες, (β) γνώση που προάγει και παιδαγωγικές πρακτικές που προωθεί, (γ) κριτήρια παρουσίασης πολιτισμικών στοιχείων όπως φύλου, εθνικότητα, ισότητα, κουλτούρα και αξίες, (δ) συγκριτική αξιολόγηση διαφορετικών εγχειριδίων και τέλος (ε) εξέταση εννοιών και μεθοδολογικών θεμάτων.

Σε γενικές γραμμές, ωστόσο, οι ερευνητικές μελέτες επιλέγουν την ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων των μαθηματικών στη βάση τεσσάρων διαστάσεων: του περιεχομένου, τις μαθησιακές απαιτήσεις, τον τύπο ερωτήματος και τα χαρακτηριστικά συμφραζομένων (Κολέζα, 2007). Στη Gracin (2016) χρωστούμε και μία πέμπτη διάσταση, τις μαθηματικές δραστηριότητες. Εν ολίγοις, συνιστά στο τι είναι σε θέση να πραγματοποιήσει ο μαθητής σε μία δραστηριότητα όπως για παράδειγμα, να υπολογίζει, να ερμηνεύει ή να χρησιμοποιεί επιχειρηματολογία.

Αναφορικά με το περιεχόμενο, έχουν προταθεί ως κατηγορίες οι μαθηματικές προθέσεις των Μαθηματικών, οι διδακτικές προθέσεις και τα κοινωνιολογικά πλαίσια/πολιτισμικές παραδόσεις που παρουσιάζονται εντός των βιβλίων (Perin & Haggarty, 2001).

Οι μαθηματικές προθέσεις σχετίζονται με την επιλογή και τρόπο που παρουσιάζεται η μαθηματική γνώση στα σχολικά βιβλία σε συνδυασμό με τις αντιλήψεις που προβάλλονται και αφορούν στη φύση των Μαθηματικών (Τσικοπούλου, 2008). Για παράδειγμα, οι Nicely (1985) όπως και οι Nicely, Fiber και Bobango (1986) αναλύοντας τα προβλήματα των σχολικών εγχειριδίων των Μαθηματικών στις ΗΠΑ βρήκαν ότι στην πλειονότητά τους τα προβλήματα ήταν χαμηλού επιπέδου μαθησιακών απαιτήσεων. Ενδεικτικά αναφέρονται η ανάκληση και η αναπαραγωγή. Οι παιδαγωγικές προθέσεις, αντίστοιχα, αφορούν στους τρόπους εκμάθησης μαθηματικού περιεχομένου με βάση λεκτική ή μη χαρακτηριστικά του κειμένου (Perin & Haggarty, 2001). Υπό το συγκεκριμένο πρίσμα αναλύονται χαρακτηριστικά όπως η ποιότητα των εξηγήσεων των μαθηματικών δραστηριοτήτων, ο ρόλος των μαθηματικών συμβόλων και η λειτουργία εικόνων και αναπαραστάσεων (Newton & Newton, 2006; Θεοδοπούλου και Γαγάτσης, 2003). Στη συνέχεια, τα κοινωνιολογικά χαρακτηριστικά αποτελούν τα κοινωνιολογικά στοιχεία επιρροής τόσο των συγγραφέων όσο και τους μαθηματικούς αναγνώστες (Dowling, 1996; Koustourakis &

Zacharos, 2010). Τέλος, οι πολιτισμικές παραδόσεις έχουν σαφή προσδιορισμό προς τις στερεότυπες αντιλήψεις που διέπουν τα σχολικά εγχειρίδια μιας χώρας (Perin, 2008; Ταξίδης, 2008; Χατζηβασιλείου, 2008).

Μία άλλη ταξινόμηση του περιεχομένου συνιστά στην πολυπλοκότητα του περιεχομένου (Schmidt et al., 1997). Πιο συγκεκριμένα, τίθενται ζητήματα επιλογής θεμάτων, την έμφαση που δίνεται σε αυτά και τις εννοιολογικές απαιτήσεις που θέτουν (πολυπλοκότητα θέματος), στους τρόπους ανάπτυξης των μαθηματικών θεμάτων (σύνθεση πολυπλοκότητας) και στις παιδαγωγικές προθέσεις ενός μαθηματικού θέματος (γνωστική πολυπλοκότητα).

Σε ορισμένες περιπτώσεις εξετάζονται οι μαθηματικές δραστηριότητες των σχολικών βιβλίων αναφορικά με το κατά πόσο αναφέρονται και παράλληλα διδάσκουν την εννοιολογική κατανόηση των μαθηματικών εννοιών ή τη διαδικαστική γνώση που στην ουσία ερμηνεύεται ως μηχανιστική γνώση υπολογισμών. Έτσι, οι Dole και Shield (2008), στην Αυστραλία, μελετώντας τα εγχειρίδια των Μαθηματικών στην 8<sup>η</sup> τάξη κατέληξαν στο συμπέρασμα πως προωθείται η διαδικαστική γνώση κυρίως στο περιεχόμενο των σχολικών βιβλίων.

Στις έρευνες αξιολόγησης περιεχομένου επίσης, συγκαταλέγονται και οι έρευνες που επικεντρώνονται σε μία θεματική των μαθηματικών με αποτέλεσμα η ανάλυση να στηρίζεται στην οπτική διδασκαλία της συγκεκριμένης μαθηματικής έννοιας ή στην εννοιολογική αναπαράστασή της.

Ενδεικτικά έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες για τις στατιστικές έννοιες στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση στις ΗΠΑ (Pickle, 2012) ή τα κλάσματα στα σχολικά βιβλία του Κοσόβου και της Αλβανίας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Vula, Kingji-Kastrati & Podvorica, 2016). Στο σύνολό τους οι έρευνες αναδεικνύουν ως κύριο συστατικό των σχολικών εγχειριδίων την παρουσίαση μαθηματικών εννοιών και γενικότερα την ανεπάρκεια σε προβλήματα υψηλών μαθησιακών απαιτήσεων.

Σε άλλες περιπτώσεις η έρευνα επικεντρώνεται στη διαθεματικότητα του περιεχομένου (Gene, Zacharos, Lavidas & Koustourakis, 2018). Έτσι, εξετάστηκε η σύνδεση του μαθηματικού περιεχομένου με τη γνώση που παρέχεται από άλλα σχολικά αντικείμενα σε σχολικά εγχειρίδια μαθηματικών ΣΤ' Δημοτικού και Α' Γυμνασίου (Zacharos,

Lavidas & Koustourakis, 2018). Διαπιστώθηκε ότι τα συγκεκριμένα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια επιτυγχάνουν μικρό βαθμό ανταπόκρισης στη διαθεματικότητα.

Αναφορικά με τις επιστημονικές πρακτικές, συναντούμε τον Stylianides (2009) που ασχολήθηκε με το συλλογισμό και την απόδειξη. Ανέλυσε στις ΗΠΑ σειρά σχολικών εγχειριδίων και διαπίστωσε πως σε ποσοστό μόνο 40% δίνεται η ευκαιρία μέσω των δραστηριοτήτων οι μαθητές να αναπτύξουν πρακτική συλλογισμού-απόδειξης. Στην άλλη γεωγραφική άκρη, οι Vincent & Stacey (2008), μελέτησαν τα μαθηματικά προβλήματα και τους συλλογισμούς που προωθούσαν. Τα συμπεράσματά τους αφορούν στην ύπαρξη μεγάλης αναλογίας προβλημάτων χαμηλής διαδικαστικής πολυπλοκότητας και απουσία συλλογιστικών προσεγγίσεων.

Τέλος, σχετικά με τις μαθησιακές απαιτήσεις των δραστηριοτήτων, αναδείχθηκαν ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα από την ερευνητική βιβλιογραφία.

Έτσι, οι Fan και Zhu (2007), ασχολήθηκαν με τις μαθησιακές απαιτήσεις των μαθηματικών δραστηριοτήτων και πραγματοποίησαν συγκριτική ανάλυση των μαθηματικών προβλημάτων όπως αυτά παρουσιάζονται στα σχολικά εγχειρίδια της Κίνας και των ΗΠΑ για συγκεκριμένες τάξεις (7<sup>η</sup> και 8<sup>η</sup>). Ακολούθησαν κατηγοριοποίηση που προσδιορίζει τα προβλήματα σε τυπικά-μη τυπικά, ανοιχτά-κλειστού τύπου και παραδοσιακά-μη παραδοσιακά. Σε εξαιρετικά υψηλό ποσοστό, τα ευρήματα κατέδειξαν το γεγονός ότι και στις δύο χώρες τα προβλήματα ήταν τυπικά και παραδοσιακά, κλειστού τύπου και δεν είχαν καμία σχέση με τον πραγματικό κόσμο.

Τέλος, η Gracín (2016) εργάστηκε σε εργασίες που ανατίθενται σε μαθητές στη Κροατία και πιο συγκεκριμένα στην 6<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup> και 8<sup>η</sup> τάξη. Αποδείχτηκε ότι στα εγχειρίδια δεν ενυπάρχουν όλοι οι τύποι εργασιών/δραστηριοτήτων και πως η έμφαση δίνεται στον υπολογισμό και μόνο, αφήνοντας άλλες πτυχές πρακτικών όπως την επιχειρηματολογία ή τον αναστοχασμό.

### **3.4. Συζήτηση – Προτοτυπία της εργασίας**

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που αναφέρθηκε παραπάνω προκύπτει ότι απουσιάζουν έρευνες που να εστιάζουν στην ανάλυση των δραστηριοτήτων των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων ως προς την ενοποίηση γνώσεων και πρακτικών, ως

προς τη μαθησιακή απαίτησή τους και ως προς τη σχέση της «ενοποίησης» γνώσεων και πρακτικών και της μαθησιακής απαίτησής τους. Επίσης, απουσιάζουν εργασίες που να εστιάζουν στη συγκριτική ανάλυση δραστηριοτήτων σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών ως προς την ενοποίηση γνώσεων και πρακτικών, ως προς τη μαθησιακή απαίτησή τους και ως προς τη σχέση της «ενοποίησης» γνώσεων και πρακτικών και της μαθησιακής απαίτησής τους. Αναδύεται λοιπόν η αναγκαιότητα πραγματοποίησης μιας τέτοιας έρευνας.

Η πρωτοτυπία αυτής της εργασίας έγκειται στο ότι αυτή αναλύει τις δραστηριότητες δύο σχολικών εγχειριδίων (Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών) ως προς τη μαθησιακή απαίτηση των δραστηριοτήτων και την ενοποίηση γνώσεων και πρακτικών σε αυτές καθώς επίσης και ως προς τη μεταξύ τους σχέση, ζητήματα για τα οποία δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα.

### **3.5. Ανακεφαλαίωση**

Στο κεφάλαιο αυτό, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση προηγούμενων ερευνών οι οποίες παρουσιάζουν συνάφεια με την παρούσα εργασία, ώστε να αναδειχθεί και να τεκμηριωθεί η πρωτοτυπία της εργασίας αυτής.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

### **4.1. Εισαγωγή**

Η μεθοδολογία που υιοθετήθηκε στην παρουσία εργασία παρουσιάζεται στο παρόν κεφάλαιο. Αρχικά περιγράφονται οι φάσεις της ερευνητικής διαδικασίας που ακολουθήθηκε (βλ. υποενότητα 4.2) και στη συνέχεια το εμπειρικό υλικό της έρευνας και η μονάδα ανάλυσης (βλ. υποενότητα 4.3). Το πλαίσιο ανάλυσης παρουσιάζεται στην υποενότητα 4.4 και η διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων στην υποενότητα 4.5.

### **4.2. Ερευνητική Διαδικασία**

Η ερευνητική διαδικασία αποτελεί διαδικασία μεθόδου ανάλυσης περιεχομένου και διακρίνεται σε τέσσερις φάσεις.

Αρχικά, ορίζεται η μονάδα ανάλυσης και συγκεντρώνονται οι υπό ανάλυση δραστηριότητες (μονάδες ανάλυσης) που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια. Στη συνέχεια δημιουργείται το πλαίσιο ανάλυσης, ένα σύστημα κατηγοριών που να πληρεί κριτήρια από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση. Η τρίτη φάση περιλαμβάνει ανάλυση του υλικού σύμφωνα με τα κριτήρια του συστήματος κατηγορικών και τέλος, στην τελευταία φάση, αξιολογούνται τα αποτελέσματα που προκύπτουν και καταγράφονται τα συμπεράσματα.

Ακολούθως, παρατίθενται το εμπειρικό υλικό, η μονάδα ανάλυσης και το πλαίσιο ανάλυσης για κάθε γνωστικό αντικείμενο, Φυσικά και Μαθηματικά, αντίστοιχα.

### **4.3. Το εμπειρικό Υλικό και η Μονάδα Ανάλυσης των Φυσικών Επιστημών**

Το εμπειρικό υλικό της μελέτης αποτελούν τα σχολικά εγχειρίδια των Τετραδίων Εργασιών της Ε' Δημοτικού των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών.

Στην Ε' Δημοτικού για τις Φυσικές Επιστήμες προβλέπονται δύο εγχειρίδια: το Βιβλίο Μαθητή που είναι το υποστηρικτικό εγχειρίδιο και το Τετράδιο Εργασιών. Επονομάζονται «Φυσικά Ε' Δημοτικού, Ερευνώ και Ανακαλύπτω» και οι συγγραφείς τους είναι οι Ε.Γ. Αποστολάκης, Ε. Παναγοπούλου, Σ. Σάββας, Ν. Τσαγλιώτης, Γ.



Πανταζής, Σ. Σωτηρίου, Β. Τόλιας, Α. Τσαγκογέωργα και Γ.Θ. Καλκάνης με κριτές-αξιολογητές τους Γ.Ι. Παϊωάννου, Ι. Μπάκανο και Ο. Γαρνέλη.

Τα Τετράδια Εργασιών αξιοποιούν τα φύλλα εργασίας τα οποία στην ουσία καθοδηγούν τους μαθητές και επηρεάζουν τη διαδικασία υλοποίησης και αποτελεσματικότητας των πειραματικών δραστηριοτήτων (Αποστολάκης κ.α., 2014) για αυτό και αποτελούν το κυρίως υλικό επεξεργασίας και μελέτης στην τάξη αλλά και στον ιδιωτικό χώρο του μαθητή.

Έτσι, το δείγμα της παρούσας έρευνας στη Φυσική είναι το εγχειρίδιο του Τετραδίου Εργασιών της σειράς «Φυσικά Ε' Δημοτικού, Ερευνώ και Ανακαλύπτω» το οποίο χρησιμοποιείται το τρέχον διδακτικό έτος 2018-19 στα σχολεία της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στην Ελλάδα. Το Τετράδιο Εργασιών είναι στο κύριο εργαλείο μεθόδευσης της δουλειάς το σχολείο και περιλαμβάνει το σύνολο των δραστηριοτήτων (Αποστολάκης, 2014). Εμπεριέχει φύλλα εργασίας που ακολουθούν την εξής δομή (Αποστολάκης, 2014): εισαγωγικό ερέθισμα, πειραματική αντιμετώπιση, εξαγωγή συμπεράσματος και εμπέδωση/γενίκευση. Το Βιβλίο Μαθητή παρέχει πληθώρα στοιχείων και πληροφοριών για τον εμπλουτισμό της μαθησιακής διαδικασίας και όπως συνίσταται από τους συγγραφείς δεν πρέπει να αλλοιώνει τον ανακαλυπτικό χαρακτήρα των εργασιών του μαθητή, όπως αυτός σχηματοποιείται με τα φύλλα εργασίας (Αποστολάκης, 2014).

Η ανάλυση αφορά σε όλα τα κεφάλαια του εγχειριδίου που συγκεκριμενοποιούνται στα ακόλουθα: Υλικά Σώματα, Μίγματα, Ενέργεια, Πεπτικό Σύστημα, Θερμότητα, Ηλεκτρισμός, Φως, Ήχος και Μηχανική. Στο υπό ανάλυση υλικό περιλαμβάνονται τόσο οι ερωτήσεις του κυρίως κειμένου που στοχεύουν στην επεξεργασία του εκπαιδευτικού υλικού εντός τάξης όσο και οι δραστηριότητες που προτείνονται για επεξεργασία και άσκηση στο σπίτι. Το εισαγωγικό κεφάλαιο επιλέχθηκε να μην αναλυθεί, εφόσον δεν εμπεριέχονται σε αυτό ερωτήσεις ή δραστηριότητες αλλά στην ουσία διδάσκει τη μεθοδολογία ανακάλυψης της γνώσης.

Αναφορικά με το γνωστικό αντικείμενο των μαθηματικών, χρησιμοποιούνται στη διδακτική πράξη δύο Βιβλία Μαθητή και δύο εγχειρίδια Τετράδια Εργασιών το τρέχον διδακτικό έτος 2018-19 (πρώτη κυκλοφορία το εν λόγω έτος) τα οποία κυκλοφορούν με τον τίτλο «Μαθηματικά Ε' Δημοτικού» και έχουν συγγραφεί από τους Κ. Βρυώνης,

Σ., Δουκάκης, Β. Καρακώστα, Γ. Μπαραλή και Ι. Σταύρου με κριτές-αξιολογητές τους Δ. Πόταρη, Δ. Ζυμπίδη και Μ. Λάτση.

Τα σχολικά εγχειρίδια που αναλύονται είναι τα «Μαθηματικά: Βιβλίο Μαθητή, α' τεύχος» και «Μαθηματικά: Βιβλίο Μαθητή, β' τεύχος» που αξιοποιούνται από το διδακτικό έτος 2018-19 στην Ε' Δημοτικού στα Δημοτικά σχολεία της Ελλάδας. Επιλέγονται τα βιβλία μαθητή των μαθηματικών εφόσον στην ουσία αυτά είναι που παράγουν την κατάκτηση της γνώσης και των πρακτικών ενώ στα Τετράδια Εργασίας υπάρχουν ασκήσεις εμπέδωσης της ύλης και συνεπώς αφορούν μόνο εξάσκηση.

Σύμφωνα με τους συγγραφείς (Βρυώνης κ.α., 2018) στα τετράδια εργασιών πραγματοποιείται εφαρμογή των νέων μαθηματικών εννοιών σε πραγματικές προβληματικές καταστάσεις. Στόχος είναι οι μαθητές να συνεργάζονται στην επίλυση θεμάτων της καθημερινής ζωής από διαφορετικού τομείς των επιστημών με την αξιοποίηση των μαθηματικών. Έτσι, με αφορμή μία συγκεκριμένη δραστηριότητα επιδιώκεται η περαιτέρω διερεύνηση και επέκταση της γνώσης για την κατανόηση εις βάθος μία έννοιας.

Τέλος, σχετικά με τη μονάδα ανάλυσης, αυτή λογίζεται ως «ένα συγκεκριμένο πεδίο περιεχομένου το οποίο περιγράφεται από την τοποθέτηση του σε μία συγκεκριμένη κατηγορία» (Holsti, 1969). Έτσι, εφόσον η δομή των κεφαλαίων των διδακτικών εγχειριδίων που αναλύονται, στηρίζεται στην δραστηριότητα που συνιστά στην απαίτηση ολοκλήρωσης μαθησιακού έργου, επιλέχθηκε η μονάδα ανάλυσης να είναι η *διδασκτική δραστηριότητα* (ή απλά δραστηριότητα). Οι διδακτικές δραστηριότητες ορίζονται ως οι εργασίες που ανατίθενται στους μαθητές με στόχο την επικέντρωσή τους σε ορισμένο επιστημονικό περιεχόμενο ή σε επιστημονικές πρακτικές (Tekkumru-Kisa, Stein & Schunn, 2015). Σε αυτές περιλαμβάνονται επίσης και οι δραστηριότητες αξιολόγησης εφόσον τα όρια μεταξύ των δύο κατηγοριών δεν είναι σαφώς προσδιορισμένα (NRC, 2014).

Στην παρούσα εργασία, οι όροι *διδασκτική δραστηριότητα* και *δραστηριότητα* θα αξιοποιούνται εναλλακτικά.

#### 4.4. Το Πλαίσιο Ανάλυσης

Η ανάλυση περιεχομένου προαπαιτεί την καταγραφή μίας σειράς κριτηρίων και πλαισίων που αναγνωρίζονται ως «εννοιολογικά θεμέλια», τα οποία στην ουσία απεικονίζουν τους σκοπούς της ερευνητικής μελέτης και αποτρέπουν τους ερευνητές από τη διεξαγωγή βιαστικών ή υποκειμενικών αναλύσεων και συνακόλουθα συγκροτούν το Πλαίσιο Ανάλυσης του Περιεχομένου (Wang, 1998).

Στην παρούσα ερευνητική μελέτη, το πλαίσιο ανάλυσης αποτελείται από δύο άξονες ανάλυσης:

1. Γνώση και Πρακτικές
2. Μαθησιακή Απαίτηση

Η γνώση αναφέρεται σε γνώση των βασικών ιδεών των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών και ακολουθούνται αντίστοιχα οι κατηγορίες της έκθεσης του NRC (2012) για τις Φυσικές Επιστήμες και του NCTM (2000).

Αναφορικά με τη μαθησιακή απαίτηση, ο όρος σχετίζεται άμεσα με τις γνωστικές δεξιότητες που ενεργοποιούνται από τους μαθητές καθώς και με το περιεχόμενο γνώσεων που εμπεριέχονται σε μία άσκηση και πιθανότατα απαιτούν από το μαθητή να ενεργοποιηθεί. Συνακόλουθα, ένα ικανοποιητικό μοντέλο κατηγοριοποίησης των γνωστικών απαιτήσεων είναι το μοντέλο Task Analysis Guide for Science (TAGS) (Tekkumru-Kisa, Stein & Schunn (2015).

Το μοντέλο ανάλυσης, Task Guide Analysis in Science (TAGS), προτείνει τη συσχέτιση μεταξύ των μαθησιακών απαιτήσεων και πρακτικών. Στο Πίνακα 2 που ακολουθεί παρουσιάζεται το πλαίσιο ανάλυσης διεξοδικότερα.

**Πίνακας 2.** Πίνακας Ανάλυσης Δραστηριοτήτων

	<b>Πρακτικές</b>	<b>Γνώση (Περιεχόμενο)</b>	<b>Ενοποίηση πρακτικών και περιεχομένου/γνώσης</b>
<b>Δραστηριότητες επιστημονικές</b>			Επιστημονικές
<b>Δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης</b>			Προαγωγής της κατανόησης των

	Προαγωγής της κατανόησης των πρακτικών	Προαγωγής της κατανόησης του περιεχομένου	πρακτικών και του περιεχομένου
<b>Δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών</b>	Προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για πρακτικές	Προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για το περιεχόμενο	Προδιαγεγραμμένων διαδικασιών ενοποίησης πρακτικών και περιεχομένου
<b>Δραστηριότητες Απομνημόνευσης</b>	Απομνημόνευσης πρακτικών	Απομνημόνευσης περιεχομένου	

Η μαθησιακή απαίτηση αναγράφεται στην αριστερή στήλη του πλαισίου και αφορά σε δραστηριότητες: (α) απομνημόνευσης, (β) προδιαγεγραμμένων διαδικασιών, (γ) προαγωγής της κατανόησης και (δ) επιστημονικές.

### **Α. Δραστηριότητες που Εμπλέκουν Πρακτικές**

Στην περίπτωση των πρακτικών, η ανάλυση στηρίζεται στις πρακτικές όπως αυτές ορίστηκαν από το NRC (2012) και αναλύονται σε υποκατηγορίες από τον Σκουμιά (2014) στον Πίνακα 3.

