



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΑΛΟΓΙΩΝ ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΩΝ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ»

ΤΣΕΤΣΕΛΗ ΖΩΗ-ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΡΟΔΟΣ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2019



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

από την

ΤΣΕΤΣΕΛΗ ΖΩΗ-ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

A.M.: 4112015-246

ΘΕΜΑ: «*Ανάλυση αναλογιών σχολικών εγχειριδίων*
***Φυσικών Επιστημών του δημοτικού σχολείου*»**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

Σκουμιός Μιχαήλ

Αναπληρωτής Καθηγητής, ΠΤΔΕ, Πανεπιστημίου Αιγαίου

ΡΟΔΟΣ, 2019

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης, του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Η εργασία αυτή θα ήταν αδύνατο να υλοποιηθεί χωρίς την βοήθεια ορισμένων ανθρώπων, τους οποίους και θα ήθελα να ευχαριστήσω.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της παρούσας εργασίας, κ. Μιχαήλ Σκουμιό, Αναπληρωτή Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αιγαίου, για την επιστημονική καθοδήγηση, τις πολύτιμες συμβουλές, την αμέριστη κατανόηση μα και την ανιδιοτελή προσφορά γνώσεων και χρόνου που μου διέθεσε κατά τη διάρκεια συγγραφής αυτής της εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον σύζυγό μου Δημήτριο Λυριστή, για την συμπαράσταση και υποστήριξη που μου προσφέρει σε κάθε βήμα της ζωής μου, δίνοντάς μου έτσι τη δύναμη να προσπαθώ πάντα για το καλύτερο.

*Στα παιδιά μου,
Μαγδαληνή, Σουλτάνα, Μιχαήλ...*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	10
ABSTRACT	11
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1.1 Οριοθέτηση του θέματος και αναγκαιότητα εργασίας.....	12
1.2 Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα.....	14
1.3 Σημασία εργασίας	15
1.4 Δομή εργασίας.....	15
1.5 Ανακεφαλαίωση	17
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	18
2.1 Εισαγωγή.....	18
2.2 Η αναλογία ως διδακτικό εργαλείο στις Φυσικές Επιστήμες	18
2.2.1. Η έννοια της αναλογίας.....	18
2.2.2. Η λειτουργία της αναλογικής σκέψης.....	19
2.2.3. Η χρήση των αναλογιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Προϋποθέσεις και πλεονεκτήματα	20
2.2.4. Περιορισμοί στη διδακτική χρήση των αναλογιών.....	23
2.2.5. Οι αναλογίες στα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών	24
2.3 Ανακεφαλαίωση	25
3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	26
3.1 Εισαγωγή.....	26
3.2 Οι αναλογίες ως διδακτικό εργαλείο: βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών	26
3.3 Εργαλεία ανάλυσης αναλογιών: βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	33

3.4 Συζήτηση-Πρωτοτυπία εργασίας	43
3.5 Ανακεφαλαίωση	46
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	47
4.1 Εισαγωγή.....	47
4.2 Ερευνητική διαδικασία.....	47
4.3 Δείγμα έρευνας.....	47
4.4 Εργαλείο ανάλυσης αναλογιών	48
4.5 Ανάλυση δεδομένων	60
4.6 Ανακεφαλαίωση	63
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	64
5.1 Εισαγωγή.....	64
5.2 Συχνότητα εμφάνισης αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	65
5.3 Έννοιες και εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων» αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	65
5.3.1 Έννοιες «τομέων- στόχων» αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών ..	66
5.3.2 Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων» αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών.....	66
5.4 Θέση αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	67
5.5 Χαρακτηριστικά αναλογιών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών	68
5.5.1 Αναλογική σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου αναλογιών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών.....	68
5.5.2 Τρόπος παρουσίασης αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών.....	69
5.5.3 Επίπεδο αφαίρεσης εννοιών «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	69

5.5.4 Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο» αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	70
5.5.5 Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	71
5.5.6 Τρόπος αντίληψης εννοιών «τομέων- στόχων» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών.....	72
5.5.7 Ταξινόμηση κειμένου αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	72
5.5.8 Τυπικότητα κειμένου αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών.....	73
5.5.9 Μαθησιακός στόχος αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	73
5.6 Διδακτικές πρακτικές συγγραφέων στις αναλογίες σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών.....	74
5.6.1 Εξήγηση εννοιών «τομέων- βάσεων» στις αναλογίες σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών.....	74
5.6.2 Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στις αναλογίες σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών.....	75
5.6.3 Δήλωση περιορισμών αναλογιών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών	76
5.6.4 Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών πριν την παρουσίαση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών.....	76
5.6.5 Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών μετά την παρουσίαση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών.....	77
5. 7 Ανακεφαλαίωση.....	78
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	80
6.1 Εισαγωγή.....	80
6.2 Κύρια ευρήματα και σχολιασμός	82
6.3 Περιορισμοί Εργασίας.....	89

6.4 Προτάσεις Έρευνας.....	90
6.5 Ανακεφαλαίωση	90
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	92
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	104

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Η αναλογία ως τετράπολο (Κουλαϊδής κ.συν., 2002)	20
Σχήμα 2. Επίπεδα εμπλουτισμού αναλογιών (Curtis & Reigeluth, 1984)	36

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4. 1 Αριθμός αναλογιών ανά εγχειρίδιο	48
Πίνακας 4. 2 Συγκριτική παράθεση κυριότερων εργαλείων ανάλυσης αναλογιών.....	49
Πίνακας 4. 3 Εργαλείο ανάλυσης αναλογιών	51
Πίνακας 4. 4 Δείκτες τυπικότητας και συνολική τυπικότητα κειμένου (Dimopoulos, Koulaidis & Sklaveniti, 2005)	57
Πίνακας 4. 5 Ανάλυση 1 ^{ης} αναλογίας	61
Πίνακας 4. 6 Ανάλυση 2 ^{ης} αναλογίας	62
Πίνακας 5. 1 Οι αναλογίες στα σχολικά εγχειρίδια: συχνότητες και ποσοστά.....	65
Πίνακας 5. 2 Οι έννοιες των «τομέων- στόχων» που συνδέονται με τις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	66
Πίνακας 5. 3 Οι εννοιολογικές περιοχές των «τομέων- στόχων» που συνδέονται με τις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά...	67
Πίνακας 5. 4 Η θέση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών:.....	68
Πίνακας 5. 5 Η αναλογική σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά	69
Πίνακας 5. 6 Ο τρόπος παρουσίασης των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά	69

Πίνακας 5. 7 Το επίπεδο αφαίρεσης των εννοιών «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά... 70	70
Πίνακας 5. 8 Η θέση του «τομέα- βάσης» σε σχέση με τον «τομέα- στόχο» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά..... 71	71
Πίνακας 5. 9 Το επίπεδο εμπλουτισμού των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά 71	71
Πίνακας 5. 10 Ο τρόπος αντίληψης των εννοιών των «τομέων- στόχων» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά..... 72	72
Πίνακας 5. 11 Η ταξινόμηση κειμένου των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια: συχνότητες και ποσοστά..... 73	73
Πίνακας 5. 12 Η τυπικότητα κειμένου των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια: συχνότητες και ποσοστά..... 73	73
Πίνακας 5. 13 Ο μαθησιακός στόχος των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά 74	74
Πίνακας 5. 14 Η εξήγηση των εννοιών των «τομέων- βάσεων» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά 75	75
Πίνακας 5. 15 Η ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων: 75	75
Πίνακας 5. 16 Η δήλωση περιορισμών στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων:..... 76	76
Πίνακας 5. 17 Η ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση πριν την παρουσίαση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά..... 77	77
Πίνακας 5. 18 Η ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση μετά την παρουσίαση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά..... 78	78

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι αναλογίες αποτελούν σημαντικό και αναπόσπαστο εργαλείο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Ωστόσο, η έρευνα που εστιάζει στην ανάλυση των αναλογιών των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών είναι περιορισμένη. Σκοπός της παρούσας έρευνας, είναι η ανάλυση των αναλογιών που περιλαμβάνονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών που χρησιμοποιούνται σήμερα στην ελληνική πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Οι 15 αναλογίες που εντοπίστηκαν στα 2 σχολικά εγχειρίδια που μελετήθηκαν, αναλύθηκαν ως προς τα χαρακτηριστικά και τη χρήση τους. Διαπιστώθηκε ότι οι συγγραφείς δεν κάνουν εκτεταμένη χρήση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών. Από την ανάλυση προέκυψε ότι οι συγγραφείς χρησιμοποιούν τις αναλογίες με σκοπό την εξήγηση αφηρημένων εννοιών από την περιοχή κυρίως της Ατομικής Φυσικής. Οι περισσότερες αναλογίες εντοπίζονται στο τέλος των εγχειριδίων, είναι «απλές» και παρουσιάζονται λεκτικά. Οι εννοιολογικοί «τομείς» των περισσότερων αναλογιών διέπονται από δομική σχέση ενώ χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό αφάιρεσης. Ο «τομέας- βάση» στην πλειοψηφία των αναλογιών παρουσιάζεται παράλληλα με τον «τομέα- στόχο», ενώ δεν παρέχονται πάντα εξηγήσεις σχετικά με αυτόν. Τα κείμενα όλων των αναλογιών χαρακτηρίζονται από ασθενή ταξινόμηση και ασθενή τυπικότητα. Ο μαθησιακός στόχος που σχεδόν όλες οι αναλογίες επιδιώκουν να πετύχουν είναι η βελτίωση της κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο. Οι συγγραφείς έχουν την τάση να μην χρησιμοποιούν «λέξεις- κλειδιά» που να φανερώσουν τη γνωστική στρατηγική που χρησιμοποιεί η αναλογική σκέψη, ενώ δεν δηλώνουν ποτέ τους περιορισμούς που διέπουν τις αναλογίες. Επίσης, απουσιάζουν ερωτήσεις τόσο πριν όσο και μετά την παρουσίαση των αναλογιών οι οποίες είναι δυνατόν να προάγουν τη συζήτηση μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών.

Λέξεις- κλειδιά: Διδακτική Φυσικών Επιστημών, αναλογία, σχολικό εγχειρίδιο, ανάλυση αναλογιών, πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

ABSTRACT

Analogies are important and integral teaching tool for Science Education. However, research about the analysis of analogies that are included in Greek school Science textbooks is limited. The purpose of this research is the analysis of the analogies that are used in school Science textbooks which are used today in Greek primary education. The 15 analogies that were found in the 2 examined school textbooks, were analyzed for their characteristics and their use. It was found that authors do not make extent use of analogies in school Science textbooks. As a result of the analysis, authors use analogies in order to explain abstract concepts mainly from Atomic Physics. Most of the analogies are found in the later stages of textbooks, are “simple” and have a verbal presentation. The analog and the target of most analogies, share structure attributes and have a high level of abstraction. In most of the cases, the analog is presented together with the target of analogies, and explanations about them are not given. Text of all analogies is characterized by weak text sorting and weak text formality. Most of the analogies are used to improve the understanding about physics world. Authors do not use “key- words” that indicate the cognitive strategy of analogies and never refer to the limitations of analogies. Also, there are no questions before and after the presentation of analogies that could promote conversation between the teacher and the students.

Key-words: Science Education, analogy, school textbook, analysis of analogies, primary education.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κεφάλαιο αυτό συντίθεται από τέσσερις ενότητες. Στην πρώτη ενότητα οριοθετείται το θέμα της παρούσας εργασίας και αναδύεται η αναγκαιότητα εκπόνησης αυτής (βλ. ενότητα 1.1). Στην δεύτερη ενότητα περιλαμβάνεται ο σκοπός της εργασίας και τα ερευνητικά ερωτήματα (βλ. ενότητα 1.2). Η τρίτη ενότητα αιτιολογεί τη σημασία της εργασίας αυτής (βλ. ενότητα 1.3), ενώ η τέταρτη αφορά στη δομή της συνολικής εργασίας (βλ. ενότητα 1.4).

1.1 Οριοθέτηση του θέματος και αναγκαιότητα εργασίας

Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών αποτελούν γεγονός στη σχολική πραγματικότητα (OECD, 2016). Οι δυσκολίες αυτές σχετίζονται όχι μόνο με το περιεχόμενο των μαθημάτων αυτών και τις παραδοσιακές διδακτικές πρακτικές που υιοθετούνται και εφαρμόζονται από τους εκπαιδευτικούς, αλλά και με τον τρόπο παρουσίασης των θεμάτων των Φυσικών Επιστημών στα σχολικά εγχειρίδια (Κόκκοτας, 2008). Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, ως αυτόνομος επιστημονικός κλάδος, στοχεύει στη μελέτη και βελτίωση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης (Κόκκοτας, 2008) μελετώντας- ανάμεσα στα άλλα- υπάρχοντα αλλά και νέα διδακτικά εργαλεία και τεχνικές.

Ένα από τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών είναι οι αναλογίες (Dikmenli, 2015). Ως αναλογία ορίζεται η διαδικασία σύγκρισης και εύρεσης ομοιοτήτων ανάμεσα σε δύο διαφορετικές έννοιες ή σύνολα εννοιών, εκ των οποίων το ένα είναι άγνωστο και το άλλο οικείο (Treagust, 1993; Glynn, 1991). Στην εκπαιδευτική πρακτική, οι αναλογίες εντοπίζονται τόσο στον προφορικό λόγο του εκπαιδευτικού όσο και στα σχολικά εγχειρίδια (Dagher, 1995), αποσκοπώντας στην ουσιαστική κατανόηση άγνωστων εννοιών ή φαινομένων από τις Φυσικές Επιστήμες («τομέας- στόχος) μέσω της αντιστοίχισης αυτών με άλλες οικείες για τους μαθητές έννοιες ή φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών («τομέας- βάση») (Beall, 1999).

Οι αναλογίες βρίσκονται στο επίκεντρο των ερευνών του τομέα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών πάνω από τριάντα χρόνια (Χαριτωνίδης, 2016). Στη βιβλιογραφία εντοπίζονται τόσο έρευνες που αποδεικνύουν τη θετική επίδραση των αναλογιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, όσο και έρευνες που μαρτυρούν αντίθετα αποτελέσματα (Gilbert, 1989; Harrison & Treagust, 1993; Glynn & Takahashi, 1998). Ως εκ τούτου, μία κατεύθυνση της έρευνας της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών αποτελεί η ανάλυση των αναλογιών που

εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια, καθώς ο τρόπος χρήσης και παρουσίασης των αναλογιών σε αυτά είναι δυνατόν να επηρεάσει την αποτελεσματικότητα των αναλογιών (Curtis & Reigeluth, 1984). Επιπλέον, τα σχολικά εγχειρίδια αποτελούν κύρια δομικά στοιχεία της εκπαιδευτικής διαδικασίας, «αυθεντικό φορέα» επιστημονικής γνώσης και ως εκ τούτου απαραίτητο εργαλείο των εκπαιδευτικών (Newton, 2003; Dikmenli, 2015; Μπονίδης, 2004).

Όπως μαρτυρούν τα ερευνητικά δεδομένα, έχουν πραγματοποιηθεί αναλύσεις σχολικών εγχειριδίων ως προς τις αναλογίες που εντοπίζονται σε αυτά, σε αρκετές χώρες (Curtis & Reigeluth, 1984; Thiele & Treagust, 1994; Dikmenli, 2015). Οι αναλύσεις των αναλογιών που εντοπίζονται στη βιβλιογραφία, πραγματοποιήθηκαν με χρήση εργαλείων που έχουν προταθεί εδώ και τριάντα περίπου χρόνια, ο μεγαλύτερος αριθμός των οποίων βασίζεται στο εργαλείο των Curtis και Reigeluth (1984) με μικρές τροποποιήσεις σχετικά με τα κριτήρια του εργαλείου. Κριτήρια ανάλυσης στο εργαλείο των Curtis και Reigeluth (1984) αποτελούν το είδος της αναλογικής σχέσης που διέπει τους εννοιολογικούς «τομείς» της αναλογίας, το επίπεδο εμπλουτισμού και ο τρόπος παρουσίασης της αναλογίας στο εγχειρίδιο, ο βαθμός αφαίρεσης της έννοιας του «τομέα- βάσης», το αν παρέχονται ή όχι εξηγήσεις σχετικά με αυτήν καθώς και η θέση του «τομέα- βάσης» σε σχέση με τον «τομέα- στόχο» της αναλογίας.

Στην Ελλάδα, η έρευνα αναφορικά με την ανάλυση των αναλογιών που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών είναι άκρως περιορισμένη. Οι Κουλαϊδής, Δημόπουλος, Σκλαβενίτη και Χρηστίδου (2002) πρότειναν ένα διαφορετικό εργαλείο ανάλυσης αναλογιών. Βασικές διαστάσεις του εργαλείου αυτού αποτελούν η οριζόντια και κατακόρυφη πληρότητα, η συστηματικότητα, η καταλληλότητα του «τομέα- βάσης» και η οντολογική απόσταση αυτού από τον «τομέα- στόχο» της αναλογίας. Ο Χαριτωνίδης (2016) ανέλυσε τις αναλογίες που εντοπίστηκαν σε τρία πανεπιστημιακά συγγράμματα Φυσικής χρησιμοποιώντας ένα πλέγμα ανάλυσης βασισμένο στο εργαλείο των Κουλαϊδή κ. συν. (2002) και στο εργαλείο των Thiele και Treagust (1994). Βασικά κριτήρια ανάλυσης στο εργαλείο του Χαριτωνίδη (2016) αποτελούν το γνωστικό περιεχόμενο της έννοιας του «τομέα- βάσης», ο τρόπος παρουσίασης και το επίπεδο εμπλουτισμού της αναλογίας, η αναλογική σχέση που διέπει τους δύο εννοιολογικούς «τομείς» της αναλογίας καθώς και η ύπαρξη ή μη περιορισμών της αναλογίας. Το 2017, αναλύθηκαν τα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών που χρησιμοποιούνται σήμερα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση της χώρας μας, με τη χρήση ενός εμπλουτισμένου εργαλείου ανάλυσης που περιλαμβάνει τόσο τις διαστάσεις των εργαλείων ανάλυσης που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία όσο και

πρόσθετες διαστάσεις που αφορούν στο μετασχηματισμό της γνώσης στο κείμενο των αναλογιών, στα είδη των μαθησιακών στόχων που επιδιώκονται να επιτευχθούν μέσω της χρήσης αναλογιών και στην ύπαρξη και τη σκοπιμότητα των ερωτήσεων πριν και μετά την παρουσίαση των αναλογιών (Τσετσέλη, 2017).

Διαπιστώνεται λοιπόν, ότι υπάρχουν εργαλεία ανάλυσης αναλογιών με διάφορες διαστάσεις και με αυτά έχουν αναλυθεί οι αναλογίες που περιλαμβάνονται σε ορισμένα εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών. Ωστόσο, απουσιάζουν έρευνες που να αναλύουν τις αναλογίες που περιλαμβάνονται στο σύνολο των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης της χώρας μας, με χρήση ενός εμπλουτισμένου εργαλείου ανάλυσης το οποίο να περιλαμβάνει τόσο τις διαστάσεις των εργαλείων ανάλυσης που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία, όσο και πρόσθετες διαστάσεις

Ο ρόλος του σχολικού εγχειριδίου και των αναλογιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, σε συνδυασμό με το εμπλουτισμένο πλαίσιο ανάλυσης και το κενό στα ερευνητικά δεδομένα αναφορικά με την ανάλυση των αναλογιών που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών της Ελλάδας, αποτέλεσε το έναυσμα για την παρούσα εργασία.

1.2 Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάλυση των αναλογιών που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα. Ειδικότερα, επιδιώκεται η ανάλυση των αναλογιών ως προς τα χαρακτηριστικά και τη χρήση αυτών στα παραπάνω σχολικά εγχειρίδια.

Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας έρευνας είναι τα ακόλουθα:

Ερευνητικό ερώτημα 1: Πόσο συχνά χρησιμοποιούνται αναλογίες στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης;

Ερευνητικό ερώτημα 2: Ποιες έννοιες και εννοιολογικές περιοχές των Φυσικών Επιστημών εμπλέκονται στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης;

Ερευνητικό ερώτημα 3: Ποια η θέση των αναλογιών στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης;

Ερευνητικό ερώτημα 4: Ποια τα χαρακτηριστικά των αναλογιών που χρησιμοποιούνται στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης;

Ερευνητικό ερώτημα 5: Ποιες διδακτικές στρατηγικές χρησιμοποιούνται από τους συγγραφείς των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναφορικά με τις αναλογίες;

1.3 Σημασία εργασίας

Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι αυτή αναλύει τις αναλογίες που εντοπίζονται στο σύνολο των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών που χρησιμοποιούνται σήμερα στη χώρα μας χρησιμοποιώντας ένα εμπλουτισμένο πλαίσιο ανάλυσης, ζήτημα για το οποίο δεν υπήρχαν ερευνητικά δεδομένα.

Η παρούσα εργασία είναι δυνατόν να συνεισφέρει σημαντικά σε τρία πεδία: στο πεδίο της έρευνας, στο πεδίο της συγγραφής εγχειριδίων και στο πεδίο της εκπαιδευτικής πράξης.

Η παρούσα εργασία μπορεί να συμβάλλει θετικά τόσο στο επίπεδο της έρευνας μέσω της πρότασης και της εφαρμογής ενός νέου εμπλουτισμένου πλαισίου ανάλυσης αναλογιών, όσο και στο πεδίο της συγγραφής εγχειριδίων. Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από την ανάλυση των αναλογιών θα αποτελέσουν χρήσιμη πηγή πληροφόρησης για τους συγγραφείς των εγχειριδίων, παρέχοντας σε αυτούς τη δυνατότητα τροποποίησης των χαρακτηριστικών και του τρόπου χρήσης των αναλογιών που περιλαμβάνονται στα σχολικά εγχειρίδια αλλά και ανάπτυξης νέου εκπαιδευτικού υλικού. Επιπλέον, τα αποτελέσματα από την ανάλυση των αναλογιών της παρούσας εργασίας, θα αποτελέσουν βοήθημα για τους εκπαιδευτικούς σχετικά με τη διδακτική πρακτική που οι ίδιοι πρέπει να ακολουθήσουν κατά τη διδασκαλία εννοιών με αναλογίες προκειμένου αυτές να επιφέρουν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα.

1.4 Δομή εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από έξι κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την εισαγωγή της εργασίας, στην οποία οριοθετείται το θέμα και η αναγκαιότητα εκπόνησης αυτής, διατυπώνεται ο σκοπός και τα ερευνητικά ερωτήματα, αναδύεται η σημασία της εργασίας και αναφέρεται η δομή αυτής (βλ. κεφάλαιο 1).

Το δεύτερο κεφάλαιο συνιστά το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας και αποτελείται από μία ενότητα (βλ. κεφάλαιο 2). Η ενότητα αυτή αναφέρεται στις αναλογίες ως διδακτικό εργαλείο των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.2). Συγκεκριμένα, απαρτίζεται από επτά

υποενότητες οι οποίες αναφέρονται αντίστοιχα στην έννοια της αναλογίας (βλ. υποενότητα 2.2.1), στη λειτουργία της αναλογικής σκέψης (βλ. υποενότητα 2.2.2), στα πλεονεκτήματα που οι αναλογίες επιφέρουν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και στις προϋποθέσεις υπό τις οποίες αυτά επέρχονται (βλ. υποενότητα 2.2.3), στους περιορισμούς της διδακτική χρήσης των αναλογιών (βλ. υποενότητα 2.2.2), καθώς και στη χρήση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών (βλ. υποενότητα 2.2.5).

Το τρίτο κεφάλαιο αποτελεί τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας και απαρτίζεται από τρεις ενότητες (βλ. κεφάλαιο 3). Ειδικότερα, περιλαμβάνει αρχικά μια βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών στις οποίες οι αναλογίες έχουν χρησιμοποιηθεί ως διδακτικά εργαλεία προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση αυτών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 3.2) και εν συνεχεία μία βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών αναφορικά με τα εργαλεία που έχουν προταθεί για την ανάλυση αναλογιών σε εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 3.3). Η τρίτη ενότητα περιλαμβάνει τη συζήτηση αναφορικά με τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε από την οποία αναδύεται η πρωτοτυπία της εργασίας (βλ. ενότητα 3.4).

Το τέταρτο κεφάλαιο αφορά στη μεθοδολογία που ακολούθησε η έρευνα της εργασίας αυτής και συντίθεται από τέσσερις ενότητες (βλ. κεφάλαιο 4). Η πρώτη ενότητα αφορά στην ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. ενότητα 4.2), η δεύτερη στο δείγμα της έρευνας αυτής (βλ. ενότητα 4.3), ενώ η τρίτη ενότητα περιλαμβάνει την παρουσίαση και εξήγηση του εργαλείου ανάλυσης που συγκροτήθηκε για την εργασία αυτή (βλ. ενότητα 4.4). Τέλος, η τέταρτη ενότητα περιλαμβάνει την ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από την έρευνα αυτή (βλ. ενότητα 4.5).

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρατίθενται τα αποτελέσματα από την ανάλυση των δεδομένων της παρούσας έρευνας (βλ. κεφάλαιο 5). Το κεφάλαιο αυτό αποτελείται από εννέα ενότητες, η κάθε μία από τις οποίες περιλαμβάνει τα αποτελέσματα που προέκυψαν από κάθε κριτήριο του εργαλείου ανάλυσης.

Τέλος, το έκτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τα συμπεράσματα της έρευνας και απαρτίζεται από τρεις ενότητες (βλ. κεφάλαιο 6). Η πρώτη ενότητα περιλαμβάνει τα κύρια ευρήματα της έρευνας και τον σχολιασμό αυτών αναφορικά με τα ευρήματα που εντοπίζονται στη βιβλιογραφία (βλ. ενότητα 6.2), η δεύτερη ενότητα αναφέρεται στους περιορισμούς της

έρευνας (βλ. ενότητα 6.3), ενώ στην τρίτη διατυπώνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα (βλ. ενότητα 6.4).

1.5 Ανακεφαλαίωση

Σκοπό της παρούσας εργασίας αποτελεί η ανάλυση των αναλογιών των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών που διδάσκονται σήμερα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση της χώρας μας. Έναυσμα για την εκπόνηση της εργασίας αυτής αποτέλεσε αφενός η σπουδαιότητα του εργαλείου των αναλογιών στη διδασκαλία των Φυσικών επιστημών, αφετέρου το ερευνητικό κενό στη βιβλιογραφία αναφορικά με τη χρήση των αναλογιών στα ελληνικά εγχειρίδια. Η παρούσα εργασία αναμένεται να συμβάλει θετικά τόσο στο πεδίο έρευνας της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, όσο και στο πεδίο της εκπαιδευτικής πρακτικής.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό συνιστά το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας και αποτελείται από μία ενότητα, η οποία αναφέρεται στις αναλογίες ως διδακτικά εργαλεία των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.2).

2.2 Η αναλογία ως διδακτικό εργαλείο στις Φυσικές Επιστήμες

Η ενότητα αυτή αναφέρεται στη χρήση της αναλογίας ως διδακτικό εργαλείο στις Φυσικές Επιστήμες και αποτελείται από πέντε υποενότητες. Η πρώτη υποενότητα αναφέρεται στην έννοια της αναλογίας (βλ. υποενότητα 2.2.1.), ενώ η δεύτερη στο μηχανισμό της αναλογικής σκέψης (βλ. υποενότητα 2.2.2.). Η τρίτη υποενότητα αφορά στα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση των αναλογιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών καθώς και στις προϋποθέσεις υπό τις οποίες αυτά τα πλεονεκτήματα είναι δυνατόν να αναδυθούν (βλ. υποενότητα 2.2.3.), ενώ στην τέταρτη υποενότητα γίνεται αναφορά στους περιορισμούς που προκύπτουν ορισμένες φορές κατά τη διδακτική χρήση των αναλογιών (βλ. υποενότητα 2.2.4.). Η τελευταία υποενότητα αφορά στις αναλογίες που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών (βλ. υποενότητα 2.2.5.).

2.2.1. Η έννοια της αναλογίας

Η ανθρώπινη γλώσσα επιτελεί δύο λειτουργίες, την κυριολεκτική ή αναφορική, στην οποία οι λέξεις που χρησιμοποιούνται τόσο στον γραπτό όσο και προφορικό λόγο αποδίδουν ακριβώς τη σημασία της έννοιας που δηλώνουν, και την μη κυριολεκτική ή ποιητική, στην οποία οι λέξεις αποκτούν αλληγορική σημασία μέσα στο γλωσσικό πλαίσιο χρήσης που εντάσσονται (Πρασσάς, 2007). Οι αναλογίες, (όπως και οι μεταφορές, η ειρωνεία, οι μετωνυμίες, οι συνεκδοχές κ.ά.), εντάσσονται στους μη κυριολεκτικούς τύπους έκφρασης (Κατεβαίνης, 1999).

Ως αναλογία μπορεί να οριστεί η διαδικασία σύγκρισης και εύρεσης ομοιοτήτων ανάμεσα σε δύο διαφορετικές έννοιες ή σύνολα εννοιών, που ονομάζονται «εννοιολογικοί τομείς» (Treagust, 1993; Glynn, 1991). Από τα συγκρινόμενα σύνολα εννοιών, το γνωστό και οικείο σύνολο ονομάζεται «βάση» (*base*), «πηγή» (*source*), «όχημα» (*vehicle*), ή «ανάλογο» (*analog*) ενώ το μη οικείο, «στόχος» (*target*) ή «θέμα» (*topic*) (Orgill, 2013).

Σύμφωνα με τους Glynn, Britton, Semrud-Clikeman και Muth (1989), «αναλογία είναι η αντιστοιχία ανάμεσα σε έννοιες, αρχές, τύπους που κατά τα άλλα είναι ανόμοιοι. Για την ακρίβεια, είναι σχέση αντιστοιχίας ανάμεσα σε όμοια χαρακτηριστικά αυτών των εννοιών, αρχών, τύπων» (σ. 62).

Η έννοια της αναλογίας χρησιμοποιείται πολλές φορές ως συνώνυμη της μεταφοράς. Η βασική διαφορά των δύο αυτών εννοιών σύμφωνα με τον Duit (1991) έγκειται στο γεγονός πως ενώ η μεταφορά τονίζει με έμμεσο τρόπο χαρακτηριστικά ή λειτουργίες που δεν περιλαμβάνονται και στα δύο σύνολα εννοιών, η αναλογία εστιάζει με σαφήνεια στα κοινά χαρακτηριστικά ή τις κοινές λειτουργίες των δύο συνόλων. Επιπλέον, η μεταφορά απαντάται πιο συχνά σε λογοτεχνικά κείμενα, σε αντίθεση με την αναλογία που εντοπίζεται συνήθως σε επιστημονικά κείμενα ή κείμενα τεχνολογικού περιεχομένου (Glynn, 1989), και δεν μπορεί να ληφθεί κυριολεκτικά υπόψη, καθώς μια μεταφορά οδηγεί σε ψευδή συμπεράσματα (Duit, 1991).

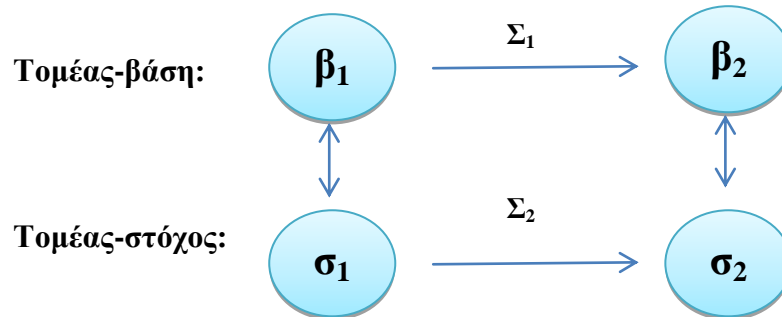
2.2.2. Η λειτουργία της αναλογικής σκέψης

Η σκέψη ενός ατόμου, η οποία χρησιμοποιεί την αναλογία, συνιστά την αναλογική σκέψη, δηλαδή την αυθόρμητη ανάκληση γνωστών καταστάσεων από τη μνήμη, την παρατήρηση της ομοιότητας μεταξύ αυτών και των άγνωστων καταστάσεων που το άτομο καλείται να κατανοήσει και την εξαγωγή συμπερασμάτων για αυτές (Good, 1973; Γαβαλάς & Γυφτογιάννη, 2001). Η αναλογική σκέψη ή αναλογικός συλλογισμός αποτελεί χρήσιμο και σημαντικό εργαλείο για τον χειρισμό και κατανόηση φαινομένων στη Φυσική, τη Χημεία, τα Οικονομικά, την Αστρονομία και άλλα πεδία της ανθρώπινης ενασχόλησης (De Bock, Verschaffel & Janssens, 1998), αποδεικνύοντας έτσι την ευρύτητα εφαρμογής και αιτιολογώντας τη συχνή χρήση της (Φράγκου, Καψάλης & Γαγάτσης, 2006).

Η αναλογική σκέψη περιλαμβάνει την αντιστοίχιση στοιχείων από ένα αρχικό και οικείο πεδίο που υπάρχει στη μνήμη του ατόμου, με ένα πεδίο άγνωστο που πρέπει να ερευνηθεί, ενώ αυτή η αντιστοίχιση συνεπάγεται ότι ένα σύστημα σχέσεων που ισχύει μεταξύ των στοιχείων του αρχικού και οικείου πεδίου, ισχύει και μεταξύ των στοιχείων του άγνωστου πεδίου (Gentner, 1989). Το αρχικό και οικείο πεδίο που υπάρχει ήδη στη μνήμη του ατόμου ονομάζεται «τομέας- βάση», ενώ το άγνωστο πεδίο «τομέας-στόχος». Πρόκειται για εννοιολογικούς τομείς που περιλαμβάνουν έννοιες, αντικείμενα, οντότητες εν γένει, χαρακτηριστικά αλλά και σχέσεις μεταξύ των εννοιών ή οντοτήτων, για αυτό και η αναλογική σκέψη με τις αντιστοιχίσεις από τον «τομέα- βάση» στον «τομέα-στόχο» οδηγεί

σε αναπεριγραφή του «τομέα-στόχου» με τους οντολογικούς όρους του «τομέα-βάσης» (Χρηστίδου & Κουλαϊδής, 2000).

Στην πιο απλή της μορφή, μια αναλογία παριστάνεται με τη μορφή τετραπόλου, περιλαμβάνοντας τέσσερις κόμβους, οι οποίοι συνδέονται ανά δύο μεταξύ τους με όμοιες σχέσεις (Κουλαϊδής κ.συν., 2002), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (βλ. Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Η αναλογία ως τετράπολο (Κουλαϊδής κ.συν., 2002)

Σε αυτή την μορφή, με β_1 , β_2 δηλώνονται οι κόμβοι του «τομέα-βάσης», με σ_1 , σ_2 οι κόμβοι του «τομέα-στόχου» της αναλογίας, ενώ με Σ_1 και Σ_2 οι σχέσεις που συνδέουν τους κόμβους του «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου» αντίστοιχα. Έτσι, η αναλογική σκέψη οδηγεί σε αναλογικά συμπεράσματα, αντιστοιχίζοντας τους β_1 , β_2, \dots, β_i έγκυρους στον «τομέα- βάση» κόμβους, στους σ_1 , $\sigma_2, \dots, \sigma_i$ κόμβους του προς κατανόηση «τομέα-στόχου».

Η αναλογική σκέψη δεν είναι χαρακτηριστικό γνώρισμα μόνο των ενηλίκων ή πεπειραμένων στη χρήση αναλογιών. Όπως μαρτυρούν τα ερευνητικά δεδομένα, αναλογική σκέψη παρουσιάζουν τόσο τα παιδιά όσο και οι αρχάριοι στη χρήση αναλογιών (Κουλαϊδής κ.συν., 2002), κατέχοντας ικανότητες παρατήρησης και χρήσης των ομοιοτήτων που εντοπίζονται στους δύο εννοιολογικούς «τομείς». Ωστόσο, αυτή η ικανότητα εξαρτάται αφενός από τη δυσκολία των σχέσεων στις οποίες βασίζεται η αναλογία, αφετέρου από το αν οι αναπαραστάσεις αυτών των ατόμων περιέχουν τη σχεσιακή πληροφορία που απαιτείται για την κατανόηση της αναλογίας (Vosniadou & Ortony, 1989).

2.2.3. Η χρήση των αναλογιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Προϋποθέσεις και πλεονεκτήματα

Οι αναλογίες χρησιμοποιούνται συχνά στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Brown & Clement, 1989; Dikmenli, 2015). Ωστόσο, ο σκοπός της διδακτικής χρήσης μιας αναλογίας δεν επιτυγχάνεται πάντα, καθώς όπως μαρτυρούν τα ερευνητικά δεδομένα, δεν είναι όλες οι

αναλογίες κατάλληλες για διδασκαλία και αν ακόμη είναι, δεν είναι όλες κατάλληλες για κάθε μαθητή (Orgill, 2013). Υπάρχουν, συνεπώς, προϋποθέσεις για επιτυχημένη χρήση μιας αναλογίας, τις οποίες τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι συγγραφείς των εγχειριδίων πρέπει να λαμβάνουν υπόψη.

Σύμφωνα με τον Zeitun (1984), παράγοντες που είναι δυνατόν να επηρεάσουν την αναλογική σκέψη και ως εκ τούτου τη διδακτική χρήση και αποτελεσματικότητα μιας αναλογίας σχετίζονται τόσο με τα χαρακτηριστικά των μαθητών όσο και με την εκπαιδευτική πρακτική, σημαντικότεροι από τους οποίους είναι οι ακόλουθοι:

- η εξοικείωση των μαθητών με την έννοια του «τομέα-βάσης»: η μη οικεία προς τους μαθητές έννοια του «τομέα-βάσης» αποσπά την προσοχή αυτών από τη μελέτη του «τομέα-στόχου», καθώς οι μαθητές προσπαθούν να κατανοήσουν ταυτόχρονα τις έννοιες των δύο «τομέων»,
- η προηγούμενη γνώση των μαθητών σχετικά με τον υπό μελέτη «τομέα-στόχο»: η αναλογία επιφέρει θετικότερα μαθησιακά αποτελέσματα, όταν η έννοια του «τομέα-στόχου» είναι άγνωστη για τους μαθητές, ενώ στην αντίθετη περίπτωση η χρήση της αναλογίας κρίνεται περιττή,
- η ικανότητα αναλογικής σκέψης από τους μαθητές: μαθητές οι οποίοι έχουν αναπτύξει γνωστικές ικανότητες όπως αναλογική σκέψη και δημιουργία νοητικών μοντέλων για άγνωστες έννοιες, επωφελούνται διδακτικά περισσότερο από τη χρήση μιας αναλογίας,
- το είδος της αναλογίας: οι εικονικές αναλογίες, δηλαδή οι αναλογίες που συνοδεύονται από τη χρήση εικόνων, συμβάλλουν θετικά στην κατανόηση εννοιών,
- ο τρόπος διδασκαλίας με αναλογίες: τα αποτελέσματα από τη διδασκαλία με αναλογίες διαφέρουν καθώς εξαρτώνται από την διδακτική πρακτική που ακολουθείται κάθε φορά.

Επιπλέον προϋποθέσεις υπό τις οποίες οι αναλογίες χρησιμοποιούνται με επιτυχία κατά τη διδακτική πρακτική είναι οι εξής (Orgill & Bodner, 2004; Treagust, 1993; Thile & Treagust, 1994):

- η ύπαρξη μιας δύσκολης ή/και αφηρημένης έννοιας προς διδασκαλία: οι αναλογίες αποτελούν χρήσιμο διδακτικό εργαλείο όταν η άγνωστη έννοια είναι δύσκολη ή/και αφηρημένη,

- η μη δυνατότητα οπτικής αναπαράστασης της άγνωστης έννοιας: οι αναλογίες οδηγούν τους μαθητές στην οπτικοποίηση των νέων εννοιών, καθιστώντας αυτές εύληπτες και προσιτές,
- η χρήση της αναλογίας στη φάση εισαγωγής της άγνωστης έννοιας στη διδασκαλία: οι αναλογίες επιδρούν θετικά στην κατανόηση της άγνωστης έννοιας όταν χρησιμοποιούνται εισαγωγικά, πριν τη διδασκαλία αυτής,
- ο κατάλληλος και προσεκτικός σχεδιασμός της αναλογίας: έχουν προταθεί αρκετά μοντέλα διδασκαλίας με αναλογίες τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τη διδακτική πρακτική, ώστε η αναλογία να είναι προσιτή στους μαθητές,
- επιλογή κατάλληλης αναλογίας: οι αναλογίες πρέπει να επιλέγονται από τη βιβλιογραφία ή την εμπειρία του εκπαιδευτικού, προκειμένου, αφενός να χρησιμοποιηθούν για έννοιες που σύμφωνα με τη βιβλιογραφία οι μαθητές φέρουν προηγούμενες αντιλήψεις, αφετέρου ο εκπαιδευτικός να γνωρίζει αν οι σχέσεις που ανήκουν σε μια αναλογία εμπεριέχονται στο εννοιολογικό πλαίσιο των μαθητών.

Ως εκ τούτου, όταν οι αναλογίες επιλεχθούν, σχεδιαστούν και χρησιμοποιηθούν στη διδακτική πρακτική σεβόμενες τις παραπάνω προϋποθέσεις, όπως αυτές εντοπίστηκαν στη βιβλιογραφία, είναι δυνατόν να προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα στη διδασκαλία εννοιών από τις Φυσικές Επιστήμες.