**Πίνακας 3.** Κατηγορίες και υποκατηγορίες Φυσικών Επιστημών.

<b>Κατηγορίες</b>	<b>Υποκατηγορίες</b>
<i>Υποβολή Ερωτήσεων</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Υποβολή ερωτήσεων που μπορούν να απαντηθούν μέσω εμπειρικής έρευνας</li> <li>2. Αξιολόγηση ερωτήσεων</li> <li>3. Υποβολή ερωτήσεων πάνω στην εργασία άλλων</li> </ol>
<i>Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Συγκρότηση και χρήση μοντέλων που βοηθούν στην υποβολή ερωτήσεων.</li> <li>2. Συγκρότηση και χρήση μοντέλων που βοηθούν στην υποβολή και τον έλεγχο εξηγήσεων.</li> <li>3. Συγκρότηση και χρήση μοντέλων για την αναπαράσταση αυτών που έχουν κατανοηθεί.</li> <li>4. Συγκρότηση και χρήση μοντέλων για την επικοινωνία ιδεών.</li> <li>5. «Ευέλικτη» μετατόπιση ανάμεσα σε διαφορετικούς τύπους μοντέλων.</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Αναγνώριση των ορίων των μοντέλων.</li> <li>7. Αξιολόγηση των ορίων των μοντέλων.</li> <li>8. Αναθεώρηση των μοντέλων.</li> </ol>
<p><i>Σχεδίαση και Πραγματοποίηση έρευνας</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Υποβολή ερώτησης που μπορεί να διερευνηθεί.</li> <li>2. Εκφορά μίας υπόθεσης βασισμένης σε ένα μοντέλο ή μία θεωρία.</li> <li>3. Αναγνώριση των μεταβλητών.</li> <li>4. Εξέταση για το πώς οι μεταβλητές μπορούν να παρατηρηθούν ή να μετρηθούν.</li> <li>5. Εξέταση για το πώς οι μεταβλητές μπορούν να ελεγχθούν.</li> <li>6. Εξέταση της αξιοπιστίας και της ακρίβειας των δεδομένων.</li> <li>7. Παρατήρηση και συλλογή των δεδομένων που ελέγχουν μια υπάρχουσα θεωρία και τις εξηγήσεις.</li> <li>8. Σχεδίαση πλάνων για έρευνα συνεργατικά.</li> <li>9. Αξιολόγηση πλάνων για έρευνα.</li> </ol>
<p><i>Ανάλυση και ερμηνεία αποτελεσμάτων</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Χρήση πινάκων για την αντιπαραβολή, τη σύνοψη και τη διαχείριση των δεδομένων.</li> <li>2. Χρήση διαγραμμάτων για την αντιπαραβολή, τη σύνοψη και τη διαχείριση των δεδομένων.</li> <li>3. Χρήση απεικονίσεων για την αντιπαραβολή, τη σύνοψη και τη διαχείριση των δεδομένων.</li> <li>4. Χρήση στατιστικής ανάλυσης για την αντιπαραβολή, τη σύνοψη και τη διαχείριση των δεδομένων.</li> <li>5. Αναγνώριση των σημαντικών χαρακτηριστικών και των τάσεων στα δεδομένα.</li> <li>6. Χρήση των δεδομένων ως αποδεικτικών στοιχείων.</li> <li>7. Αναγνώριση των πηγών των σφαλμάτων.</li> </ol>
<p><i>Χρήση μαθηματικής υπολογιστική σκέψης και</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Οπτική αναπαράσταση των δεδομένων.</li> <li>2. Μετασχηματισμός των δεδομένων ανάμεσα σε πίνακα και διάγραμμα.</li> <li>3. Στατιστική ανάλυση των δεδομένων.</li> <li>4. Αναγνώριση ποσοτικών σχέσεων.</li> <li>5. Εξαγωγή ποσοτικών σχέσεων.</li> <li>6. Εφαρμογή ποσοτικών σχέσεων.</li> </ol>
<p><i>Συγκρότηση εξηγήσεων</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Εφαρμογή εξηγήσεων στα φαινόμενα.</li> <li>2. Συγκρότηση εξηγήσεων για τα φαινόμενα βασισμένων σε αποδεικτικά στοιχεία.</li> <li>3. Σύνδεση αποδεικτικών στοιχείων με τους ισχυρισμούς (συγκρότηση συλλογισμών).</li> <li>4. Διατύπωση ισχυρισμού.</li> <li>5. Χρήση αποδεικτικών στοιχείων για την υποστήριξη ή την αντίκρουση της εξήγησης.</li> <li>6. Αναγνώριση κενών ή αδυναμιών σε μία εξήγηση.</li> </ol>
<p><i>Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία αποδεικτικά στοιχεία με</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία για την αναγνώριση των δυνατών και αδύνατων σημείων σε ένα συλλογισμό για την καλύτερη πειραματική σχεδίαση.</li> </ol>

*Απόκτηση, εκτίμηση και επικοινωνία της πληροφορίας*

2. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία για την αναγνώριση των δυνατών και αδύνατων σημείων σε ένα συλλογισμό για την καλύτερη τεχνική ανάλυσης των δεδομένων.
3. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία για την αναγνώριση των δυνατών και αδύνατων σημείων σε ένα συλλογισμό για την καλύτερη ερμηνεία μίας ομάδας δεδομένων.
4. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία για την αναγνώριση των δυνατών και αδύνατων σημείων σε ένα συλλογισμό σχετικά με το πώς τα δεδομένα υποστηρίζουν έναν ισχυρισμό.
5. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία για την εύρεση της καλύτερης εξήγησης για ένα φαινόμενο ατομικά.
6. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία για την εύρεση της καλύτερης εξήγησης για ένα φαινόμενο συνεργατικά.
7. Παροχή κριτικής σε εργασία άλλων.
8. Αναγνώριση αδυναμιών σε ένα επιχείρημα.
9. Τροποποίηση μίας εργασίας υπό το πρίσμα των αποδεικτικών στοιχείων.
10. Αναγνώριση δυνατών και αδύνατων σημείων σε αναφορές των Φυσικών Επιστημών.
11. Αναγνώριση του τρόπου με τον οποίο οι ισχυρισμοί αιτιολογούνται από την επιστημονική κοινότητα.

1. Προφορική επικοινωνία ιδεών.
2. Γραπτή επικοινωνία ιδεών.
3. Επικοινωνία μέσω πινάκων και διαγραμμάτων.
4. Επικοινωνία ιδεών μέσω εκτενών συζητήσεων με τους συνομηλίκους.
5. Άντληση νοημάτων από επιστημονικά άρθρα και κείμενα.
6. Άντληση νοημάτων από επιστημονικές πληροφορίες που παρουσιάζονται προφορικά.
7. Αξιολόγηση της αξιοπιστίας των επιστημονικών πληροφοριών
8. Ενοποίηση πληροφοριών που προέρχονται από διαφορετικές πηγές.

Ακολούθως, παρατίθενται ορισμένα παραδείγματα δραστηριοτήτων πρακτικών του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού.

Πιο συγκεκριμένα, στις σελίδες 112-113, υπάρχει η δραστηριότητα της Εικόνας 1 η οποία πραγματεύεται το ηλεκτρικό κύκλωμα. Σε αυτή την δραστηριότητα, ο μαθητής κατευθύνεται σε μία ακολουθία βημάτων για να παρατηρήσει το φαινόμενο και να καταγράψει δεδομένα. Συνακόλουθα, παρατηρείται η πρακτικής της «παρατήρησης και συλλογής δεδομένων που περιγράφουν ένα φαινόμενο» που εντάσσεται στη γενικότερη κατηγορία της σχεδίασης και πραγματοποίησης έρευνας.



Κατασκεύασε το κύκλωμα που βλέπεις στην εικόνα. Ακούμπησε τους συνδετήρες στα αντικείμενα που είναι σημειωμένα στον πίνακα της επόμενης σελίδας. Με ποια υλικά ανάβει το λαμπάκι;

Παρατήρηση

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ	ΥΛΙΚΟ	ΤΟ ΛΑΜΠΑΚΙ ΑΝΑΒΕΙ	ΤΟ ΛΑΜΠΑΚΙ ΔΕΝ ΑΝΑΒΕΙ
αλουμινόφυλλο	αλουμίνιο		
κουταλάκι	ασάλι		
ποτήρι	γυαλί		
δαχτυλίδι	άργυρος		
καλαμάκι	πλαστικό		
λαστιχάκι	καουτσούκ		
μπλουζάκι	ύφασμα		
κλαδί	ξύλο		
μολύβι ξυσμένο από τις δύο άκρες	γραφίτης		
σύρμα από καλώδιο	χαλκός		

**Συμπέρασμα**

◆ αγωγοί: \_\_\_\_\_

◆ μονωτές: \_\_\_\_\_



Συμπλήρωσε το συμπέρασμα σημειώνοντας ποια από τα υλικά που χρησιμοποίησες στο πείραμα είναι αγωγοί και ποια μονωτές.

Εικόνα 1. Δραστηριότητα πρακτικής παρατήρησης και συλλογής δεδομένων στα ηλεκτρικά κυκλώματα των σελίδων 112-113 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού.

Την πρακτική της «χρήσης διαγραμμάτων για την αντιπαραβολή, τη σύνοψη και τη διαχείριση δεδομένων» που υπάγεται στην «ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων» αξιοποιεί η δραστηριότητα στη σελίδα 57 του Τετραδίου Εργασιών. Ασχολείται με την κατηγοριοποίηση των τροφών σε διάγραμμα που αντιστοιχεί και στον τρόπο διαμόρφωσης του διατροφολογίου (Εικόνα 2).

**Πείραμα**

**Όργανα - Υλικά**  
ψαλίδι  
κόλλα

Κόψε τις εικόνες που θα σου δώσει η δασκάλα ή ο δάσκαλός σου και κόλλησέ τες στη σωστή θέση στην πυραμίδα δραστηριοτήτων.

**Παρατήρηση**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Συμπέρασμα**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

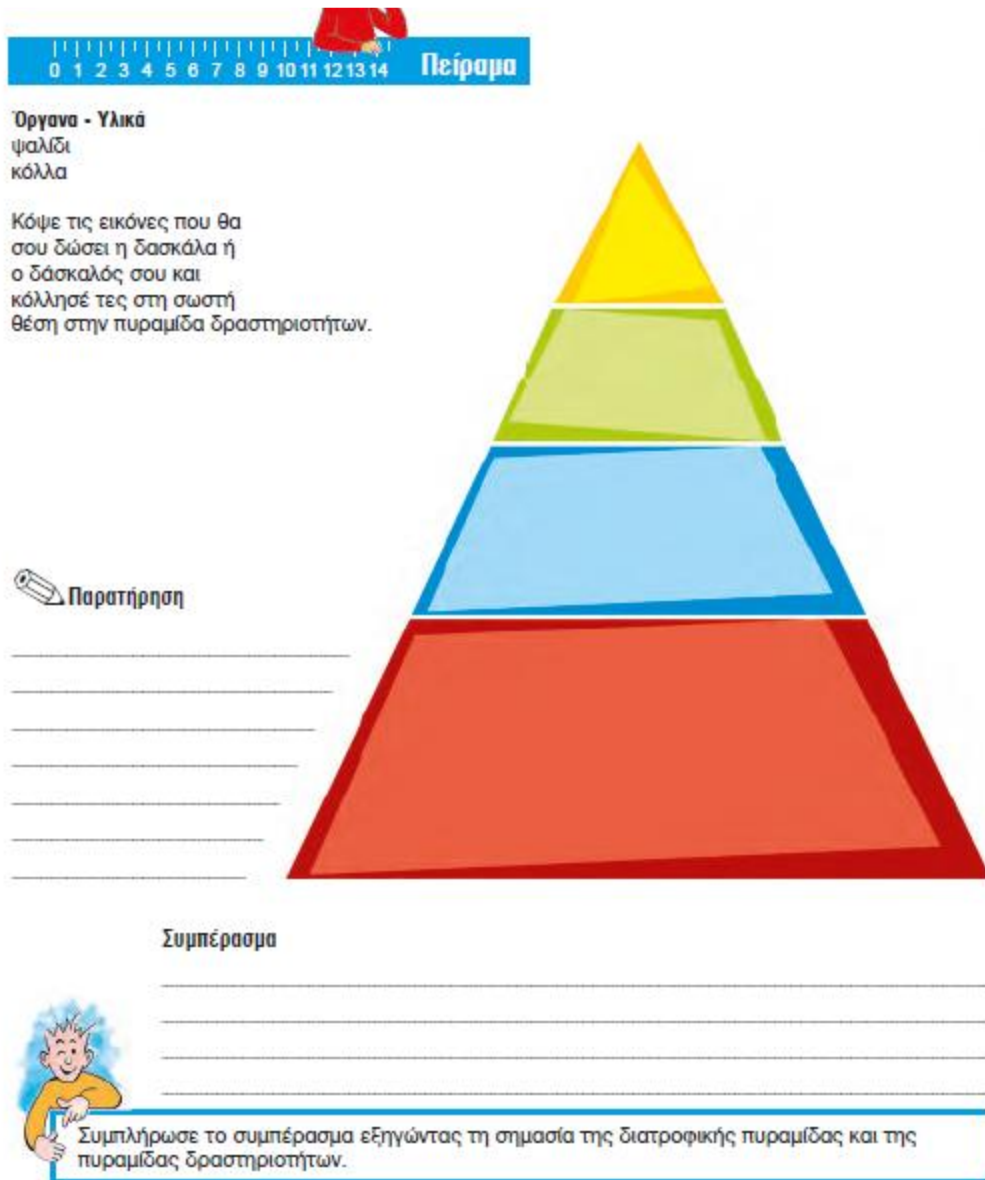
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Συμπλήρωσε το συμπέρασμα εξηγώντας τη σημασία της διατροφικής πυραμίδας και της πυραμίδας δραστηριοτήτων.



Εικόνα 2. Δραστηριότητα πρακτικής της χρήσης διαγραμμάτων για την αντιπαραβολή, τη σύνοψη και τη διαχείριση των δεδομένων στη σελίδα 57 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού.



Παράλληλα, οι πρακτικές των Μαθηματικών, σύμφωνα με το NCTM (Common Core State Standards for Mathematical Practice, 2010) μπορούν να περιγραφούν ως ακολούθως:

1. *Κατανόηση μέσω προβλήματος και επιμονή στη λύση προβλήματος.* Αφορά στην κατανόηση και επίλυση προβλήματος: (α) επεξήγηση ζητήματος, (β) ανάλυση σχέσεων, (γ) ανάλυση στόχων, (δ) διατύπωση υποθέσεων για το περιεχόμενο της απάντησης, (ε) σχεδιασμό τρόπου επίλυσης του προβλήματος και (στ) αξιολόγηση προόδου και έλεγχος των απαντήσεων.
2. *Ποσοτική και αφηρημένη σκέψη.* Σχετίζεται με την αναπαράσταση ποσοτήτων και σχέσεων με συμβολικό τρόπο.
3. *Ανάπτυξη ισχυρισμών και κρίση του συλλογισμού άλλων.* Αφορά στην κατανόηση και χρησιμοποίηση προϋποθέσεων και ορισμών εκ μέρους των μαθητών για την κατασκευή δικών τους ισχυρισμών και αιτιολογήσεων. Παράλληλα, αφορά στη χρήση αντιπαραδειγμάτων, στη σύγκριση επιχειρημάτων και στην αξιολόγηση των ισχυρισμών των άλλων.
4. *Μοντελοποίηση.* Η μοντελοποίηση σχετίζεται με την αξιοποίηση με ευκολία μαθηματικών αναπαραστάσεων όπως πίνακες ή γραφικές παραστάσεις όπως και η δημιουργία ή εφαρμογή αναπαραστάσεων στην επεξήγηση φαινομένων. Τέλος, εντάσσονται και οι δραστηριότητες που εμπεριέχουν αυτό-βελτίωση και αυτό-έλεγχο των δημιουργημένων αναπαραστάσεων από τους ίδιους τους μαθητές.
5. *Στρατηγική χρήση εργαλείων.* Αφορά στην αξιοποίηση εκ μέρους των μαθητών διαφόρων υλικών και μέσων, τεχνολογικών ή μη, με τρόπο ευέλικτο και αποτελεσματικό στην επίλυση προβλημάτων.
6. *Ακρίβεια.* Αφορά στην ορθή και σαφή ορολογία και στην απαίτηση αξιοποίησης σωστής μαθηματικής ορολογίας και συλλογισμών στη μαθηματική επικοινωνία.
7. *Δομή των μαθηματικών.* Αφορά στην αναγνώριση εκ μέρους των μαθητών, της δομής των μαθηματικών στη λύση των μαθηματικών προβλημάτων.
8. *Κανονικότητα σε επαναλαμβανόμενο συλλογισμό.* Αφορά στην παρατήρηση επαναληπτικών δοκιμασιών και υπολογισμών, στην αναζήτηση επισφαλών γενικών μεθόδων και συντομεύσεων όπως και στην ικανότητα επαναξιολόγησης της λογικότητας ενδιάμεσων αποτελεσμάτων διαδικασιών.

Ως παράδειγμα μοντελοποίησης μπορεί να αναφερθεί η δραστηριότητα στη σελίδα 61 του σχολικού βιβλίου των μαθηματικών για το μαθητή (Βιβλίο Μαθητή, α' τεύχος) το οποίο σχετίζεται με αναπαρίσταση δεδομένων σε διπλό ραβδόγραμμα (Εικόνα 3).

### 3. Αναπαριστάμε τα δεδομένα σε διπλό ραβδόγραμμα.



Με κόκκινο χρώμα φτιάχνουμε τις ράβδους του σχολείου μας δίπλα από τις ράβδους του σχολείου της Αθήνας.

- Πόσα παιδιά έλαβαν μέρος σε κάθε έρευνα;
- Τι δείχνει το ύψος των ράβδων;
- Πόσες ώρες για ξεκούραση έχουν τα περισσότερα παιδιά του σχολείου μας τις καθημερινές;



Συγκρίνουμε τα αποτελέσματα των δύο ερευνών.

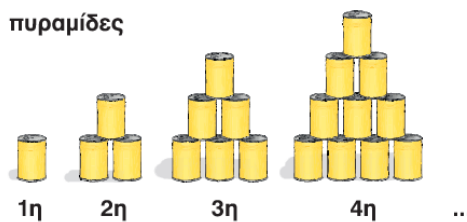
Εικόνα 3. Δραστηριότητα πρακτικής μοντελοποίησης του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού (τεύχος β, σελ. 61).

Επίσης, ως παράδειγμα δίνεται και η δραστηριότητα στη σελίδα 31 (Βιβλίο Μαθητή, τεύχος β') που σχετίζεται με την πρακτική της «κανονικότητας σε επαναλαμβανόμενο αριθμό» (Εικόνα 4).

### 2. Ο Αντρέι και ο Νίκος βάζουν 28 τενεκεδάκια σε σειρές και φτιάχνουν πυραμίδες. Αν τοποθετούν τα τενεκεδάκια τους με τον τρόπο που δείχνει η διπλανή εικόνα, έχουν τόσα ακριβώς τενεκεδάκια, ώστε η πυραμίδα τους να έχει συνολικά 7 σειρές;

α. Παρατηρούμε την εικόνα και συμπληρώνουμε τον παρακάτω πίνακα.

πυραμίδες



Πυραμίδα	1η	2η	3η	4η	...	7η
Πλήθος σειρών	1	2	3		...	
Πλήθος από τενεκεδάκια	1	1+2	1+2+3		...	

β. Πόσα τενεκεδάκια θα χρειαστούν ο Αντρέι και ο Νίκος, για να φτιάξουν:

5 σειρές:.....,

6 σειρές:.....,

7 σειρές:.....

Εικόνα 4. Δραστηριότητα πρακτικής κανονικότητας σε επαναλαμβανόμενο αριθμό στη σελίδα 31 του Βιβλίου Μαθητή, τεύχος β' και σελίδα 31).

## **B. Δραστηριότητες που Εμπλέκουν Περιεχόμενο**

Με βάση την έκθεση του NRC (2012) οι βασικές ιδέες των Φυσικών Επιστημών που προωθούν οι δραστηριότητες των σχολικών εγχειριδίων διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες (Διάγραμμα 2):

1. Ύλη και Αλληλεπιδράσεις
  - 1.1. *Δομή και ιδιότητες της ύλης.* Στη συγκεκριμένη κατηγορία εντάσσονται δραστηριότητες δόμησης της ύλης με βάση τα σωματίδια.
  - 1.2. *Χημικές αντιδράσεις.* Εντάσσονται δραστηριότητες για το πως συνδυάζονται οι ουσίες ή αντιδρούν μεταξύ τους για το σχηματισμό νέων ουσιών όπως και το πως περιγράφονται και ερμηνεύονται οι εν λόγω αντιδράσεις προκειμένου να πραγματοποιούνται προβλέψεις.
  - 1.3. *Πυρηνικές διαδικασίες.* Αφορά σε δραστηριότητες όπου εξετάζονται οι δυνάμεις συγκράτησης των πυρήνων και οι δυνάμεις που μεσολαβούν στην υλοποίηση πυρηνικών διαδικασιών.
2. Κίνηση και Σταθερότητα.
  - 2.1. *Δυνάμεις και κίνηση.* Περιλαμβάνει τις δραστηριότητες που σχετίζονται με την πρόβλεψη αλλαγών στην κίνηση ενός αντικειμένου.
  - 2.2. *Τύπος αλληλεπιδράσεων.* Εμπεριέχει δραστηριότητες που μελετούν τις υποβόσκουσες δυνάμεις διενέργειας αλληλεπιδράσεων.
  - 2.3. *Σταθερότητα ή μη φυσικών συστημάτων.* Εντάσσονται δραστηριότητες μελέτης του γιατί κάποια συστήματα είναι πιο σταθερά από κάποια άλλα.
3. Ενέργεια
  - 3.1. *Ορισμός ενέργειας.* Η συγκεκριμένη κατηγορία περιλαμβάνει δραστηριότητες όπου οριοθετείται εννοιολογικά η ενέργεια.
  - 3.2. *Διατήρηση και μεταφορά ενέργειας.* Εντάσσονται δραστηριότητες μελέτης της διατήρησης της ενέργειας και το πως αυτή μεταφέρεται μεταξύ αντικειμένων και συστημάτων.
  - 3.3. *Σχέση ενέργειας – δυνάμεων.* Στην κατηγορία σχέσης ενέργειας και δυνάμεων συμπεριλαμβάνονται οι δραστηριότητες όπου μελετάται ακριβώς αυτή η σχέση μεταξύ της ενέργειας και τις δυνάμεις που επιδρούν σε ένα σύστημα.
  - 3.4. *Ενέργεια στις χημικές διαδικασίες και στην καθημερινή ζωή.* Αφορά στις δραστηριότητες μελέτης των τροφίμων και των καυσίμων που παρέχουν

ενέργεια και για ποιο λόγο συχνά απαντούμε τη φράση ότι η ενέργεια παράγεται και καταναλώνεται όταν ισχύει ο νόμος διατήρησης της ενέργειας.

4. Κύματα και εφαρμογές τους στον τομέα των τεχνολογιών για τη μεταφορά πληροφοριών

4.1. *Ιδιότητες κυμάτων*. Περιλαμβάνει δραστηριότητες όπου οι μαθητές εξετάζουν τις χαρακτηριστικές ιδιότητες και συμπεριφορές των κυμάτων.

4.2. *Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία*. Στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εντάσσονται δραστηριότητες στις οποίες εξετάζεται από τους μαθητές, το φως και οι ιδιότητές του, το πώς μπορούν να ερμηνευθούν τα ποικίλα αποτελέσματά του καθώς και το ποιες άλλες μορφές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας υπάρχουν.

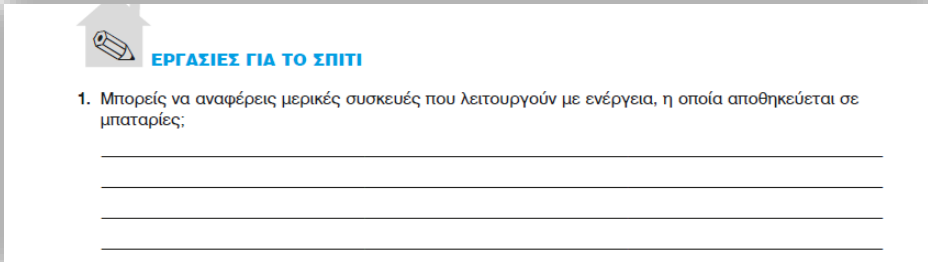
4.3. *Τεχνολογίες πληροφορίας και οργάνων μέτρησης*. Στην κατηγορία αυτή, εμπεριέχονται δραστηριότητες εξέτασης οργάνων που μεταδίδουν και ανιχνεύουν κύματα και χρησιμοποιούνται για να επεκτείνουν τις ανθρώπινες αισθήσεις.



Σχήμα 1. Πλαίσιο ανάλυσης της διάστασης "Βασικές Ιδέες Φυσικών Επιστημών".

Ως παράδειγμα ανάλυσης των δραστηριοτήτων με βάση την κατηγοριοποίηση των «βασικών ιδεών των Φυσικών Επιστημών» αναφέρεται η δραστηριότητα της Εικόνας 5 (βλ. σελ 44 του σχολικού βιβλίου Τετραδίου Εργασιών στα Φυσικά, Ερευνώ και Ανακαλύπτω) στην οποία ζητείται από τους μαθητές να αναφέρουν

συσκευές που λειτουργούν με ενέργεια, η οποία αποθηκεύεται σε μπαταρίες. Η συγκεκριμένη άσκηση εντάσσεται στην κατηγορία «Ενέργεια» και στην υποκατηγορία «ενέργεια στις χημικές διαδικασίες και στην καθημερινή ζωή».



The image shows a worksheet titled "ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ" (Homework) with a pencil icon. The question asks for energy devices that use batteries. Below the question are four horizontal lines for writing.

**ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ**

1. Μπορείς να αναφέρεις μερικές συσκευές που λειτουργούν με ενέργεια, η οποία αποθηκεύεται σε μπαταρίες;

\_\_\_\_\_

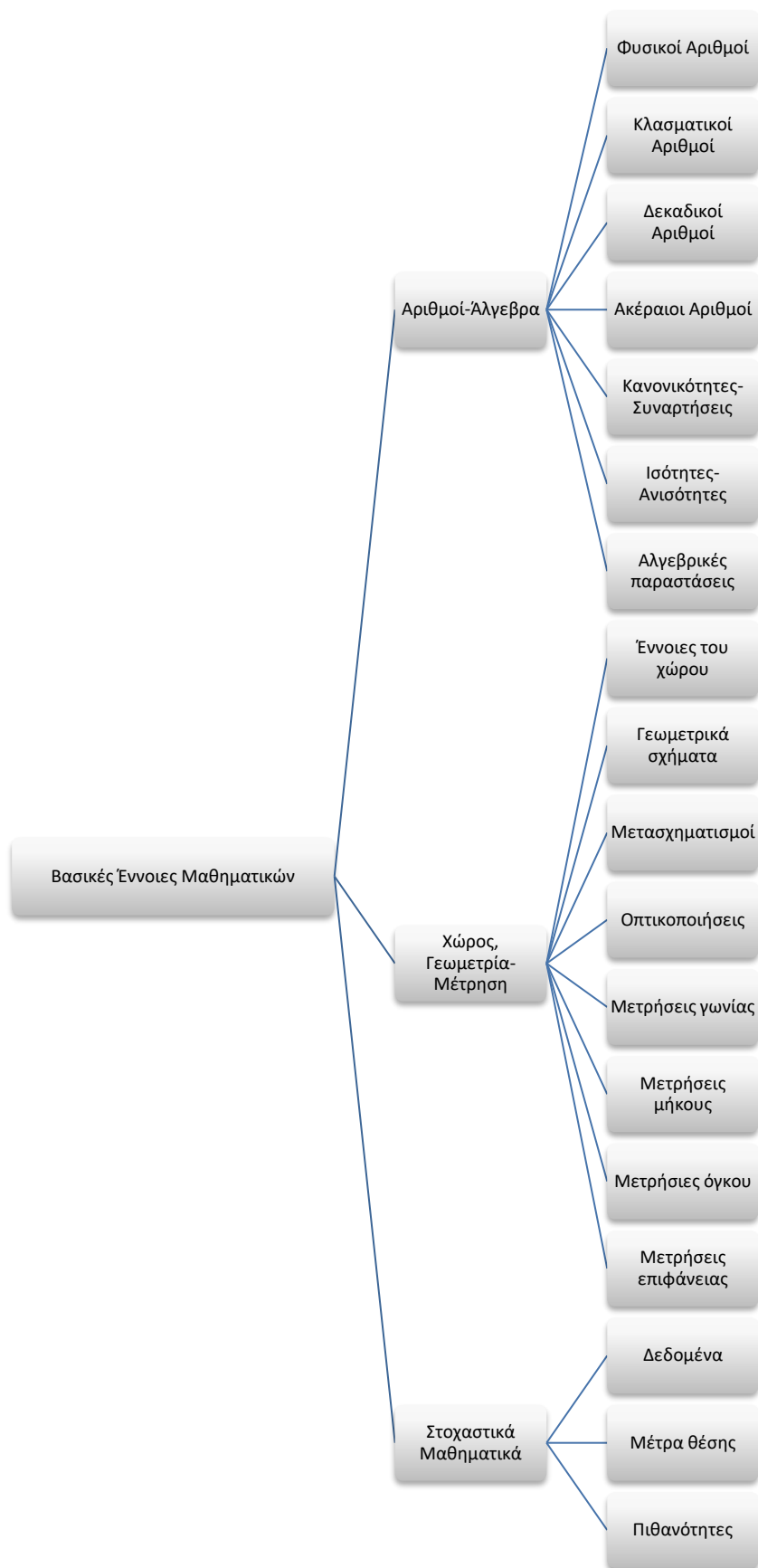
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Εικόνα 5. Δραστηριότητα Ενέργειας. Φυσικά Ε' Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω Τετράδιο Εργασιών (Αποστολάκης κ.α., 2014: σελ. 44).