Έτσι, οι αναλογίες:

- συμβάλλουν στην κατανόηση άγνωστων εννοιών από τους μαθητές (Orgill, 2013),
- οπτικοποιούν αφηρημένες έννοιες ή φαινόμενα που δεν είναι δυνατόν να παρατηρηθούν άμεσα (Curtis & Reigeluth, 1984; Harrison & Treagust, 1993; Thile & Treagust, 1994; Dagher, 1995 & Orgill, 2013), διευκολύνοντας έτσι την κατανόηση της άγνωστης έννοιας και παροτρύνοντας ταυτόχρονα τους μαθητές στη χρήση των αναλογιών κάθε φορά που έρχονται αντιμέτωποι με μία αφηρημένη, νέα έννοια,
- προσφέρουν κίνητρα για μάθηση και αυξάνουν τον ενδιαφέρον των μαθητών (Bean, Searles & Cowen, 1990; Thile & Treagust, 1994; Dagher, 1995; Glynn & Takahashi, 1998) καθώς συνδέουν τις απόμακρες έννοιες με γνώσεις και εμπειρίες προερχόμενες από τον πραγματικό κόσμο αυτών,
- θέτουν ως αφετηρία της διδασκαλίας τις αντιλήψεις που οι μαθητές φέρουν (Treagust, 1993), και ως εκ τούτου, είναι δυνατόν να συνεισφέρουν θετικά στην αναδόμηση των

αντιλήψεων αυτών ή ακόμη και να οδηγήσουν σε εννοιολογική αλλαγή (Brown & Clement, 1989).

2.2.4. Περιορισμοί στη διδακτική χρήση των αναλογιών

Ορισμένες φορές, οι αναλογίες αποδεικνύονται αναποτελεσματικές στην εκπαιδευτική πρακτική, ακόμα και αν οι εκπαιδευτικοί είναι έμπειροι στη χρήση αναλογιών, οδηγώντας έτσι στη μη κατανόηση των άγνωστων εννοιών από τους μαθητές ή, στη χειρότερη περίπτωση, στη δημιουργία λανθασμένων αντιλήψεων για τις έννοιες αυτές (Orgill, 2013). Διαπιστώνονται και συνοψίζονται στη βιβλιογραφία, ως εκ τούτου, περιορισμοί στη διδακτική χρήση των αναλογιών.

Όταν οι μαθητές δεν κατανοούν τον ορισμό της αναλογίας, τον σκοπό και τρόπο χρήσης της και την προσφορά της ως διδακτικό εργαλείο, αποφεύγουν τη χρήση αυτών ή αν τις χρησιμοποιούν εστιάζουν μόνο στην μεταφορά των προφανών κοινών χαρακτηριστικών μεταξύ του «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου» της αναλογίας, ενώ δεν αντιλαμβάνονται τις σχέσεις που συνδέουν τους δύο αυτούς «τομείς» (Orgill, 2013).

Επιπλέον, παρατηρείται συχνά, εκπαιδευτικοί και μαθητές να μην εννοούν και χρησιμοποιούν τις αναλογίες με τον ίδιο τρόπο. Έτσι, είναι δυνατόν η έννοια του «τομέα-βάσης» να είναι οικεία στους εκπαιδευτικούς και όχι στους μαθητές. Ωστόσο, όταν οι εκπαιδευτικοί δεν λαμβάνουν υπόψη αυτήν την παράμετρο, η αναλογία δεν κατανοείται από τους μαθητές (Orgill, 2013). Σε παρόμοια αρνητικά αποτελέσματα οδηγεί η χρήση των αναλογιών, όταν οι εκπαιδευτικοί δεν θέτουν ως βάση της διδασκαλίας τους τις αρχικές αντιλήψεις των μαθητών ή το πιθανόν διαφορετικό κοινωνικο-πολιτισμικό πλαίσιο στο οποίο ζουν οι μαθητές.

Η χρήση των αναλογιών κρίνεται συχνά αναποτελεσματική, όταν η επιλογή αυτών γίνεται με τέτοιον τρόπο που η έννοια του «τομέα-βάσης» της αναλογίας είναι άγνωστη για τους μαθητές με αποτέλεσμα αυτοί, να μην μπορούν να την αντιστοιχήσουν στην επίσης άγνωστη έννοια του «τομέα-στόχου». Αναποτελεσματικές κρίνονται και οι αναλογίες στις οποίες η έννοια του «τομέα- βάσης» είναι αντίθετα, τόσο οικεία για τους μαθητές, ώστε αυτοί να προβάλλουν τα μη κοινά χαρακτηριστικά των δύο «τομέων», αντί να εστιάζουν στις ομοιότητες. Στην περίπτωση αυτή, η αναλογία αποτελεί για τους μαθητές «περιττή πληροφορία» (Orgill, 2013).

Επιπροσθέτως, η χρήση μιας και μόνο αναλογίας για τη διδασκαλία άγνωστων εννοιών για τις οποίες όμως εντοπίζονται περισσότερες αναλογίες στη βιβλιογραφία, εμποδίζει τους

μαθητές από την ουσιαστική κατανόηση αυτών, καθώς οι μαθητές έχουν την τάση να χρησιμοποιούν την αναλογία που παρουσίασε ο εκπαιδευτικός ως τη μόνη δυνατή εξήγηση για τις έννοιες αυτές, χωρίς να αφιερώνουν χρόνο για περαιτέρω μελέτη της νέας έννοιας (Spiro, Feltovich, Coulson & Anderson, 1989; Dilber & Duzgun, 2008). Για την αποφυγή αυτού του ενδεχομένου, προτείνεται η χρήση «πολλαπλών αναλογιών» (*multiple analogies*) οι οποίες παρέχουν διαφορετικές όψεις και αναπαραστάσεις για την ίδια νέα έννοια (Spiro et. al., 1989).

Τέλος, κάθε αναλογία διέπεται από περιορισμούς, οι οποίοι όμως αρκετά συχνά δεν δηλώνονται τόσο από τους συγγραφείς των εγχειριδίων, αν πρόκειται για αναλογίες που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια, όσο και από τους εκπαιδευτικούς κατά τη διδακτική πρακτική (Thiele & Treagust, 1995; Orgill, 2013; Dikmenli, 2015). Ως εκ τούτου, οι μαθητές οδηγούνται στη δημιουργία παρανοήσεων σχετικά με τις νέες έννοιες, αφού γενικεύοντας την αναλογία, μεταφέρουν σχέσεις και χαρακτηριστικά που ανήκουν στον «τομέα-βάση» αλλά όχι στον «τομέα-στόχο» (Brown & Clement, 1989; Duit, 1991; Clement, 1993; Dilber & Duzgun, 2008).

2.2.5. Οι αναλογίες στα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών

Ο ρόλος των σχολικών εγχειριδίων είναι πολυδιάστατος. Αποτελούν αναμφισβήτητα κύριο διδακτικό μέσο, καθορίζοντας σε μεγάλο βαθμό τόσο το περιεχόμενο της σχολικής γνώσης όσο και τους διδακτικούς σκοπούς, τον σχεδιασμό των διδασκαλιών μα και τις διδακτικές πρακτικές που αναπτύσσει ο εκπαιδευτικός μέσα στην τάξη (Ματσαγγούρας, 2006; Dikmenli, 2015). Σύμφωνα με τους Peppin & Haggarty (2001), τα σχολικά εγχειρίδια είναι φορείς όχι μόνο των εκπαιδευτικών μα και των πολιτισμικών παραδόσεων μιας χώρας, επηρεάζοντας ως εκ τούτου τον τρόπο χρήσης αυτών και περιλαμβάνοντας την πολιτισμικά σημαντική γνώση που το σχολείο πρέπει να μεταφέρει στη νέα γενιά.

Στα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών γίνεται χρήση αναλογιών ως τρόπος εναλλακτικής παρουσίασης δύσκολων ή αφηρημένων εννοιών (Thiele, Venville & Treagust, 1995). Οι αναλογίες που εντοπίζονται στα εγχειρίδια διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό από τις αναλογίες που διατυπώνονται στον προφορικό λόγο, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις προκαλούν προβλήματα στην κατανόηση καθώς δεν είναι δυνατή η παροχή ανατροφοδότησης από τους συγγραφείς αυτών σε περίπτωση που χρειαστεί (Orgill, 2013).

Σε γενικές γραμμές, η έρευνα σχετικά με τη χρήση των αναλογιών σε εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών δεν είναι εκτενής (Orgill, 2013), ενώ περιορίζεται στην ύπαρξη ή μη αναλογιών στα κείμενα των εγχειριδίων, στη μελέτη της αποτελεσματικότητάς τους και στην ανάλυση αυτών με συγκεκριμένα κριτήρια που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία. Η ανάλυση εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών που έχει πραγματοποιηθεί σε διάφορες χώρες αναφορικά με τη χρήση αναλογιών, έχει δείξει πως αυτές δεν χρησιμοποιούνται συχνά ως διδακτικά εργαλεία, και όταν χρησιμοποιούνται δεν επεξηγούνται ρητά, οδηγώντας αρκετές φορές σε αντίθετα, από τα επιθυμητά, μαθησιακά αποτελέσματα (Treagust, 1993; Κουλαϊδής κ. συν., 2002; Orgill, 2013).

2.3 Ανακεφαλαίωση

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό πως όταν οι αναλογίες σχεδιάζονται, επιλέγονται και χρησιμοποιούνται σωστά, είναι δυνατόν να επιδράσουν θετικά στην όλη μαθησιακή διαδικασία και τελικά στην κατανόηση των εννοιών και φαινομένων από τις Φυσικές Επιστήμες. Η έρευνα αναφορικά με τη χρήση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια αποδεικνύει πως παρά το σημαντικό ρόλο των αναλογιών, δεν γίνεται εκτενής χρήση αυτών στα εγχειρίδια, ενώ όταν γίνεται δεν οδηγεί πάντα στο επιθυμητό μαθησιακό αποτέλεσμα.

3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

3.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό συντίθεται από τρεις ενότητες. Ειδικότερα, περιλαμβάνει αρχικά μια βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών στις οποίες οι αναλογίες έχουν χρησιμοποιηθεί ως διδακτικά εργαλεία προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση αυτών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 3.2) και εν συνεχεία μία βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών αναφορικά με τα εργαλεία που έχουν προταθεί για την ανάλυση των αναλογιών όπως αυτές εντοπίζονται σε εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 3.3). Η τρίτη ενότητα περιλαμβάνει τη συζήτηση αναφορικά με τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε από την οποία αναδύεται η πρωτοτυπία της εργασίας (βλ. ενότητα 3.4).

3.2 Οι αναλογίες ως διδακτικό εργαλείο: βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης ερευνών, αναφορικά με τη χρήση των αναλογιών ως διδακτικό εργαλείο των Φυσικών Επιστημών. Η ανασκόπηση των ερευνών που παρουσιάζεται, καλύπτει έρευνες οι οποίες έχουν δημοσιευθεί σε διεθνή και εθνικά επιστημονικά περιοδικά καθώς και σε πρακτικά συνεδρίων τα τελευταία τριάντα χρόνια.

Σύμφωνα με την Orgill (2013), αν και οι αναλογίες αποτελούν χρήσιμο εργαλείο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, καθώς στις Φυσικές Επιστήμες οι μαθητές συναντούν συνεχώς όχι μόνο άγνωστες μα και αφηρημένες έννοιες, ωστόσο, οι αναλογίες δεν επιφέρουν πάντα θετικά αποτελέσματα στη μάθηση όταν χρησιμοποιούνται ως διδακτικό εργαλείο. Έτσι, ενώ ορισμένες έρευνες αποδεικνύουν τη θετική επίδραση που επιφέρει η χρήση αναλογιών στη διδασκαλία (Brown & Clement, 1989; Clement, 1993; Harrison & Treagust, 1993; Glynn & Takahashi, 1998), άλλες έρευνες αποδεικνύουν πως η χρήση των αναλογιών ως διδακτικό εργαλείο είναι δυνατόν να επιφέρει αρνητικά αποτελέσματα στη μάθηση, οδηγώντας τους μαθητές στη δόμηση λανθασμένων ιδεών σχετικά με τις νέες έννοιες που διδάσκονται (Gilbert, 1989; Friedel, Gabel & Samuel, 1990; Bean, Searles & Cowen, 1990).

Οι Vosniadou και Schommer (1988) διερεύνησαν τη συμβολή των αναλογιών στην κατανόηση «επεξηγηματικών κειμένων» (expository texts) σε μαθητές ηλικίας 5-8 ετών. Συγκεκριμένα, τέσσερα «επεξηγηματικά κείμενα» διαφορετικού περιεχομένου και έκτασης

250-380 περίπου λέξεων χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα αυτή. Τα κείμενα αυτά είχαν γραφεί με δύο διαφορετικές μορφές: στην πρώτη τους μορφή περιλάμβαναν από μία αναλογία, ενώ στη δεύτερη όχι.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως οι αναλογίες μπορούν να επιδράσουν θετικά στην κατανόηση επεξηγηματικών κειμένων από μαθητές ηλικίας 5-8 ετών. Συγκεκριμένα, οι μαθητές της έρευνας των Vosniadou και Schommer (1988) μπόρεσαν να ανακαλέσουν περισσότερες πληροφορίες από τα κείμενα που περιείχαν αναλογίες σε σχέση με τα κείμενα που δεν περιείχαν, καθώς «οι αναλογίες προσφέρουν πλουσιότερες αναπαραστάσεις των νέων εννοιών σε σχέση με αυτές που προκύπτουν από την ανάγνωση ενός κειμένου χωρίς αναλογίες» (σ. 533). Επιπλέον, η ικανότητα των μαθητών να διακρίνουν ομοιότητες ανάμεσα στον «τομέα- βάση» και «τομέα- στόχο» καθώς και να αντιστοιχίζουν αυθόρμητα πληροφορίες από τον έναν «τομέα» στον άλλο, αποδείχθηκε πως βελτιώθηκε «όταν τους δόθηκαν σαφείς εξηγήσεις για την αντιστοίχιση αυτή» (σ. 533). Όπως μαρτυρούν τα αποτελέσματα της έρευνας των Vosniadou και Schommer (1988), η χρήση αναλογιών είναι ένας μηχανισμός απόκτησης γνώσεων κατάλληλος ακόμα και για μαθητές μικρής ηλικίας, ο οποίος συμβάλλει όχι μόνο στην οικοδόμηση αναπαραστάσεων για νέες έννοιες, αλλά ταυτόχρονα στην αξιοποίηση και τροποποίηση προηγούμενων γνώσεων των μαθητών με σκοπό την κατάκτηση νέας γνώσης.

Ο Gilbert (1989), διερεύνησε τον τρόπο με τον οποίο οι αναλογίες που περιέχονται σε ένα κείμενο επιδρούν αφενός στην απομνημόνευση και ανάκληση σημαντικών εννοιών και πληροφοριών από το κείμενο, αφετέρου στη δημιουργία θετικής στάσης των μαθητών απέναντι στο θέμα διδασκαλίας. Συγκεκριμένα ο εν λόγω ερευνητής, χρησιμοποιώντας το σχολικό εγχειρίδιο της Βιολογίας που χρησιμοποιείται από μαθητές ηλικίας 15-16 ετών στην Ιντιάνα, σχεδίασε δύο διδασκαλίες για δύο διδακτικές ενότητες του μαθήματος της Βιολογίας με δύο διαφορετικές μορφές για την κάθε ενότητα: η πρώτη μορφή περιλάμβανε τη χρήση αναλογιών, μεταφορών και παρομοιώσεων μέσα στο κείμενο που δόθηκε στους μαθητές, ενώ η δεύτερη περιλάμβανε τη χρήση κειμένων χωρίς καμία αναλογία ή μεταφορά. Οι δύο μορφές διδασκαλίας πραγματοποιήθηκαν σε δύο διαφορετικές ομάδες μαθητών με σκοπό την άμεση σύγκριση των αποτελεσμάτων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μαθητικών ομάδων σχετικά με την απομνημόνευση των εννοιών που πραγματεύονταν τα κείμενα που δόθηκαν στους μαθητές. Επιπλέον, η αναλογία στο κείμενο

που χρησιμοποιήθηκε («τυχαία κατανομή γονιδίων κατά τη διαδικασία της μείωσης, όπως τυχαία αποτελέσματα από τη ρήψη νομίσματος», σ. 10), δεν συντέλεσε στην απόκτηση θετικότερης στάσης από τους μαθητές σχετικά με το θέμα, καθώς όπως επισημαίνει ο ερευνητής, αν και χρησιμοποιείται συχνά ως άσκηση και πείραμα για τη διδασκαλία των Πιθανοτήτων στα Μαθηματικά, φαίνεται πως δεν έχει την ίδια θετική επίδραση όταν εντοπίζεται γραμμένη σε κείμενο για τη διδασκαλία άλλων θεματικών ενοτήτων. Όπως αναφέρει ο Gilbert (1989), η χρήση αναλογιών σε κείμενα, δεν συνίσταται για την απόκτηση δεξιοτήτων ή θετικότερης στάσης απέναντι σε διάφορες θεματικές ενότητες.

Στην έρευνα των Dupin και Johsua (1989) 193 μαθητές ηλικίας 12, 14 και 16 ετών διδάχθηκαν βασικές έννοιες Ηλεκτρισμού χρησιμοποιώντας δύο αναλογίες. Ο εκπαιδευτικός αφού συζήτησε με τους μαθητές σχετικά με τις αντιλήψεις τους για τις εν λόγω έννοιες Φυσικής, τους παρουσίασε την πρώτη αναλογία για την εξήγηση της κίνησης του ηλεκτρικού ρεύματος σε κλειστό κύκλωμα.

Όπως έδειξαν τα αποτελέσματα της έρευνας, ενώ οι 14 ετών μαθητές κατανόησαν την αναλογία αντιστοιχίζοντας τα περισσότερα στοιχεία από τον «τομέα- βάση» στον «τομέα-στόχο», οι 12 ετών μαθητές εντόπισαν μόνο μία αντιστοίχιση μεταξύ των στοιχείων του «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου». Οι 16 ετών μαθητές, όπως έδειξαν τα αποτελέσματα της έρευνας, δεν μπόρεσαν να κατανοήσουν σε βάθος τον νόμο του Ohm μέσα από την αναλογία αυτή. Για το σκοπό αυτό, ο εκπαιδευτικός κατέφυγε στη χρήση μιας δεύτερης αναλογίας. Όπως αναφέρουν οι ερευνητές, η χρήση «πολλαπλών αναλογιών» είναι δυνατόν να επιδράσει θετικά στη διδασκαλία βασικών εννοιών του Ηλεκτρισμού.

Οι Bean, Searles και Cowen (1990), μελέτησαν τον τρόπο επίδρασης των αναλογιών στην κατανόηση κειμένων Βιολογίας από μαθητές Λυκείου χωρίς την παρέμβαση εκπαιδευτικού. Συγκεκριμένα, 109 μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες και κλήθηκαν να διαβάσουν ατομικά, χωρίς καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό, δύο παραγράφους 128 λέξεων σχετικά με τον τρόπο δράσης των ενζύμων στις χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται στα κύτταρα. Το κείμενο που δόθηκε στη μία ομάδα περιείχε μία αναλογία, ενώ το κείμενο της δεύτερης ομάδας είχε το ίδιο περιεχόμενο χωρίς όμως την αναλογία αυτή.

Όπως έδειξε η έρευνα των Bean, Searles και Cowen (1990), η χρήση της αναλογίας στο κείμενο, δεν οδήγησε τους μαθητές της ομάδας σε καλύτερη κατανόηση του κειμένου, καθώς και οι δύο ομάδες μαθητών σημείωσαν περίπου ίδια αποτελέσματα στα τεστ κατανόησης

κειμένου που πραγματοποίησαν οι ερευνητές. Επιπλέον, οι μαθητές που διάβασαν το κείμενο με την αναλογία, δεν μπόρεσαν να εξηγήσουν τη δράση των ενζύμων, αν και προσπάθησαν να συμπεριλάβουν την αναλογία στις απαντήσεις τους. Οι μαθητές και των δύο ομάδων αξιολόγησαν με τον ίδιο περίπου βαθμό το κείμενο ως προς την ευκολία στην ανάγνωσή του, φανερώνοντας, όπως αναφέρουν οι ερευνητές, πως «η αναλογία είχε αμελητέα επίδραση στην αντίληψη των μαθητών σχετικά με το βαθμό δυσκολίας στην ανάγνωση και κατανόηση του κειμένου», (σ. 330). Τέλος, σύμφωνα με τους Bean, Searles και Cowen (1990), ο εκπαιδευτικός και η καθοδήγηση αυτού στην εκπαιδευτική διαδικασία, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην κατανόηση και χρήση των αναλογιών που περιλαμβάνονται στα κείμενα από τους μαθητές.

Η έρευνα των Harrison και Treagust (1993) έδειξε πως η σωστή χρήση μιας αναλογίας από έναν εκπαιδευτικό είναι δυνατόν να συμβάλλει θετικά στην κατανόηση εννοιών και φαινομένων των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές. Συγκεκριμένα, οι εν λόγω ερευνητές διεξήγαγαν μία μελέτη περίπτωσης με έναν εκπαιδευτικό, ο οποίος κλήθηκε να διδάξει σε μαθητές ηλικίας 16 ετών την διάθλαση του φωτός χρησιμοποιώντας το μοντέλο «Διδάσκοντας με Αναλογίες» (*Teaching with Analogies model*) του Glynn (1989).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των συνεντεύξεων που πραγματοποιήθηκαν για τους σκοπούς της έρευνας αυτής, οι μαθητές ήταν ικανοί όχι μόνο να αναγνωρίσουν τα κοινά χαρακτηριστικά μεταξύ «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου» μα και να εξηγήσουν με σαφήνεια το φαινόμενο της διάθλασης χρησιμοποιώντας την αναλογία αυτή και δηλώνοντας ταυτόχρονα τους περιορισμούς που προκύπτουν από τη χρήση αυτής. Οι περισσότεροι μαθητές δήλωσαν πως η αναλογία αποτέλεσε για αυτούς βοηθητικό εργαλείο για τη διδασκαλία του φαινομένου και την αναδόμηση των προηγούμενων αντιλήψεών τους, ενώ εντυπωσιάστηκαν από τον εναλλακτικό τρόπο διδασκαλίας του εκπαιδευτικού.

Σκοπός της έρευνας των Glynn και Takahashi (1998), ήταν η μελέτη της επίδρασης των «σύνθετων αναλογιών» (*elaborate analogies*) στην κατανόηση βασικών εννοιών των Φυσικών Επιστημών από μαθητές ηλικίας 10-14 ετών, όταν αυτές εντοπίζονται σε κείμενα. Ως «σύνθετες αναλογίες» θεωρούν οι ερευνητές τις αναλογίες που εκφράζονται με λέξεις και συνοδεύονται από τη χρήση εικόνων. Η διδασκαλία της παρούσας έρευνας στηρίχθηκε στο μοντέλο «Διδάσκοντας με Αναλογίες» (*Teaching with Analogies model*) του Glynn (1989), ενώ πραγματοποιήθηκε σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο συμμετείχαν μαθητές ηλικίας 12-14 ετών, ενώ στο δεύτερο μαθητές ηλικίας 10-12 ετών. Και στα δύο στάδια, ορισμένοι από τους

μαθητές κλήθηκαν να διαβάσουν ένα κείμενο με αναλογία και ορισμένοι ένα κείμενο χωρίς καμία αναλογία, σχετικά με τη λειτουργία των κυττάρων σε οργανισμούς ζώων, ενώ μετά τη μελέτη των κειμένων, ζητήθηκε από αυτούς να εξηγήσουν γραπτώς τη λειτουργία των κυττάρων όπως αυτή περιγράφηκε στα κείμενα που τους δόθηκαν. Η διαδικασία και στα δύο στάδια επαναλήφθηκε μετά την πάροδο δύο εβδομάδων.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων του πρώτου σταδίου, έδειξε πως οι μαθητές που μελέτησαν το κείμενο με την αναλογία σημείωσαν υψηλότερη βαθμολογία στις απαντήσεις τους σε σχέση με τους μαθητές που μελέτησαν το κείμενο χωρίς αναλογία, τόσο στη δοκιμασία αμέσως μετά τη μελέτη των κειμένων όσο και μετά την πάροδο δύο εβδομάδων, αποδεικνύοντας έτσι πως η χρήση αναλογιών στο κείμενο βοηθά τόσο στην ανάκληση πληροφοριών από αυτό όσο και στη βαθύτερη κατανόηση. Στη δοκιμασία αξιολόγησης που πραγματοποιήθηκε μετά τις δύο εβδομάδες, όλοι οι μαθητές που είχαν μελετήσει το κείμενο με την αναλογία, σύνδεσαν την απάντησή τους με την αναλογία που διάβασαν στο κείμενο αλλά και με αναλογίες που δεν είχαν ακούσει ή διαβάσει ξανά. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων του δεύτερου σταδίου της έρευνας, έδειξε πως οι μαθητές που μελέτησαν το κείμενο με την αναλογία σημείωσαν υψηλότερη βαθμολογία στη δοκιμασία αξιολόγησης σε σχέση με τους υπόλοιπους μαθητές. Επιπλέον, ο αριθμός των μαθητών που μελέτησαν το κείμενο με την αναλογία και που θεώρησαν πως η έννοια του «τομέα-στόχου» είχε ενδιαφέρον και ήταν αρκετά κατανοητή σε αυτούς, ήταν μεγαλύτερος σε σχέση με τον αριθμό των μαθητών που μελέτησε το απλό κείμενο, ενώ και οι δύο ομάδες μαθητών έκριναν το ίδιο σημαντική την έννοια του «τομέα-στόχου». Όπως αναφέρουν οι Glynn και Takahashi (1998), η αναλογία στο κείμενο συντέλεσε θετικά στην ανάκληση πληροφοριών και στην καλύτερη κατανόηση αυτού, τόσο αμέσως μετά την ανάγνωση του κειμένου όσο και μετά την πάροδο σημαντικού χρονικού διαστήματος. Όπως τονίζουν οι εν λόγω ερευνητές, οι αναλογίες σε κείμενα για τη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών «αποτελούν χρήσιμα διδακτικά εργαλεία που συντελούν στην κατανόηση καθώς συνδέουν την προηγούμενη γνώση των μαθητών με τη νέα», (σ.1146).

Η Yanowitz (2001), προκειμένου να ερευνήσει την επίδραση των αναλογιών στην εξαγωγή και διατύπωση συμπερασμάτων από μαθητές Δημοτικού σχετικά με άγνωστες έννοιες, κάλεσε 31 μαθητές (10-12 ετών) να διαβάσουν μικρής έκτασης κείμενα σχετικά με διάφορα θέματα από τις Φυσικές Επιστήμες. Τα κείμενα ήταν γραμμένα σε δύο μορφές: στην πρώτη

τους μορφή τα κείμενα περιλάμβαναν αναλογίες ενώ στη δεύτερή τους μορφή τα κείμενα δεν περιείχαν καμία αναλογία.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, οι μαθητές που διάβασαν το κείμενο με τις αναλογίες και που εξήγαγαν σωστά συμπεράσματα απαντώντας στις ερωτήσεις της ερευνήτριας, ήταν σημαντικά περισσότεροι από τους μαθητές που διάβασαν το κείμενο χωρίς αναλογίες, ενώ οι μαθητές μεγαλύτερης ηλικίας ανακάλεσαν περισσότερες πληροφορίες από τα κείμενα σε σχέση με τους μαθητές μικρότερης ηλικίας. Σύμφωνα με την Yanowitz (2001), οι αναλογίες σε ένα κείμενο βοηθούν τους μαθητές στην εξαγωγή και διατύπωση συμπερασμάτων σχετικά με έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Η διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων με βάση την ηλικία των μαθητών, οδήγησε την Yanowitz (2001), στην εξαγωγή μιας συμπληρωματικής έρευνας, προκειμένου να μελετήσει τη χρησιμότητα των αναλογιών σε κείμενα που προορίζονται για μαθητές μικρής ηλικίας. Όπως αναφέρει η ίδια, η χρήση αναλογιών επιδρά θετικά στην εξαγωγή και διατύπωση συμπερασμάτων σχετικά με άγνωστες έννοιες Φυσικών Επιστημών, ακόμα και σε μαθητές μικρής ηλικίας (8-9 ετών), αρκεί αφενός ο «τομέας-βάση» της αναλογίας να αποτελεί μια αρκετά οικεία προς τους μαθητές έννοια, αφετέρου ο εκπαιδευτικός να κατέχει εμπειρία στη χρήση αναλογιών στη διδασκαλία.

Σκοπός της έρευνας των Dilber και Duzgun (2008) ήταν η μελέτη της επίδρασης των αναλογιών στην αναδόμηση προηγούμενων αντιλήψεων που τις περισσότερες φορές οι μαθητές έχουν. Δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 78 μαθητές Λυκείου προερχόμενοι από δύο τμήματα ενός σχολείου της Τουρκίας. Η διδασκαλία στα δύο τμήματα, πραγματοποιήθηκε από τον ίδιο εκπαιδευτικό, αφορούσε έννοιες Ηλεκτρισμού, ενώ οι μαθητές και των δύο τμημάτων είχαν το ίδιο γνωστικό υπόβαθρο. Το πρώτο τμήμα διδάχθηκε με τον παραδοσιακό τρόπο, χωρίς τη χρήση αναλογιών, ενώ η διδασκαλία του δεύτερου τμήματος στηρίχθηκε στο μοντέλο «Διδάσκοντας με Αναλογίες» (*Teaching with Analogies model*) του Glynn (1989). Οι μαθητές και των δύο τμημάτων απάντησαν σε 12 ερωτήσεις Ηλεκτρισμού τόσο πριν τη διδασκαλία, όσο και μετά. Στη δοκιμασία, ζητήθηκε επιπλέον από τους μαθητές να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους και να αξιολογήσουν κατά πόσο θεωρούν ως σωστές τις απαντήσεις που έδωσαν, προκειμένου να γίνει φανερό, σύμφωνα με τους ερευνητές, η ύπαρξη «παρανοήσεων» (*misconceptions*).

Όπως έδειξε η ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας, οι μαθητές και των δύο τμημάτων σημείωσαν περίπου ίδια βαθμολογία στη δοκιμασία πριν τη διδασκαλία. Ωστόσο, οι μαθητές

του τμήματος που διδάχθηκε με αναλογίες, παρουσίασαν σημαντική άνοδο στη βαθμολογία τους μετά τη διδασκαλία, σε αντίθεση με τους μαθητές του άλλου τμήματος, των οποίων η βαθμολογία δεν διαφοροποιήθηκε. Σύμφωνα με τους Dilber και Duzgun (2008), οι αναλογίες μπορούν να οδηγήσουν αφενός σε καλύτερη κατανόηση δύσκολων και αφηρημένων εννοιών από τις Φυσικές Επιστήμες, αφετέρου στην αναδόμηση προηγούμενων ιδεών που οι μαθητές φέρουν από τις εμπειρίες της καθημερινότητάς τους.

Οι Turk, Ayas και Karsli (2010), μελέτησαν την αποτελεσματικότητα των αναλογιών στην διδασκαλία εννοιών από το μάθημα της Χημείας σε φοιτητές Φυσικών Επιστημών σε πανεπιστήμιο της Τουρκίας. Συγκεκριμένα, σχεδιάστηκαν και πραγματοποιήθηκαν δύο διδασκαλίες σχετικές με την ταχύτητα μιας χημικής αντίδρασης, με δύο ομάδες πρωτοετών φοιτητών σε εργαστήριο Χημείας του πανεπιστημίου: η διδασκαλία της πρώτης ομάδας (ομάδας ελέγχου) πραγματοποιήθηκε χωρίς τη χρήση αναλογιών, σε αντίθεση με τη διδασκαλία της δεύτερης ομάδας. Μετά τις διδασκαλίες, οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε δέκα ανοικτού τύπου ερωτήσεις.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, η βαθμολογία που σημείωσαν οι φοιτητές που διδάχθηκαν με τη χρήση αναλογιών ήταν ελαφρώς μεγαλύτερη από τη βαθμολογία που σημείωσαν οι φοιτητές της ομάδας ελέγχου, ενώ χρησιμοποίησαν και δικές τους αναλογίες για την αιτιολόγηση των απαντήσεών τους, φανερώνοντας έτσι τη θετική επίδραση που οι αναλογίες είχαν στη διδασκαλία και κατανόηση των εννοιών από αυτούς.

Σκοπός της έρευνας των Ugur, Dilber, Senpolat και Duzgun (2012) ήταν η μελέτη της επίδρασης των αναλογιών αφενός στην αναδόμηση λανθασμένων ιδεών μαθητών Λυκείου σχετικά με τα ηλεκτρικά κυκλώματα, αφετέρου στη διαμόρφωση θετικής στάσης απέναντι στο μάθημα της Φυσικής. Δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν δύο τμήματα 51 συνολικά μαθητών. Στο πρώτο τμήμα η διδασκαλία έγινε παραδοσιακά, χωρίς τη χρήση αναλογιών, ενώ στη δεύτερη η διδασκαλία περιλάμβανε αναλογίες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, ενώ οι αναλογίες συνεισφέρουν σημαντικά στην αναδόμηση προηγούμενων αντιλήψεων που οι μαθητές φέρουν σχετικά με έννοιες του Ηλεκτρισμού, δεν επιδρούν στη διαμόρφωση θετικής ή θετικότερης στάσης απέναντι στο μάθημα της Φυσικής.

Συμπληρώνοντας τα βιβλιογραφικά δεδομένα, η Didis (2015) μελέτησε την επίδραση των αναλογιών στην κατανόηση βασικών εννοιών της Κβαντικής Θεωρίας. Συγκεκριμένα, ανέλυσε 48 αναλογίες που χρησιμοποίησε ένας καθηγητής Ατομικής και Μοριακής Φυσικής

κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών του σε πανεπιστήμιο της Τουρκίας, διεξάγοντας ταυτόχρονα συνεντεύξεις με τον εκπαιδευτικό και ορισμένους φοιτητές αυτού.

Αν και οι βασικές έννοιες της Κβαντομηχανικής είναι αφηρημένες, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, οι αναλογίες είναι δυνατόν να συμβάλλουν θετικά στη διδασκαλία και κατανόηση αυτών. Σύμφωνα με τις συνεντεύξεις των φοιτητών, η χρήση των αναλογιών αποτέλεσε ένα από τα δυνατότερα στοιχεία στον τρόπο διδασκαλίας του εκπαιδευτικού, ενώ οι ίδιοι μπόρεσαν τόσο να ανακαλέσουν και να εξηγήσουν ορισμένες από τις αναλογίες που χρησιμοποιήθηκαν από τον εκπαιδευτικό, όσο και να δημιουργήσουν και δικές τους αναλογίες προκειμένου να εξηγήσουν τις έννοιες που διδάχθηκαν, φανερώνοντας έτσι τη θετική επίδραση που η χρήση των αναλογιών είχε στη διδασκαλία. Σύμφωνα με την Didis (2015) η χρήση αναλογιών στη διδασκαλία εννοιών από τις Φυσικές Επιστήμες ενδείκνυται για φοιτητές πανεπιστημίου, ενώ απαιτεί αφενός άριστη γνώση του αντικειμένου διδασκαλίας από τον εκπαιδευτικό και εμπειρία σχετικά με το πώς οι μαθητές μαθαίνουν, αφετέρου προσεκτικό σχεδιασμό της όλης διδασκαλίας και επιλογή της κατάλληλης διδακτικής μεθόδου.

3.3 Εργαλεία ανάλυσης αναλογιών: βιβλιογραφική ανασκόπηση

Στην ενότητα αυτή, παρουσιάζονται τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης αναφορικά με τα εργαλεία που έχουν προταθεί και χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των αναλογιών που εντοπίζονται σε εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών. Η ανασκόπηση των ερευνών που παρουσιάζεται, καλύπτει έρευνες οι οποίες έχουν δημοσιευθεί σε διεθνή και εθνικά επιστημονικά περιοδικά καθώς και σε πρακτικά συνεδρίων την τελευταία τριακονταετία.

Όπως αναφέρουν οι Orgill και Bodner (2004), οι αναλογίες δεν αποτελούν πάντα απαραίτητο εργαλείο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, καθώς δεν είναι όλες κατάλληλες και ταυτόχρονα χρήσιμες και αποτελεσματικές για τον μαθητή. Έτσι, παρά το γεγονός ότι τα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών αποτελούν σημαντικότερη πηγή αναλογιών (Parida & Goswami, 2000), κρίνεται απαραίτητη η ανάλυση αυτών με σκοπό τον εντοπισμό και χρήση των κατάλληλων αναλογιών που θα επιδράσουν θετικά στη διδασκαλία. Όπως φαίνεται από τα βιβλιογραφικά δεδομένα, στην προσπάθεια σχεδιασμού και ανάπτυξης «διδακτικών αρχών» οι οποίες θα ορίζουν το πότε η κάθε διδακτική μέθοδος κρίνεται κατάλληλη για την επίτευξη των επιθυμητών μαθησιακών αποτελεσμάτων (Curtis & Reigeluth, 1984), έχουν προταθεί διάφορα εργαλεία ανάλυσης των αναλογιών που εντοπίζονται στα εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών.

Οι Curtis και Reigeluth (1984) ανέλυσαν 26 εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών Δημοτικού, Γυμνασίου, Λυκείου και πανεπιστημιακού επιπέδου που χρησιμοποιούνταν στην Αμερική, ως προς τις αναλογίες που αυτά περιέχουν. Οι Curtis και Reigeluth (1984) οργάνωσαν τις αναλογίες που εντοπίστηκαν σε έξι κατηγορίες, οι οποίες αποτέλεσαν και το σύστημα ταξινόμησης που πρότειναν και χρησιμοποίησαν για την ανάλυση αυτών.

Η πρώτη κατηγορία αφορά το είδος της αναλογικής σχέσης που διέπει τον «τομέα- βάση» και τον «τομέα- στόχο». Έτσι, αν στην αναλογία οι έννοιες που αποτελούν τον «τομέα- βάση» και τον «τομέα- στόχο» έχουν κοινά φυσικά χαρακτηριστικά ή είναι με παρόμοιο τρόπο δομημένες, η αναλογία είναι «δομική» και αντίστοιχα, η σχέση που τη διέπει μπορεί να χαρακτηριστεί ως «δομική σχέση» (*structural relationship*). Για παράδειγμα, στην αναλογία «η Γη είναι σαν πορτοκάλι, έχει φλοιό, είναι στρογγυλή κ.τ.λ.» φαίνεται η δομική σχέση που συνδέει τον «τομέα- βάση» (πορτοκάλι) με τον «τομέα- στόχο» (Γη). Ένα άλλο είδος αναλογικής σχέσης, είναι η «διαδικαστική σχέση» (*functional relationship*), στην οποία η αναλογία βασίζεται σε ομοιότητες ως προς τη λειτουργία ή τη συμπεριφορά του «τομέα- βάσης» και του «τομέα- στόχου», όπως φαίνεται στην αναλογία «ο ανθρώπινος νους λειτουργεί σαν τον ηλεκτρονικό υπολογιστή: δέχεται μια πληροφορία, την επεξεργάζεται και εξάγει συμπεράσματα». Ένα τρίτο είδος αναλογικής σχέσης συνδυάζει τη δομική και τη διαδικαστική σχέση. Πρόκειται για τη λεγόμενη «δομική-διαδικαστική αναλογική σχέση» (*structural-functional relationship*). Ένα παράδειγμα «δομικής-διαδικαστικής αναλογίας» είναι η δομή και η λειτουργία των ανθρώπινων κυττάρων σε σχέση με τη δομή και τη λειτουργία ενός εργοστασίου.

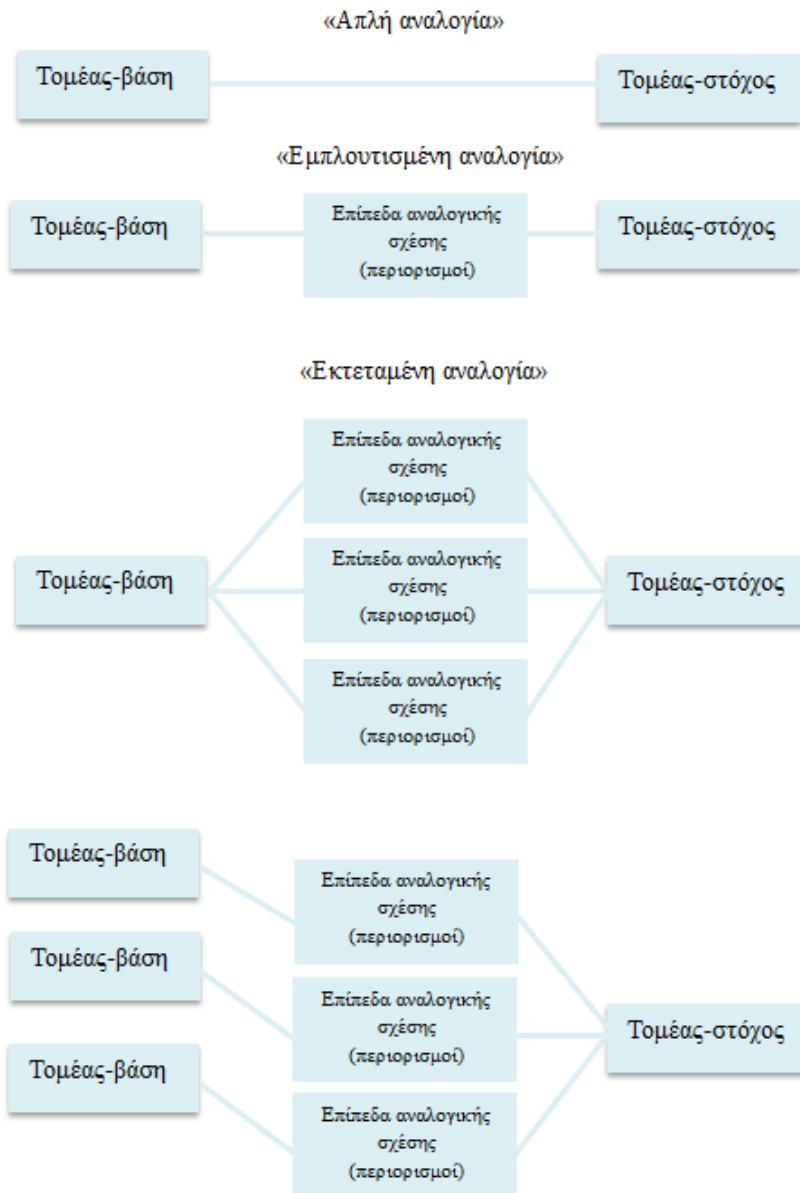
Η δεύτερη κατηγορία ανάλυσης αναλογιών που πρότειναν, αφορά τον τρόπο παρουσίασης της αναλογίας στα εγχειρίδια. Έτσι, με βάση την κατηγορία αυτή διακρίνονται οι «λεκτικές αναλογίες» (*verbal analogies*) από τις «εικονικές-λεκτικές αναλογίες» (*pictorial-verbal analogies*). Οι «λεκτικές αναλογίες» είναι οι γραπτές, δηλαδή αυτές που εκφράζονται αποκλειστικά και μόνο με λέξεις, ενώ οι «εικονικές-λεκτικές» είναι οι γραπτές αναλογίες που ενισχύονται από μία ή περισσότερες εικόνες (σχήματα ή φωτογραφίες) του «τομέα-βάσης».