Αντίστοιχα, στα Μαθηματικά, η γνώση που εμπεριέχεται στα βιβλία των μαθηματικών αναπτύσσεται πάνω σε τρεις άξονες (NCTM, 2000): (α) αριθμοί-άλγεβρα, (β) χώρος και γεωμετρία-μέτρηση και (γ) στοχαστικά μαθηματικά. Η ανάλυση του περιεχομένου της γνώσης διαρθρώνεται όπως φαίνεται στο Διάγραμμα που ακολουθεί (Διάγραμμα 2).



Σχήμα 2. Πλαίσιο Ανάλυσης Βασικών Εννοιών των Μαθηματικών

Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί η δραστηριότητα στη σελίδα 45 του Βιβλίου των Μαθηματικών του μαθητή (τεύχος α'), που αφορά στην αναγραφή ενός κλάσματος με τη μορφή ισοδυνάμων του (Εικόνα 6). Συνακόλουθα, η συγκεκριμένη δραστηριότητα αφορά στην γνώση που αντιστοιχεί στους αριθμούς και πιο εστιασμένη στους κλασματικούς αριθμούς.

2. Εκφράζουμε το κλάσμα  $\frac{6}{12}$  με κλάσματα που έχουν μικρότερους όρους χρησιμοποιώντας τις ράβδους κλασμάτων του παραρτήματος.

$$\frac{6}{12} = \frac{6}{6} = \frac{4}{4} = \frac{2}{2}$$


Πώς προκύπτουν οι όροι των κλασμάτων που βρήκαμε από τους όρους του  $\frac{6}{12}$ ;

.....

.....

.....

Ποιο κλάσμα έχει τους μικρότερους όρους; .....



Εικόνα 6. Δραστηριότητα υπολογισμού γωνιών του Τετραδίου Εργασιών των Μαθηματικών, β' τεύχος.

### Γ. Δραστηριότητες Ενοποίησης Πρακτικών και Περιεχομένου

Η γνώση του περιεχομένου ή η γνώση πρακτικών από μόνες τους δεν συνιστούν *βαθιά κατανόηση* των επιστημονικών εννοιών και ιδεών (Achieve, 2010).


Αντίθετα, ενισχύεται διαρκώς η άποψη να δοθεί έμφαση στην ανάπτυξη ικανοτήτων διενέργειας επιστημονικής έρευνας στους μαθητές (Martins, Mullis, Gonzales & Chrotowski, 2004; Achieve, 2010) γεγονός που εμπλέκει κυρίως την ενασχόληση των μαθητών με δραστηριότητες που εμπεριέχουν τόσο επιστημονικές πρακτικές όσο και ενσωμάτωση κύριων επιστημονικών ιδεών (NGSS Lead States, 2013).

Αν και η συγκεκριμένη θέση, δεν αντανακλά παρά τον τρόπο που η επιστήμη προάγεται στον αληθινό κόσμο, παρατηρείται στην σχολική τάξη, να κυριαρχούν οι δραστηριότητες που είτε αφορούν το περιεχόμενο της γνώσης ή ορισμένες συνήθως πρακτικές της ανάπτυξης της επιστημονικής γνώσης (Weiss, Pasley, Smith, Banilower & Heck, 2003; Chinn & Malhotra, 2002; Hofstein & Lunetta, 2004).

Οι δραστηριότητες που εμπεριέχουν τόσο περιεχόμενο όσο και πρακτικές αφορούν στην «ενοποίηση πρακτικών και περιεχομένου».



Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί το πείραμα της σελίδας 72 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού όπου οι μαθητές έρχονται σε επαφή με πρακτικές επιστημονικής ανακάλυψης της γνώσης (σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας, παρατήρηση και συλλογή δεδομένων) που σχετίζεται με τη μέτρηση της θερμοκρασίας ενώ οδηγούνται και στην κατάκτηση περιεχομένου της γνώσης της λειτουργίας ενός θερμομέτρου βαθμών Celsius (Εικόνα 7).



Η δασκάλα ή ο δάσκαλός σου βράζει νερό σε ένα δοχείο. Με ένα θερμομότρο μετρά τη θερμοκρασία του νερού που βράζει.

**Παρατήρηση**

---



---



---

**Συμπέρασμα**

Με τη βοήθεια της δασκάλας ή του δασκάλου σου συμπλήρωσε την κλίμακα Celsius στο θερμομότρο. Τι θερμοκρασία δείχνει το θερμομότρο στο σκίτσο; \_\_\_\_\_ °C. Μπορείς τώρα να περιγράψεις με λίγα λόγια τον τρόπο με τον οποίο εργάστηκε ο Celsius;

---




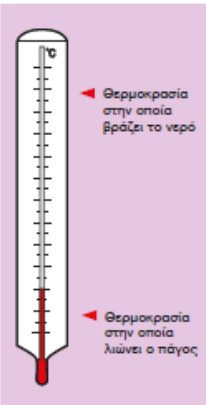
---



---



---

Εικόνα 7. Δραστηριότητα Θερμότητας στη σελ. 72 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών.

Στην περίπτωση των Μαθηματικών μπορεί να αναφερθεί η δραστηριότητα της σελίδας 65 του α' τεύχους του Βιβλίου των Μαθηματικών του μαθητή της Ε' Δημοτικού (Εικόνα 8). Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα αναπτύσσονται τόσο πρακτικές κατανόησης μέσω προβλήματος και επιμονή στη λύση προβλήματος και ποσοτικής και αφηρημένης σκέψης όσο και μαθηματική γνώση που αναφέρεται στις πιθανότητες.

## Δραστηριότητα

Παίζουμε ένα παιχνίδι στο οποίο κερδίζει μόνον όποιος φέρει στον διπλανό τροχό το χρώμα που έχει επιλέξει. Ποιο χρώμα θα διάλεγες για εσένα;



α. Κάνουμε προβλέψεις για το πείραμα τύχης.



Συζητάμε πόσο πιθανό είναι να έρθει καθένα από τα χρώματα, αν περιστρέψουμε τον τροχό.

β. Κάνουμε το πείραμα τύχης.

Χωριζόμαστε σε ομάδες και χρησιμοποιούμε τον τροχό από το παράρτημα. Περιστρέφουμε τον τροχό 20 φορές και καταγράφουμε τα αποτελέσματά μας.

1. Παρατηρούμε τη συχνότητα εμφάνισης κάθε χρώματος. Ποιο χρώμα είναι πιο πιθανόν να εμφανίζεται κάθε φορά;

.....

Αποτελέσματα της ομάδας μου		
Χρώμα	Καταμέτρηση με γραμμές	Συχνότητα εμφάνισης με αριθμό
πράσινο		
κίτρινο		
μπλε		
κόκκινο		

Το βέλος μπορεί να σταματήσει σε καθένα από τα 8 ίσα μέρη. Το κίτρινο χρώμα είναι στα 4 από αυτά.



Το μπλε είναι μόνο σε 1 από τα 8 ίσα μέρη.



2. Πόσες φορές αναμένουμε να εμφανιστεί κόκκινο χρώμα σε 8 περιστροφές του τροχού;

.....

3. Πόσες φορές αναμένουμε να εμφανιστεί πράσινο χρώμα σε 8 περιστροφές του τροχού;

.....

γ. Γράφουμε με κλάσμα την πιθανότητα εμφάνισης κάθε χρώματος, όταν περιστρέφουμε τον τροχό.

Πιθανότητα να έρθει: κίτρινο =  $\frac{\square}{\square}$ , κόκκινο =  $\frac{\square}{\square}$ , μπλε =  $\frac{\square}{\square}$ , πράσινο =  $\frac{\square}{\square}$



δ. Τοποθετούμε τα κλάσματα στην παρακάτω κλίμακα.



Συγκρίνουμε τις πιθανότητες που υπολογίσαμε, με τον τρόπο αυτό, με τις αρχικές μας προβλέψεις.

Εικόνα 8. Δραστηριότητα πιθανοτήτων στη σελίδα 65 του α' τεύχους του Βιβλίου των Μαθηματικών του μαθητή της Ε' Δημοτικού.

Σημειώνεται πως οι συγκεκριμένες δραστηριότητες δεν είναι ανάγκη να δίνουν ισότιμη αξία στο περιεχόμενο και στις πρακτικές. Κύρια ιδέα είναι το να εκτεθούν οι μαθητές τόσο στο περιεχόμενο όσο και στις πρακτικές. Έτσι, στην δραστηριότητα της Εικόνας 7 έχουμε υπερίσχυση των πρακτικών έναντι του περιεχομένου ενώ αντίθετη διάταξη στη μαθηματική δραστηριότητα της Εικόνας 8.

#### **Δ. Δραστηριότητες Απομνημόνευσης**

Οι δραστηριότητες απομνημόνευσης αφορούν στις δραστηριότητες απομνημόνευσης πρακτικών και στις δραστηριότητες απομνημόνευσης περιεχομένου. Και οι δύο τύποι δραστηριοτήτων δεν απαιτούν κατανόηση και σχετίζονται με ανάκληση από τη μνήμη προηγούμενης μαθημένης γνώσης, όπως ορισμοί, κανόνες, γεγονότα ή πρακτικές. Δεν απαιτείται για τη συμπλήρωσή τους η υιοθέτηση διαδικασίας εφόσον η διαδικασία στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν υφίσταται.

Είναι χαμηλού επιπέδου μαθησιακών απαιτήσεων εφόσον οι μαθητές δεν καλούνται να παράγουν γνώση και είναι πολύ απλά και άμεσα διατυπωμένες. Αντίστοιχα, υπάρχουν άμεσες απαντήσεις που εμφανίζουν μοναδικότητα.

#### *Δραστηριότητες Απομνημόνευσης Πρακτικών*

Οι δραστηριότητες απομνημόνευσης πρακτικών αφορούν σε δραστηριότητες που πραγματεύονται επιστημονικές πρακτικές και ζητούν από τους μαθητές να αναπαράγουν περιγραφές πρακτικών ή την ορολογία που σχετίζεται με αυτές όταν ήδη αυτές οι πρακτικές έχουν διδαχθεί νωρίτερα. Υπό το ίδιο πρίσμα, μπορεί σε μία δραστηριότητα αυτού του τύπου να ζητείται η ανάκληση της περιγραφής μίας τακτικής.

Δεν απαιτείται η έκθεση και η διαπραγμάτευση επιστημονικών ιδεών ή εννοιών και γενικότερα δεν είναι απαραίτητη η βαθύτερη κατανόηση των εννοιών ή των επιστημονικών ιδεών για την πραγμάτωσή τους.

Παράδειγμα από τις Φυσικές Επιστήμες της Ε' Δημοτικού είναι η δραστηριότητα στη σελίδα 25 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών (Εικόνα 9). Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα, γίνεται λόγος για τη μάζα των σωμάτων και ζητείται από το μαθητή να προτείνει ένα συνδυασμό μεταξύ των προϊόντων του πίνακα προκειμένου να επιτευχθεί ισορροπία σε ζυγό σύγκρισης. Η συγκεκριμένη πρακτική της χρήσης μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης που αφορά στην αναγνώριση ποσοτικών σχέσεων, είχε διδαχθεί στην προηγούμενη σελίδα (σελ. 24) του σχολικού εγχειριδίου και συνεπώς στην παρούσα δραστηριότητα ζητείται απλή επανάληψή της. Συνακόλουθα, η συγκεκριμένη

δραστηριότητα αφορά στην απομνημόνευση πρακτικής αφού αφορά στην ανάκληση συγκεκριμένης πρακτικής.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 **Πείραμα**



Όργανα - Υλικά  
Ζυγός σύγκρισης  
Διάφορα υλικά

Τοποθέτησε διάφορα από τα προϊόντα που είναι σημειωμένα στον πίνακα της προηγούμενης σελίδας στον ζυγό σύγκρισης, έτσι ώστε αυτός να ισορροπεί. Πρότεινε τρεις διαφορετικούς τρόπους. Πότε ισορροπεί ο ζυγός; Πότε γέρνει προς μία μεριά;

 Παρατήρηση

◆ \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

◆ \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

◆ \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Συμπέρασμα

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_




Συμπλήρωσε το συμπέρασμα χρησιμοποιώντας τις λέξεις: •μάζα •ιδιότητα •ζυγός  
•ισορροπεί


Εικόνα 9. Δραστηριότητα Απομνημόνευσης πρακτικής στη σελίδα 25 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού

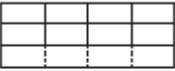
Στην περίπτωση των μαθηματικών, ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί η δραστηριότητα της σελίδας 51 του πρώτου τεύχους του Βιβλίου των Μαθηματικών του μαθητή της Ε' Δημοτικού (Εικόνα 10). Στην ακριβώς προηγούμενη άσκηση πραγματοποιούνταν μία πρακτική που αφορούσε στην εξαγωγή συμπεράσματος με διαδικασία πολλαπλασιασμού κλασμάτων. Στην προκειμένη άσκηση της Εικόνας 6


επιζητείται η επανάληψη της ίδιας πρακτικής δίχως να επιχειρείται διασύνδεση με τη γνώση ή του γιατί επιλέγεται η εν λόγω πρακτική.

4. Βρίσκουμε τα γινόμενα με τη βοήθεια των μοντέλων αναπαράστασης.

α.   $1 \times \frac{2}{3} = \frac{\square}{\square}$

β.   $\frac{1}{2} \times \frac{2}{3} = \frac{\square}{\square}$

γ.   $\frac{1}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{\square}{\square}$

δ.   $\frac{1}{8} \times \frac{2}{3} = \frac{\square}{\square}$

Εικόνα 10. Δραστηριότητα αναπαραγωγής πρακτικής στη σελίδα 51 του Βιβλίου του Μαθητή (τεύχος α') των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού

#### *Δραστηριότητες Απομνημόνευσης Περιεχομένου*

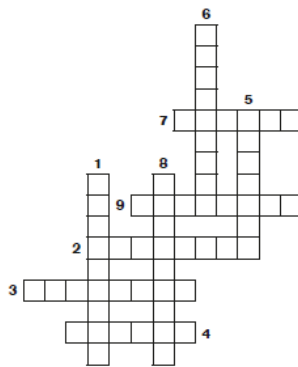
Στις δραστηριότητες απομνημόνευσης περιεχομένου επιζητείται από τους μαθητές η ανάκληση και αναπαραγωγή προηγούμενης μαθημένης γνώσης ή όπως χαρακτηρίζεται από τους ερευνητές «επιστημονικό σώμα της γνώσης».

Μπορεί να συμπεριλαμβάνει ανάκληση κανόνων, τύπων ή επιστημονικών ορισμών ή ακόμη και επιστημονική ορολογία.

Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί, μία δραστηριότητα που αφορά σε σταυρόλεξο. Στην Εικόνα 11 παρουσιάζεται ένα σταυρόλεξο που σχετίζεται βρίσκεται στο βιβλίο Φυσικά της Ε' Δημοτικού στο Τετράδιο Εργασιών στη σελίδα 42. Η επίλυσή του αφορά μόνο στην ανάκληση συγκεκριμένης ορολογίας ή λέξεων από ήδη μαθημένο υλικό επιστημονικής γνώσης που σχετίζεται με την ενέργεια.

2. Λύσε το σταυρόλεξο

1. Στους αγωγούς του ηλεκτρικού κυκλώματος μεταφέρεται ... ενέργεια.
2. Όταν ένα σώμα κινείται, έχει ... ενέργεια.
3. Είναι απαραίτητη για κάθε αλλαγή στη φύση.
4. Η ενέργεια στα τρόφιμα ονομάζεται ...
5. Το φως είναι ... ενέργεια.
6. Η ενέργεια που ρέει από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφορετικής τους θερμοκρασίας ονομάζεται ...
7. Η ενέργεια «εμφανίζεται» με διάφορες ...
8. Η χρήση της ... ενέργειας είναι πολύ επικίνδυνη.
9. Η ενέργεια σε ένα τεντωμένο ελατήριο ονομάζεται ...



Εικόνα 11. Δραστηριότητα απομνημόνευσης περιεχομένου του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού.

Παρόμοια δραστηριότητα, συναντούμε και στο Βιβλίο Μαθητή των Μαθηματικών (α' τεύχος) και πιο συγκεκριμένα στη σελίδα 9 (Εικόνα 12). Η δραστηριότητα σχετίζεται με την ανάκληση όρων γεωμετρικών αντικειμένων και δεν σχετίζεται με πρακτικές ή βαθύτερη κατανόηση της γνώσης.

Γεωμετρικά στερεά	Αναγνωρίζουμε τα γεωμετρικά στερεά:		
			
	_____	_____	_____
			
	_____	_____	_____

Εικόνα 12. Δραστηριότητα απομνημόνευσης περιεχομένου του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού.

Αντίστοιχα με τις δραστηριότητες απομνημόνευσης πρακτικών, σε αυτόν τον τύπο δραστηριοτήτων δεν απαιτείται ενασχόληση του μαθητή με επιστημονικές πρακτικές.

## **E. Δραστηριότητες Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών**

Οι δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών σχετίζονται με καλά προσδιορισμένο σύνολο διαδικασιών που οι μαθητές χρειάζεται να ακολουθήσουν για να ολοκληρώσουν τη δραστηριότητα. Δεν σχετίζονται με κατανόηση του γιατί ή το πως η συγκεκριμένη ακολουθία διαδικασιών οδηγεί στην επιζητούμενη απάντηση. Διακρίνονται στις δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για πρακτικές για περιεχόμενο ενώ υπάρχει και κατηγορία δραστηριοτήτων που αφορά στην ενοποίηση πρακτικών και περιεχομένου στην ίδια δραστηριότητα.

Δεν απαιτούν σύνθετη σκέψη.

### *Δραστηριότητες Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών για Πρακτικές*

Οι δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για πρακτικές σχετίζονται με ακολουθία διαδικασιών που αφορούν τήρηση πρακτικών. Δεν σχετίζονται με εκμάθηση περιεχομένου, εφόσον ο στόχος δεν το αφορά αυτό το θέμα. Στόχος είναι η επιτυχής ολοκλήρωση των διαδικασιών δίχως ο μαθητής να εισέλθει στο σκεπτικό της εξαγωγής συμπερασμάτων αναφορικά με τη χρησιμότητα των προτεινομένων διαδικασιών ή για την επιλογή τους.

Για παράδειγμα, στη δραστηριότητα των σελίδων 20-21 που αναφέρεται στον υπολογισμό του όγκου ενός σώματος με την εμβύθισή του σε δοχείο νερού, έχουμε προδιαγεγραμμένη διαδικασία πρακτικών εφόσον μιλάμε για ένα πείραμα που περιλαμβάνει σειρά διαδικασιών και σημείωσης των δεδομένων, δίχως παράλληλα να επιδιώκεται η βαθύτερη κατανόηση περιεχομένου (Εικόνα 13).



**Όργανα - Υλικά**  
ογκομετρικό δοχείο  
πέτρα  
πατάτα  
μεγάλη μπαταρία  
κόλλα  
πλάκα πλαστελίνης  
σαπούνι



Γέμισε ως τη μέση με νερό το ογκομετρικό δοχείο. Σημείωσε στον πίνακα της επόμενης σελίδας τον όγκο του νερού. Τοποθέτησε μέσα στο δοχείο την πέτρα. Ποιος είναι ο όγκος του νερού; Υπολόγισε τον όγκο του βυθισμένου σώματος και σημείωσέ τον στον πίνακα. Μην ξεχάσεις να σημειώσεις και τη μονάδα μέτρησης. Επανάλαβε το πείραμα για όλα τα σώματα.

ΣΩΜΑ	ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ ΠΡΙΝ	ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ ΜΕΤΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ
πέτρα			
μπαταρία			
πατάτα			
κόλλα			
πλαστελίνη			
σαπούνι			

Εικόνα 13. Δραστηριότητα Προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για πρακτικές στις σελίδες 21-22 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού.

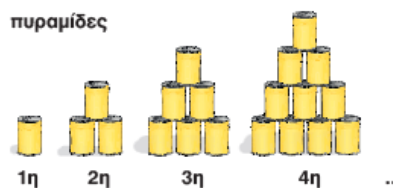
Επίσης, στα Μαθηματικά στη σελίδα 31 του β' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή, υπάρχει παράδειγμα προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για πρακτικές (Εικόνα 14). Στη δραστηριότητα αναφέρεται το πώς πρέπει να ακολουθήσουν τη δόμηση αντικειμένων προκειμένου να πληρούνται οι συνθήκες κατασκευής πυραμίδας και συγχρόνως να καταμετρείται και ο αριθμός των αντικειμένων. Οι μαθητές οδηγούνται ακόμη και στην πρόβλεψη επερχόμενων σειρών που δεν μπορούν να απεικονισθούν στο βιβλίο αλλά σε καμία περίπτωση δεν υπαισέρχονται σε βαθύτερη κατανόηση του γιατί ακολουθείται το συγκεκριμένο αριθμητικό μοτίβο.



... Βρίσκουμε έναν κανόνα για τον τρόπο με τον οποίο επαναλαμβάνεται το τετράγωνο σχήμα στην κορδέλα.

2. Ο Αντρέι και ο Νίκος βάζουν 28 τενεκεδάκια σε σειρές και φτιάχνουν πυραμίδες. Αν τοποθετούν τα τενεκεδάκια τους με τον τρόπο που δείχνει η διπλανή εικόνα, έχουν τόσα ακριβώς τενεκεδάκια, ώστε η πυραμίδα τους να έχει συνολικά 7 σειρές;

α. Παρατηρούμε την εικόνα και συμπληρώνουμε τον παρακάτω πίνακα.



Πυραμίδα	1η	2η	3η	4η	...	7η
Πλήθος σειρών	1	2	3		...	
Πλήθος από τενεκεδάκια	1	1+2	1+2+3		...	

β. Πόσα τενεκεδάκια θα χρειαστούν ο Αντρέι και ο Νίκος, για να φτιάξουν:

5 σειρές:..... ,

6 σειρές:.....,

7 σειρές:.....

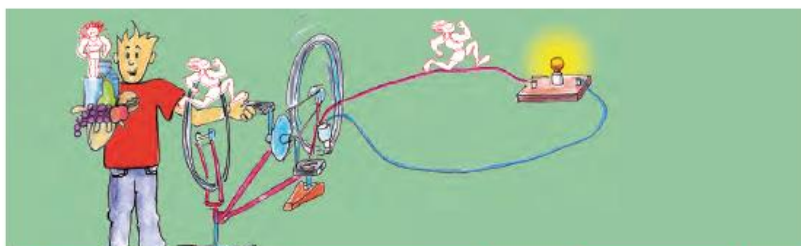
Εικόνα 14. Δραστηριότητα προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για πρακτικές του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών (βλ. σελίδα 31, τεύχος β').

### *Δραστηριότητες Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών για Περιεχόμενο*

Αναφορικά με την κατηγορία των προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για το περιεχόμενο, οι δραστηριότητες απαιτούν στην ουσία μία διαδικασία που σχετίζεται άμεσα με συγκεκριμένο επιστημονικό περιεχόμενο ενώ δεν απαιτούν καμία έκθεση του μαθητή σε επιστημονικές πρακτικές. Συχνά, η διαδικασία μπορεί να ακολουθηθεί για να επιλυθούν παρόμοια ζητήματα εργασιών, ενώ δεν απαιτείται από τους μαθητές να κατανοήσουν τις υποβόσκουσες επιστημονικές ιδέες ούτε και για ποιο λόγο οι έννοιες εφαρμόζονται με βάση την προτεινόμενη διαδικασία.

Η δραστηριότητα στη σελίδα 49 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού, είναι για παράδειγμα μία δραστηριότητα προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για περιεχόμενο (Εικόνα 15). Στη δραστηριότητα δίνονται στους μαθητές κατάλληλες οπτικές αναπαραστάσεις της έννοιας που διδάχθηκαν και μέσω της παρατήρησής τους και της αξιοποίησης των καθοδηγητικών πλαισίων να εξάγουν συμπέρασμα για τη μετατροπή της ενέργειας στις διάφορες μορφές της.

Παρατήρησε τις εικόνες και συμπλήρωσε στα κουτάκια τις αλλαγές στη μορφή της ενέργειας.



Μετατροπή ενέργειας  
από \_\_\_\_\_  
σε \_\_\_\_\_

Μετατροπή ενέργειας  
από \_\_\_\_\_  
σε \_\_\_\_\_

Μετατροπή ενέργειας  
από \_\_\_\_\_  
σε \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Μετατροπή ενέργειας  
από \_\_\_\_\_  
σε \_\_\_\_\_

Μετατροπή ενέργειας  
από \_\_\_\_\_  
σε \_\_\_\_\_

Μετατροπή ενέργειας  
από \_\_\_\_\_  
σε \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Συμπέρασμα



Συμπλήρωσε το συμπέρασμα χρησιμοποιώντας τις λέξεις: •ενεργειακή μετατροπή •ενέργεια  
•θερμότητα •υποβαθμίζεται

Εικόνα 15. Δραστηριότητα Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών για το Περιεχόμενο στη σελίδα 48 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού.