Επιπρόσθετα, οι αναλογίες μπορούν να αναλυθούν και να κατηγοριοποιηθούν με βάση τον βαθμό αφαίρεσης των εννοιών που αποτελούν τον «τομέα- βάση» και τον «τομέα- στόχο», δηλαδή ανάλογα με το αν η φύση των εννοιών αυτών είναι συγκεκριμένη ή αφηρημένη. Έτσι, οι έννοιες του «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου» μπορεί να είναι «συγκεκριμένης/συγκεκριμένης φύσης» (*concrete/concrete condition*), «αφηρημένης/

αφηρημένης φύσης» (*abstract/ abstract nature*) ή «συγκεκριμένης/αφηρημένης φύσης» αντίστοιχα (*concrete/ abstract nature*).

Στο σύστημα ανάλυσης των Curtis και Reigeluth (1984), τρόπο κατηγοριοποίησης των αναλογιών αποτελεί και η σειρά παρουσίασης του «τομέα-βάσης» σε σχέση με τον «τομέα-στόχο» κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας της νέας έννοιας ή φαινομένου. Ο «τομέας-βάση», λοιπόν, μπορεί να παρουσιαστεί πριν τον «τομέα-στόχο» λειτουργώντας ως «προ-οργανωτής» (*advance organizer*), ως σύνδεσμος δηλαδή μεταξύ της γνώσης που ήδη κατέχει ο μαθητής και της νέας που προσπαθεί να αφομοιώσει, καθώς παρέχει το οικείο υπόβαθρο πληροφοριών που απαιτείται για την εισαγωγή της νέας, άγνωστης έννοιας. Αντίθετα, ο «τομέας-βάση» μπορεί να παρουσιαστεί παράλληλα με τον «τομέα-στόχο», όταν το περιεχόμενο γίνεται πιο αφηρημένο και/ή δύσκολο για τον μαθητή. Στην περίπτωση αυτή, ο «τομέας-βάση» δρα ως «ενεργοποιητής» (*embedded activator*), απαιτώντας τη χρήση γνωστικών στρατηγικών από το μαθητή προκειμένου να καταστεί ευκολότερη η μάθηση. Τέλος, ο «τομέας-βάση» μπορεί να εισαχθεί μετά τον «τομέα-στόχο», λειτουργώντας ως «μετα-συνθετητής» (*post synthesizer*), συνδέοντας δηλαδή τις πληροφορίες που προηγήθηκαν με τη νέα έννοια, η οποία γίνεται κατανοητή μετά τη χρήση της αναλογίας.

Πέμπτο κριτήριο ανάλυσης που χρησιμοποιείται στη μελέτη αυτή, αποτελεί το επίπεδο εμπλουτισμού της αναλογίας δηλαδή ο «βαθμός αντιστοίχισης» (*extent of mapping*) μεταξύ του «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου». Οι «απλές αναλογίες» (*simple analogies*) αποτελούνται συνήθως από τρία μέρη: τον «τομέα-στόχο», τον «τομέα-βάση» και έναν σύνδεσμο τύπου «είναι όπως» ή «μπορεί να συγκριθεί με». Οι «εμπλουτισμένες αναλογίες» (*enriched analogies*) προκύπτουν εμπλουτίζοντας τις «απλές αναλογίες» με δήλωση ορισμένων κοινών χαρακτηριστικών μεταξύ «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου» των επιπέδων της αναλογικής τους σχέσης δηλαδή, ή των περιορισμών της αναλογίας. Στην πιο περίπλοκη και εμπλουτισμένη μορφή της, μια αναλογία είναι δυνατόν να συνδέει πολλαπλά επίπεδα από έναν «τομέα-βάση» με έναν ή παραπάνω «τομέα-στόχο» ή να χρησιμοποιεί παραπάνω από έναν «τομέα-βάση» για τη διδασκαλία ενός μόνο «τομέα-στόχου» (βλ. Σχήμα 1.). Αυτή η μορφή αναλογίας ονομάζεται «εκτεταμένη αναλογία» (*extended analogy*).



Σχήμα 2. Επίπεδα εμπλουτισμού αναλογιών (Curtis & Reigeluth, 1984)

Προκειμένου να αποτελέσει μια αναλογία χρήσιμο και ωφέλιμο εργαλείο διδασκαλίας, μεταξύ άλλων, θα πρέπει η έννοια που πραγματεύεται ο «τομέας-βάση» να είναι αρκετά έως πολύ οικεία για τον μαθητή, όσο το δυνατόν απλούστερη και συγκεκριμένη (Curtis & Reigeluth, 1984), αλλιώς, σε αντίθετη περίπτωση η έννοια του «τομέα-βάσης» πρέπει να εξηγείται και να περιγράφεται. Ακόμη, η ρητή δήλωση του μηχανισμού λειτουργίας μιας αναλογίας είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται στα εγχειρίδια από τους συγγραφείς αυτών, ώστε να γίνεται φανερός στον αναγνώστη-μαθητή ο μηχανισμός λειτουργίας της αναλογικής σκέψης, δηλαδή πως η σύγκριση ανάμεσα σε μια οικεία και μη οικεία έννοια λαμβάνει χώρα με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της μη οικείας έννοιας από αυτόν. Έτσι, το τελευταίο κριτήριο ανάλυσης των Curtis και Reigeluth, (1984) αφορά το αν παρέχεται στο εγχειρίδιο

ερμηνεία για την έννοια του «τομέα-βάσης» σε περίπτωση που χρειάζεται και το αν δηλώνεται ο τρόπος λειτουργίας της αναλογίας. Με βάση το κριτήριο αυτό, οι αναλογίες διακρίνονται στις αναλογίες οι οποίες συνοδεύονται με την «εξήγηση της έννοιας του τομέα-βάσης» (*vehicle explanation*), στις αναλογίες όπου υπάρχει ένδειξη του τρόπου λειτουργίας της αναλογίας και έτσι «αναγνωρίζεται η χρήση της αναλογίας ως στρατηγική μάθησης» (*strategy identification*), στις αναλογίες όπου συνδυάζονται τα δύο προαναφερθέντα χαρακτηριστικά, «εξήγηση της έννοιας του τομέα-βάσης» και «αναγνώριση χρήσης της αναλογίας ως στρατηγική» (*vehicle explanation & strategy identification*) ενώ υπάρχουν και αναλογίες οι οποίες χαρακτηρίζονται από «απουσία επεξηγήσεων» πριν την εισαγωγή της νέας έννοιας (*absence of pre-topic orientation*).

Οι Thiele και Treagust (1994), προκειμένου να μελετήσουν διεξοδικά τη φύση και τη χρήση των αναλογιών που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια Χημείας του Λυκείου στην Αυστραλία, βασίστηκαν και επέκτειναν το σύστημα ταξινόμησης και ανάλυσης αναλογιών που πρότειναν οι Curtis και Reigeluth (1984), κατηγοριοποιώντας πάνω από 93 αναλογίες που εντόπισαν στα εγχειρίδια αυτά.

Οι εν λόγω ερευνητές, προσθέτοντας 4 επιπλέον κριτήρια ταξινόμησης των αναλογιών που εντοπίζονται στα εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών στα 6 κριτήρια που επινοήθηκαν από τους Curtis και Reigeluth (1984), κατέληξαν στο λεγόμενο «Πλαίσιο Ταξινόμησης Αναλογιών» (*Analogy Classification Framework*). Το «Πλαίσιο Ταξινόμησης Αναλογιών» των Thiele και Treagust (1994), με τις προσαρμογές και διευκρινήσεις των κριτηρίων ταξινόμησης που αυτοί παρείχαν, επέτρεψε την κατηγοριοποίηση περισσότερων αναλογιών σε σχέση με το σύστημα ανάλυσης των Curtis και Reigeluth (1984) και ταυτόχρονα αποτέλεσε χρήσιμο εργαλείο για τις επόμενες σχετικές έρευνες (Thiele & Treagust, 1994).

Πρώτο και νέο κριτήριο στο σύστημα ταξινόμησης των Thiele και Treagust (1994) αποτελεί το «περιεχόμενο του τομέα-στόχου» (*content of the target concept*). Με το επιπλέον αυτό κριτήριο, οι ερευνητές στοχεύουν στην ανάδειξη των κεφαλαίων-«περιοχών» της Χημείας όπου οι αναλογίες χρησιμοποιούνται περισσότερο και συχνότερα.

Το κριτήριο της «θέσης που κατέχει ο «τομέας- βάση» σε σχέση με τον «τομέα- στόχο» στη διδασκαλία της νέας έννοιας» (*position of the analog relevant to the target*), όπως προτάθηκε αρχικά από τους Curtis και Reigeluth (1984), επεκτείνεται, συμπεριλαμβάνοντας και την επιπλέον ενδεχόμενη «θέση του «τομέα-βάσης» ή της αναλογίας στο περιθώριο» που οι

σελίδες ορισμένων εγχειριδίων περιέχουν» (*marginalised analog or analogy*), καθώς οι Thiele και Treagust (1994) εντόπισαν πολλές αναλογίες γραμμένες όχι στο κυρίως κείμενο των εγχειριδίων, αλλά στο περιθώριο αυτών.

Επιπλέον, η «θέση της κάθε αναλογίας στο σχολικό εγχειρίδιο» (*analogy location in textbook*), αποτελεί το τρίτο και νέο κριτήριο ανάλυσης των αναλογιών των ερευνητών αυτών, καθιστώντας φανερή τη θέση όπου κατέχουν οι δυσκολότερες έννοιες του μαθήματος της Χημείας στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, για την αποτελεσματικότερη διδασκαλία των οποίων και χρησιμοποιούνται οι αναλογίες.

Τέλος, αν και στο προγενέστερο σύστημα ταξινόμησης, η ύπαρξη και δήλωση των περιορισμών μιας αναλογίας την καθιστούσαν «εμπλουτισμένη» (*enriched analogy*), στο «Πλαίσιο Ταξινόμησης Αναλογιών» των Thiele και Treagust (1994) αποτελούν ξεχωριστό κριτήριο. Έτσι, οι αναλογίες αναλύονται και με βάση την «ύπαρξη και αναφορά περιορισμών» σχετικά με τη χρήση τους ή αναντιστοιχιών μεταξύ ορισμένων χαρακτηριστικών του «τομέα-βάσης» και του «τομέα-στόχου» (*presence of limitations*).

Οι Thiele, Venville και Treagust (1995), ανέλυσαν 174 αναλογίες από 4 σχολικά εγχειρίδια Βιολογίας και 93 από 10 σχολικά εγχειρίδια Χημείας, που χρησιμοποιούνταν από τους μαθητές Λυκείου στην Αυστραλία, με σκοπό τη σύγκριση του αριθμού και του είδους των αναλογιών που χρησιμοποιούνται στα δύο αυτά μαθήματα. Η ανάλυση των αναλογιών αυτών, πραγματοποιήθηκε με βάση 4 κριτήρια, προερχόμενα από το αρχικό σύστημα ταξινόμησης και ανάλυσης των αναλογιών των Curtis και Reigeluth (1984).

Κριτήρια για τη μελέτη αυτή αποτέλεσαν: η «φύση των κοινών χαρακτηριστικών» του «τομέα-στόχου» και «τομέα-βάσης» (*nature of shared attributes*), ο «τρόπος παρουσίασης των αναλογιών» (*pictorial representation*), το «επίπεδο αφαίρεσης» των εννοιών του «τομέα-στόχου» και «τομέα-βάσης» (*analog/target abstraction*), και τέλος, το «επίπεδο αντιστοίχισης» των κοινών χαρακτηριστικών του «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου» (*extent of mapping*), κριτήριο που χαρακτηρίζει τις αναλογίες ως «απλές», «εμπλουτισμένες» ή «εκτεταμένες», όπως προαναφέρθηκε στα κριτήρια των Curtis και Reigeluth (1984).

Οι Κουλαϊδής κ. συν. (2002) πρότειναν ορισμένα βήματα ανάλυσης αναλογιών για τη διερεύνηση της καταλληλότητας αυτών ως διδακτικά εργαλεία. Το πρώτο βήμα επεξεργασίας αφορά τον προσδιορισμό των εννοιών, των σχέσεων και των χαρακτηριστικών που ανήκουν

στον «τομέα- βάση» και εκείνων που ανήκουν στον «τομέα-στόχο», καθώς και την αναπαράσταση αυτών με μορφή τετραπόλου (βλ. υποενότητα 2.2.2.).

Μετά το πρώτο αυτό βήμα, ακολουθεί η ανάλυση των αναλογιών με βάση πέντε κριτήρια. Πρώτο κριτήριο, αποτελεί η «οριζόντια πληρότητα» και αφορά το αν μια αναλογία περιλαμβάνει τις τέσσερις έννοιες του τετραπόλου (δύο έννοιες για τον «τομέα- βάση» και δύο για τον «τομέα- στόχο») καθώς και όλες τις σχέσεις των δύο τομέων. Έτσι, βάσει αυτού του κριτηρίου, μία αναλογία μπορεί να είναι: α) οριζόντια πλήρης αν είναι πλήρως ανεπτυγμένοι οι δύο «τομείς», β) να έχει ελλιπώς ανεπτυγμένο τον «τομέα-βάση» αν λείπει κάποια έννοια ή/και σχέση από τον «τομέα βάση» ή γ) να έχει ελλιπώς ανεπτυγμένο τον «τομέα-στόχο».

Δεύτερο κριτήριο ανάλυσης στην πρόταση των Κουλαϊδή κ. συν. (2002), αποτελεί η «κατακόρυφη πληρότητα», η οποία αφορά την αντιστοιχισή κάθε έννοιας του «τομέα-βάσης» με μία και μόνο έννοια του «τομέα-στόχου» και αντίστροφα. Συνεπώς, ως προς το κριτήριο της κατακόρυφης πληρότητας, μια αναλογία μπορεί να είναι: α) κατακόρυφα πλήρης, ή β) ελλιπής αν λείπουν ή/και υπονοούνται αντιστοιχίσεις μεταξύ των εννοιών των δύο «τομέων» ή γ) ελλιπής, αν λείπουν έννοιες στον «τομέα -βάση» ή «τομέα- στόχο».

Η «συστηματικότητα» μιας αναλογίας στην μελέτη των Κουλαϊδή κ. συν. (2002), αφορά την ομοιότητα των σχέσεων που διέπουν τον «τομέα-βάση» και «τομέα-στόχο» και αποτελεί το τρίτο κριτήριο ανάλυσης των αναλογιών. Έτσι, με βάση τη συστηματικότητα, οι αναλογίες διακρίνονται σε: α) αναλογίες με υψηλή συστηματικότητα στις οποίες οι δύο «τομείς» περιλαμβάνουν όμοιες σχέσεις, β) αναλογίες με μέτρια συστηματικότητα, οι οποίες είναι συστηματικές ως προς τις σχέσεις μεταξύ των δύο «τομέων», αλλά περιλαμβάνουν διαφορετικές λεπτομέρειες στον «τομέα-βάση» και «τομέα-στόχο», γ) μη συστηματικές, οι οποίες περιλαμβάνουν διαφορετικές σχέσεις στους δύο «τομείς». Σημειώνεται πως ως προς τη συστηματικότητα, αναλύονται μόνο οι οριζόντια πλήρεις αναλογίες.

Τέταρτη διάσταση για την ανάλυση και διερεύνηση της διδακτικής καταλληλότητας των αναλογιών αποτελεί η «καταλληλότητα του τομέα-βάσης». Οι αναλογίες, σύμφωνα με το κριτήριο αυτό, μπορεί να έχουν: α) οικείο «τομέα-βάση», β) μέτρια κατανοητό «τομέα-βάση», γ) μη οικείο «τομέα-βάση».

Τελευταίο κριτήριο ανάλυσης αποτελεί η «οντολογική απόσταση «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου». Ως οντολογική απόσταση ορίζεται ο βαθμός συνάφειας των εννοιών του «τομέα-

βάσης» και «τομέα-στόχου», το κατά πόσο δηλαδή οι έννοιες των δύο «τομέων» ανήκουν σε συναφείς ή μη οντολογικές κατηγορίες. Οι έννοιες του «τομέα-βάσης» (β_1 , β_2) και οι έννοιες του «τομέα-στόχου» (σ_1 , σ_2) μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο ομάδες. Η Ομάδα Α περιλαμβάνει συγκεκριμένες μονάδες, συνήθως με υλική υπόσταση, όπως αντικείμενα, ζωντανοί οργανισμοί, ουσίες, πρόσωπα, τόποι, δραστηριότητες, ενώ η Ομάδα Β περιλαμβάνει αφηρημένες έννοιες χωρίς άμεση υλική υπόσταση, δηλαδή φυσικά φαινόμενα, αντικείμενα χωρίς υλική υπόσταση, επιστημονικές διαδικασίες και έννοιες Φυσικών Επιστημών, μεγέθη ή καταστάσεις. Έτσι, μία αναλογία χαρακτηρίζεται από α) μεγάλη οντολογική απόσταση μεταξύ «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου» όταν οι έννοιες του «τομέα-βάσης» ανήκουν στη μία Ομάδα, ενώ οι έννοιες του «τομέα-στόχου» στην άλλη, β) μέτρια οντολογική απόσταση όταν στο εσωτερικό του ίδιου «τομέα» υπάρχουν έννοιες από διαφορετικές ομάδες (για παράδειγμα οι έννοιες β_1 και β_2 του «τομέα-βάσης» ανήκουν στην Ομάδα Α και Ομάδα Β αντίστοιχα) και τέλος, γ) μικρή οντολογική απόσταση όταν όλες οι έννοιες της αναλογίας (και των δύο «τομέων» δηλαδή) ανήκουν στην ίδια Ομάδα.

Συμπληρώνοντας τα βιβλιογραφικά δεδομένα, ο Newton (2003), στηριζόμενος κι αυτός στα 5 από τα 6 κριτήρια που πρότειναν οι Curtis και Reigeluth (1984), ανέλυσε 92 αναλογίες που εντοπίστηκαν σε 35 σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών Δημοτικού, συγκρίνοντάς τις ταυτόχρονα με τις αναλογίες που χρησιμοποιούνται στα αντίστοιχα εγχειρίδια της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Τα κριτήρια ανάλυσης των αναλογιών για τον εν λόγω ερευνητή ήταν: η «αναλογική σχέση» που διέπει τον «τομέα-στόχο» και «τομέα-βάση», η «μορφή παρουσίασης» των αναλογιών, το «επίπεδο αφαίρεσης» των εννοιών του «τομέα-στόχου» και «τομέα-βάσης», η «θέση του «τομέα-βάσης» στο κείμενο» και το «επίπεδο εμπλουτισμού».

Σε αντίθεση με τις περισσότερες προγενέστερες αναλύσεις αναλογιών που εστιάζουν σε σχολικά εγχειρίδια Λυκείου και κυρίως Βιολογίας, Χημείας και Φυσικής (Curtis & Reigeluth, 1984, Thiele & Treagust, 1995), οι Orgill και Bodner (2006), ανέλυσαν για πρώτη φορά τις αναλογίες που εντόπισαν σε 8 εγχειρίδια Βιοχημείας πανεπιστημιακού επιπέδου παρέχοντας ταυτόχρονα συγκριτικές μελέτες σχετικά με τη χρήση των αναλογιών στη Βιολογία και Χημεία. Οι ερευνητές αυτοί, αφού ανέπτυξαν σαφή κριτήρια για τον χαρακτηρισμό μιας πρότασης ως αναλογία, κατηγοριοποίησαν τις αναλογίες που εντόπισαν χρησιμοποιώντας το «Πλαίσιο Ταξινόμησης Αναλογιών» των Thiele και Treagust (1994) κατόπιν ορισμένων τροποποιήσεων.

Συγκεκριμένα και σχετικά με τις τροποποιήσεις που πραγματοποίησαν στο αρχικό εργαλείο των Thiele και Treagust (1994), όσο αφορά το κριτήριο της «αναλογικής σχέσης» που διέπει τον «τομέα-βάση» και «τομέα-στόχο», οι Orgill και Bodner (2006) δεν συμπεριέλαβαν την «δομική σχέση» και τις «δομικές αναλογίες» (*structure analogy*), καθώς δεν θεωρούν ως αναλογίες τις συγκρίσεις που βασίζονται αποκλειστικά και μόνο σε ομοιότητες εξωτερικών-δομικών χαρακτηριστικών. Επιπρόσθετα, ενώ σύμφωνα με τους Thiele και Treagust (1994) «λεκτικές-εικονικές αναλογίες» θεωρούνται οι αναλογίες στις οποίες μόνο ο «τομέας-βάση» αναπαριστάνεται με εικόνα, σύμφωνα με τους Orgill και Bodner (2006), «λεκτικές-εικονικές» είναι οι αναλογίες στις οποίες αναπαριστάνονται με εικόνα είτε ο «τομέας-βάση» είτε η ίδια η αναλογία. Σχετικά με το «επίπεδο αφαίρεσης» των εννοιών που πραγματεύονται ο «τομέας-στόχος» και ο «τομέας-βάση», οι εν λόγω ερευνητές, θεωρούν ως «συγκεκριμένες έννοιες» αυτές που οι μαθητές μπορούν να δουν, να ακούσουν ή να αγγίξουν στην καθημερινότητά τους, ενώ ως «αφηρημένες» όλες τις υπόλοιπες (Orgill, 2013). Όπως διευκρινίζουν, ο «τομέας-βάση» λειτουργεί ως «προ-οργανωτής» (*advanced organizer*), αν η αναλογία παρουσιάζεται είτε σε κάποιο κεφάλαιο πριν την παρουσίαση της έννοιας του «τομέα-στόχου» είτε στον πρόλογο του κεφαλαίου, εφόσον αυτός είναι ξεχωριστός από το κυρίως κείμενο του κεφαλαίου. Επιπλέον, ο «τομέας-βάση» λειτουργεί ως «ενεργοποιητής» (*embedded activator*), αν εντοπίζεται στο κυρίως κείμενο του κεφαλαίου όπου εντοπίζεται και η αρχική συζήτηση για την έννοια του «τομέα-στόχου», ενώ λειτουργεί ως «μετα-συνθετή» (*post synthesizer*), αν παρουσιάζεται μετά την έννοια του «τομέα-στόχου». Και στις τρεις περιπτώσεις, οι ερευνητές βασίζονται στον πίνακα περιεχομένων του εγχειριδίου προκειμένου να αποφασίσουν σε ποιο κεφάλαιο περιλαμβάνονται οι έννοιες που πραγματεύεται ο κάθε «τομέας». Σχετικά με το κριτήριο του «εμπλουτισμού», οι Orgill και Bodner (2006) αναφέρουν πως μια αναλογία θεωρείται σύμφωνα με αυτούς «εμπλουτισμένη» (*enriched*) αν η πρόταση της αναλογίας αναφέρει τον λόγο σύγκρισης της έννοιας του «τομέα-βάσης» με την έννοια που αποτελεί τον «τομέα-στόχο» ή αν στην πρόταση αυτή δηλώνεται με σαφήνεια η αντιστοίχιση των χαρακτηριστικών του «τομέα-βάσης» με τον «τομέα-στόχο», ενώ αν μια αναλογία χρησιμοποιείται πολλαπλές φορές μέσα στο κείμενο, την κατηγοριοποιούν ως «εκτεταμένη» (*extended*). Σε κάθε άλλη περίπτωση, η αναλογία στην ταξινόμηση αυτή, χαρακτηρίζεται ως «απλή» (*simple*). Αναφορικά με το κριτήριο της «εξήγησης της αναλογίας», οι ερευνητές θεωρούν πως μια αναλογία στο κείμενο εξηγείται, αν παρέχεται οποιαδήποτε εξήγηση της έννοιας που πραγματεύεται ο «τομέας-βάση», ακόμα κι αν αυτή δεν είναι πλήρης, ενώ αν οι συγγραφείς των εγχειριδίων, αναφέρουν τη λέξη «αναλογία» μέσα στην πρόταση της ίδιας της αναλογίας, οι ερευνητές θεωρούν πως με τον

τρόπο αυτό γίνεται γνωστή στους μαθητές-αναγνώστες των εγχειριδίων η χρήση της αναλογίας ως στρατηγική μάθησης.

Στο εργαλείο ανάλυσης των Curtis και Reigeluth (1984) στηρίχθηκε και η μελέτη των Sendur, Toprak και Pekmez (2011), οι οποίοι ανέλυσαν τις αναλογίες που εντοπίστηκαν στα δύο σχολικά εγχειρίδια Χημείας που χρησιμοποιούνται από μαθητές ηλικίας 14-15 ετών σε σχολεία της Τουρκίας. Έτσι, κριτήρια ανάλυσης για τις 22 αυτές αναλογίες αποτέλεσαν η «μορφή παρουσίασης» των αναλογιών, η «αναλογική σχέση» μεταξύ «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου», η «θέση του τομέα-βάσης σε σχέση με τον τομέα-στόχο» και το «εύρος της αναλογίας» (*wideness of analogy*), κριτήριο που στην κατηγοριοποίηση των Curtis και Reigeluth (1984) αναφέρεται ως «επίπεδο εμπλουτισμού».

Το νέο σχολικό εγχειρίδιο Βιολογίας που χρησιμοποιείται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση της Τουρκίας ανέλυσε ως προς τις αναλογίες που περιέχει ο Dikmenli (2015). Η ανάλυση των αναλογιών που πραγματοποίησε ο Dikmenli στηρίχθηκε κι αυτή, σε μεγάλο βαθμό, στα κριτήρια ανάλυσης των Curtis και Reigeluth (1984) και Thiele και Treagust (1994).

Ένα κριτήριο ανάλυσης που δεν εμφανίζεται αυτούσιο σε κάποια από τις προγενέστερες αναλύσεις αναλογιών, αποτελεί το «επίπεδο της έννοιας που αποτελεί τον τομέα-στόχο» (*level of target concept*). Έτσι, διακρίνεται το «μακροσκοπικό επίπεδο» (*macroscopic*), το οποίο περιλαμβάνει κάθε έννοια του «τομέα-στόχου» η οποία γίνεται αντιληπτή μέσω των αισθητήριων οργάνων, το «μικροσκοπικό επίπεδο» (*microscopic*), στο οποίο η έννοια του «τομέα-στόχου» μπορεί να παρατηρηθεί μόνο μέσω οργάνων όπως το μικροσκόπιο, το «υπο-μικροσκοπικό επίπεδο» (*sub-microscopic*), όπου η έννοια του «τομέα-στόχου» δεν μπορεί να παρατηρηθεί άμεσα ή με όργανα αλλά μπορεί να εξηγηθεί βάσει διδακτικών μοντέλων, όπως για παράδειγμα η έννοια του μορίου και ατόμου και τέλος, διακρίνεται και το «συμβολικό επίπεδο» (*symbolic*), στο οποίο η έννοια του «τομέα-στόχου» μπορεί να εξηγηθεί μέσω συμβόλων και τύπων.

Όπως και στο εργαλείο ανάλυσης των Curtis και Reigeluth (1984), έτσι κι εδώ, κριτήρια ανάλυσης αποτελούν η «αναλογική σχέση μεταξύ τομέα-στόχου και τομέα-βάσης» (*analogical relationship between analog and target*), ο «τρόπος παρουσίασης» της αναλογίας (*presentation format*), η «θέση του τομέα-βάσης σε σχέση με τον τομέα-στόχο» (*position of the analogue relevant to the target*), το «επίπεδο αφάιρσης των εννοιών που αποτελούν τον τομέα-βάση και τομέα-στόχο» (*level of abstraction of the analogue and target concepts*), το

«επίπεδο εμπλουτισμού» της αναλογίας (*level of enrichment*), η «εξήγηση της έννοιας που αποτελεί τον τομέα-βάση» της αναλογίας ή η «αναγνώριση της χρήσης της αναλογίας ως στρατηγική μάθησης», και τέλος, όπως και στο «Πλαίσιο Ταξινόμησης Αναλογιών» των Thiele και Treagust (1994), η «δήλωση των περιορισμών» που υπαισέρχονται σε μια αναλογία.

3.4 Συζήτηση-Πρωτοτυπία εργασίας

Οι αναλογίες αποτελούν σημαντικό εργαλείο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και συντελούν στην κατανόηση δύσκολων και αφηρημένων εννοιών, συνδέοντας την προηγούμενη γνώση των μαθητών με τη νέα (Dupin & Johsua, 1989; Glynn & Takahashi, 1998; Turk et al., 2010), σε όλες τις σχολικές βαθμίδες, από τη νηπιακή έως την πανεπιστημιακή (Vosniadou & Schommer, 1998; Yanowitz, 2001; Didis, 2015). Με τις αναλογίες ο μαθητής δημιουργεί τις δικές του αναπαραστάσεις για κάποιον άγνωστο εννοιολογικό τομέα, στηριζόμενος στην εξοικείωσή του με κάποιον περισσότερο οικείο (Vosniadou & Schommer, 1998), ενώ ταυτόχρονα οι αναλογίες αποτελούν τρόπο κατανόησης της επιστημονικής γνώσης και «κλειδί» για το μετασχηματισμό της σε σχολική γνώση (Κουλαϊδής κ.συν, 2002). Σημαντικός είναι επιπλέον ο ρόλος των αναλογιών στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων (Clement, 1998) καθώς και στην επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής μέσα από την οποία οικοδομείται η νέα γνώση (Orgill & Bodner, 2004; Dilber & Duzgun, 2008; Ugur et. al., 2012). Επιπροσθέτως, με τις αναλογίες οι μαθητές ασκούνται στην παραγωγή δικών τους αναλογιών και στην εξαγωγή και διατύπωση συμπερασμάτων από κείμενα, βελτιώνοντας έτσι τις μαθητικές αποδόσεις τους (Glynn & Takahashi, 1998; Yanowitz, 2001; Turk et al., 2010), ενώ το ενδιαφέρον που προκαλείται από τη χρήση των αναλογιών δημιουργεί περαιτέρω κίνητρα μάθησης στους μαθητές (Harrison & Treagust, 1993). Τέλος, καταλυτικός είναι ο ρόλος του εκπαιδευτικού στη διδασκαλία με αναλογίες (Harrison & Treagust, 1993).

Ωστόσο, οι αναλογίες αποτελούν συχνά «δίκικοπο μαχαίρι» (Harrison & Treagust, 1993), καθώς ενώ παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα, είναι δυνατόν να επιφέρουν αντίθετα από τα αναμενόμενα αποτελέσματα, οδηγώντας σε παρανοήσεις και λανθασμένες γενικεύσεις από τους μαθητές (Dilber & Duzgun, 2008). Όπως μαρτυρούν τα βιβλιογραφικά δεδομένα, οι μαθητές χρησιμοποιούν συχνά μία αναλογία μηχανικά, χωρίς να κατανοούν τις πληροφορίες που αυτή περιέχει (Bean et. al., 1990), ενώ μια αναλογία σε κείμενο δεν οδηγεί πάντα στην βαθύτερη κατανόηση αυτού (Dupin & Johsua, 1989; Bean et. al., 1990). Ταυτόχρονα,

υπάρχει το ενδεχόμενο, μια αναλογία να μην εξηγεί πλήρως την άγνωστη έννοια ή φαινόμενο, λόγω των περιορισμών που, χωρίς να γνωστοποιούνται και να δηλώνονται ρητά στους μαθητές, υπεισέρχονται σε αυτήν (Thiele & Treagust, 1995). Επιπλέον, οι αναλογίες δεν συντελούν πάντα στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και στη διαμόρφωση θετικής στάσης απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες (Gilbert, 1989; Ugur et. al., 2012).

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, απαιτείται προσεκτική και σωστή χρήση των αναλογιών στη διδακτική πρακτική, καθώς δεν είναι όλες οι αναλογίες αποτελεσματικές και κάθε στιγμή κατάλληλες για τη χρησιμοποίησή τους στη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών. Κρίνεται απαραίτητο να διερευνηθούν και να μελετηθούν τα χαρακτηριστικά που φέρει μια αναλογία ώστε να επιφέρει θετικά αποτελέσματα στη μαθησιακή διαδικασία. Οι αναλογίες βρίσκονται στο επίκεντρο των ερευνών τα τελευταία 30 περίπου χρόνια. Οι έρευνες αυτές, εστιάζουν σε επιμέρους πτυχές του θέματος των αναλογιών, όπως εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών στη διδασκαλία με αναλογίες, αποτίμηση καταλληλότητας και αποτελεσματικότητας χρήσης αναλογιών στη διδασκαλία, ανάλυση αναλογιών σε σχολικά εγχειρίδια και ανάλυση αναλογιών που χρησιμοποιούν εκπαιδευτικοί και μαθητές.

Αναλύσεις αναλογιών που εντοπίζονται σε εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορες χώρες μεταξύ των οποίων η Αμερική, Αυστραλία και Τουρκία. Μετά την πρωταρχική ανάλυση των αναλογιών που πραγματοποίησαν οι Curtis και Reigeluth (1984), εντοπίζονται στη βιβλιογραφία επιπλέον αναλύσεις αναλογιών, οι οποίες βασίζονται στη μελέτη των Curtis και Reigeluth (1984) και χρησιμοποιούν το εργαλείο ανάλυσης αυτών με μικρές τροποποιήσεις ή διευκρινήσεις αναφορικά με τα κριτήρια ανάλυσης, όπως οι αναλύσεις των Thiele και Treagust (1994), Thiele, Venville και Treagust (1995), Newton (2003), Orgill και Bodner (2006), Sendur, Toprak και Pekmez (2011) και Dikmenli (2015).

Ο αριθμός των δημοσιευμένων σε διεθνές επίπεδο εργασιών σχετικά με την ανάλυση αναλογιών σε σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών είναι μικρός (Orgill, 2013). Όσο αφορά την ανάλυση των αναλογιών που εντοπίζονται σε ελληνικά σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών, όπως φάνηκε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε, οι μοναδικές σχετικές έρευνες είναι αυτές των Κουλαϊδή κ. συν. (2002) και Χαριτωνίδη (2016). Η έρευνα των Κουλαϊδή κ. συν. (2002) περιλαμβάνει ένα διαφορετικό από το εργαλείο των Curtis και Reigeluth (1984) πλέγμα ανάλυσης για τις 52 αναλογίες που εντοπίστηκαν στα 8 σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών Δημοτικού και Γυμνασίου, που διδάσκονταν στη χώρα μας το έτος διεξαγωγής της εν λόγω έρευνας, ενώ ο

Χαριτωνίδης (2016) ανέλυσε τις αναλογίες που εντοπίστηκαν σε τρία πανεπιστημιακά συγγράμματα Φυσικής χρησιμοποιώντας ένα πλέγμα ανάλυσης βασισμένο στο εργαλείο των Κουλαϊδή κ. συν. (2002) και στο εργαλείο των Thiele και Treagust (1994).

Το 2017 αναλύθηκαν οι αναλογίες που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας που διδάσκονται σήμερα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση της χώρας μας, με τη χρήση ενός εμπλουτισμένου εργαλείου ανάλυσης που περιλαμβάνει τόσο τις διαστάσεις των εργαλείων ανάλυσης που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία όσο και πρόσθετες διαστάσεις που αφορούν στο μετασχηματισμό της γνώσης στο κείμενο των αναλογιών, στα είδη των μαθησιακών στόχων που επιδιώκονται να επιτευχθούν μέσω της χρήσης αναλογιών και στην ύπαρξη και τη σκοπιμότητα των ερωτήσεων πριν και μετά την παρουσίαση των αναλογιών (Τσετσέλη, 2017).

Όπως γίνεται φανερό, είναι περιορισμένη η έρευνα σχετικά με την ανάλυση αναλογιών με βάση ένα εμπλουτισμένο εργαλείο που να περιλαμβάνει το σύνολο των διαστάσεων των εργαλείων ανάλυσης που έχουν προταθεί, καθώς επίσης και πρόσθετες διαστάσεις που αφορούν στο μετασχηματισμό της γνώσης στο κείμενο των αναλογιών (ταξινόμηση και τυπικότητα κειμένου), στα είδη των μαθησιακών στόχων που επιδιώκονται να επιτευχθούν μέσω της χρήσης αναλογιών και στην ύπαρξη και τη σκοπιμότητα των ερωτήσεων πριν και μετά την παρουσίαση των αναλογιών. Επιπλέον, δεν εντοπίζονται ερευνητικά δεδομένα αναφορικά με την ανάλυση των αναλογιών των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών που διδάσκονται σήμερα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση της χώρας μας. Έτσι, κρίθηκε σκόπιμο, η ανάλυση των αναλογιών όπως αυτές εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας, σημερινής, ελληνικής εκπαίδευσης, με τη χρήση ενός εμπλουτισμένου εργαλείου ανάλυσης αυτών, να αποτελέσουν το αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

Η πρωτοτυπία λοιπόν της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι αυτή αναλύει τις αναλογίες που εντοπίζονται στο σύνολο των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας σημερινής, ελληνικής εκπαίδευσης χρησιμοποιώντας ένα εμπλουτισμένο εργαλείο ανάλυσης που περιλαμβάνει τόσο τις διαστάσεις των εργαλείων ανάλυσης που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία όσο και πρόσθετες διαστάσεις που αφορούν στο μετασχηματισμό της γνώσης στο κείμενο των αναλογιών, στα είδη των μαθησιακών στόχων που επιδιώκονται να επιτευχθούν μέσω της χρήσης αναλογιών και στην ύπαρξη και τη σκοπιμότητα των ερωτήσεων πριν και μετά την παρουσίαση των αναλογιών

3.5 Ανακεφαλαίωση

Αν και οι αναλογίες αποτελούν χρήσιμο διδακτικό εργαλείο διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο τόσο στη διδασκαλία όσο και στην κατανόηση εννοιών από τις Φυσικές Επιστήμες (Orgill, 2013), ωστόσο αρκετές είναι οι περιπτώσεις που εντοπίζονται στη βιβλιογραφία, όπου η χρήση τους στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών κρίνεται αναποτελεσματική (Orgill & Bodner, 2004; Orgill, 2013). Απαιτείται, ως εκ τούτου, η μελέτη και ανάλυση των συγγραμμάτων που χρησιμοποιούνται στη διδακτική πρακτική τόσο ως προς τα χαρακτηριστικά αυτών όσο και ως προς τη χρήση των αναλογιών.

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στη μεθοδολογία που ακολούθησε η έρευνα της παρούσας εργασίας και αποτελείται από τέσσερις ενότητες. Η πρώτη ενότητα αφορά στην ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. ενότητα 4.2), ενώ η δεύτερη, στο δείγμα της έρευνας αυτής καθώς και στα κριτήρια με τα οποία επιλέχθηκαν οι αναλογίες από τα εγχειρίδια (βλ. ενότητα 4.3). Η τρίτη ενότητα περιλαμβάνει αρχικά μία συγκριτική παράθεση των κυριότερων εργαλείων ανάλυσης που απαντώνται στη βιβλιογραφία και έπειτα την παρουσίαση και εξήγηση του εργαλείου ανάλυσης που συγκροτήθηκε για την εργασία αυτή (βλ. ενότητα 4.4). Τέλος, η τέταρτη ενότητα περιλαμβάνει την ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από την έρευνα αυτή (βλ. ενότητα 4.5).

4.2 Ερευνητική διαδικασία

Η εργασία αυτή συνιστά μία ποσοτική έρευνα. Η ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε πραγματοποιήθηκε σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο (πilotική έρευνα) συγκροτήθηκε το εργαλείο για την ανάλυση των αναλογιών. Έπειτα, τα σχολικά εγχειρίδια διαβάστηκαν γραμμή-γραμμή τρεις φορές από δύο ανεξάρτητους ερευνητές, προκειμένου να εντοπιστούν οι αναλογίες σε αυτά. Η επιλογή των αναλογιών έγινε με βάση ορισμένα κριτήρια που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία. Έπειτα, αναλύθηκε το 10% των αναλογιών που εντοπίστηκαν από τους δύο ερευνητές και αφού συζητήθηκαν οι διαφορές που προέκυψαν, συγκροτήθηκε το δείγμα της εργασίας. Στο δεύτερο στάδιο (κύρια έρευνα) ακολούθησε η ανάλυση όλων των αναλογιών που εντοπίστηκαν στα σχολικά εγχειρίδια.

4.3 Δείγμα έρευνας

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν τα δύο σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών («Φυσικά Δημοτικού, Ερευνώ και Ανακαλύπτω») που διδάσκονται σήμερα στην πρωτοβάθμια ελληνική εκπαίδευση. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν οι 15 αναλογίες που εντοπίστηκαν σε αυτά.

Οι αναλογίες από τα σχολικά εγχειρίδια επιλέχθηκαν με βάση ορισμένα κριτήρια, τα οποία προτείνονται και στη βιβλιογραφία (Orgill & Bodner, 2006). Σύμφωνα με αυτά:

- οι έννοιες των «τομέων- βάσεων» των αναλογιών που επιλέχθηκαν, είναι έννοιες που προέρχονται από την καθημερινή εμπειρία των μαθητών ή είναι έννοιες οικείες προς αυτούς,
- οι έννοιες των «τομέων- στόχων» των αναλογιών που επιλέχθηκαν, είναι έννοιες αφηρημένες ή άγνωστες για τους μαθητές και προέρχονται από τις Φυσικές Επιστήμες,
- οι ετυμολογίες δεν επιλέχθηκαν ως αναλογίες. Για παράδειγμα η πρόταση «Οι γομφίοι ονομάζονται και τραπεζίτες, γιατί έχουν μεγάλη επιφάνεια, «τράπεζα», έτσι ώστε να είναι πιο εύκολη η μάσηση των τροφών.», δεν επιλέχθηκε ως αναλογία,
- οι προσωποποιήσεις δεν επιλέχθηκαν ως αναλογίες. Για παράδειγμα η πρόταση «Με διαφορετικά «πρόσωπα», με διαφορετικές μορφές, ένα μέρος της ενέργειας που ακτινοβολεί ο Ήλιος αποθηκεύεται στη Γη σε διάφορες «αποθήκες» ενέργειας, που εμείς τις ονομάζουμε «πηγές ενέργειας»», θεωρήθηκε ως μεταφορά και ως εκ τούτου δεν επιλέχθηκε ως αναλογία.