Παράλληλα, στα Μαθηματικά, προτείνεται η δραστηριότητα στη σελίδα 55 του β' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή όπου ο μαθητής οφείλει να διεκπεραιώσει απλές διαδικασίες που οδηγούν στην κατάκτηση των εννοιών του κύκλου (ακτίνα και διάμετρος) δίχως, ωστόσο, οι διαδικασίες να αποτελούν πρακτική (Εικόνα 16).

## Διερεύνηση

### 1. Γνωρίζουμε το σχήμα του κύκλου:

1. Κόβουμε προσεχτικά τον μπλε κύκλο από το παράρτημα.
2. Διπλώνουμε το χαρτί σε δύο ίσα μέρη. Ζωγραφίζουμε πράσινη τη γραμμή δίπλωσής του.
3. Διπλώνουμε και πάλι το χαρτί, ώστε να σχηματιστούν τέσσερα ίσα μέρη. Ζωγραφίζουμε κόκκινη τη δεύτερη γραμμή δίπλωσής του.
4. Ζωγραφίζουμε μαύρο το σημείο Ο στο οποίο τέμνονται οι γραμμές δίπλωσης.
  - α. Ονομάζουμε την πράσινη και την κόκκινη γραμμή και το σημείο Ο.  
πράσινη: ..... κόκκινη: ..... σημείο Ο: .....
  - β. Παρατηρώντας το σχήμα του κύκλου, συμπληρώνουμε τις προτάσεις.
    - Η ..... είναι διπλάσια της .....
    - Η μέτρηση της ..... γραμμής μας δίνει το μήκος του κύκλου.



Εικόνα 16. Δραστηριότητα Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών για το Περιεχόμενο στη σελίδα 55 του β' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή της Ε' Δημοτικού.

### *Δραστηριότητες Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών Ενοποίησης Πρακτικών και Περιεχομένου*

Σε αυτή την κατηγορία μαθησιακής απαίτησης, των προδιαγεγραμμένων διαδικασιών, υπάρχει υποκατηγορία και δραστηριοτήτων ενοποίησης πρακτικών και περιεχομένου.

Θεωρείται επίσης, χαμηλού επιπέδου μαθησιακής απαίτησης κατηγορία παρόλο που το NGSS υποστηρίζει την ενοποίηση πρακτικών και περιεχομένου στην ίδια δραστηριότητα. Ο λόγος είναι ότι η απλή παράθεση περιεχομένου και ορισμένων πρακτικών δεν συνεπάγεται αυτόματα και κατανόηση σε βαθύτερο επίπεδο. Οι μαθητές διαπραγματεύονται πρακτικές (όπως για παράδειγμα σε ένα εργαστηριακό πείραμα) υπο συγκεκριμένο επιστημονικό περιεχόμενο αλλά αν δεν κατανοούν τη λογική της επιλογής των συγκεκριμένων πρακτικών ή την αιτιολογική σχέση που υποδηλώνουν, τότε δεν πραγματοποιείται βαθύτερη κατάκτηση εννοιών της επιστήμης.

Παράδειγμα δραστηριότητας προδιαγεγραμμένων διαδικασιών ενοποίησης πρακτικών και περιεχομένου στις Φυσικές Επιστήμες της Ε' Δημοτικού δίνεται στο Τετράδιο

Εργασιών στη σελίδα 21 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών (Εικόνα 17). Η δραστηριότητα είναι απλή στη λογική και αφορά σε απλή διαδικασία πρακτικής κατηγοριοποίησης και ανάλυσης των δεδομένων (πρακτική) σε πίνακα των αναγραφόμενων όγκων των αντικειμένων που προτείνονται. Ωστόσο, στη συνέχεια, επίσης, μία απλή διαδικασία κατηγοριοποίησης των αντικειμένων με βάση τον όγκο, δίνεται η εννοιολογική αναπαράσταση του όγκου και συνεπώς αφορά σε περιεχόμενο και γνώση της αντιστοίχισης της έννοιας του όγκου που έχουν οι μαθητές αποκτήσει διαισθητικά με τον όγκο όπως αυτός μετριέται με βάση τη φυσική.

Η Δασκάλα ή ο Δάσκαλός σου έχει φέρει στην τάξη διάφορα δοχεία. Στην ετικέτα κάθε δοχείου αναγράφεται ο όγκος του. Σημείωσε τον όγκο κάθε δοχείου στον πίνακα που ακολουθεί. Μην αμελήσεις να σημειώσεις και τη μονάδα μέτρησης.

ΔΟΧΕΙΟ	ΟΓΚΟΣ
κουτάκι αναψυκτικού	
μικρό χάρτινο δοχείο από γάλα	
μεγάλο χάρτινο δοχείο από γάλα	
μικρό μπουκάλι νερού	
μεγάλο μπουκάλι νερού	

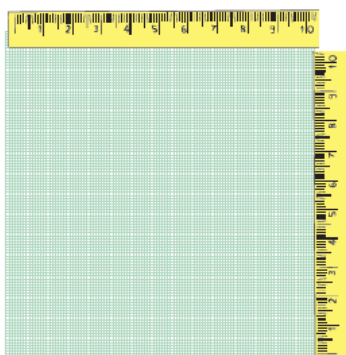
Σύγκρινε τον όγκο των δοχείων. Μπορείς να τα ταξινομήσεις αρχίζοντας με αυτό που έχει τον μεγαλύτερο όγκο;

Εικόνα 17. Δραστηριότητα Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών Ενοποίησης Πρακτικών και Περιεχομένου στη σελίδα 21 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού.

Παρομοίως, στα Μαθηματικά, στη σελίδα 65 του β' τεύχους των Μαθηματικών, στο Βιβλίο Μαθητή, παρατίθεται μία δραστηριότητα υπολογισμού μονάδων μέτρησης της επιφάνειας (Εικόνα 18). Στην ουσία, ο μαθητής καθοδηγείται να σχεδιάσει τη μονάδα μέτρησης και να προχωρήσει σε υπολογισμούς καταμέτρησης των μονάδων σε δεδομένη επιφάνεια ενώ συγχρόνως πρέπει και να εξάγει συμπέρασμα για τον τρόπο που αξιοποιείται αυτή η πρακτική στη μέτρηση της επιφάνειας (γνώση).

## Διερεύνηση

Σχεδιάζουμε στο παρακάτω τετραγωνισμένο χαρτί ένα τετράγωνο με πλευρά 1 εκ.



Πόσα τέτοια τετράγωνα έχει το τετραγωνισμένο χαρτί της παραπάνω εικόνας;

.....


Υπολογίζουμε πόσα τετράγωνα με πλευρά 1 χιλ. έχουν:

α. το τετράγωνο που σχεδιάσαμε

.....

β. το τετραγωνισμένο χαρτί της εικόνας

.....

 Συζητάμε ποια είναι η βασική μονάδα μέτρησης της επιφάνειας και ποια η σχέση της με τις υποδιαιρέσεις και τα πολλαπλάσιά της.

Εικόνα 18. Δραστηριότητα Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών Ενοποίησης Πρακτικών και Περιεχόμενου στη σελίδα 65 του β' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών της Ε΄ Δημοτικού.

## ΣΤ. Δραστηριότητες Προαγωγής της Κατανόησης

Οι δραστηριότητες της παρούσας κατηγορίας προσιδιάζουν στις πραγματικές καταστάσεις ανάπτυξης της γνώσης και κατάκτησης επιστημονικών πρακτικών (όπως αυτές πραγματοποιούνται στο αμέσως επόμενο επίπεδο των επιστημονικών δραστηριοτήτων) αλλά πραγματοποιούνται με σημαντικό βαθμό καθοδήγησης.

Η καθοδήγηση δεν σχετίζεται με το να δίνονται ακριβείς οδηγίες και φυσικά δεν αφορούν στην παροχή ακολουθίας διαδικασιών. Περισσότερο, αποτελούν μία «σκαλωσιά» με την παιδαγωγική έννοια του όρου, για την ανάπτυξη γνώσης και πρακτικών.

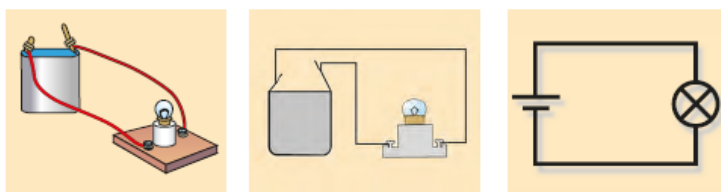
Διακρίνονται σε δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης για πρακτικές, για περιεχόμενο και για ενοποίηση πρακτικών και περιεχομένου.

### *Δραστηριότητες Προαγωγής της Κατανόησης για Πρακτικές*

Οι δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης για πρακτικές αξιοποιούνται στην κατανόηση εκ μέρους των μαθητών του πως οι επιστήμονες χρησιμοποιούν ορισμένες πρακτικές και διενεργούνται με καθοδήγηση. Όπως είναι αναμενόμενο, δεν αφορούν στην ανάπτυξη εκ μέρους των μαθητών επιστημονικής γνώσης.

Ως παράδειγμα, μπορεί να δοθεί η δραστηριότητα στη σελίδα 107 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών (Εικόνα 19). Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα προτείνεται οι μαθητές να επιλέξουν συγκεκριμένη πρακτική για τη δημιουργία ενός μοντέλου ηλεκτρικού κυκλώματος με στόχο την κατανόηση επιμέρους πρακτικών ζητημάτων του. Υπάρχει, φυσικά, η κατάλληλη καθοδήγηση.

Για να μπορούμε να σχεδιάζουμε πιο εύκολα τα ηλεκτρικά κυκλώματα, χρησιμοποιούμε σκίτσα με σύμβολα.



Παρατήρησε τις τρεις εικόνες. Σε τι διαφέρουν;

---

---

---

Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα καθενός από τους παραπάνω τρόπους σχεδίασης ενός κυκλώματος;

---

---

---

Στη δεξιά εικόνα βλέπεις το σκίτσο ενός ηλεκτρικού κυκλώματος με σύμβολα. Ποια είναι αυτά;

- ◆ σύμβολο για το λαμπάκι: \_\_\_\_\_
- ◆ σύμβολο για την μπαταρία: \_\_\_\_\_
- ◆ σύμβολο για τα καλώδια: \_\_\_\_\_



Εικόνα 19. Δραστηριότητα Προαγωγής της Κατανόησης για Πρακτικές στη σελίδα 107 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού.

Στα Μαθηματικά, η δραστηριότητα στη σελίδα 48 του α' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών παρέχει ένα καλό παράδειγμα προαγωγής της κατανόησης για πρακτικές, εφόσον διαπραγματεύεται τις στρατηγικές που ακολουθούνται για τη σύγκριση κλασμάτων και παράλληλα παρέχει στους μαθητές δραστηριότητες που ενεργοποιούν τη χρήση των συγκεκριμένων στρατηγικών (Εικόνα 20).

Στρατηγικές σύγκρισης	Εξήγηση των στρατηγικών
Στα κλάσματα που έχουν <b>ίσους παρονομαστές</b> , μεγαλύτερο είναι το κλάσμα που έχει μεγαλύτερο αριθμητή.	$\frac{5}{7} > \frac{4}{7}$ Τα 5 είναι περισσότερα από τα 4 μέρη του ίδιου μεγέθους ( <b>έβδομα</b> ).
Στα κλάσματα που έχουν <b>ίσους αριθμητές</b> , μεγαλύτερο είναι το κλάσμα που έχει μικρότερο παρονομαστή.	$\frac{9}{5} > \frac{9}{6}$ Παίρνουμε ίδιο αριθμό από μέρη (9), αλλά τα <b>πέμπα</b> είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος μέρη από τα <b>έκτα</b> .
Ένα κλάσμα που έχει <b>μεγαλύτερο αριθμητή και μικρότερο παρονομαστή</b> από ένα άλλο κλάσμα είναι μεγαλύτερο από αυτό.	$\frac{18}{24} > \frac{16}{27}$ Παίρνουμε και περισσότερα μέρη (18) και μεγαλύτερου μεγέθους, αφού τα εικοστά τέταρτα είναι μεγαλύτερα από τα εικοστά έβδομα.
Μπορούμε να συγκρίνουμε κλάσματα χρησιμοποιώντας <b>ένα κοινό σημείο αναφοράς</b> .	$\frac{12}{13} > \frac{8}{9}$ Τα δύο κλάσματα είναι μικρότερα από το 1. Το $\frac{12}{13}$ βρίσκεται πιο κοντά στο 1, γιατί απέχει $\frac{1}{13}$ , το οποίο είναι λιγότερο από το $\frac{1}{9}$ που απέχει το $\frac{8}{9}$ .

**Εφαρμογή**

Να συγκρίνετε τα κλάσματα  $\frac{3}{7}$  και  $\frac{5}{8}$ .

**α' τρόπος:** Μετατρέπουμε σε ισοδύναμα κλάσματα που έχουν ίδιο παρονομαστή.

- Βρίσκουμε το Ε.Κ.Π των παρονομαστών: Ε.Κ.Π. (7,8) = .....
- Δημιουργούμε κλάσματα ισοδύναμα με τα αρχικά με παρονομαστή ίδιο με το Ε.Κ.Π. (7,8).

Έχουμε:  $\frac{3}{7} = \frac{3 \times \square}{7 \times \square} = \frac{\square}{\square}$  και  $\frac{5}{8} = \frac{5 \times \square}{8 \times \square} = \frac{\square}{\square}$ .

- Συγκρίνουμε τους αριθμητές των δύο νέων κλασμάτων, άρα  $\frac{\square}{\square} \square \frac{\square}{\square}$ .

**β' τρόπος:** Συγκρίνουμε ως προς ένα κοινό σημείο αναφοράς.

- Επιλέγουμε το  $\frac{1}{2}$  ως σημείο αναφοράς, για να συγκρίνουμε τα δύο κλάσματα.
- Συγκρίνουμε το  $\frac{5}{8}$  με το  $\frac{1}{2}$ . Το  $\frac{1}{2}$  είναι ισοδύναμο με το  $\frac{4}{8}$ . Είναι  $\frac{5}{8} > \frac{4}{8}$ , άρα  $\frac{5}{8} \square \frac{1}{2}$ .
- Συγκρίνουμε το  $\frac{3}{7}$  με το  $\frac{1}{2}$ . Το  $\frac{1}{2}$  είναι ισοδύναμο με το  $\frac{3}{6}$ . Είναι  $\frac{3}{7} < \frac{3}{6}$ , άρα  $\frac{3}{7} \square \frac{1}{2}$ .
- Επομένως, έχουμε τελικά:  $\frac{\square}{\square} \square \frac{\square}{\square}$ .

**Αναστοχασμός**

- Βρίσκουμε κλάσματα που είναι μικρότερα από το  $\frac{1}{2}$ .
- Τα κλάσματα  $\frac{13}{15}$  και  $\frac{17}{19}$  είναι ισοδύναμα ή όχι; Ατιολογούμε την απάντησή μας.
- Βρίσκουμε κλάσματα όσο γίνεται πιο κοντά στο 1.

Εικόνα 20. Δραστηριότητα Προαγωγής της Κατανόησης για Πρακτικές στη σελίδα 48 του α' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού.

### *Δραστηριότητες Προαγωγής της Κατανόησης για Περιεχόμενο*

Σε γενικές γραμμές, οι δραστηριότητες της παρούσας κατηγορίας εμπλέκουν τους μαθητές σε υψηλού γνωστικού επιπέδου δραστηριότητες όπως εξεύρεση συσχετίσεων, ανάλυση πληροφοριών, γενίκευση ιδεών αλλά σε καμία περίπτωση δεν αφορούν πρακτικές.

Συνήθως, παρουσιάζονται στη μορφή δραστηριοτήτων εφαρμογών όπου οι μαθητές εισάγονται σε μια ιδέα και στη συνέχεια δουλεύουν σε ένα έργο για την βαθύτερη κατανόηση της ιδέας με καθοδήγηση πάντα.

Έτσι, στη σελίδα 72 στο τέλος της σελίδας του Τετραδίου Εργασιών, υπάρχει μία δραστηριότητα που αφορά από τη μια διαδικασία απλή, όχι πρακτική, για τη συμπλήρωση της κλίμακας Celsius αλλά η ουσία της άσκησης επικεντρώνεται στον τρόπο με τον οποίο εργάστηκε ο Celsius για να καταλήξει στη συγκεκριμένη κλίμακα. Στην Εικόνα 21 φαίνεται η εικόνα που παραπέμπει στο συλλογισμό του ερευνητή ενώ επισημαίνεται ότι η καθοδήγηση για την κατάκτηση του συγκεκριμένου εννοιολογικού περιεχομένου της μέτρησης της θερμοκρασίας έχει επίσης διενεργηθεί και νωρίτερα στη ροή του μαθήματος του βιβλίου. Η δραστηριότητα, όπως είναι αυτονόητο, δεν είναι μεμονωμένη της διδακτικής περίπτωσης που συμπεριλαμβάνει το αμέσως προηγούμενο διδακτικό υλικό.





### Συμπέρασμα

Με τη βοήθεια της δασκάλας ή του δασκάλου σου συμπλήρωσε την κλίμακα Celsius στο θερμόμετρο.  
Τι θερμοκρασία δείχνει το θερμόμετρο στο σκίτσο; \_\_\_\_\_ °C.  
Μπορείς τώρα να περιγράψεις με λίγα λόγια τον τρόπο με τον οποίο εργάστηκε ο Celsius;

---

---

---

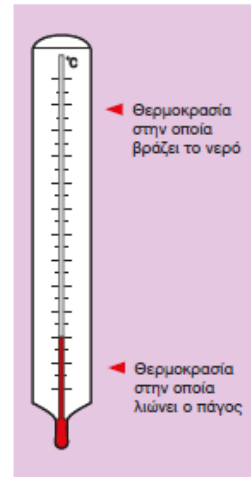
---

---

---



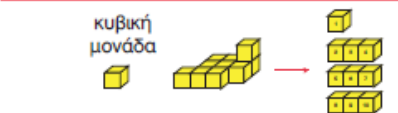






---

---



Εικόνα 21. Δραστηριότητα Προαγωγής της Κατανόησης για το Περιεχόμενο στη σελίδα 72 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού.

Επίσης, ενδεικτική είναι και η δραστηριότητα στη σελίδα 70 του β' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού που παρατίθεται στην Εικόνα 22. Οι μαθητές δέχονται περιεχόμενο γνώσης με αντίστοιχα παραδείγματα και στη συνέχεια καλούνται να διεκπεραιώσουν μικρά έργα αναφερόμενα στο περιεχόμενο γνώσης που αναπτύσσεται στην αρχή της σελίδας.

Βασικές μαθηματικές έννοιες και διεργασίες	Παραδείγματα
<p>Στον φυσικό μας κόσμο, εκτός από τα γεωμετρικά σχήματα που είναι επίπεδα, συναντάμε και <b>γεωμετρικά στερεά</b>, όπως είναι: ο κύβος, το ορθογώνιο, ο κύλινδρος, ο κώνος, η πυραμίδα και η σφαίρα.</p>	 <p>κύβος      ορθογώνιο παραλλ/δο      κύλινδρος κώνος      πυραμίδα      σφαίρα</p>
<p>Ορισμένα γεωμετρικά στερεά έχουν επίπεδες πολυγωνικές επιφάνειες, οι οποίες ονομάζονται <b>έδρα</b>.</p>	 <p>έδρα</p>
<p><b>Όγκος</b> ενός στερεού σώματος είναι ο χώρος τον οποίο καταλαμβάνει το στερεό.</p> <p>Ο όγκος εκφράζεται με τον αριθμό που προκύπτει από τη σύγκριση του στερεού με ένα άλλο το οποίο θεωρούμε <b>μονάδα μέτρησης</b>.</p>	<p>κυβική μονάδα</p> <p>Όγκος ορθογωνίου = <math>5 \times 4 \times 3 = 60</math> κυβ. μονάδες</p> <p>Όγκος κύβου = <math>3 \times 3 \times 3 = 27</math> κυβικές μονάδες</p>
<p>Μία <b>κυβική μονάδα</b> είναι ο όγκος ενός κύβου με μήκος ακμής μία μονάδα.</p>	 <p>κυβική μονάδα</p> <p>γεωμετρικό στερεό Όγκος γεωμετρικού στερεού = 10 κυβ. μονάδες.</p>
 <p><b>Εφαρμογή</b></p>	
<p><b>Να υπολογίσετε πόσες κυβικές μονάδες είναι ο όγκος του παρακάτω γεωμετρικού στερεού.</b></p> <p>Το γεωμετρικό στερεό Α μπορεί να αναλυθεί στα γεωμετρικά στερεά: Β, Γ και Δ.</p> <p>Ο όγκος του γεωμετρικού στερεού είναι .....</p>	
 <p>γεωμ. στερεό Α</p>	 <p>γεωμ. στερεό Β</p>
 <p>γεωμ. στερεό Γ</p>	 <p>γεωμ. στερεό Δ</p>
 <p><b>Αναστοχασμός</b></p>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>Αναφέρουμε γεωμετρικά στερεά που η μία τουλάχιστον έδρα τους είναι:             <ol style="list-style-type: none"> <li>τετράγωνο</li> <li>κυκλικός δίσκος.</li> </ol> </li> <li>Η Δανάη υποστηρίζει ότι το ανάπτυγμα του ορθογωνίου αποτελείται από τρία ζευγάρια ίσων ορθογωνίων. Έχει δίκιο;</li> <li>Εξηγούμε γιατί δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη σφαίρα για τη μέτρηση του όγκου ενός στερεού σώματος.</li> </ol>	

Εικόνα 22. Δραστηριότητα Προαγωγής της Κατανόησης για περιεχόμενο στη σελίδα 70 του β' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού.

*Δραστηριότητες Προαγωγής της Κατανόησης Ενοποίησης Πρακτικών και Περιεχομένου*

Αφορούν στην ενοποίηση πρακτικών και περιεχομένου σε δραστηριότητες της κατανόησης και στην ουσία αποτελούν ένα στάδιο πριν τις δραστηριότητες της επιστημονικές. Η διαφορά έγκειται στην ύπαρξη της απαραίτητης καθοδήγησης.

Συνακόλουθα, στοχεύουν στο να αναπτύξουν οι μαθητές δεξιότητες αξιολόγησης και επιλογής των απαραίτητων πρακτικών που μπορούν να υποβοηθήσουν στην ανάλυση δεδομένων και γενικότερα στη διερεύνηση επιστημονικής έννοιας την οποία ήδη είναι σε θέση να χειριστούν κατάλληλα.

Ένα παράδειγμα αποτυπώνεται στην Εικόνα 23 όπου ζητείται ανάκληση ήδη διδαγμένων πρακτικών και σε συνδυασμό με τη διδαχθείσα γνώση, να εξαχθούν συμπεράσματα επίλυσης ενός θέματος. Υπάρχει καθοδήγηση τόσο στην πρακτική που είναι δυνατό να ακολουθηθεί όσο και στο περιεχόμενο. Η δραστηριότητα βρίσκεται στη σελίδα 130 και αφορά στην άσκηση 3 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών.

3. Με ειδικές φωτεινές πηγές, τα lasers, μπορούμε να στείλουμε μηνύματα μέχρι τη σελήνη. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την ίδια τεχνική, για να στείλουμε μηνύματα σε μακρινές ηπείρους; Μπορείς να εξηγήσεις την απάντησή σου;

---

---

---

Εικόνα 23. Δραστηριότητα Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών για Πρακτικές και Περιεχόμενο των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού (βλ. Τετράδιο Εργασιών, σελίδα 130, άσκηση 3).

Στα μαθηματικά, ένα καλό παράδειγμα ενοποίησης πρακτικών και περιεχομένου αποτελεί στη σελίδα 11 του α' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή, μία δραστηριότητα που στοχεύει στο να καθοδηγήσει τους μαθητές στον τρόπο που επιλύονται τα προβλήματα (Εικόνα 24). Δίνονται οι οδηγίες, ένα πρόβλημα που επιλύεται σταδιακά με βάση τις οδηγίες ενώ προτείνεται στους μαθητές να λύσουν οι ίδιοι ένα πρόβλημα ακόμη μόνον που προσομοιάζει στα προηγούμενα. Η επίλυση αφορά τόσο στο περιεχόμενο όσο και στις πρακτικές ενώ στο τέλος προάγεται και ο αναστοχασμός.

**Βασικές μαθηματικές έννοιες και διεργασίες**

Όταν λύνουμε ένα πρόβλημα, ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

**1. Διαβάζουμε και διακρίνουμε:**

- Τι προσπαθούμε να βρούμε;
- Τι γνωρίζουμε;

**2. Σχεδιάζουμε** πώς θα λύσουμε το πρόβλημα:

- Ποια στρατηγική ή στρατηγικές θα χρησιμοποιήσουμε;
- Ποιο εργαλείο ή ποια εργαλεία θα χρησιμοποιήσουμε;

**3. Λύνουμε** το πρόβλημα:  
Με ποιες μαθηματικές σχέσεις μπορούμε να εκφράσουμε και να βρούμε τη λύση του προβλήματος;

**4. Απαντάμε** στο πρόβλημα.

**5. Αναστοχαζόμαστε.**

**Παραδείγματα**

Πόσες μπάλες του βόλεϊ και πόσες του ποδοσφαίρου πούλησε το κατάστημα;

- 200 μπάλες συνολικά
- 80 μπάλες μπάσκετ
- μπάλες βόλεϊ διπλάσιες από ποδοσφαίρου

	Στρατηγικές		Εργαλεία
✓ Παρουσιάζω το πρόβλημα		✓ Ζωγραφιά	
Δοκιμάζω, ελέγγω, αναθεωρώ		πίνακας	
Αναζητώ ένα μοτίβο		κατάλογος	
Επιχειρηματολογώ		διάγραμμα	
Εργάζομαι αντίστροφα		θεατρικό παιχνίδι	
Λύνω ένα πιο απλό πρόβλημα		αντικείμενο	


Οι μπάλες του βόλεϊ και του ποδοσφαίρου είναι  $200 - 80 = 120$ . Επειδή οι μπάλες του βόλεϊ είναι διπλάσιες από τις μπάλες του ποδοσφαίρου, σε μία μπάλα ποδοσφαίρου και μία μπάλα βόλεϊ αντιστοιχούν τρεις μπάλες ποδοσφαίρου. Επομένως, οι μπάλες του ποδοσφαίρου είναι  $120 : 3 = 40$  και οι μπάλες του βόλεϊ είναι  $2 \times 40 = 80$ .