Τα εγχειρίδια που επιλέχθηκαν καθώς και ο αριθμὸν των αναλογιών που εντοπίστηκαν ανά εγχειρίδιο φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (βλ. Πίνακα 4.1):

Πίνακας 4. 1 Αριθμὸν αναλογιών ανά εγχειρίδιο

Σχολικό εγχειρίδιο		Αριθμὸν αναλογιών
1	Φυσικά Δημοτικού- Ερευνῶ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	8
2	Φυσικά Δημοτικού- Ερευνῶ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	7
Σύνολο		15

4.4 Εργαλείο ανάλυσης αναλογιών

Στην ενότητα αυτή αρχικά παρουσιάζεται μία συγκριτική παράθεση των κυριότερων εργαλείων ανάλυσης αναλογιών που εντοπίζονται στη βιβλιογραφία, ενώ στη συνέχεια το εργαλείο που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των αναλογιών που αποτέλεσαν το δείγμα της παρούσας εργασίας. Το εργαλείο αυτό συγκροτήθηκε έπειτα από μελέτη ὄσων εργαλείων ανάλυσης αναλογιών ἔχουν προταθεί στη βιβλιογραφία και στηρίζεται στο εργαλείο ανάλυσης των Thiele και Treagust (1994) με μερικές τροποποιήσεις. Η επιλογή του εργαλείου των Thiele και Treagust (1994) ως βάση συγκρότησης για το εργαλείο ανάλυσης της παρούσας εργασίας έγινε με σκοπὸν την άμεση σύγκριση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης αυτής με αποτελέσματα αναλύσεων αναλογιών σε σχολικά εγχειρίδια άλλων χωρῶν που ἔχουν προκύψει έπειτα από χρήση αυτού του συγκεκριμένου εργαλείου.

Όπως έγινε φανερό από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, τα περισσότερα εργαλεία ανάλυσης αναλογιών που εντοπίζονται σε διεθνές επίπεδο, βασίζονται στο εργαλείο ανάλυσης που πρότειναν οι Curtis και Reigeluth (1984), ενσωματώνοντας μικρές τροποποιήσεις ή διευκρινίσεις αναφορικά με τα κριτήρια ανάλυσης αυτών. Δύο επιπλέον εργαλεία ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν κατά κόρον σε μεταγενέστερες έρευνες αποτελούν τα εργαλεία των Thiele και Treagust (1994) και των Orgill και Bodner (2006), τα οποία όμως, όπως προαναφέρθηκε, στηρίζονται στο αρχικό εργαλείο των Curtis και Reigeluth (1984). Στον παρακάτω πίνακα (βλ. Πίνακα 4. 2) παρατίθενται τα κριτήρια που το κάθε εργαλείο ανάλυσης χρησιμοποιεί.

Πίνακας 4. 2 Συγκριτική παράθεση κυριότερων εργαλείων ανάλυσης αναλογιών

Κριτήρια Ανάλυσης Αναλογιών	Η πρόταση των Curtis και Reigeluth (1984)	Η πρόταση των Thiele και Treagust (1994)	Η πρόταση των Orgill και Bodner (2006)
1. Αναλογική σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	A: Δομική B: Διαδικαστική Γ: Δομική-Διαδικαστική	A: Δομική B: Διαδικαστική Γ: Δομική-Διαδικαστική	A: Δομική- Διαδικαστική B: Διαδικαστική
2. Μορφή Παρουσίασης	A: Λεκτική B: Εικονική- Λεκτική	A: Λεκτική B: Εικονική-Λεκτική	A: Λεκτική B: Εικονική- Λεκτική
3. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών τομέα- βάσης και τομέα-στόχου	A: Συγκεκριμένο/ Συγκεκριμένο B: Αφηρημένο/ Αφηρημένο Γ: Συγκεκριμένο/ Αφηρημένο	A: Συγκεκριμένο/ Συγκεκριμένο B: Αφηρημένο/ Αφηρημένο Γ: Συγκεκριμένο/ Αφηρημένο	A: Συγκεκριμένο/ Συγκεκριμένο B: Αφηρημένο/ Αφηρημένο Γ: Συγκεκριμένο/ Αφηρημένο
4. Επίπεδο εμπλουτισμού	A: Απλές B: Εμπλουτισμένες Γ: Εκτεταμένες A: Εξήγηση τομέα-βάσης	A: Απλές B: Εμπλουτισμένες Γ: Εκτεταμένες A: Εξήγηση τομέα- βάσης	A: Απλές B: Εμπλουτισμένες Γ: Εκτεταμένες Εξήγηση τομέα- βάσης αναλογίας
5. Εξήγηση	B: Ένδειξη γνωστικής	βάσης	βάσης αναλογίας

έννοιας τομέα-βάσης	στρατηγικής Γ: Εξήγηση τομέα-βάσης και ένδειξη γνωστικής	B: Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής Γ: Εξήγηση τομέα-βάσης και ένδειξη γνωστικής στρατηγικής	
6. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής	στρατηγικής Δ: Απουσία επεξηγήσεων	Χρήση της λέξης «αναλογίας» μέσα στην αναλογία από τον συγγραφέα	
7. Θέση τομέα-βάσης σε σχέση με τομέα-στόχο	A: Τομέας-βάση ως προ-οργανωτής B: Τομέας-βάση ως ενεργοποιητής Γ: Τομέας-βάση ως μετα-συνθετητής	A: Τομέας-βάση ως προ-οργανωτής B: Τομέας-βάση ως ενεργοποιητής Γ: Τομέας-βάση ως μετα-συνθετητής Δ: Τομέας-βάση ή αναλογία στο περιθώριο της σελίδας	A: Τομέας-βάση ως προ-οργανωτής B: Τομέας-βάση ως ενεργοποιητής Γ: Τομέας-βάση ως μετα-συνθετητής Δ: Τομέας-βάση ή αναλογία στο περιθώριο της σελίδας
8. Περιεχόμενο τομέα-στόχου	-	Ανάδειξη κεφαλαίων-εννοιών όπου γίνεται χρήση αναλογιών	Ανάδειξη κεφαλαίων-εννοιών όπου γίνεται χρήση αναλογιών
9. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	-	Ανάδειξη θέσης αναλογίας στο σχολικό εγχειρίδιο	Ανάδειξη θέσης αναλογίας στο σχολικό εγχειρίδιο
10. Δήλωση Περιορισμών	-	Ύπαρξη και αναφορά περιορισμών στην αναλογία	Ύπαρξη και αναφορά περιορισμών στην αναλογία

Από το παραπάνω πλαίσιο ανάλυσης των Thiele και Treagust (1994) απουσιάζουν διαστάσεις που αφορούν στον μετασχηματισμό της γνώσης στο κείμενο των αναλογιών (ταξινόμηση και τυπικότητα κειμένου), στα είδη των μαθησιακών στόχων που επιδιώκονται να επιτευχθούν μέσω της χρήσης αναλογιών και στην ύπαρξη και σκοπιμότητα των ερωτήσεων πριν και μετά

την παρουσίαση των αναλογιών. Στο προτεινόμενο πλαίσιο ανάλυσης πέραν των διαστάσεων που περιλαμβάνονται στο πλαίσιο των των Thiele και Treagust (1994) προστέθηκαν οι ακόλουθες διαστάσεις: τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου», ταξινόμηση κειμένου αναλογίας, τυπικότητα κειμένου αναλογίας, μαθησιακός στόχος αναλογίας, ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας και ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας.

Τα κριτήρια ανάλυσης του εργαλείου παρατίθενται συγκεντρωτικά στον πίνακα που ακολουθεί (βλ. Πίνακα 4.3). Στη συνέχεια παρουσιάζονται και αναλύονται τα κριτήρια του εργαλείου που συγκροτήθηκε για την παρούσα εργασία.

Πίνακας 4. 3 Εργαλείο ανάλυσης αναλογιών

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Οι έννοιες των Φυσικών Επιστημών (όπως μάζα, πυκνότητα κ.ά.)
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Μηχανική Ηλεκτρισμός ...
3. Θέση αναλογιών στο εγχειρίδιο	A: Αναλογίες που ανήκουν στο πρώτο δέκατο του εγχειριδίου B: Αναλογίες που ανήκουν στο δεύτερο δέκατο του εγχειριδίου ...
4. Αναλογική σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	A: Δομική B: Διαδικαστική Γ: Δομική-Διαδικαστική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογιών	A: Λεκτικός B: Εικονικός-Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου» αναλογιών	A: Συγκεκριμένο/ Συγκεκριμένο B: Αφηρημένο/ Αφηρημένο Γ: Συγκεκριμένο/ Αφηρημένο

7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	A: «τομέας- βάση» πριν τον «τομέα- στόχο» B: «τομέας- βάση» παράλληλα με τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογιών	Γ: «τομέας- βάση» μετά τον «τομέα- στόχο» A: Απλές B: Εμπλουτισμένες Γ: Εκτεταμένες
9. Τρόπος αντίληψης εννοιών «τομέων- στόχων»	A: Μακροσκοπικός B: Μικροσκοπικός Γ: Συμβολικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογιών	A: Ισχυρή ταξινόμηση B: Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογιών	A: Ισχυρή τυπικότητα B: Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογιών	A: Βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν στο φυσικό κόσμο B: Βελτίωση κατανόησης για θέματα που αφορούν στις επιστημονικές διαδικασίες Γ: Εκμάθηση χρήσης εργαστηριακού οργάνου ή πειραματικής διάταξης
13. Εξήγηση εννοιών «τομέων- βάσεων»	A: Παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης» B: Δεν παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στις αναλογίες	A: Ναι B: Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογιών	A: Δηλώνεται τουλάχιστον ένας περιορισμός της αναλογίας B: Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας

<p>16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση των αναλογιών</p>	<p>A: Καμία B: Για τις διαδικασίες που θα χρησιμοποιηθούν Γ: Για τις ιδέες, τις έννοιες, τις θεωρίες που συνδέονται με την αναλογία Δ: Για τις πτυχές της επιστημονικής έρευνας που συνδέονται με την αναλογία</p>
<p>17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση των αναλογιών</p>	<p>A: Καμία B: Για τις διαδικασίες που θα χρησιμοποιηθούν Γ: Για τις ιδέες, τις έννοιες, τις θεωρίες που συνδέονται με την αναλογία Δ: Για τις πτυχές της επιστημονικής έρευνας που συνδέονται με την αναλογία</p>

1^ο κριτήριο: Έννοιες των «τομέων- στόχων»

Πρώτο κριτήριο στο εργαλείο ανάλυσης της παρούσας εργασίας αποτελεί το γνωστικό περιεχόμενο των εννοιών των «τομέων- στόχων». Με το κριτήριο αυτό θα αναδυθούν οι έννοιες των Φυσικών Επιστημών για την εξήγηση των οποίων οι συγγραφείς των σχολικών εγχειριδίων έχουν την τάση να χρησιμοποιούν αναλογίες.

2^ο κριτήριο: Εννοιολογικές περιοχές εννοιών «τομέων- στόχων»

Με το κριτήριο αυτό θα προκύψουν οι εννοιολογικές περιοχές στις οποίες ανήκουν οι έννοιες των «τομέων –στόχων» των αναλογιών που περιλαμβάνονται στα σχολικά εγχειρίδια.

3^ο κριτήριο: Θέση αναλογιών στο εγχειρίδιο

Η θέση των αναλογιών στο εγχειρίδιο επιλέχθηκε ως τρίτο κριτήριο του εργαλείου αυτού. Η πιθανή χρήση των αναλογιών στην αρχή του εγχειριδίου θα μπορούσε να φανερώσει τη θέση των αναλογιών από τους συγγραφείς ως εργαλείο φιλικό και εύχρηστο που συντελεί στην ομαλή εισαγωγή των μαθητών στο περιεχόμενο ενός νέου μαθήματος, ενώ αντίθετα η πιθανή χρήση των αναλογιών στο μέσο του εγχειριδίου θα μπορούσε να φανερώσει τη συμβολή τους στην κατανόηση δύσκολων και αφηρημένων εννοιών που αναπτύσσονται σταδιακά στα εγχειρίδια. Το κριτήριο αυτό, μπορεί να αποκαλύψει τη θέση που κατέχουν οι δυσκολότερες έννοιες των μαθημάτων αυτών στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για τις οποίες και χρησιμοποιούνται οι αναλογίες. Για τον προσδιορισμό της θέσης μιας αναλογίας

στο εγχειρίδιο, το κάθε εγχειρίδιο χωρίζεται σε 10 ίσα μέρη ανάλογα των αριθμό των σελίδων του.

4^ο κριτήριο: Αναλογική σχέση μεταξύ «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»

Επόμενο κριτήριο ανάλυσης αποτελεί η αναλογική σχέση που διέπει τον «τομέα-στόχο» και «τομέα-βάση» της αναλογίας και αφορά τα κοινά χαρακτηριστικά ή τις κοινές λειτουργίες που παρουσιάζουν ο «τομέας-στόχος» και «τομέας- βάση» της αναλογίας. Διακρίνονται τρία είδη αναλογικών σχέσεων:

1. *«Δομική σχέση»:* οι έννοιες του «τομέα- βάσης» και «τομέα-στόχου» της αναλογίας παρουσιάζουν κοινή δομή ή/και κοινά χαρακτηριστικά, όπως σχήμα, μέγεθος κ.τ.λ..
2. *«Διαδικαστική σχέση»:* οι έννοιες του «τομέα- βάσης» και «τομέα-στόχου» έχουν κοινή συμπεριφορά ή λειτουργία.
3. *«Δομική- Διαδικαστική σχέση»:* αν οι έννοιες των δύο «τομέων» παρουσιάζουν κοινά δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά.

Με το κριτήριο αυτό θα ελεγχθεί ο βαθμός εμβάθυνσης των εννοιών στον οποίο στοχεύουν οι αναλογίες που χρησιμοποιούνται από τους συγγραφείς των ελληνικών εγχειριδίων.

5^ο κριτήριο: Τρόπος παρουσίασης αναλογιών

Ο τρόπος παρουσίασης της αναλογίας, δηλαδή το πώς παρουσιάζεται η αναλογία στο εγχειρίδιο, αποτελεί το πέμπτο κριτήριο ανάλυσης στο εργαλείο της παρούσας εργασίας. Διακρίνονται δύο τρόποι παρουσίασης μιας αναλογίας:

1. *«Λεκτικός»*, αν η αναλογία είναι γραπτή, εκφράζεται δηλαδή αποκλειστικά και μόνο με λέξεις στο κείμενο.
2. *«Εικονικός-Λεκτικός»*, αν η αναλογία είναι γραπτή αλλά συνοδεύεται από μία ή περισσότερες εικόνες (σχήματα ή φωτογραφίες) του «τομέα-βάσης».

6^ο κριτήριο: Επίπεδο αφαίρεσης εννοιών «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»

Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό, το επίπεδο των εννοιών που πραγματεύονται ο «τομέας- βάση» και «τομέας- στόχος» των αναλογιών είναι δυνατόν να είναι:

1. *«Συγκεκριμένο/ Συγκεκριμένο»:* αν οι έννοιες του «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» είναι συγκεκριμένες, δηλαδή έννοιες που οι μαθητές μπορούν να αντιληφθούν μέσω των αισθήσεών τους.

2. *«Αφηρημένο/ Αφηρημένο»*: αν οι έννοιες του «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» είναι αφηρημένες, δηλαδή έννοιες που οι μαθητές δεν μπορούν να αντιληφθούν μέσω των αισθήσεών τους αλλά μέσω μοντέλων ή συμβόλων.
3. *«Συγκεκριμένο/ Αφηρημένο»*: αν η έννοια του «τομέα- βάσης» είναι συγκεκριμένη, ενώ η έννοια του «τομέα- στόχου» αφηρημένη.

7^ο κριτήριο: Θέση «τομέα-βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»

Έβδομο κριτήριο του εργαλείου ανάλυσης αποτελεί η θέση του «τομέα-βάσης» σε σχέση με τον «τομέα- στόχο» στο κείμενο όπου εντοπίζεται η αναλογία. Διακρίνονται τρεις πιθανές θέσεις:

1. *«Τομέας- βάση» πριν τον «τομέα- στόχο»*: ο «τομέας- βάση» παρουσιάζεται πριν την εισαγωγή της έννοιας του «τομέα- στόχου» προσφέροντας έτσι στους μαθητές το απαραίτητο γνωστικό υπόβαθρο σε περίπτωση που η έννοια του τομέα-βάσης δεν είναι τόσο οικεία στους μαθητές.
2. *«Τομέας- βάση» παράλληλα με τον «τομέα- στόχο»*: ο «τομέας- βάση» παρουσιάζεται μετά την εισαγωγή της έννοιας του «τομέα- στόχου» αλλά πριν την εξαγωγή συμπερασμάτων για τον «τομέα- στόχο» και την αλλαγή θέματος.
3. *«Τομέας- βάση» μετά τον «τομέα- στόχο»*: ο «τομέας- βάση» παρουσιάζεται μετά τον «τομέα- στόχο» και τα συμπεράσματα για αυτόν, παρέχοντας έτσι στους μαθητές ανατροφοδότηση και δυνατότητα αναστοχασμού σχετικά με την έννοια που μόλις διδάχθηκαν.

8^ο κριτήριο: Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογιών

Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό μια αναλογία μπορεί να είναι:

1. *«Απλή»*, αν περιλαμβάνει μόνο την έννοια του «τομέα-βάσης», την έννοια του «τομέα-στόχου» και έναν σύνδεσμο τύπου «είναι όπως», «μοιάζει» κ.τ.λ..
2. *«Εμπλουτισμένη»*, αν η αναλογία αναφέρεται σε ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά ή κοινές λειτουργίες που παρουσιάζουν οι έννοιες του «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου» καθώς και σε τυχόν περιορισμούς της αναλογίας.
3. *«Εκτεταμένη»*, αν η αναλογία αναφέρεται σε πολλαπλά κοινά χαρακτηριστικά ή λειτουργίες που παρουσιάζουν οι έννοιες των δύο «τομέων» ή αν η αναλογία χρησιμοποιεί παραπάνω από έναν «τομέα-βάση» για τη διδασκαλία ενός μόνο «τομέα-στόχου».

Από αυτή η διάσταση θα γίνει φανερό το αν οι συγγραφείς των εγχειριδίων δηλώνουν ή διευκρινίζουν ορισμένα κοινά και μη προφανή χαρακτηριστικά (δομικά ή λειτουργικά) ανάμεσα στους δύο εννοιολογικούς τομείς, ή αν θεωρούν πως αυτή η διαδικασία πρέπει να επαφίεται στο έργο του εκπαιδευτικού ή του ίδιου του μαθητή. Από τη διάσταση αυτή, θα αναδειχθούν έτσι χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με το ρόλο του εκπαιδευτικού στη διδασκαλία εννοιών με αναλογίες που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια αλλά και σχετικά με τις αντιλήψεις των συγγραφέων αναφορικά με το ρόλο του εκπαιδευτικού στη διδακτική πρακτική.

9^ο κριτήριο: Τρόπος αντίληψης εννοιών «τομέων- στόχων»

Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό, διακρίνονται τρεις τρόποι με τους οποίους οι μαθητές μπορούν να αντιληφθούν την έννοια του κάθε «τομέα-στόχου»:

1. «*Μακροσκοπικός τρόπος αντίληψης*», όταν η έννοια του «τομέα-στόχου» γίνεται αντιληπτή μέσω των αισθήσεων του μαθητή, αποτελεί δηλαδή μακροσκοπική έννοια.
2. «*Μικροσκοπικός τρόπος αντίληψης*», όταν η έννοια του «τομέα-στόχου» δεν μπορεί να γίνει αντιληπτή μέσω των αισθήσεων αλλά μπορεί να παρατηρηθεί μέσω οργάνων όπως το μικροσκόπιο, αποτελεί δηλαδή μικροσκοπική έννοια.
3. «*Συμβολικός τρόπος αντίληψης*», αν η έννοια του «τομέα-στόχου» δεν μπορεί να παρατηρηθεί άμεσα ή με όργανα αλλά μπορεί να γίνει αντιληπτή και να εξηγηθεί βάσει διδακτικών μοντέλων ή συμβόλων (όπως για παράδειγμα ο τρόπος αντίληψης της έννοιας του μορίου), αναπαρίσταται δηλαδή μόνο συμβολικά.

Με το κριτήριο αυτό θα καλυφθούν τυχόν ασάφειες που θα προέκυπταν από τον αποκλειστικό διαχωρισμό των εννοιών σε αφηρημένες και συγκεκριμένες, όπως συμβαίνει στο εργαλείο των Thiele και Treagust (1994), ενώ ταυτόχρονα θα γίνει φανερό αν οι αναλογίες που εντοπίζονται στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια χρησιμοποιούνται για κατανόηση μακροσκοπικών εννοιών ή με σκοπό τη δημιουργία οπτικών αναπαραστάσεων για αφηρημένες έννοιες.