Το κατάστημα πούλησε 80 μπάλες του βόλεϊ και 40 μπάλες του ποδοσφαίρου.

Το αποτέλεσμα που βρήκαμε είναι λογικό, γιατί  $80 + 40 + 80 = 200$  μπάλες συνολικά. Οι πράξεις που κάναμε είναι σωστές και η απάντησή μας σαφής.

**Εφαρμογή**

**Να λύσετε το παραπάνω πρόβλημα χρησιμοποιώντας τετραγωνισμένο χαρτί.**  
Κάθε κουτί στο τετραγωνισμένο χαρτί αντιστοιχεί σε μία μπάλα. Από τις 200 μπάλες, οι 80 είναι του μπάσκετ (■). Σε κάθε δύο μπάλες του βόλεϊ (■) αντιστοιχεί μία ποδοσφαίρου (■).



Από το σχέδιο στο τετραγωνισμένο χαρτί φαίνεται ότι το κατάστημα πούλησε \_\_\_ μπάλες του βόλεϊ και \_\_\_ μπάλες του ποδοσφαίρου.

**Αναστοχασμός**

1. Ο Νίκος στο ίδιο πρόβλημα έγραψε την απάντηση: «Το κατάστημα πούλησε 80 και 40». Εξηγούμε γιατί είναι λανθασμένη η απάντησή του.
2. Συζητάμε γιατί σε κάθε πρόβλημα γράφουμε τη λύση και την απάντησή του.
3. Η Αγγελική υποστηρίζει ότι ο τρόπος με τον οποίο λύνουμε τα προβλήματα στα Μαθηματικά μάς βοηθά να λύσουμε και τα προβλήματα που συναντάμε στη ζωή μας. Συμφωνείτε μαζί της; Ναι ή όχι και γιατί;

Εικόνα 24. Δραστηριότητα προαγωγής της κατανόησης ενοποίησης πρακτικών και περιεχομένου στη σελίδα 11 του α' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού.

## Z. Δραστηριότητες Επιστημονικές

Στις δραστηριότητες της επιστημονικές, οι μαθητές στην ουσία δουλεύουν ως μικροί επιστήμονες. Αξιοποιούν διάφορες επιστημονικές πρακτικές διερεύνησης των φυσικών φαινομένων, προκειμένου να αναπτύξουν βαθύτερη κατανόηση των επιστημονικών ιδεών.

Συνακόλουθα, απαιτείται από τους μαθητές να εστιάσουν σε σώμα γνώσεων που ήδη κατέχουν και να αποφασίσουν για το πώς θα χρησιμοποιήσουν για την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων. Συχνά, δεν υπάρχει μόνο μία λύση στο θέμα και εξαρτάται από τη συνέπεια στην επιλεγμένη μέθοδο και τα διαθέσιμα δεδομένων.

Το γνωστικό επίπεδο είναι υψηλό, όπως είναι αναμενόμενο ενώ απαιτούνται και δεξιότητες αυτορρύθμισης.

Δραστηριότητα επιστημονική, αν και όχι ιδιαίτερα υψηλού γνωστικού επιπέδου, μπορεί να θεωρηθεί η δραστηριότητα δημιουργίας ενός διατροφικού προγράμματος για τις ημερήσιες ανάγκες ενός μαθητή (βλ. σελίδα 58, άσκηση 2) (Εικόνα 25). Οι μαθητές καλούνται να αξιοποιήσουν τις γνώσεις τους για τις τροφές και τον τρόπο δόμησής τους στην καθημερινή διατροφή, λαμβάνοντας υπόψη πρακτικές υπολογισμού θερμίδων και ταξινόμησης στη διατροφική πυραμίδα.

2. Με βάση όσα έμαθες για τη διατροφική πυραμίδα μπορείς να προτείνεις ένα ημερήσιο πρόγραμμα υγιεινής διατροφής;

ΠΡΩΙΝΟ:	
ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ:	
ΜΕΣΗΜΕΡΙΑΝΟ:	
ΑΠΟΓΕΥΜΑΤΙΝΟ:	
ΒΡΑΔΥΝΟ:	

Εικόνα 25. Δραστηριότητα επιστημονική δημιουργίας διατροφικού ημερήσιου προγράμματος στη σελίδα 58 (άσκηση 2) του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού.

Επίσης, παράδειγμα, στο οποίο φαίνεται η διαδικασία της ερευνητικής επιστημονικής διαδικασίας ανακάλυψης της γνώσης, δίνεται στη δραστηριότητα της σελίδας 117 (Εικόνα 26) όπου ζητείται από τους μαθητές να δημιουργήσουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και στη συνέχεια να επιχειρήσουν διαφορετικούς τρόπους τοποθέτησης ενός διακόπτη, με σκοπό την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων τοποθέτησής του.

Δοκίμασε αν πρέπει να τοποθετείται ο διακόπτης σε ένα συγκεκριμένο σημείο του κυκλώματος. Σημείωσε τα όργανα και τα υλικά που θα χρειαστείς και σχεδίασε τα σκίτσα των κυκλωμάτων που θα κατασκευάσεις.

Όργανα - Υλικά

---

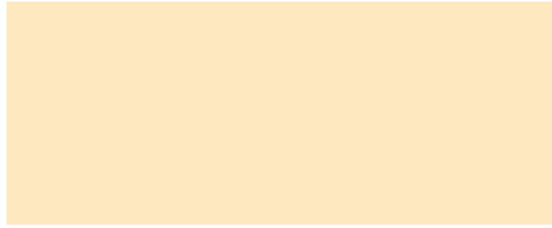
---

---

---

---

Σκίτσα κυκλωμάτων



 Παρατήρηση

---

---

---

Συμπέρασμα



Συμπλήρωσε το συμπέρασμα χρησιμοποιώντας τις λέξεις: • διακόπτης • ανοίγουμε • κλείνουμε • κύκλωμα • θέση

Εικόνα 26. Δραστηριότητα επιστημονική πειραματισμού με ηλεκτρικά κυκλώματα στη σελίδα 117 του Τετραδίου Εργασιών των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού.

Στα μαθηματικά οι δραστηριότητες οι επιστημονικές αφορούν στα προβλήματα που δίνονται στους μαθητές και απαιτούν σύνθετη μαθηματική σκέψη ενώ περιλαμβάνουν τόσο πρακτικές όσο και γνώση μαθηματικών εννοιών. Ως παράδειγμα δίνεται το 4<sup>ο</sup> πρόβλημα στη σελίδα 78 του β' τεύχους του Βιβλίου Μαθητή των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού (Εικόνα 27).

#### 4ο Πρόβλημα



Μια πισίνα σχήματος ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου έχει εσωτερικά μήκος 8 μ., πλάτος 6 μ. και ύψος 4,5 μ. Πόσα € ξοδεύει ο κύριος Γιώργος, για να γεμίσει τα  $\frac{5}{6}$  της πισίνας, αν κάθε κυβικό μέτρο νερού κοστίζει 2,7 €;

Εικόνα 27

Εικόνα 27. Δραστηριότητα επιστημονική των μαθηματικών στη σελίδα 78 στο Βιβλίο Μαθητή της Ε' Δημοτικού (τεύχος β').

#### 4.5. Ανάλυση Δεδομένων

Η απάντηση στα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν στην ενότητα 1.2 πραγματοποιήθηκε με την αξιοποίηση της μεθόδου της Ανάλυσης Περιεχομένου η οποία και αποτελεί μία μέθοδο ανάλυσης πληροφοριών κειμένου με τρόπο τυποποιημένο, ώστε να επιτρέπεται στους αξιολογητές να εξάγουν χρήσιμα συμπεράσματα αναφορικά με τις πληροφορίες που αναλύθηκαν (United States General Accounting Office, Program Evaluation and Methodology Division, 1996). Η συγκεκριμένη μεθοδολογία που υιοθετήθηκε είναι ποσοτικού τύπου και παραγωγική, εφόσον αξιοποιεί προκατασκευασμένες κατηγορίες (Chaneta, 2015).

Τα στάδια ανάλυσης των δεδομένων έχουν ως ακολούθως:

- 1) Το πρώτο στάδιο αφορά στη δημιουργία κανόνων κωδικοποίησης των δεδομένων με τρόπο τινά ώστε να υπάρχει εγκυρότητα. Συνεπώς, τηρήθηκαν οι αρχές της αντικειμενικότητας, της εξαντλητικότητας, της καταλληλότητας και του αμοιβαίου αποκλεισμού (Βαμβούκας, 1998). Πιο συγκεκριμένα, η αντικειμενικότητα διασφαλίστηκε από τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των κατηγοριών ανάλυσης με σαφήνεια και ακρίβεια. Η εξαντλητικότητα αφορά στην εξάντληση όλων των μονάδων ανάλυσης σε κατηγορίες. Διασφαλίστηκε από την προσθήκη κατηγορίας στην οποία εντάσσονται μονάδες ανάλυσης που δεν ανήκουν σε άλλες κατηγορίες, όταν αυτό ήταν απαραίτητο (π.χ. γνώση). Η καταλληλότητα εφαρμόστηκε μέσω της αντιστοίχισης των κατηγοριών περιεχομένου με τους σκοπούς της έρευνας καθώς και την εξέταση της αντίστοιχης βιβλιογραφίας. Τέλος, η αρχή του αμοιβαίου αποκλεισμού εφαρμόστηκε όπου ήταν απαραίτητο, εκτός των περιπτώσεων που η εγκυρότητα επιτάσσει την ένταξη των μονάδων ανάλυσης σε περισσότερες από μία κατηγορίες (π.χ. πρακτικές).
- 2) Στο δεύτερο στάδιο καθορίστηκαν οι μονάδες ανάλυσης.
- 3) Το επόμενο στάδιο αφορά στη δημιουργία λογιστικού φύλλου κατανομής των μονάδων ανάλυσης με τρόπο ώστε να περιέχονται όλες οι λεπτομέρειες που επιτρέπουν την άμεση πρόσβαση σε αυτές (αύξον αριθμός, σχολικό εγχειρίδιο, ονομασία κεφαλαίου, αντίστοιχο φύλλο εργασιών, σελίδα)
- 4) Στο τέταρτο στάδιο, πραγματοποιήθηκε η ανάγνωση των μονάδων ανάλυσης, η ερμηνεία καθώς και η κατηγοριοποίησή τους.

- 5) Στο πέμπτο στάδιο, υπολογίστηκε η συχνότητα και η εκατοστιαία συχνότητα εμφάνισης των κατηγοριών. Σημειώνεται, πως στις περιπτώσεις που δεν μπορούσε να εφαρμοστεί η αρχή του αμοιβαίου αποκλεισμού, η εκατοστιαία μονάδα δεν καταγράφεται.
- 6) Η μελέτη της ύπαρξης συσχετίσεων ανάμεσα στην ενοποίηση περιεχομένου και πρακτικών και τις μαθησιακές απαιτήσεις ανά σχολικό εγχειρίδιο πραγματοποιήθηκε με το τεστ  $\chi^2$ . Για την ερμηνεία των συσχετίσεων λήφθηκαν υπόψη οι τιμές του  $\chi^2$  και των τυποποιημένων υπολοίπων.

#### **4.6. Ανακεφαλαίωση**

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφηκε αναλυτικά, τόσο η ερευνητική διαδικασία όσο και συγκεκριμένα η διαδικασία της ανάλυσης του περιεχομένου. Αναλυτικότερα, παρουσιάστηκαν τα κεφάλαια του υπο ανάλυση εγχειριδίου των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού (Φυσικά Ε' Δημοτικού, Ερευνώ και Ανακαλύπτω, Τετράδιο Εργασιών) και του σχολικού εγχειριδίου των Μαθηματικών (Μαθηματικά Ε' Δημοτικού, Τετράδια Εργασιών) και έγινε εκτενής αναφορά στο πλαίσιο ανάλυσης. Σημαντικό ήταν να καταστούν σαφή τα κριτήρια που αξιοποιήθηκαν για την ορθή κατανομή των μονάδων στις κατηγορίες που περιείχε το πλαίσιο ανάλυσης.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 5.1. Εισαγωγή

Σκοπός του συγκεκριμένου κεφαλαίου είναι η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού. Το κεφάλαιο περιλαμβάνει τρεις ενότητες. Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων ως προς την ενοποίηση της γνώσης περιεχομένου και πρακτικών (βλ. ενότητα 5.2) και στη δεύτερη ενότητα ως προς τη μαθησιακή τους απαίτηση (βλ. ενότητα 5.3). Στην τρίτη ενότητα εμφανίζονται τα αποτελέσματα που εξήχθησαν σχετικά με τη σχέση αφενός της «ενοποίησης» γνώσεων και πρακτικών και αφετέρου της μαθησιακής τους απαίτησης (βλ. ενότητα 5.4).

### 5.2. Η Κατανομή των Δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού σχολείου ως προς την Ενοποίηση της Γνώσης Περιεχομένου και Πρακτικών

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δραστηριοτήτων παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1. Οι κατηγορίες των Δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών Ε' τάξης του Δημοτικού σχολείου ως προς την Ενοποίηση Γνώσης Περιεχομένου και Πρακτικών: συχνότητες και ποσοστά

Κατηγορίες	Σχολικό εγχειρίδιο Φυσικών Επιστημών		Σχολικό Εγχειρίδιο Μαθηματικών	
	f	%	f	%
Δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου	189	63,85	38	21,35
Δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο πρακτικές	75	25,34	108	60,67
Δραστηριότητες που εμπλέκουν γνώσεις περιεχομένου και πρακτικές	32	10,81	32	17,99

Πιο συγκεκριμένα αναδεικνύεται πως στα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο περιεχόμενο και γενικότερα στη γνώση για τις Φυσικές Επιστήμες (ποσοστό της τάξης του 63,85%). Το ποσοστό είναι εξαιρετικά υψηλό σε βαθμό που μπορεί να υπερκεράσει τα αντίστοιχα ποσοστά των δραστηριοτήτων που εμπλέκουν μόνο πρακτικές (ποσοστό 25,34%) ή ενοποιούν γνώσεις περιεχομένου και πρακτικές (ποσοστό 10,81%).

Στα Μαθηματικά, ωστόσο, παρατηρείται να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στις πρακτικές και στις δεξιότητες που είναι ανάγκη να κατακτήσουν οι μαθητές για την προαγωγή της μαθηματικής τους παιδείας. Το ποσοστό ανάγεται στο 60,67% και αντικατοπτρίζει το μεγαλύτερο τμήμα των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των βιβλίων της Ε' Δημοτικού για τα Μαθηματικά.

Τα άλλα πεδία, των δραστηριοτήτων που εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου και των δραστηριοτήτων που εμπλέκουν γνώσεις περιεχομένου και πρακτικές, σχεδόν εμφανίζουν ισορροπία (ποσοστά 21,35% και 17,99% αντίστοιχα).

Μάλιστα, διαπιστώνεται η ύπαρξη μιας στατιστικά σημαντικής συσχέτισης ανάμεσα στις κατηγορίες των δραστηριοτήτων ως προς την ενοποίηση γνώσης περιεχομένου και πρακτικών (δραστηριοτήτων που εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου, δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο πρακτικές ή δραστηριότητες που εμπλέκουν τόσο περιεχόμενο όσο και πρακτικές) και στις κατηγορίες των σχολικών εγχειριδίων (Φυσικών Επιστημών, Μαθηματικών),  $\chi^2(2)=82,11$ ,  $p<0,0001$ . Η συσχέτιση αυτή οφείλεται στις ακόλουθες τάσεις (βλ. Πίνακα 5.2):

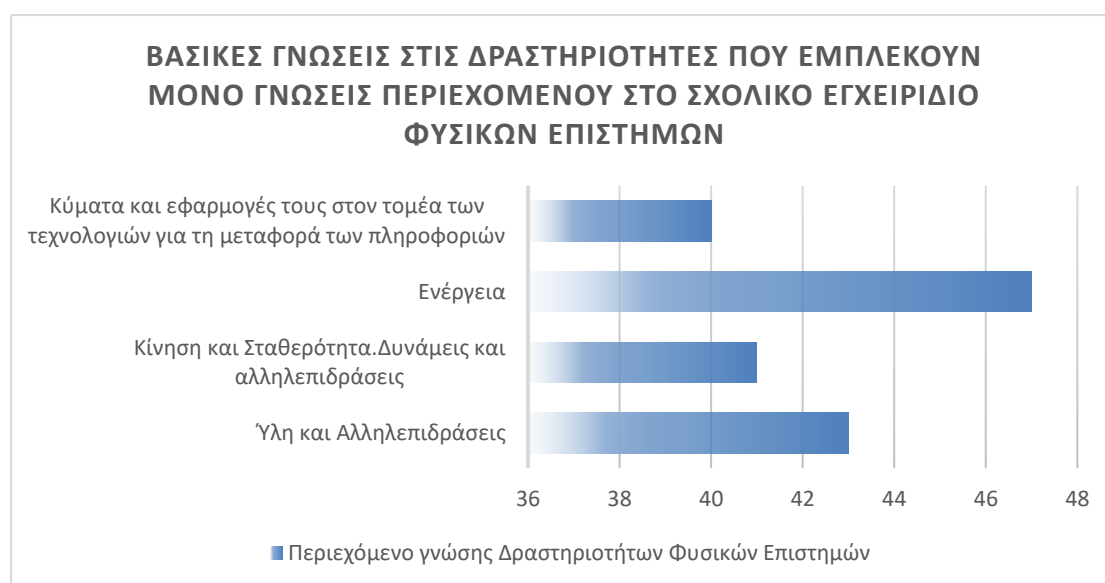
Η συσχέτιση αυτή οφείλεται στις ακόλουθες τάσεις:

- Οι δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου τείνουν να εμφανίζονται στο σχολικό εγχειρίδιο Φυσικών Επιστημών και όχι στο σχολικό εγχειρίδιο Μαθηματικών.
- Αντίθετα οι δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο γνώσεις πρακτικών τείνουν να εμφανίζονται στο σχολικό εγχειρίδιο των Μαθηματικών και όχι στο σχολικό εγχειρίδιο των Φυσικών Επιστημών.

Πίνακας 5.2. Οι συχνότητες των κατηγοριών των Δραστηριοτήτων ως προς την Ενοποίηση Γνώσης Περιεχομένου και Πρακτικών ανά σχολικό εγχειρίδιο και τα αντίστοιχα τυποποιημένα υπόλοιπα.

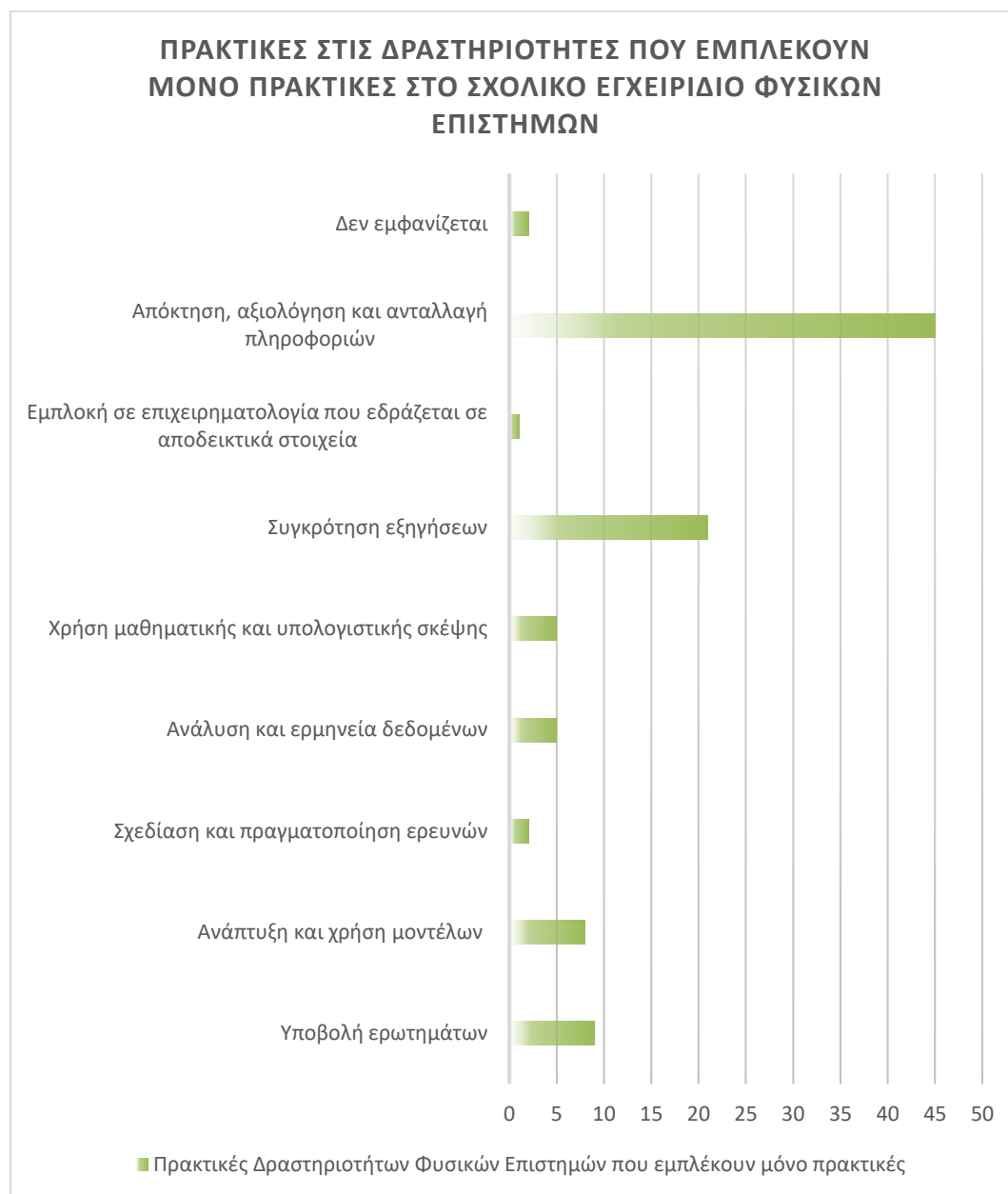
Κατηγορίες	Σχολικό εγχειρίδιο Φυσικών Επιστημών		Σχολικό Εγχειρίδιο Μαθηματικών	
	f	R	f	R
	Δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου	189	+3,97	38
Δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο πρακτικές	75	-3,67	108	+4,74
Δραστηριότητες που εμπλέκουν γνώσεις περιεχομένου και πρακτικές	32	-1,26	32	+1,62

Αναφορικά με το περιεχόμενο γνώσεων που προάγονται από τις δραστηριότητες των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών, παρατηρείται πώς καλύπτονται τα γνωστικά πεδία με την ακόλουθη σειρά: ενέργεια (27,49%), ύλη και αλληλεπιδράσεις (25,15%), κίνηση και σταθερότητα/δυνάμεις και αλληλεπιδράσεις (23,98%) και τέλος κύματα και εφαρμογές τους στον τομέα των τεχνολογιών για τη μεταφορά των πληροφοριών (23,38%) (Σχήμα 5.3).



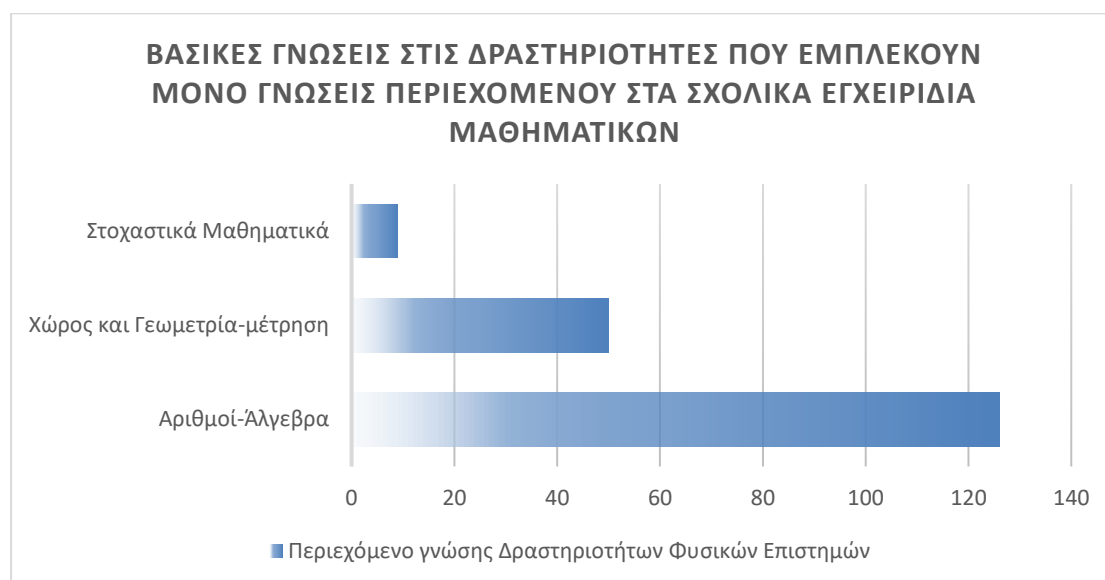
Σχήμα 5.3. Κατανομή των βασικών γνώσεων που παρουσιάζονται στις δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο γνώση περιεχομένου στο σχολικό εγχειρίδιο των Φυσικών Επιστημών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου.

Αναφορικά με τις πρακτικές που εμπεριέχονται στις δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο πρακτικές στο σχολικό εγχειρίδιο των Φυσικών Επιστημών, παρατηρούμε ότι καταγράφονται ως κυριότερη είναι η απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών με εξαιρετική διαφορά συγκριτικά με τις άλλες πρακτικές (Σχήμα 5.4).



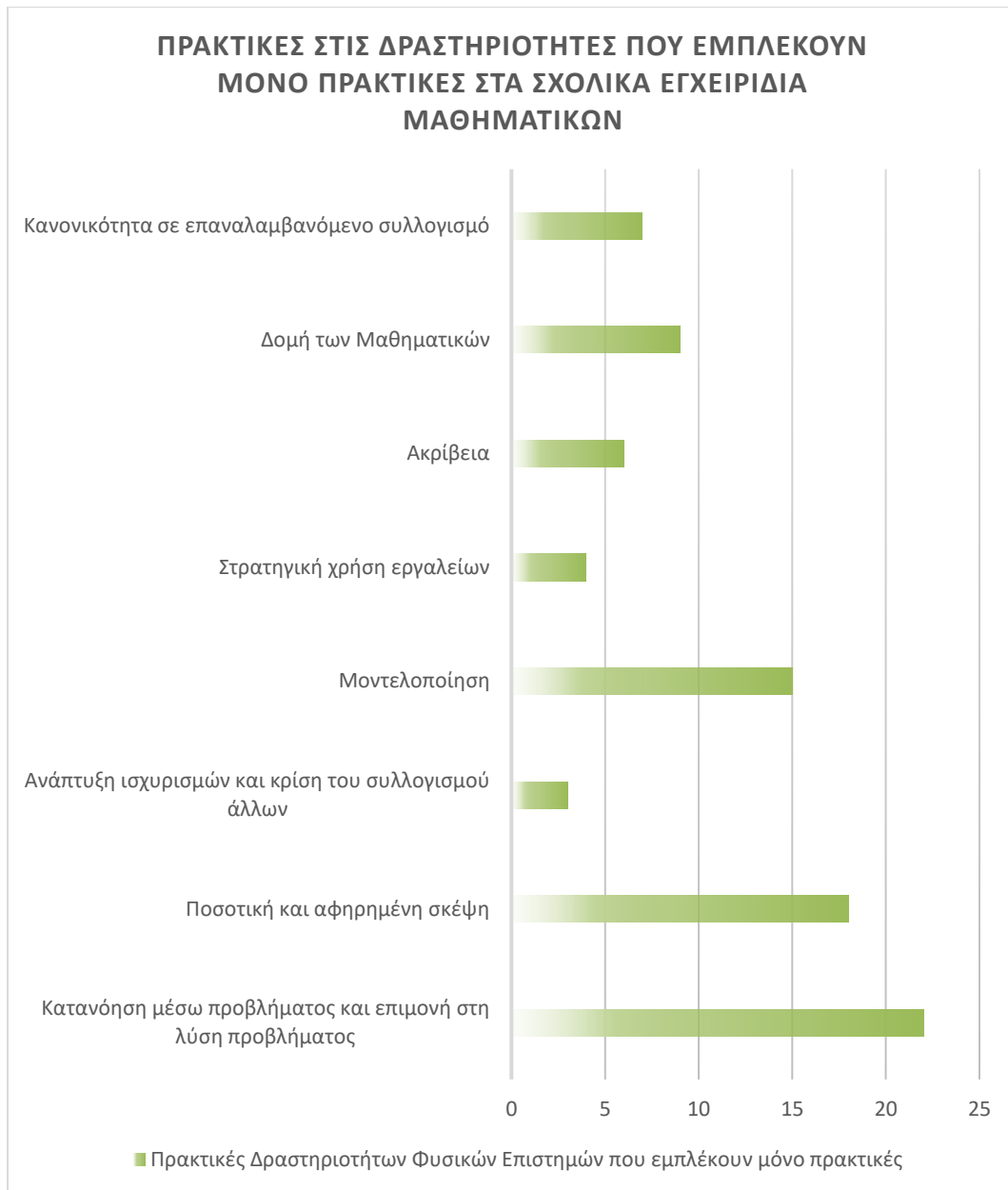
Σχήμα 5.4. Κατανομή των πρακτικών που παρουσιάζονται στις δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο πρακτικές στο σχολικό εγχειρίδιο των Φυσικών Επιστημών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου

Αναφορικά με το περιεχόμενο γνώσεων των Μαθηματικών στο Σχήμα 5.5 παρουσιάζονται αναλυτικά τα περιεχόμενα γνώσης στις δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο γνώση περιεχομένου στα σχολικά εγχειρίδια των Μαθηματικών.



Σχήμα 5.5. Κατανομή των βασικών γνώσεων που παρουσιάζονται στις δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο γνώση περιεχομένου στα σχολικά εγχειρίδια των Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου.

Ακόμη, οι πρακτικές που εμπεριέχονται στις δραστηριότητες των σχολικών εγχειριδίων των Μαθηματικών όσον αφορά τις δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο πρακτικές, αυτές παρουσιάζονται στο Σχήμα 5.6. ακολούθως. Παρατηρείται ότι δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην κατανόησης επίλυσης προβλήματος και επιμονή στη λύση του.



Σχήμα 5.6. Κατανομή των πρακτικών που παρουσιάζονται στις δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο πρακτικές στα σχολικά εγχειρίδια των Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου

### **5.3. Η κατανομή των Δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού σχολείου ως προς τη Μαθησιακή τους Απαίτηση**

Οι συχνότητες και τα ποσοστά κατανομής των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου ως προς τη μαθησιακή τους απαίτηση παρουσιάζονται εκτενώς στον Πίνακα 5.3.

Αναλυτικότερα, παρατηρείται πως και στα δύο γνωστικά αντικείμενα σημαντικός αριθμός δραστηριοτήτων επικεντρώνεται στην απομνημόνευση είτε περιεχομένου γνώσης είτε πρακτικών. Στην περίπτωση των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών, υπάρχει μία έντονη δυσαναλογία μεταξύ του πλήθους των δραστηριοτήτων που εστιάζουν στην απομνημόνευση έναντι των άλλων μαθησιακών απαιτήσεων. Εμφανίζεται σχεδόν διπλάσιο ποσοστό στις δραστηριότητες απομνημόνευσης, της τάξης του 65,2%, έναντι των δραστηριοτήτων προδιαγεγραμμένων διαδικασιών που εμφανίζουν ποσοστό 30,74%. Αναφορικά με τις μαθησιακές απαιτήσεις που αφορούν τις δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης και τις επιστημονικές δραστηριότητες, τα ποσοστά είναι πολύ χαμηλά και καταλαμβάνουν ένα ποσοστό της τάξης 3,38% και 0,68% αντίστοιχα.

Πίνακας 5.3. Οι κατηγορίες των Δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου ως προς τη Μαθησιακή τους Απαίτηση: συχνότητες και ποσοστά

Κατηγορίες	Σχολικό εγχειρίδιο Φυσικών Επιστημών		Σχολικό Εγχειρίδιο Μαθηματικών	
	f	%	f	%
Δραστηριότητες Απομνημόνευσης	193	65,20	73	41,01
Δραστηριότητες Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών	91	30,74	26	14,60
Δραστηριότητες Προαγωγής της Κατανόησης	10	3,38	73	41,01
Δραστηριότητες Επιστημονικές	2	0,68 %	6	3,38

Μάλιστα, διαπιστώνεται η ύπαρξη μιας στατιστικά σημαντικής συσχέτισης ανάμεσα στις κατηγορίες των δραστηριοτήτων ως προς τη μαθησιακή απαίτηση (δραστηριότητες απομνημόνευσης, δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών, δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης και δραστηριότητες επιστημονικές) και στις κατηγορίες των σχολικών εγχειριδίων (Φυσικών Επιστημών, Μαθηματικών),  $\chi^2(2)=118$ ,  $p<0,0001$ . Η συσχέτιση αυτή οφείλεται στις ακόλουθες τάσεις (βλ. Πίνακα 5.4):

- Οι δραστηριότητες απομνημόνευσης τείνουν να εμφανίζονται στο σχολικό εγχειρίδιο Φυσικών Επιστημών και όχι στο σχολικό εγχειρίδιο Μαθηματικών.
- Οι δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών τείνουν να εμφανίζονται, στο σχολικό εγχειρίδιο των Φυσικών Επιστημών και όχι στο σχολικό εγχειρίδιο των Μαθηματικών.
- Αντίθετα οι δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης τείνουν να εμφανίζονται στο σχολικό εγχειρίδιο των Μαθηματικών και όχι των Φυσικών Επιστημών.



Πίνακας 5.4. Οι συχνότητες των κατηγοριών Δραστηριοτήτων ως προς τη μαθησιακή απαίτηση ανά σχολικό εγχειρίδιο και τα αντίστοιχα τυποποιημένα υπόλοιπα.

Κατηγορίες	Σχολικό εγχειρίδιο Φυσικών Επιστημών		Σχολικό Εγχειρίδιο Μαθηματικών	
	f	R	f	R
	Δραστηριότητες Απομνημόνευσης	193	+2,09	73
Δραστηριότητες Προδιαγεγραμμένων Διαδικασιών	91	+2,1	26	-2,71
Δραστηριότητες Προαγωγής της Κατανόησης	10	-5,81	73	+7,49
Δραστηριότητες Επιστημονικές	2	-1,34	6	+1,73

Στα Σχήματα 5.7 και 5.8 που ακολουθούν παρουσιάζονται ευκρινέστερα οι διαφοροποιήσεις στις μαθησιακές απαιτήσεις των δραστηριοτήτων ανά γνωστικό αντικείμενο.



Σχήμα 5.7. Οι κατηγορίες των Δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου ως προς τη Μαθησιακή τους Απαίτηση.



Σχήμα 5.8. Οι κατηγορίες των Δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Μαθηματικών Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου ως προς τη Μαθησιακή τους Απαίτηση.

#### 5.4. Η κατανομή των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού σχολείου ως προς την Ενοποίηση Γνώσεων Περιεχομένου και Πρακτικών σε σχέση με τις κατηγορίες των δραστηριοτήτων ως προς τη μαθησιακή τους απαίτηση

Οι συχνότητες κατανομής των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου ως προς την ενοποίηση γνώσεων περιεχομένου και πρακτικών σε σχέση με τις κατηγορίες των δραστηριοτήτων ως προς τη μαθησιακή τους απαίτηση, παρουσιάζονται στους Πίνακες 5.5 και 5.6 αντίστοιχα.

Πίνακας 5.5. Οι κατηγορίες των δραστηριοτήτων του σχολικού εγχειριδίου Φυσικών Επιστημών της Ε' τάξης του Δημοτικού σχολείου ως προς την Ενοποίηση Γνώσεων

Περιεχομένου και Πρακτικών σε σχέση με τις κατηγορίες των δραστηριοτήτων ως προς τη μαθησιακή τους απαίτηση: συχνότητες και ποσοστά

«Ενοποίηση» Γνώσης Περιεχομένου και Πρακτικών	Μαθησιακή απαίτηση δραστηριοτήτων σχολικού εγχειριδίου των Φυσικών Επιστημών							
	Απομνημόνευση		Προδιαγεγραμμένες Διαδικασίες		Προαγωγή της Κατανόησης		Επιστημονικές	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Γνώσεις Περιεχομένου	171	57,77	14	4,73	4	1,35	-	-
Πρακτικές	22	7,43	48	16,21	5	1,67	-	-
Γνώσεις Περιεχομένου και Πρακτικές	-	-	29	9,80	1	0,34	2	0,70

Πίνακας 5.6. Οι κατηγορίες των δραστηριοτήτων του σχολικού εγχειριδίου Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού σχολείου ως προς την Ενοποίηση Γνώσεων Περιεχομένου και Πρακτικών σε σχέση με τις κατηγορίες των δραστηριοτήτων ως προς τη μαθησιακή τους απαίτηση: συχνότητες και ποσοστά.

«Ενοποίηση» Γνώσης Περιεχομένου και Πρακτικών	Μαθησιακή απαίτηση δραστηριοτήτων σχολικών εγχειριδίων των Μαθηματικών							
	Απομνημόνευση		Προδιαγεγραμμένες Διαδικασίες		Προαγωγή της Κατανόησης		Επιστημονικές	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Γνώσεις Περιεχομένου	17	9,55	2	1,12	19	10,67	-	-
Πρακτικές	56	31,46	23	12,93	29	16,29	-	-
Γνώσεις Περιεχομένου και Πρακτικές	-	-	1	0,56	25	14,04	6	3,38

Από τη μελέτη του Πίνακα 5.5 προκύπτει ότι οι δραστηριότητες απομνημόνευσης γνώσεων στα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών είναι εξαιρετικά πολλές και λειτουργούν δυσανάλογα προς τις λοιπές δραστηριότητες. Καταλαμβάνουν το 57,77 %, ένα εξαιρετικά υψηλό ποσοστό. Σε δεύτερη θέση βρίσκονται οι δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών που αφορούν κυρίως πρακτικές (ποσοστό 16,21%). Σε πολύ μικρά ποσοστά απαντώνται οι δραστηριότητες τόσο της προαγωγής της κατανόησης τόσο αναφορικά με γνώσεις περιεχομένου (ποσοστό 1,35%) όσο και με πρακτικές (ποσοστό 1,67%) ενώ σχεδόν εκλείπουν οι δραστηριότητες της ίδιας κατηγορίας που ενοποιούν τόσο τις γνώσεις περιεχομένου όσο και τις πρακτικές (ποσοστό 0,34%). Στην ίδια θέση σχεδόν εντοπίζονται και οι επιστημονικές δραστηριότητες (ποσοστό της τάξης του 0,70%) που κανονικά θα έπρεπε να καταλαμβάνουν εξαιρετικά μεγάλο ποσοστό.

Μάλιστα, διαπιστώνεται η ύπαρξη μιας στατιστικά σημαντικής συσχέτισης ανάμεσα στις κατηγορίες των δραστηριοτήτων του σχολικού εγχειριδίου των Φυσικών Επιστημών ως προς την ενοποίηση γνώσης περιεχομένου και πρακτικών (δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου, δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο πρακτικές και δραστηριότητες που εμπλέκουν τόσο γνώσεις περιεχομένου και πρακτικές) και στη μαθησιακή απαίτηση (Δραστηριότητες απομνημόνευσης, προδιαγεγραμμένων διαδικασιών, προαγωγής της κατανόησης και επιστημονικές),  $\chi^2(2)=171,76$ ,  $p<0,0001$ . Η συσχέτιση αυτή οφείλεται στις ακόλουθες τάσεις (βλ. Πίνακα 5.7):

- Οι δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου τείνουν να είναι δραστηριότητες απομνημόνευσης και όχι δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών.
- Οι δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο πρακτικές τείνουν να είναι δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών και όχι δραστηριότητες απομνημόνευσης.
- Οι δραστηριότητες που εμπλέκουν γνώσεις περιεχομένου και πρακτικές τείνουν να είναι δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών ή επιστημονικές.

Πίνακας 5.7. Οι συχνότητες των κατηγοριών των Δραστηριοτήτων του σχολικού εγχειριδίου των Φυσικών Επιστημών ως προς την ενοποίηση γνώσης περιεχομένου και πρακτικών ανά μαθησιακή απαίτηση και τα αντίστοιχα τυποποιημένα υπόλοιπα.

	Απομνημόνευση		Προδιαγεγραμμένες Διαδικασίες		Προαγωγή της Κατανόησης		Επιστημονικές	
	f	R	f	R	f	R	f	R
Γνώσεις Περιεχομένου	171	+4,3	14	-5,79	4	-0,94	-	-
Πρακτικές	22	-3,85	48	+5,79	5	+1,55	-	-
Γνώσεις Περιεχομένου και Πρακτικές	-	-	29	+6,11	1	-0,08	2	+3,84

Αντίστοιχα στον Πίνακα 5.6. το μεγαλύτερο σύνολο των δραστηριοτήτων το καταλαμβάνουν οι δραστηριότητες απομνημόνευσης που εμπλέκουν μόνο πρακτικές. Στη συνέχεια ακολουθούν οι δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης, επίσης που εμπλέκουν μόνο πρακτικές (ποσοστό 16,29%) όπως και οι προδιαγεγραμμένες που αφορούν επίσης μόνο σε πρακτικές (ποσοστό 12,93%). Σε μικρότερο βαθμό βρίσκονται οι δραστηριότητες που εμπλέκουν γνώσεις περιεχομένου με τα ποσοστά να είναι 9,55% αι 10,67% στις κατηγορίες απομνημόνευσης και προαγωγής της κατανόησης αντίστοιχα. Στα ίδια επίπεδα κινείται και η κατηγορία της προαγωγής της κατανόησης ενοποίησης γνώσεων και πρακτικών (ποσοστό 14,04) ενώ σε πολύ μικρά ποσοστά συναντούμε τις δραστηριότητες που είναι προδιαγεγραμμένων διαδικασιών γνώσεων περιεχομένου (1,12%), γνώσεων περιεχομένου και πρακτικών (0,56%) όπως και επιστημονικών πρακτικών (3,38%).

Μάλιστα, διαπιστώνεται η ύπαρξη μιας στατιστικά σημαντικής συσχέτισης ανάμεσα στις κατηγορίες των δραστηριοτήτων του σχολικού εγχειριδίου των Μαθηματικών ως προς την ενοποίηση γνώσης περιεχομένου και πρακτικών (δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου, δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο πρακτικές και δραστηριότητες που εμπλέκουν τόσο γνώσεις περιεχομένου και πρακτικές) και στη μαθησιακή απαίτησή τους (δραστηριότητες απομνημόνευσης, προδιαγεγραμμένων διαδικασιών, προαγωγής της κατανόησης και επιστημονικές),

$\chi^2(2)=171,76$ ,  $p<0,0001$ . Η συσχέτιση αυτή οφείλεται στις ακόλουθες τάσεις (βλ. Πίνακα 5.8):

- Οι δραστηριότητες που εμπλέκουν γνώσεις περιεχομένου και πρακτικές τείνουν να είναι δραστηριότητες επιστημονικές ή προαγωγής της κατανόησης.

Πίνακας 5.8. Οι συχνότητες των κατηγοριών των Δραστηριοτήτων του σχολικού εγχειριδίου των Μαθηματικών ως προς την ενοποίηση γνώσης περιεχομένου και πρακτικών ανά μαθησιακή απαίτηση και τα αντίστοιχα τυποποιημένα υπόλοιπα.

	Σχολικό Εγχειρίδιο Μαθηματικών							
	Απομνημόνευση		Προδιαγεγραμμένες Διαδικασίες		Προαγωγή της Κατανόησης		Επιστημονικές	
	f	R	f	R	f	R	f	R
Γνώσεις Περιεχομένου	17	+0,36	2	-1,51	19	+0,87	-	-
Πρακτικές	56	+1,76	23	+1,82	29	-2,3	-	-
Γνώσεις Περιεχομένου και Πρακτικές	-	-	1	-1,7	25	+3,28	6	+4,74

Σε μία περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων, συγκριτικά μεταξύ των δύο γνωστικών αντικειμένων, προκύπτουν τα Σχήματα 5.7 και 5.8 που ακολουθούν.

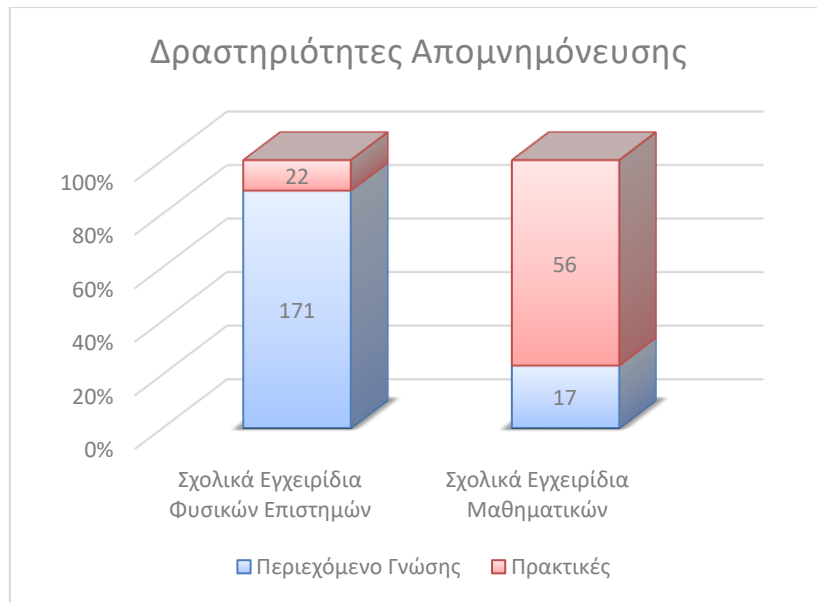
Αναφορικά με τις δραστηριότητες απομνημόνευσης, επισημαίνεται πως οι συγκεκριμένες δραστηριότητες διακρίνονται μόνο τις δραστηριότητες που στοχεύουν στην κατάκτηση ή αναπαραγωγή περιεχομένου γνώσης αλλά και πρακτικών.

Στην περίπτωση των Φυσικών Επιστημών, οι δραστηριότητες απομνημόνευσης περιεχομένου γνώσης αφορούσαν δραστηριότητες που: (α) απαιτούσαν ανάκληση έννοιας ή ιδιοτήτων εννοιών, (β) ανάκληση γνώσης για τη μέτρηση μίας έννοιας, μη αφορούσα, ωστόσο, πρακτική, (γ) ανάκληση λέξεων που αφορούν έννοια ή έννοιες, (δ) ταξινόμηση αντικειμένων με βάση ήδη διδαχθείσα έννοια, (ε) επεξήγηση στοιχείων ή γενικότερα παράθεση πληροφοριών της καθημερινής ζωής με βάση προτεινόμενες

εικόνες και (στ) αναγνώριση ύπαρξης συσχετιζόμενης με κάποια έννοια. Οι δραστηριότητες απομνημόνευσης πρακτικών συσχετιζόταν με: (α) ανάκληση γνώσεων για πρακτική για να εντοπιστεί λάθος σε κάποια συσκευή ή σε κάποιο μοντέλο που αναπαρίστανε συσκευή, (β) ανάκληση πρακτικής για τη μέτρηση μίας έννοιας ή την εύρεση λύσης σε πρακτική διαδικασία, (γ) αναγραφή ακολουθίας δραστηριοτήτων που σχετιζόταν με πρακτική, (δ) ανάκληση στη μνήμη μίας πρακτικής προκειμένου να εξηγηθεί υπάρχουσα κατάσταση.

Αναφορικά με τα Μαθηματικά, οι δραστηριότητες απομνημόνευσης περιεχομένου σχετιζόνταν με: (α) ανάκληση έννοιας ή ιδιοτήτων εννοιών, (β) εισαγωγή γνώσης ή έννοιας, (γ) παρατήρηση και εξαγωγή συγκεκριμένου περιεχομένου γνώσης και (δ) ανάκληση γνώσης για επίλυση μικρού έργου χαμηλού γνωστικού επιπέδου. Αντίστοιχα, οι δραστηριότητες απομνημόνευσης πρακτικών αφορούσαν στην αναπαραγωγή μίας πρακτικής για την επίλυση μίας δραστηριότητας ή την απαίτηση να εξηγήσουν οι μαθητές τον τρόπο που επιλύσουν μία απλή διαδικασία.

Τα αντίστοιχα ποσοστά κατανέμονται στο Σχήμα 5.9 όπου παρατηρείται ότι οι δραστηριότητες απομνημόνευσης περιεχομένου γνώσης καταλαμβάνουν εξαιρετικά πολύ χώρο στα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών (ποσοστό 88,6%). Δεν παρατηρείται το ίδιο φαινόμενο στα Μαθηματικά που δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στην απομνημόνευση διαδικαστικής γνώσης και επομένως πρακτικών κυρίως (ποσοστό δραστηριοτήτων απομνημόνευσης πρακτικών 76,7%).



Σχήμα 5.9. Κατανομή δραστηριοτήτων απομνημόνευσης των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου.

Αντίστοιχα, οι δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών μπορούν να αφορούν είτε περιεχόμενο γνώσης, είτε πρακτική είτε επιπρόσθετα ενοποίηση γνώσεων και πρακτικών.

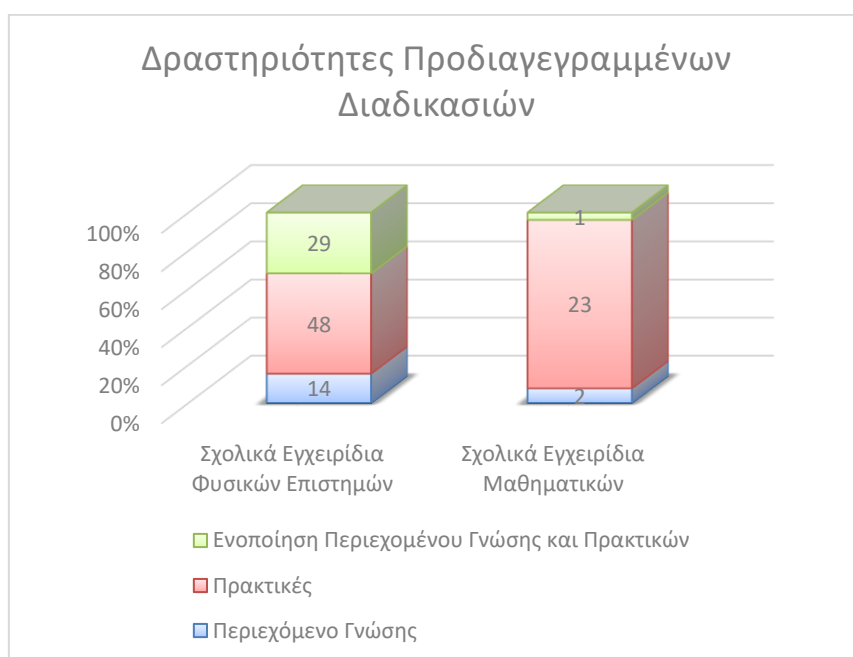
Στην πρώτη περίπτωση, του περιεχομένου γνώσης, οι δραστηριότητες στα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών αφορούσαν: (α) καθοδηγούμενη διαδικασία όπου ζητούνταν να εκφράσουν οι μαθητές μία έννοια ή ιδιότητα έννοιας των Φυσικών Επιστημών, (β) εύρεση αιτιολογίας απόδοσης συγκεκριμένου ονόματος μίας έννοιας με βάση την παρατήρηση εικόνων ίσως και με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού, (γ) καθοδηγούμενη διαδικασία παρατήρησης μίας κατάστασης και εξαγωγής συμπεράσματος ή παρατηρήσεων και τέλος (δ) προδιαγεγραμμένη διαδικασία για την κατηγοριοποίηση αντικειμένων. Για τις δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών που εμπλέκουν μόνο πρακτικές κατεγράφησαν δραστηριότητες που σχετίζονταν με πείραμα που περιλαμβάνει σειρά διαδικασιών και σημείωσης δεδομένων σε πίνακα ή πείραμα που περιλαμβάνει μία διαδικασία που επαναλαμβάνεται και απαιτείται απλά παρατήρηση των αποτελεσμάτων. Και στις δύο περιπτώσεις δεν απαιτούνταν εξαγωγή συμπεράσματος. Αντίστοιχα, για τις δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών ενοποίησης πρακτικών και περιεχομένου, οι δραστηριότητες αφορούσαν κυρίως πειράματα που περιλάμβαναν μία



σειρά διαδικασιών και ίσως καταγραφής των δεδομένων σε πίνακα, προκειμένου οι μαθητές να αποκτήσουν κατανόηση διαθεματικών ιδεών ή να κατανοήσουν το πως αναπτύσσονται οι επιστημονικές ιδέες ακόμη και όταν η δραστηριότητα επικεντρώνεται σε συγκεκριμένο περιεχόμενο.

Στα Μαθηματικά οι δραστηριότητες της εν λόγω κατηγορίας ήταν πολύ λίγες και αφορούσαν κυρίως στην υιοθέτηση διαδικασιών ανάλυσης δεδομένων που υπάρχουν σε πίνακες για την κατανόηση δεδομένων (προδιαγεγραμμένες διαδικασίες για περιεχόμενο γνώσης), αντίστροφη διαδικασία για την καταγραφή δεδομένων σε πίνακες (προδιαγεγραμμένες διαδικασίες για πρακτικές) ή τέλος πρόβλημα που αφορούσε και τις δύο ανωτέρω συνισταμένες (προδιαγεγραμμένες διαδικασίες ενοποίησης περιεχομένου και πρακτικές).

Στο Σχήμα 5.10 παρουσιάζεται η κατανομή τους στα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών αντίστοιχα. Παρατηρείται ότι και στα δύο γνωστικά αντικείμενα, όταν η δραστηριότητα αφορά ακολουθία διαδικασιών, αυτή συνήθως αποσκοπεί στην κατάκτηση εκ μέρους του μαθητή μίας πρακτικής (ποσοστό 52,7% στις Φυσικές Επιστήμες και 88,5 % στα Μαθηματικά). Ιδιαίτερα στα Μαθηματικά, οι συγκεκριμένες δραστηριότητες επικρατούν.

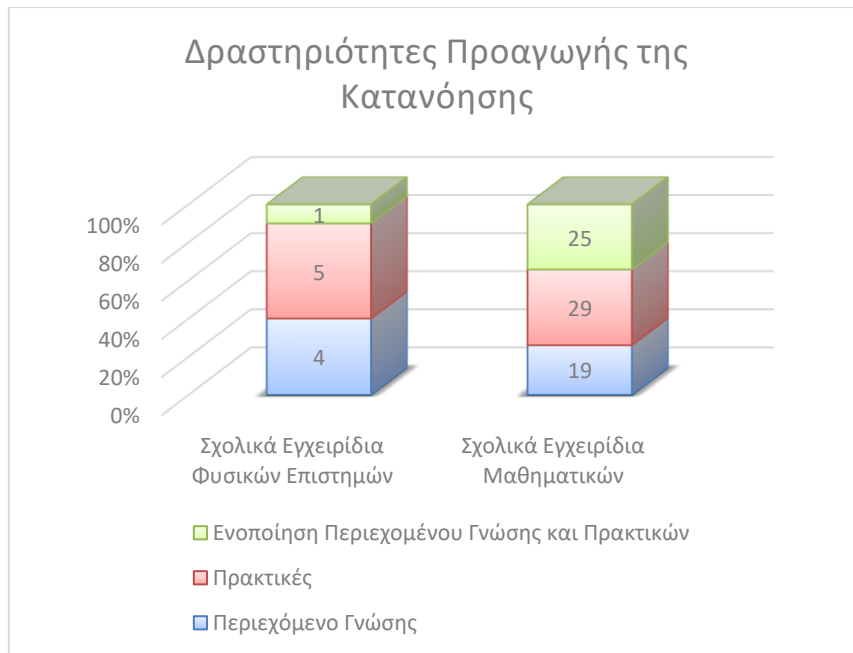


Σχήμα 5.10. Κατανομή δραστηριοτήτων προδιαγεγραμμένων διαδικασιών των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου.

Τέλος, αναφορικά με τις δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης, δίνεται μεγαλύτερη αξία στην προαγωγή της κατανόησης πρακτικών (ποσοστό 50% για τα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών και 39,7% για τα σχολικά εγχειρίδια των Μαθηματικών) αν και δεν είναι σημαντικές οι διαφορές μεταξύ των υποκατηγοριών (Σχήμα 5.11).

Στις Φυσικές Επιστήμες συναντούμε δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης περιεχομένου γνώσης να σχετίζονται με πειράματα που οδηγούν στην κατανόηση ενός φαινομένου. Επίσης, στις πρακτικές, καταγράφονται διαδικασίες πρακτικής στην οποία οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν συγκεκριμένη πρακτική με στόχο τη δημιουργία ενός μοντέλου ή την κατανόησή του. Ακόμη, καταγράφηκε και ένα πείραμα την επιλογή του οποίου κάνουν οι μαθητές προκειμένου να προχωρήσουν στην επίλυση μίας κατάστασης. Το πείραμα, ωστόσο, είναι ήδη προτεινόμενο στις αμέσως προηγούμενες δραστηριότητες. Φυσικά, σε όλες τις δραστηριότητες υπάρχει καθοδήγηση. Στη συγκεκριμένη κατηγορία, επίσης, οι δραστηριότητες που αφορούσαν ενοποίηση πρακτικών και περιεχομένου αναφέρονταν κυρίως στην ανάκληση διδαχθέντων πρακτικών και αφού συνδυαστούν με επίσης ήδη διδαχθείσα γνώση να εξαχθούν συμπεράσματα επίλυσης ενός θέματος. Φυσικά, υπάρχει τόσο καθοδήγηση στην τεχνική που θα ακολουθηθεί όσο και στο περιεχόμενο.

Στα Μαθηματικά, οι μαθητές είτε καθοδηγούνταν στην κατάκτηση εννοιών και των ιδιοτήτων τους (προαγωγή της κατανόησης περιεχομένου γνώσης) ή εμπλέκονταν στην εξεύρεση σχέσης που εξάγεται από συγκεκριμένη πρακτική για την οποία υπάρχει σχετική καθοδήγηση (προαγωγή της κατανόησης για πρακτικές). Στην τρίτη περίπτωση της προαγωγής της κατανόησης ενοποίησης πρακτικών και περιεχομένου, οι δραστηριότητες αφορούσαν στην παροχή μίας διαδικασίας επίλυσης ενός προβλήματος και στη συνέχεια κατάλληλη καθοδήγηση για αντίστοιχη επίλυση δοσμένου προβλήματος με ταυτόχρονη παρότρυνση για αναστοχασμό.



Σχήμα 5.11. Κατανομή δραστηριοτήτων προαγωγής της κατανόησης των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου.

Στις επιστημονικές δραστηριότητες δεν υπάρχει αντίστοιχη κατηγοριοποίηση περιεχομένου γνώσης και πρακτικών, εφόσον οι εν λόγω δραστηριότητες σχετίζονται πάντα με ενοποίηση και των δύο κατηγοριών.

### 5.5. Ανακεφαλαίωση

Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας με τρόπο ώστε να ανταποκρίνεται στους άξονες ανάλυσης του πλαισίου ανάλυσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 6.1. Εισαγωγή

Η ανάλυση του περιεχομένου των σχολικών εγχειριδίων καθίσταται ιδιαίτερα επιτακτική εφόσον το σχολικό εγχειρίδιο αποτελεί κύριο εργαλείο της διδακτικής πράξης (Μπονίδης, 2004; Van Eijck & Roth, 2008; Καψάλης & Χαραλάμπους, 2008). Ιδιαίτερα, στους τομείς των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών το σχολικό εγχειρίδιο δεν υποστηρίζει απλά τη διδακτική πράξη αλλά την προσδιορίζει σχεδόν εξολοκλήρου (Κουλαϊδής κ.α., 2002; Σκλαβενίτη, 2003b; Schmidt, Jorde, Cogan, Barrier, Gonzalo & Moser, 1996; Μαραβέλης, Κουλαϊδής & Δημόπουλος, 2014).

Στην παρούσα εργασία, συνακόλουθα, δόθηκε έμφαση στην ανάλυση των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών της Ε' Δημοτικού, τα «Φυσικά Ε' Δημοτικού, Ερευνώ και Ανακαλύπτω, Τετράδιο Εργασιών» και «Μαθηματικά, Βιβλίο Μαθητή, α' τεύχος» σε ακολουθία με το βιβλίο «Μαθηματικά, Βιβλίο Μαθητή, β' τεύχος» αντίστοιχα. Επιλέχθηκε η Ε' Δημοτικού για λόγους που σχετίζονται με το γεγονός ότι σε αυτή τη βαθμίδα της εκπαίδευσης εδραιώνεται η επιστημονική και μαθηματική σκέψη και αποτελεί τη βάση για την περαιτέρω ανάπτυξη των γνωστικών αντικειμένων στη μετέπειτα ακαδημαϊκή πορεία των μαθητών.

Ειδικότερα, τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας ήταν τα ακόλουθα:

Ερευνητικό ερώτημα 1: Ποια είναι η κατανομή των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών της Ε' τάξης του δημοτικού σχολείου ως προς το αν αυτές εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου, μόνο πρακτικές ή γνώσεις περιεχομένου και πρακτικές και πως αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το μάθημα (Φυσικές Επιστήμες, Μαθηματικά);

Ερευνητικό ερώτημα 2: Ποια είναι η κατανομή των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών της Ε' τάξης του δημοτικού σχολείου ως προς τη μαθησιακή τους απαίτηση και πως αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το μάθημα (Φυσικές Επιστήμες, Μαθηματικά);

Ερευνητικό ερώτημα 3: Ποια είναι η κατανομή των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών της Ε' τάξης του

δημοτικού σχολείου ως προς τη σχέση αφενός της «ενοποίησης» γνώσεων και πρακτικών και αφετέρου της μαθησιακής απαίτησής τους και πως αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το μάθημα (Φυσικές Επιστήμες, Μαθηματικά);

Το πλαίσιο ανάλυσης των δραστηριοτήτων υπήρξε το Task Analysis Guide in Science (TAGS) (Tekkumru-Kisa et al., 2015).

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, παρουσιάζονται απαντήσεις στα τρία ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας (βλ. ενότητα 6.2). Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι περιορισμοί της εργασίας (βλ. ενότητα 6.3) και διατυπώνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα (βλ. ενότητα 6.4).

## **6.2. Απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα**

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα κύρια ευρήματα της εργασίας. Ειδικότερα, παρατίθενται απαντήσεις σε αντιστοιχία με τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώθηκαν.

*Ερευνητικό ερώτημα 1:* Ποια είναι η κατανομή των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου ως προς το αν αυτές εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου, μόνο πρακτικές ή γνώσεις περιεχομένου και πρακτικές και πως αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το μάθημα (Φυσικές Επιστήμες, Μαθηματικά);

Αναφορικά με το σχολικό εγχειρίδιο των Φυσικών Επιστημών προέκυψε ότι πάνω από τις μισές δραστηριότητες (σχεδόν έξι στις δέκα) εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου ενώ μόνο μια στις δέκα δραστηριότητες εμπλέκει γνώσεις περιεχομένου και πρακτικές. Σχετικά με το σχολικό εγχειρίδιο των Μαθηματικών διαπιστώθηκε ότι πάνω από τις μισές δραστηριότητες (σχεδόν έξι στις δέκα) εμπλέκουν μόνο πρακτικές ενώ μόνο δύο στις δέκα δραστηριότητες εμπλέκουν γνώσεις περιεχομένου και πρακτικές.

Συγκρίνοντας τα δύο σχολικά εγχειρίδια προέκυψε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις. Ειδικότερα, προέκυψε ότι στο σχολικό εγχειρίδιο Φυσικών Επιστημών κυριαρχούν οι δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου, ενώ στο σχολικό εγχειρίδιο των Μαθηματικών κυριαρχούν οι δραστηριότητες που εμπλέκουν μόνο πρακτικές.

*Ερευνητικό ερώτημα 2:* Ποια είναι η κατανομή των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου ως προς τη μαθησιακή τους απαίτηση και πώς αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το μάθημα (Φυσικές Επιστήμες, Μαθηματικά);

Στην περίπτωση των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών, κυριαρχούν οι δραστηριότητες απομνημόνευσης αφού σχεδόν έξι στις δέκα δραστηριότητες εντάσσονται στην κατηγορία των δραστηριοτήτων απομνημόνευσης. Οι δραστηριότητες που εμπλέκουν προδιαγεγραμμένες δραστηριότητες είναι περίπου τρεις στις δέκα δραστηριότητες. Οι επιστημονικές δραστηριότητες εμφανίζουν εξαιρετικά χαμηλό ποσοστό.

Στα Μαθηματικά, το μεγαλύτερο μέρος των δραστηριοτήτων καταλαμβάνουν οι δραστηριότητες απομνημόνευσης (τέσσερις περίπου στις δέκα) και οι δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης (τέσσερις περίπου στις δέκα δραστηριότητες επίσης). Ακολουθούν σε ποσοστό οι δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών που καταλαμβάνουν ένα μικρό ποσοστό (μία περίπου δραστηριότητες στις δέκα) ενώ οι επιστημονικές δραστηριότητες επίσης εμφανίζονται με ιδιαίτερα χαμηλό ποσοστό.

Συγκρίνοντας τα δύο σχολικά εγχειρίδια προέκυψε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις. Ειδικότερα, στο σχολικό εγχειρίδιο των Φυσικών Επιστημών τείνουν να εμφανίζονται τόσο οι δραστηριότητες απομνημόνευσης όσο και οι δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών, ενώ στο σχολικό εγχειρίδιο των Μαθηματικών τείνουν να εμφανίζονται οι δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης.

*Ερευνητικό ερώτημα 3:* Ποια είναι η κατανομή των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου ως προς τη σχέση αφενός της «ενοποίησης» γνώσεων και πρακτικών και αφετέρου της μαθησιακής απαίτησής τους και πώς αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το μάθημα (Φυσικές Επιστήμες, Μαθηματικά);

Αναφορικά με τη σχέση ανάμεσα στην ενοποίηση γνώσεων και πρακτικών και της μαθησιακής απαίτησης των δραστηριοτήτων, διαπιστώθηκε ότι στο σχολικό εγχειρίδιο των Φυσικών Επιστημών οι δραστηριότητες απομνημόνευσης τείνουν να εμπλέκουν μόνο γνώσεις περιεχομένου, οι δραστηριότητες προδιαγεγραμμένων διαδικασιών

τείνουν να εμπλέκουν μόνο πρακτικές ή και γνώσεις περιεχομένου, ενώ οι επιστημονικές δραστηριότητες τείνουν να εμπλέκουν γνώσεις και πρακτικές.

Επιπρόσθετα, προέκυψε ότι στο σχολικό εγχειρίδιο των Μαθηματικών οι δραστηριότητες προαγωγής της κατανόησης και οι επιστημονικές δραστηριότητες τείνουν να εμπλέκουν γνώσεις και πρακτικές.

### **6.3. Περιορισμοί της Εργασίας**

Οι περιορισμοί της παρούσας ερευνητικής μελέτης, εντοπίζονται κυρίως στο ότι πραγματοποιείται μελέτη των δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων δίχως να υπάρχουν επαρκή στοιχεία για τον τρόπο με τον οποίο μετουσιώνονται οι εν λόγω δραστηριότητες στη διδακτική πράξη. Συνακόλουθα, δεν είναι βέβαιο αν μία δραστηριότητα προδιαγεγραμμένων διαδικασιών για πρακτικές, στη διδασκαλία μετουσιώνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να συνιστά στο τέλος δραστηριότητα προαγωγής της κατανόησης που εμπλέκουν ενοποίηση γνώσης περιεχομένου και πρακτικών. Βέβαια, εφόσον η διδακτική πράξη προσδιορίζεται κυρίως από τον εκπαιδευτικό, είναι κατανοητό ότι η μελέτη της αξιοποίησης των δραστηριοτήτων στη σχολική τάξη αποτελεί συνθετότερη διαδικασία για διερεύνηση στην οποία, ωστόσο, εμπεριέχεται και ο τρόπος που είναι δομημένες οι δραστηριότητες στο σχολικό εγχειρίδιο.

Παράλληλα, αναφέρεται ως περιορισμός το γεγονός ότι πραγματοποιήθηκε ανάλυση όχι όλων των σχολικών εγχειριδίων που αφορούν τις Φυσικές Επιστήμες και τα Μαθηματικά. Αν και στις Φυσικές Επιστήμες το βιβλίο Μαθητή εμπεριέχει μόνο θεωρία, στα Μαθηματικά τόσο στα σχολικά εγχειρίδια που ορίζονται ως «Βιβλίο Μαθητή» όσο και σε αυτά που αφορούν εξάσκηση και που ορίζονται ως «Τετράδιο Εργασιών», υπάρχουν δραστηριότητες που μπορούν να αναλυθούν. Στην παρούσα ερευνητική μελέτη ασχοληθήκαμε με τα Βιβλία Μαθητή των Μαθηματικών εφόσον αυτά στην ουσία προσδιορίζουν την πορεία της μαθησιακής πορείας. Θα άξιζε, ωστόσο, να διερευνηθούν και τα σχολικά εγχειρίδια των Τετραδίων Εργασιών για πληρέστερη εικόνα.

#### **6.4. Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα**

Στην παρούσα εργασία, αξιοποιήθηκε το μεθοδολογικό εργαλείο ανάλυσης δραστηριοτήτων των σχολικών εγχειριδίων Task Analysis Guide in Science (TAGS) το οποίο δεν έχει αξιοποιηθεί στον ελλαδικό χώρο.

Αποδείχθηκε ότι μπορεί να είναι ένα αξιόλογο, αποτελεσματικό εργαλείο κατάταξης των δραστηριοτήτων των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών της Ε' τάξης του Δημοτικού Σχολείου. Συνακόλουθα, θα μπορούσε κάλλιστα να προταθεί η αξιοποίησή του και στις άλλες τάξεις τόσο του Δημοτικού όσο και της επόμενης βαθμίδας, στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση εφόσον η ίδια λογική της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών ή των Μαθηματικών διέπει όλη τη βασική εκπαίδευση σύμφωνα με τα αναλυτικά προγράμματα των δύο βαθμίδων.

Προς αυτή την κατεύθυνση, θα ήταν δυνατό να διευρυνθεί το περιεχόμενο και να υπάρξει μία επέκταση του, έτσι ώστε να λαμβάνεται υπόψη και διδακτικό υλικό που δεν παρέχεται μόνο μέσα από το σχολικό βιβλίο. Για παράδειγμα, τα μαθησιακά αντικείμενα θα μπορούσαν να αναλυθούν με το ίδιο πλαίσιο ή ακόμη και οι δραστηριότητες που προτάσσονται στα εκπαιδευτικά λογισμικά των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών.

Παράλληλα, μία ευρύτερη έρευνα αξιολόγησης των περιεχομένων των σχολικών εγχειριδίων διαφόρων σε επίπεδο κρατών, θα μπορούσε να αποφέρει σημαντικά αποτελέσματα συσχέτισης και εξαγωγής κατάλληλων συμπερασμάτων.

Τέλος, με βάση το γεγονός ότι η ανάλυση ενός σχολικού εγχειριδίου δεν είναι θεμιτό να περιορίζεται μόνο στο περιεχόμενο (Fritzsche, 1992), θα ήταν αξιόλογο να αναζητηθούν και οι παιδαγωγικές συνέπειες του βιβλίου και συνεπώς το πως αυτό αξιοποιείται από τους εκπαιδευτικούς και φυσικά γίνεται αποδεκτό από τους μαθητές (Pingel & Boitsev, 2000).

#### **6.5. Ανακεφαλαίωση**

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρατίθενται απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας ενώ η ολοκληρώθηκε με την αναφορά στους περιορισμούς της εργασίας και με προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.



## ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΕΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Achieve. (2010). Taking the lead in science education: Forging Next-Generation Science Standards. Washington, DC: Author. Retrieved from <http://achieve.org/files/InternationalScienceBenchmarkingReport.pdf>.
- Aldahmash, A.H., Mansour, N.S., Alshamrani, S.M. & Almohi, S. (2016). An analysis of activities in Saudi Arabian Middle school science textbooks and workbooks for the inclusion of essential features of inquiry. *Research in Science Education*, 46, 879-900.
- Alpaslan, M. M., Yalvac, B., & Loving, C. (2011). The impact of two reform movements in science textbooks: An analysis of 6th grade science textbooks from 1975 to 1997. *Paper presentation at the 11<sup>th</sup> International History and Philosophy of Science Teaching Conference*, Thessaloniki.
- American Association for the Advancement of Science - AAAS (1989). *Science for all Americans: A Project 2061 report on literacy goals in science, mathematics, and technology* (Vol. 89). New York: Oxford University Press.
- Anderson, W. (Ed.), Krathwohl, R. (eds.), Airasian, W., Cruikshank, A., Mayer, E., Pintrich, R., Raths, J., & Wittrock, C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* (Complete edition). New York: Longman.
- Armbruster, B.B., Anderson, T.H., (1991). Textbook analysis, curriculum components, conceptual work. In *The International Encyclopedia of Curriculum*. Oxford: Pergamon Press.
- Baruque, L. B., Porto, F., & Melo, R. N. (2003). Towards an Instructional Design Methodology Based on Learning Objects. *Proceedings of the International Conference on Computers and Advanced Technology in Education (CATE)*
- Bernstein, B. (2000) *Pedagogy, Symbolic Control and Identity. Theory, research, critique* (Revised edition). New York: Rowman & Littlefield Publishers.
- Bloom, B.S., Engelhart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H. & Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of educational objectives Handbook 1: cognitive domain*. London, Longman Group Ltd.

- Campanile, M.F., Lederman, N.G., Kampourakis K. (2015). Mendelian genetics as a platform for teaching about Nature of Science and Scientific Inquiry: the value of textbooks. *Science & Education*, 24(1-2), 205-225.
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Chiappetta, E. L., Fillman, D. A., & Sethna, G. H. (1991). A Method to Quantify Major Themes of Scientific Literacy in Science Textbooks. *Journal of research in science teaching*, 28(8), 713-725.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175–218.
- Clifford, P. (2002). The pressure – flow hypothesis of phloem transport: misconceptions in the A – level textbooks. *Journal of Biological Education*, 36(3), 110-112.
- Common Core State Standards for Mathematical Practice. Washington, D.C.: National Governors Association Center for Best Practices, Council of Chief State Officers, 2010. Assessed at: [www.corestandards.org/Math/Practice](http://www.corestandards.org/Math/Practice).
- Costa, A. L. (1985). Teacher behaviors that enable student thinking. *Developing minds: A resource book for teaching thinking*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Davila, K., & Talanquer, V. (2009). Classifying end-of-chapter questions and problems for selected general chemistry textbooks used in the United States. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 97-101.
- Devetak, I., & Vogrinc, J. (2013). The criteria for Evaluating the Quality of the Science Textbooks. In M.S. Knine (eds.) *Critical Analysis of Science Textbooks: Evaluating instructional effectiveness*. The Netherlands: Springer.
- Dimopoulos, K., Koulaidis, V., & Sklaveniti, S. (2003). Towards an analysis of visual images in school science textbooks and press articles about science and technology. *Research in Science Education*, 33(2), 189-216.

- Dole, S., & Shield, M. J. (2008). The capacity of two Australian eighth-grade textbooks for promoting proportional reasoning. *Research in Mathematics Education*, 10(1), 19–35.
- Dowling, P. (1996). A sociological analysis of school mathematics texts. *Educational Studies in Mathematics*, 31, 389-415.
- Drakopoulou M., Parkosidis, I., Skordoulis, C. D., and Halkia, K. (2007). Historical analysis of illustrations of scientific instruments in Greek primary school textbooks (1878 -1950). In *International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbook, IOSTE (International Organization for Science and Technology Education)*, Tunisia: Hammamet.
- Ernest, P. (1998). *The philosophy of mathematics education*. London, UK: The Falmer Press
- Fan, L. (2011). *Textbook research as scientific research: Towards a common ground for research on mathematics textbooks*. Paper presented at the 2011 International Conference on School Mathematics Textbooks, Shanghai.
- Fan, L., & Kaeley, G. S. (2000). The influence of textbooks on teaching strategies: An empirical study. *Mid-Western Educational Researcher*, 13(4), 2–9.
- Fan, L., Zhu, Y., Miao, Z. (2013) Textbook research in mathematics education: development status and directions ZDM. *The International Journal on Mathematics Education*, 45(5), 633–646.
- Ganiel, U., & Hostein, A. (1982). Objective and continuous assessment of student performance in the physics laboratory. *Science Education*, 66(4), 581–591.
- Gene, K., Zacharos, K., Lavidas, K. & Koustourakis, G. (2018). An analysis of school mathematics textbooks in terms of their pedagogical orientation. *Open Journal of Educational Research*, 2(1), 1-18.
- Gracin, D.G. (2018). Requirements in mathematics textbooks: a five dimensional analysis of textbooks exercises and examples. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(7), 1003-1024.

- Guisasola, J., Almudi, J.M., & Furió, C. (2005). The nature of Science and its implications for Physics Textbooks: the case of classical magnetic field theory. *Science and Education*, 14(3-5), 321-328.
- Haggarty, L. and 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).
- Hatzinikita, V., Dimopoulos, K. & Christidou, V. (2008). PISA test items and school textbooks related to science: A textual comparison. *Science Education*, 92(4), 664-687.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twentyfirst century. *Science Education*, 88(1), 28–54.
- Holmeier, M. & Schaffter, H. (2017). Naturwissenschaftliche Schulbücher in Finnland. In Ch. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis* (S. 476–479). Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN).
- IEEE 1484.12.1. IEEE Standard for Learning Object Metadata, 1484.12.1- Learning Technology Standards Committee of the IEEE 1–44 (2002).
- Irez, S. (2009). Nature of science as Depicted in Turkish Biology Text Books. *Science Education*, 93(3), 422 – 447.
- Kahveci, A. (2010). Quantitative analysis of science and chemistry textbooks for indicators of reform: A complementary
- Kapaniaris, A., Gasouka, M., Zisiadis, D., Papadimitriou, E., & Kalogirou, E. (2013). Learning object design and development in folklore education using web 2.0 tools. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(11), 104–110.
- Kay, R. (2014). Exploring the use of web-based learning tools in secondary school classrooms. 22(1). Ημερομηνία πρόσβασης: 20-07-2016 από <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10494820.2011.641675>
- Kay, R.H., & Knaack, L. (2008). Investigating the use of learning objects in secondary school mathematics. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning*

- Koulaidis, V., & Tsatsaroni, A. (1996). A pedagogical analysis of science textbooks: How can we proceed? *Research in Science Education*, 26(1), 55-71.
- Koustourakis, G. & Zacharos, K. (2010). 'A Comparative Approach to the Teaching of Mathematics at the Time When Pupils Begin Attending Greek Primary School: The Case of the Educational Material of the 1982 and 2003 Mathematics Curricula '. In U. Gellert, E. Jablonka, and C. Morgan (eds.) *Mathematics Education and Society. Proceeding of the Sixth International Mathematics Education and Society Conference*, Berlin, Germany, 20-25, March, 2010, pp. 469-478, Berlin: Freie Universität Berlin.
- Kovac, M., Kovac Serbat, M., Klerk, J., Stefanc, D., & Vidmar, T. (2005). Ucbeniki in druzba znanja. In Devetak, I. & Vogrinc, J. (2013). The criteria for Evaluating the Quality of the Science Textbooks. In M.S. Knine (eds.) *Critical Analysis of Science Textbooks: Evaluating instructional effectiveness*. The Netherlands: Springer.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science education*, 84(1), 71-94.
- Lacatos, I. (1976). *Proofs and refutations*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Le hebel, F., Tiberghien, A., & Montpied, P. (2013). Sources of difficulties in PISA science items. In C. P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (eds.), *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning*. Part 10 (co-ed. Justin Dillon and Andreas Redfors). Nicosia, Cyprus: European Science Education Research Association.
- Lemoni, R., Stamou, A., & Stamou, G. (2011). "Romantic", "Classic" and "Baroque" views of Nature: An analysis of pictures about the environment in Greek primary school textbooks-Diachronic considerations. *Research in Science Education*, 41(5), 811-832.

- Lewis, A. R. (2012). *A Content Analysis of Inquiry in Third Grade Science Textbooks (Unpublished master's thesis)*. Provo, USA: Brigham Young University.
- Lunetta, V. N., & Tamir, P. (1981). An analysis of laboratory activities: Project Physics and PSSC. *School Science and Mathematics*, 81(8), 635–642.
- Liu, Y. (2016). Content Analysis of the Diagrammatic Representations of Primary Science Textbooks. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(8), 1937-1951.
- Man, H., & Jin, Q. (2010). Putting adaptive granularity and rich context into learning objects. In *2010 9th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET 2010* (pp. 140–145).
- Martinand J. - L. (Coord.) (1992). *Enseignement et apprentissage de la modilisation en sciences*. Paris: INRP.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., & Chrostowski, S. J. (2004). *TIMSS 2003 international science report. Findings from IEA's trends in international mathematics and science study at the fourth and eighth grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College
- Megalou, E., Gkamas, V., Papadimitriou, S., Paraskevas, M., & Kaklamanis, C. (2016). Open educational practices: Motivating teachers to use and reuse open educational resources, (June), 12–14.
- Megalou, E., & Kaklamanis, C. (2014). Photodentro LOR , the Greek national learning object, 1–11.
- Metros, S. E. (2005). Learning objects: A rose by any other name. *EDUCAUSE Review*, 40(4), 12-13.
- Midgett, C.W. & Eddins, S.K. (2001). NCTM's principles and standards for school mathematics: implications for administrators. *NASSP Bulletin*, 85(623), 35-42.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.

- Morris, B.J., Masnick, A.M., Baker, K. & Junglen, A. (2015). An analysis of data activities and instructional supports in middle school science textbooks. *International Journal of Science Education*, 37(16), 2708-2720.
- Nash, S.S. (2005). Learning Objects, Learning Object Repositories, and Learning Theory: Preliminary Best Practices for Online Courses. *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, 1. Ημερομηνία πρόσβασης: 22-07-2016 από [http://www.editlib.org/p/44877/article\\_44877.pdf](http://www.editlib.org/p/44877/article_44877.pdf).
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. National Council of Teachers in Mathematics, Reston, VA.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. National Committee for Science Education Standards and Assessment. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Committee on Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council (2014). *Developing Assessment for the Next Generation Science Standards*. Committee on Developing Assessments of Science Proficiency in K-12. Board on Testing and Assessment and Board on Science Education, J.W. Pellegrino, M.R. Wilson, J.A. Koenig, and A.S. Beatty, *Editors*. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nehm, R., T. Poole, M. Lyford, S. Hoskins, L. Carruth, B. Ewers and P. Colberg. (2009). Does the segregation of evolution in biology textbooks and introductory courses reinforce students' mental models of biology and evolution? *Evolution: Education and Outreach*, 2(3), 527–532.

- Newton, D.P. & Newton L.D. (2006). Could Elementary Mathematics Textbooks Help Give Attention to Reasons in the Classroom? *Educational Studies in Mathematics*, 64(1), 69-84.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press
- Nicely, R.F., Jr. (1985). Higher-order thinking skills in mathematics textbooks. *Educational Leadership*, 42(7), 26-30.
- Nicely, R.F., Jr., Fiber, H.R. & bobango, J.C. (1986). The cognitive content of elementary school mathematics textbooks. *Arithmetic Teacher*, 34, 60.
- Nwafor, C. (2012). Evaluation of Some Approved Primary Science Textbooks in Use in Public Primary Schools in Ebonyi State of Nigeria. Retrieved from <http://globalacademicgroup.com/journals/the%20intuition/Evaluation%20of%20Some%20Approved%20Primary%20Science%20Textbooks.pdf>.
- OECD (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD.
- OECD (2006). *The PISA 2006 assessment framework for Science, Reading and Mathematics*. Paris: OECD.
- Overman, M., Vermunt, D., Meijer, P., Bulte, B., & Brekelmans M. (2013). Textbook Questions in Context-Based and Traditional Chemistry Curricula Analyzed from a Content Perspective and a Learning Activities Perspective. *International Journal of Science Education*, 35(17), 1–25.
- Pella, M. O., O’Hearn, G. T., & Gale, C. G. (1966). Referents to scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 4(3), 199-208.
- Pepin, B. (2008). Μια διεθνής σύγκριση των διδακτικών βιβλίων μαθηματικών και της χρήσης τους από τους εκπαιδευτικούς – ποια εικόνα των μαθηματικών παρουσιάζουν στους μαθητές τα σχολικά βιβλία στην Αγγλία, Γαλλία και Γερμανία; Στο Δ. Χασάπης (Επ), *Το βιβλίο στη διδασκαλία των μαθηματικών*, 7<sup>ο</sup> Διήμερο Διαλόγου για τη Διδασκαλία των Μαθηματικών, 21-53, Θεσσαλονίκη.



- 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.
- Pickle, M. C. C. (2012). Statistical content in middle grades mathematics textbooks. Doctoral dissertation, University of South Florida, USA.
- Pinto, R. & El Boudamoussi, S. (2009). Scientific processes in PISA tests observed for science teachers. *International Journal of Science Education*, 31(16) 1-23.
- Porter, A. C., & Smithson, J. L. (2001). Are content standards being implemented in the classroom? A methodology and some tentative answers. *Yearbook-National Society For The Study Of Education*, 2, 60–80.
- Pingel, F. (1999). *UNESCO Guidebook on Textbook Research and Textbook Revision*, 1st. ed. Hannover.
- Pizzini, E. L., Shepardson, D. P., & Abell, S. K. (1992). The questioning level of select middle school science textbooks. *School Science and Mathematics*, 92(2), 74–79.
- Polsani, P. R. (2003). Use and abuse of reusable learning objects. *Journal of Digital Information*, 3(4).
- Ramnarain, U.D. & Chanetsa, T. (2016). An analysis of South African grade 9 natural sciences textbooks for their representation of nature of science. *International Journal of Science Education*, 38(6), 922-933.
- Risner, G. P. (1987). Cognitive Levels of Questioning Demonstrated by Test Items That Accompany Selected Fifth-Grade Science Textbooks. Retrieved from ERIC database. (ED291752).
- Risner, G. P., Nicholson, J. I., & Myhan, J. G. (1991, November). Levels of Questioning in Current Elementary Textbooks: What the Future Holds. Paper presented at the Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association, Lexington, Kentucky.
- Roth, W.F., McRobbie, C., Lucas, K. B., & Boutone, S. (1997). The local production of order in traditional science laboratories: A phenomenological analysis. *Learning and Instruction*, 7(2), 107-136.

- Santos, V.C., L.M. Joaquim, and C.N. El-Hani. (2012). Hybrid deterministic views about genes in biology textbooks: A key problem in genetics teaching. *Science & Education*, 21(4), 543-578.
- Schmidt, W. H., Jorde, D., Cogan, L. S., Barrier, E., Gonzalo, I., Moser, U., et al. (1996). *Characterizing pedagogical flow: An investigation of mathematics and science teaching in six countries*. Dordrecht: Springer.
- Schmidt, W.H., McNight, C.C., Valverde, G.A., Houang, R.T. & Wiley, D.E. (1997). *Many visions, many aims – volume 1 (a cross-national investigation of curricular intentions in school mathematics)*. Kluwer Academic Publishers, London.
- Shepardson, D.P., & Pizzini, E.L. (1991). Questioning levels of junior high schools science textbooks and their implications for learning textual information. *Science Education*, 75(6), 673–682.
- Shiel, G., Sofroniou, N. & Cosgrove, J. (2006). An overview of the main findings of PISA 2003 in Ireland. *The Irish Journal of Education*, 37, 5-26.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1–22.
- Simola, H. (2005). The Finnish miracle of PISA: Historical and sociological remarks on teaching and teacher education. *Comparative Education*, 41(4), 455-470.
- Sinclair, J., Joy, M., Yau, J. Y.-K., & Hagan, S. (2013). A Practice-Oriented Review of Learning Objects. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 6(2), 177–192
- Sjøberg, S. (2001, March). *Science and Technology in Education - Current Challenges and Possible Solutions. Invited contribution to Meeting of European Ministers of Education 127 and Research*. Ανακτήθηκε 15-10-2016, από Institute for Applied Microelectronics. University of Las Palmas de Gran Canaria. από <http://www.iuma.ulpgc.es/~nunez/sjobergreportsciencetech.pdf>.
- Skoumios, M. Diakos, N. (2015). Questioning Levels of Greek Middle School Chemistry Textbooks from a Learning Activities Perspective. *The International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning*, 22(3), 15-30.

- Skoumios, M., & Hatzinikita, V. (2008). Investigating the structure and the content of pupils' written explanations during science teaching sequences focused on conceptual obstacles. *Themes in Science and Technology Education, 1*(2), 135-155.
- Stern, L., & Roseman, J. E. (2004). Can middle-school science textbooks help students learn important ideas? Findings from Project 2061's curriculum evaluation study: Life science. *Journal of research in science teaching, 41*(6), 538-568.
- Slough, S. W. & McTigue, E. M. (2013). Development of the Graphical Analysis Protocol (GAP) for eliciting the graphical demands of science texts. In M. S. Khine (eds.) *Critical analysis of science textbooks: Evaluating instructional effectiveness*. New York: Springer.
- Smolkin, L. B., McTigue, E. M., Donovan, C.A., & Coleman, J.M. (2009). Explanations in science trade books recommended for use with elementary students. *Science Education, 93*(4), 587-610.
- Stein, M. K., Grover, B. W., & Henningsen, M. (1996). Building student capacity for mathematical thinking and reasoning: An analysis of mathematical tasks used in reform classroom. *American Educational Research Journal, 33*(2), 455-488.
- Stein, M. K., Smith, M. S., Henningsen, M. A., & Silver, E. A. (2009). Implementing Standards-Based Mathematics Instruction: A Casebook for Professional Development. *Teachers College Press*.
- Stylianides, G. J. (2009). Reasoning-and-proving in school mathematics textbooks. *Mathematical Thinking and Learning, 11*(4), 258-288.
- Tasdelen, U., Koseoglu, F., (2008). Learner-Friendly Textbooks: Chemistry Texts Based on a Constructivist View of Learning. *Asia Pacific Education Review, 9*(2), 136-147.
- Tekkumru-Kisa, M., Stein, M.K. & Schunn, C. (2015). A framework for analysing cognitive demand and content-practices integration: task analysis guide in science. *Journal of Research in Science Teaching, 52*(5), 659-685.
- Thompson, D.R, Senk, S.L, Johnson, J. (2012). Opportunities to Learn Reasoning and Proof in High School Mathematics Textbooks, *Journal for Research in Mathematics Education, 43*(3), 253-295.

- Tiberghien, A., Veillard, L., Le Maréchal, J.F., Buty, C., & Millar, R. (2001). An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several European countries. *Science Education*, 85(5), 483-508.
- Tracana, R. B., Carvalho, G., Ferreira, C., Ferreira, M. E. (2008). Analyzing the Theme of Pollution in Portuguese Geography and Biology Textbooks. *International Research in Geographical & Environmental Education*, 17(3), 199-211.
- Valverde, G. A., Bianchi, L. J., Wolfe, R. G., Schmidt, W. H., & Houang, R. T. (2002). *According to the book: Using TIMSS to investigate the translation of policy into practice through the world of textbooks*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer.
- Vermunt, J.D., & Verloop, N. (1999). Congruence and friction between learning and teaching. *Learning and Instruction*, 9(3), 257–280.
- Van Eijck, M., & Roth, W. M. (2008). Representations of scientists in Canadian high school and college textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 1059-1082.
- Van Eijck, M., Goedhart, M. J., & Ellermeijer, T. (2009). Polysemy in the domain-specific pedagogical use of graphs in science textbooks: The case of an electrocardiogram. *Research in Science Education*, 41(1), 1-18.
- Vincent, J., & Stacey, K. (2008). Do mathematics textbooks cultivate shallow teaching? Applying the TIMSS video study criteria to Australian eighth-grade mathematics textbooks. *Mathematics Education Research Journal*, 20(1), 82–107.
- Eda Vula, Jeta Kingji-Kastrati, Fitore Podvorica. A comparative analysis of mathematics textbooks from Kosovo and Albania based on the topic of fractions. *CERME 9 - Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, Charles University in Prague, Faculty of Education; ERME, Feb 2015, Prague, Czech Republic. pp.1759-1765.
- Webb, N. L. (2007). Issues related to judging the alignment of curriculum standards and assessments. *Applied Measurement in Education*, 20(1), 7–25.
- Weiss, I. R., Pasley, J. D., Smith, P. S., Banilower, E. R., & Heck, D. J. (2003). *Looking inside the classroom: A study of K-12 mathematics and science education in the United States*. Chapel Hill, NC: Horizon Research, Inc.

Willis, D. (1993). Learning and assessment: exposing the inconsistencies of theory and practice. *Oxford Review of Education*, 19(3), 383-402.

Zoller, U., & Tsaparlis, G. (1997). Higher and lower-order cognitive skills: The case of chemistry. *Research in Science Education*, 27(1), 117-130.

## **ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

Αλεξίου, Ν. (2013). *Διαστάσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού στο σχολικό εγχειρίδιο Φυσικής της Β' Γυμνασίου* (Μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.

Αναγνωστοπούλου Κ. (2015). *Σχολική αξιολόγηση στην Ελλάδα και αξιολόγηση γνώσεων και δεξιοτήτων στο διεθνές πρόγραμμα PISA: Συγκριτική Μελέτη*. Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. Πάτρα.

Euricon E.Π.Ε. (2008). *Κριτήρια αξιολόγησης και αξιοποίησης εκπαιδευτικού υλικού*, Ο.Ε.Π.Ε.Κ.

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, (2014). *ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21<sup>ου</sup> αιώνα)- Νέο Πρόγραμμα Σπουδών. Επιστημονικό Πεδίο: Μαθηματικά*. Αναθεωρημένη Έκδοση. Αθήνα.

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

Καριώτογλου, Π. (2014). Εκπαίδευση υπηρετούντων νηπιαγωγών στο διδακτικό σχεδιασμό Φυσικών Επιστημών: εκπαιδευτικό και ερευνητικό πρόγραμμα STED. Πρακτικά του 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου με τίτλο «Οι Φυσικές Επιστήμες στο Νηπιαγωγείο: Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην εκπαίδευση, επιμόρφωση, μετεκπαίδευση των Νηπιαγωγών». Αθήνα: Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Κατσίκης, Α., & Ζαχαρίου, Α. (2002). Η περιβαλλοντική διάσταση μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια του μαθήματος της επιστήμης στη δημοτική εκπαίδευση της Κύπρου. Στο 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών

και την Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση (σελ. 117-124).  
Ρέθυμνο: Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Καψάλης, Α., & Χαραλάμπους, Δ. (2008). *Σχολικά Εγχειρίδια, Θεσμική Εξέλιξη και Σύγχρονη Προβληματική*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Κολέζα, Ε. (2006). *Μαθηματικά και Σχολικά Μαθηματικά*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

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

Κολέζα, Ε. (2009). *Θεωρία και πράξη στη διδασκαλία των Μαθηματικών*. Εκδόσεις Τόπος.

Κουλαϊδής, Β. (2001). Διδακτική των φυσικών επιστημών: Αντικείμενο και αναγκαιότητα. Στο: J. Bliss, G. Cooper, Δ. Κολιόπουλος, Β. Κουλαϊδής, Κ. Ραβάνης, J. Solomon, Α. Τσατσαρώνη, Β. Χατζηνικήτα & Β. Χρηστίδου (επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, Τόμος Α', Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.

Κουλαϊδής, Β., Δημόπουλος, Κ., Σκλαβενίτη, Σ., & Χρηστίδου, Β. (2002). *Τα κείμενα της Τεχνο-επιστήμης στο Δημόσιο Χώρο*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Μαραβέλης, Γ., Κουλαϊδής Β., Δημόπουλος Κ. (2014). Ανάλυση σχολικών εγχειριδίων: μια συγκριτική μελέτη Ελλάδας και Ηνωμένων Πολιτειών. Στο Χ. Σκουμπουρδή και Μ. Σκουμιός (επιμ.), *Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες»* (σελ. 517-537), Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.

Ματσαγγούρας, Η. (2006). Διδακτικά εγχειρίδια: Κριτική αξιολόγηση της Γνωσιακής, Διδακτικής και Μαθησιακής Λειτουργίας τους. *Συγκριτική και Διεθνής Εκπαιδευτική Επιθεώρηση*, 7, 60-92.

Μπονίδης, Κ. (2004). *Το περιεχόμενο του σχολικού βιβλίου ως αντικείμενο έρευνας. Διαχρονική εξέταση της σχετικής έρευνας και μεθοδολογικές προσεγγίσεις*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

- Μπονίδης, Κ. (2005). Η αξιολόγηση των σχολικών βιβλίων: διαδικασία και κριτήρια αξιολόγησης στο: Βέικου (επιμ.) Διδακτικό βιβλίο και εκπαιδευτικό υλικό στο σχολείο: Προβληματισμοί, δυνατότητες, προοπτικές, *Πρακτικά συνεδρίου του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*, 17-19 Φεβρουαρίου 2005 (σ. 106-119), Θεσσαλονίκη: Ζήτη.
- Λάκατος, Ι. (1996). *Αποδείξεις και Ανασκευές*. Αθήνα: Τροχαλία.
- Layton D. (2004). *Η πρόκληση της τεχνολογίας στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών*. Αθήνα: Πολιτεία.
- Perin, B. (2008). Μια διεθνής σύγκριση των διδακτικών βιβλίων μαθηματικών και της χρήσης τους από τους εκπαιδευτικούς – ποια εικόνα των μαθηματικών παρουσιάζουν στους μαθητές τα σχολικά βιβλία στην Αγγλία, Γαλλία και Γερμανία. Στο Δ. Χασάπης (Επιμ.) Το βιβλίο στη διδασκαλία των μαθηματικών, 7ο διήμερο διαλόγου για διδασκαλία των μαθηματικών 15 & 16 Μαρτίου 2008 (σσ. 21-54). Θεσσαλονίκη.
- Σαπουντζή, Λ., & Σκουμιός, Μ. (2015). Ανάλυση ερωτήσεων σχολικών εγχειριδίων Φυσικής Β' Γυμνασίου ως προς τις μαθησιακές δραστηριότητες που ενεργοποιούν τσους μαθητές. Στο Μ. Σκουμιός & Χ. Σκουμπουρδή (Επ.), Πρώτο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες" Πρακτικά Συνεδρίου (σελ. 579-596). Ρόδος: Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Στασινάκης, Π., & Κολιόπουλος, Δ. (2011). Ανάλυση εγχειριδίων βιολογίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση: Η περίπτωση της έννοιας της θρέψης φυτών και ζώων. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 2(1-2), 103-125.
- Σκλαβενίτη, Σ. (2003a). *Ένα πλαίσιο ανάλυσης σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών*. Διδακτορική Διατριβή. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Σκλαβενίτη, Σ. (2003b). Νέες Τεχνολογίες και Σχολικά Εγχειρίδια, στο: Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην κοινωνία της Πληροφορίας, *Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου*, Αθήνα 18-21 Απριλίου 2002. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.

- Στασινάκης, Π. Κ., & Κολιόπουλος, Δ. (2009). Ανάλυση εγχειριδίων βιολογίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση, Τόμος 2, Τεύχος 1-2, Σελ. 103-125, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- Ταξίδης, . (2008). Οι πολιτισμικές διαστάσεις στα νέα εγχειρίδια των μαθηματικών της ΣΤ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου. Στο Δ. Χασάπης (επ.), *Το βιβλίο στη διδασκαλία των μαθηματικών*, 7<sup>ο</sup> Διήμερο Διαλόγου για τη Διδασκαλία των Μαθηματικών, 157-176. Θεσσαλονίκη.
- Τουμάσης, Μ. (2000). *Σύγχρονη διδακτική των μαθηματικών*. Αθήνα: Gutenberg.
- Τσατσαρώνη, Α., & Κουλαϊδής, Β. (2001). Τα χαρακτηριστικά των σχολικών εγχειριδίων και του παιδαγωγικού κειμένου. Στο Δ. Κολιόπουλος, Β. Κουλαϊδής, Α. Τσατσαρώνη, Β. Χατζηνικήτα, Β. Χρηστίδου & J. Ogborn (Επ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (τόμος Β', σελ. 267-292). Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Τσέτσος, Σ. & Σκουμιός, Μ. (2016). Οι επιστημονικές πρακτικές στις πειραματικές δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου Φυσικών Επιστημών της Ε' τάξης του δημοτικού σχολείου. Στο Πιερράτος, Θ., Κουμαράς, Π. και Πολάτογλου, Χ. (επιμ.). Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου - "Διδακτικές προσεγγίσεις και πειραματική διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες" (σελ. 147 – 156). Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Α.Π.Θ., Τμήμα Φυσικής του Α.Π.Θ., Πανελλήνια Ένωση Υπευθύνων Εργαστηριακών Κέντρων Φυσικών Επιστημών ΠΑΝΕ.Κ.Φ.Ε.).
- Τσικοπούλου, Σ. (2008). Ο ρόλος των δραστηριοτήτων στα σχολικά βιβλία των μαθηματικών. Στο Δ. Χασάπης (επ.), *Το βιβλίο στη διδασκαλία των μαθηματικών*, 7<sup>ο</sup> Διήμερο Διαλόγου για τη Διδασκαλία των Μαθηματικών, 157-176. Θεσσαλονίκη.
- Φλωριώτης, Γ., Μπαλαμπέκου, Σ., & Μαυρικάκη, Ε. (2012). Οι έμφυλες αναπαραστάσεις στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών Γυμνασίου. Στο Α. Τριλιανός, Γ. Κουτρομάνος & Ν. Αλεξόπουλος (επιμ.). *Πρακτικά του Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Η Ποιότητα στην Εκπαίδευση: Τάσεις και Προοπτικές» (Τόμος Α')* (σ. 407-416). Αθήνα: Πανεπιστήμιο Αθηνών, ΠΤΔΕ.



Fritzsche, K. P. (1992). Τα σχολικά εγχειρίδια ως αντικείμενο έρευνας. Ματιές στη διεθνή έρευνα σχολικών εγχειριδίων (Α. Καψάλης, Μετ.). *Παιδαγωγική Επιθεώρηση*, 17, 173-183.

Χατζηβασιλείου, Ε. (2008). Τα πολιτισμικά στοιχεία στα νέα σχολικά εγχειρίδια των μαθηματικών της Α' τάξης του δημοτικού σχολείου. Στο Δ. Χασάπης (επ.), *Το βιβλίο στη διδασκαλία των μαθηματικών*, 7<sup>ο</sup> Διήμερο Διαλόγου για τη Διδασκαλία των Μαθηματικών, 157-176. Θεσσαλονίκη.

Χοντολίδου, Ε. (1999). Εισαγωγή στην έννοια της πολυτροπικότητας. *Γλωσσικός υπολογιστής*, 1. Ημερομηνία ανάκτησης 29-07-2016. <http://goo.gl/u03LkU>.