10^ο κριτήριο: Ταξινόμηση κειμένου αναλογιών

Η ταξινόμηση κειμένου επιλέχθηκε ως το δέκατο κριτήριο του εργαλείου ανάλυσης προκειμένου να προσδιοριστεί η επιστημονική εξειδίκευση του κειμένου των αναλογιών. Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό, το κείμενο των αναλογιών χαρακτηρίζεται από:

1. «ισχυρή ταξινόμηση», αν αναφέρεται σε εξειδικευμένο επιστημονικό περιεχόμενο, δηλαδή σε έννοιες ή φαινόμενα που ανήκουν εμφανώς σε ορισμένο επιστημονικό κλάδο και από
2. «ασθενή ταξινόμηση», αν στο κείμενο περιέχονται αναφορές τόσο σε στοιχεία με εξειδικευμένο επιστημονικό περιεχόμενο όσο και σε στοιχεία από άλλα επιστημονικά πεδία ή από την καθημερινή εμπειρία (διεπιστημονικότητα κειμένου).

11^ο κριτήριο: Τυπικότητα κειμένου αναλογιών

Επόμενο κριτήριο του εργαλείου ανάλυσης αποτελεί η τυπικότητα κειμένου, βάσει του οποίου εκτιμάται ο βαθμός συγκρότησης, επεξεργασίας και συνολικής οργάνωσης των εκφραστικών μέσων (Κουλαϊδής κ. συν., 2002), με τα οποία εκφέρεται το γνωστικό περιεχόμενο των θεμάτων των Φυσικών Επιστημών. Κύρια χαρακτηριστικά κειμένου υψηλής τυπικότητας αποτελούν η επιστημονική ορολογία, η συχνή χρήση παθητικής φωνής, η πολύπλοκη συντακτική δομή και η ονοματοποίηση (δηλαδή αντικατάσταση των ρημάτων από ονοματικά σύνολα). Τα χαρακτηριστικά αυτά σύμφωνα με τους Κουλαϊδή κ. συν. (2002) αποτελούν τους δείκτες για τον προσδιορισμό της τυπικότητας κειμένου. Αυτοί οι δείκτες και οι τιμές τους χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία για την ανάλυση του κειμένου των αναλογιών (βλ. Πίνακα 4.4).

Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό, το κείμενο των αναλογιών χαρακτηρίζεται από:

1. «ισχυρή τυπικότητα», αν ο μέσος όρος των επιμέρους δεικτών τυπικότητας είναι μεγαλύτερος ή ίσος του 2,
2. «ασθενή τυπικότητα», αν ο μέσος όρος των επιμέρους δεικτών τυπικότητας είναι μικρότερος του 2.

12^ο Κριτήριο: Μαθησιακός στόχος αναλογιών

Δωδέκατο κριτήριο του εργαλείου ανάλυσης αποτελεί ο μαθησιακός στόχος που η αναλογία επιδιώκει να επιτύχει. Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό, ο μαθησιακός στόχος μιας αναλογίας είναι δυνατό να αφορά τη:

1. βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν το φυσικό κόσμο,
2. βελτίωση κατανόησης για θέματα που αφορούν τις επιστημονικές διαδικασίες,
3. εκμάθησης χρήσης εργαστηριακού οργάνου ή πειραματικής διάταξης.

Πίνακας 4. 4 Δείκτες τυπικότητας και συνολική τυπικότητα κειμένου (Dimopoulos, Koulaidis & Sklaveniti, 2005)

Δείκτες τυπικότητας	Υψηλή τυπικότητα (3)	Μέση τυπικότητα (2)	Χαμηλή τυπικότητα (1)
Επιστημονική ορολογία (όροι, σύμβολα, εξισώσεις)	Παρουσία και των τριών στοιχείων	Παρουσία δύο στοιχείων	Παρουσία ενός στοιχείου
Ονοματοποίηση	Παρουσία ονοματικών συνόλων από τρία ή περισσότερα ουσιαστικά	Παρουσία ονοματικών συνόλων από δύο ουσιαστικά	Απουσία ονοματικών συνόλων
Συντακτική δομή	Υποτακτική σύνδεση	Ισορροπία μεταξύ υποτακτικής και παρατακτικής σύνδεσης	Παρατακτική σύνδεση
Χρήση παθητικής φωνής	Παθητική φωνή	Ισορροπία μεταξύ παθητικής και ενεργητικής φωνής	Ενεργητική φωνή
Συνολική τυπικότητα	Μέσος όρος επιμέρους δεικτών τυπικότητας ≥ 2		Μέσος όρος επιμέρους δεικτών τυπικότητας < 2

13^ο κριτήριο: Εξήγηση εννοιών «τομέων- βάσεων» αναλογιών

Με βάση το κριτήριο αυτό διακρίνονται:

1. οι αναλογίες στις οποίες οι συγγραφείς παρέχουν πληροφορίες και επεξηγούν την έννοια του «τομέα- βάσης» και
2. οι αναλογίες στις οποίες οι συγγραφείς δεν επεξηγούν καθόλου την έννοια του «τομέα- βάσης».

Το κριτήριο αυτό επιλέχθηκε με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη δήλωση των απαραίτητων πληροφοριών που αφορούν την έννοια του «τομέα-βάσης» από τους συγγραφείς των εγχειριδίων, ώστε ο «τομέας- βάση» να είναι όσο το δυνατόν πιο οικείος στους μαθητές, καθώς η συμβολή μιας αναλογίας στην κατανόηση εννοιών καθορίζεται, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, σε μεγάλο βαθμό από την εξοικείωση των μαθητών με τον «τομέα- βάση» (Orgill, 2013).

14^ο κριτήριο: Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής

Σύμφωνα με το κριτήριο αυτό διακρίνονται:

1. οι αναλογίες στις οποίες οι συγγραφείς χρησιμοποιούν χαρακτηριστικές λέξεις όπως «ανάλογο», «σε αναλογία» κ.ά. παρέχοντας έτσι στους μαθητές μία ένδειξη της γνωστικής στρατηγικής που ακολουθείται κατά τη χρήση της αναλογίας και
2. οι αναλογίες στις οποίες δεν υπάρχει καμία ένδειξη γνωστικής στρατηγικής.

Με το κριτήριο αυτό θα γίνει φανερό το αν οι συγγραφείς οδηγούν τους μαθητές στην αναγνώριση και υιοθέτηση της αναλογικής σκέψης ως γνωστική στρατηγική μάθησης με χρήση «κομβικών λέξεων».

15^ο κριτήριο: Δήλωση περιορισμών αναλογιών

Δέκατο πέμπτο κριτήριο αποτελεί η δήλωση των περιορισμών που είναι δυνατόν να υπεισέρχονται σε μια αναλογία. Έτσι διακρίνονται:

1. οι αναλογίες στις οποίες δηλώνονται τυχόν περιορισμοί και
2. οι αναλογίες στις οποίες δεν δηλώνονται περιορισμοί

Καθώς η μη δήλωση των περιορισμών μιας αναλογίας είναι δυνατόν να οδηγήσει στη δημιουργία παρανοήσεων από τους μαθητές, κρίνεται απαραίτητη η προσθήκη του κριτηρίου αυτού στο εργαλείο ανάλυσης, προκειμένου να γίνει φανερή αφενός η τάση των συγγραφέων για δήλωση ή μη των περιορισμών μιας αναλογίας αφετέρου η αντίληψη αυτών σχετικά τόσο με τη δυνατότητα των μαθητών να εντοπίζουν οι ίδιοι τους περιορισμούς σε μια αναλογία όσο και με τον ρόλο των εκπαιδευτικών στη διδασκαλία με χρήση αναλογιών. Επιπρόσθετα, η διάσταση των περιορισμών στα αποτελέσματα της ανάλυσης των αναλογιών, θα αποδώσουν χρήσιμες πληροφορίες στον εκπαιδευτικό για την διδακτική πρακτική.

16^ο κριτήριο: Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση των αναλογιών

Το κριτήριο αυτό σχετίζεται με την ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και στους μαθητές πριν την παρουσίαση των αναλογιών και με τη σκοπιμότητα αυτών των ερωτήσεων. Οι διαστάσεις σε αυτό το κριτήριο είναι οι ακόλουθες:

1. δεν εντοπίζεται καμία ερώτηση που να προάγει τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές,

2. εντοπίζονται ερωτήσεις αναφορικά με τις διαδικασίες που θα χρησιμοποιηθούν οι οποίες προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές,
3. εντοπίζονται ερωτήσεις αναφορικά με ιδέες, έννοιες και θεωρίες που συνδέονται με την αναλογία και οι οποίες προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές,
4. εντοπίζονται ερωτήσεις αναφορικά με τις πτυχές της επιστημονικής έρευνας που συνδέονται με την αναλογία και οι οποίες προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές.

17^ο κριτήριο: Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση των αναλογιών

Το κριτήριο αυτό σχετίζεται με την ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και στους μαθητές μετά την παρουσίαση των αναλογιών και με τη σκοπιμότητα αυτών των ερωτήσεων. Οι διαστάσεις σε αυτό το κριτήριο είναι οι ακόλουθες:

1. δεν εντοπίζεται καμία ερώτηση που να προάγει τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές,
2. εντοπίζονται ερωτήσεις αναφορικά με τις διαδικασίες που θα χρησιμοποιηθούν οι οποίες προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές,
3. εντοπίζονται ερωτήσεις αναφορικά με ιδέες, έννοιες και θεωρίες που συνδέονται με την αναλογία και οι οποίες προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές,
4. εντοπίζονται ερωτήσεις αναφορικά με τις πτυχές της επιστημονικής έρευνας που συνδέονται με την αναλογία και οι οποίες προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές.

4.5 Ανάλυση δεδομένων

Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει την ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από την έρευνα της παρούσας εργασίας. Παρατίθενται ενδεικτικά οι αναλύσεις δύο αναλογιών βάσει του εργαλείου που συγκροτήθηκε στην εργασία αυτή (βλ. Πίνακα 4.5 έως και Πίνακα 4.6).

Αναλογία 1^η: «Όπως ακριβώς όλο το πλούσιο λεξιλόγιό μας προκύπτει από τα 24 γράμματα του αλφάβητου, όπως η μαγευτική μουσική πολυμορφία προκύπτει από τις 7 νότες, έτσι και όλη η ποικιλία των υλικών σωμάτων προκύπτει από 92 μόνο διαφορετικά στοιχεία» (Φυσικά, Ε' Δημοτικού, σελ.14).

Πίνακας 4. 5 Ανάλυση 1^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Σχηματισμός μορίων
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ατομική Φυσική
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 1 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Δομική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Εικονικός-Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/Αφηρημένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» μετά με τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Εκτεταμένη αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Συμβολικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές	Καμία

Αναλογία 2^η: «Η ύλη αποτελείται από μικροσκοπικά σωματίδια, τόσο μικρά που δισεκατομμύρια από αυτά χωρούν στο κεφάλι μιας καρφίτσας» (Φυσικά, Ε' Δημοτικού, σελ. 14).

Πίνακας 4. 6 Ανάλυση 2^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Δομικά σωματίδια ύλης
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ατομική Φυσική
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 1 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Δομική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/Αφηρημένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» παράλληλα με τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Απλή αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Συμβολικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Δεν παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν	Καμία

να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα
στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές
πριν την παρουσίαση της αναλογίας

17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν Καμία

να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα
στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές
μετά την παρουσίαση της αναλογίας

4.6 Ανακεφαλαίωση

Η παρούσα εργασία συνιστά μία ποσοτική έρευνα. Δείγμα αυτής αποτέλεσαν οι 15 αναλογίες που εντοπίστηκαν στα δύο σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών που χρησιμοποιούνται σήμερα στην ελληνική πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Το εργαλείο που συγκροτήθηκε για την ανάλυση των αναλογιών βασίζεται στο εργαλείο των Thiele και Treagust (1994). Προκειμένου όμως να καταστεί πιο εμπλουτισμένο, φέρει επιπλέον κριτήρια ανάλυσης που αφορούν στο μετασχηματισμό της γνώσης στο κείμενο των αναλογιών, στα είδη των μαθησιακών στόχων που επιδιώκονται να επιτευχθούν μέσω της χρήσης αναλογιών καθώς και στην ύπαρξη και σκοπιμότητα των ερωτήσεων πριν και μετά την παρουσίαση των αναλογιών.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει τα αποτελέσματα της έρευνας, ενώ αποτελείται από πέντε ενότητες. Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζεται η συχνότητα εμφάνισης των αναλογιών ανά εγχειρίδιο, όπως προέκυψε από την ανάλυση των δεδομένων της έρευνας (βλ. ενότητα 5.2). Η δεύτερη ενότητα (βλ. ενότητα 5.3) αποτελείται από δύο υποενότητες, οι οποίες περιλαμβάνουν τα αποτελέσματα που αφορούν στις έννοιες (βλ. υποενότητα 5.3.1) καθώς και τις εννοιολογικές περιοχές των Φυσικών Επιστημών που εμπλέκονται στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων (βλ. υποενότητα 5.3.2). Η τρίτη ενότητα περιλαμβάνει τα αποτελέσματα αναφορικά με τη θέση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια (βλ. ενότητα 5.4), ενώ η τέταρτη ενότητα περιλαμβάνει τα αποτελέσματα που αφορούν στα χαρακτηριστικά των αναλογιών που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια (βλ. ενότητα 5.5). Συγκεκριμένα, η τέταρτη ενότητα αποτελείται από εννέα υποενότητες. Στην πρώτη υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με την αναλογική σχέση που διέπει τους «τομείς» των αναλογιών (βλ. υποενότητα 5.5.1), στη δεύτερη τα αποτελέσματα σχετικά με τον τρόπο παρουσίασης των αναλογιών (βλ. υποενότητα 5.5.2), ενώ στην τρίτη υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στο επίπεδο αφαίρεσης των «τομέων» των αναλογιών (βλ. υποενότητα 5.5.3). Η τέταρτη υποενότητα περιλαμβάνει τα αποτελέσματα αναφορικά με τη θέση του «τομέα- βάσης» σε σχέση με τη θέση του «τομέα- στόχου» (βλ. υποενότητα 5.5.4), η πέμπτη τα αποτελέσματα αναφορικά με το επίπεδο εμπλουτισμού των αναλογιών (βλ. υποενότητα 5.5.5), ενώ η έκτη υποενότητα τα αποτελέσματα που αφορούν στον τρόπο αντίληψης των εννοιών των «τομέων- στόχων» των αναλογιών από τους μαθητές (βλ. υποενότητα 5.5.6). Η έβδομη και όγδοη υποενότητα περιέχουν τα αποτελέσματα σχετικά με την ταξινόμηση και τυπικότητα του κειμένου των αναλογιών αντίστοιχα (βλ. υποενότητες 5.5.7 και 5.5.8), ενώ στην ένατη υποενότητα παρατίθενται τα αποτελέσματα που αφορούν στον μαθησιακό στόχο που επιδιώκουν να πετύχουν οι αναλογίες (βλ. υποενότητα 5.5.9). Η πέμπτη ενότητα περιέχει τα αποτελέσματα σχετικά με τις διδακτικές πρακτικές που χρησιμοποιούνται από τους συγγραφείς των εγχειριδίων αναφορικά με τις αναλογίες (βλ. ενότητα 5.6) και αποτελείται από πέντε υποενότητες. Στην πρώτη υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας που σχετίζονται με την εξήγηση των εννοιών των «τομέων- βάσεων» των αναλογιών (βλ. υποενότητα 5.6.1), στη δεύτερη τα αποτελέσματα σχετικά με την ένδειξη γνωστικής

στρατηγικής στις αναλογίες (βλ. υποενότητα 5.6.2), ενώ στην τρίτη υποενότητα περιλαμβάνονται τα αποτελέσματα που αφορούν στη δήλωση ή μη των αναλογιών (βλ. υποενότητα 5.6.3). Στις δύο τελευταίες υποενότητες παρατίθενται τα αποτελέσματα σχετικά με την ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση τόσο πριν, όσο και μετά την παρουσίαση των αναλογιών (βλ. υποενότητες 5.6.4 και 5.6.5).

5.2 Συχνότητα εμφάνισης αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Συνολικά εντοπίστηκαν 15 αναλογίες στα 2 σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών («Φυσικά Ε' και Στ' Δημοτικού, Ερευνώ και Ανακαλύπτω») που χρησιμοποιούνται σήμερα στην ελληνική πρωτοβάθμια εκπαίδευση με μέσο όρο 7,5 αναλογίες ανά εγχειρίδιο. Η κατανομή τους ανά εγχειρίδιο φαίνεται στον Πίνακα 5.1.

Πίνακας 5. 1 Οι αναλογίες στα σχολικά εγχειρίδια: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο	Αριθμός αναλογιών	Ποσοστό %
1 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	8	53,3
2 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	7	46,7
Σύνολο	15	100

Όπως γίνεται φανερό από τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.1, τα δύο σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών που χρησιμοποιούνται σήμερα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση της χώρας μας, περιλαμβάνουν σχεδόν ίσο αριθμό αναλογιών. Συγκεκριμένα, στο σχολικό εγχειρίδιο Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού, περιλαμβάνονται 8 αναλογίες (53,3%), ενώ στο σχολικό εγχειρίδιο Φυσικών Επιστημών της Στ' Δημοτικού, περιλαμβάνονται 7 αναλογίες (46,7%).

5.3 Έννοιες και εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων» αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

5.3.1 Έννοιες «τομέων- στόχων» αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Οι έννοιες των «τομέων- στόχων» των αναλογιών που περιλαμβάνονται στα δύο σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών του Δημοτικού, κατηγοριοποιήθηκαν σε 8 κατηγορίες, όπως προέκυψε από την ανάλυση των δεδομένων της έρευνας. Η κατανομή των αναλογιών σε σχέση με τις έννοιες των «τομέων- στόχων», φαίνεται στον Πίνακα 5.2.

Πίνακας 5. 2 Οι έννοιες των «τομέων- στόχων» που συνδέονται με τις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Έννοιες «τομέων- στόχων»	Αριθμός αναλογιών	Ποσοστό %
Δομικά σωματίδια ύλης	6	40,0
Ηλεκτρικό κύκλωμα	1	6,7
Ταχύτητα φωτός	1	6,7
Αναζήτηση φυσικού αερίου	1	6,7
Θερμομονωτικά υλικά	1	6,7
Βακτήρια	1	6,7
Ανθρώπινη καρδιά	3	20,0
Τριχοειδή αγγεία	1	6,7
Σύνολο	15	100

Από τον Πίνακα 5.2 προκύπτει ότι οι περισσότερες αναλογίες που περιέχονται στο σύνολο των εγχειριδίων αναφέρονται στα δομικά σωματίδια της ύλης (άτομα, μόρια) (40,0%), έννοιες που δεν γίνονται εύκολα κατανοητές από τους μαθητές λόγω του υψηλού βαθμού αφάιρσής τους.

Ο Πίνακας με την κατανομή των αναλογιών ανά σχολικό εγχειρίδιο και σε σχέση με τις έννοιες των «τομέων- στόχων» των αναλογιών παρατίθεται στο Παράρτημα (βλ. Πίνακα 1).

5.3.2 Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων» αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Οι εννοιολογικές περιοχές των εννοιών των «τομέων- στόχων» των αναλογιών που εντοπίστηκαν στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών του Δημοτικού,

κατηγοριοποιήθηκαν σε 7 κατηγορίες. Η κατανομή των αναλογιών ανά εννοιολογική περιοχή των «τομέων- στόχων» φαίνεται στον Πίνακα 5.3. Στο Παράρτημα παρατίθεται πίνακας με την κατανομή των αναλογιών ανά σχολικό εγχειρίδιο και σε σχέση με τις εννοιολογικές περιοχές των «τομέων- στόχων» (βλ. Πίνακα 2).

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.3, οι περισσότερες αναλογίες που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών αφορούν έννοιες που προέρχονται από την Ατομική Φυσική (40,0 %) και την Ανατομία (26,7%).

Πίνακας 5. 3 Οι εννοιολογικές περιοχές των «τομέων- στόχων» που συνδέονται με τις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Εννοιολογικές περιοχές «τομέων –στόχων»	Αριθμός αναλογιών	Ποσοστό %
Ατομική Φυσική	6	40,0
Ηλεκτρισμός	1	6,66
Οπτική	1	6,66
Οργανική χημεία	1	6,66
Θερμοδυναμική	1	6,66
Μικροβιολογία	1	6,66
Ανθρώπινη ανατομία	4	26,7
Σύνολο	15	100

5.4 Θέση αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Για τον προσδιορισμό της θέσης των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών, το κάθε εγχειρίδιο χωρίστηκε σε δέκα ίσα μέρη, ξεκινώντας την αρίθμηση των μερών από την πρώτη σελίδα της πρώτης ενότητας, ως την τελευταία σελίδα της τελευταίας ενότητας. Στον Πίνακα 5.4 που ακολουθεί, φαίνεται η κατανομή των αναλογιών σε σχέση με τη θέση αυτών στα σχολικά εγχειρίδια, ενώ στο Παράρτημα παρατίθεται πίνακας με τον αριθμό των αναλογιών ανά εγχειρίδιο και σε σχέση με τη θέση αυτών στα σχολικά εγχειρίδια (βλ. Πίνακα 3).

*Πίνακας 5. 4 Η θέση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών:
συχρότητες και ποσοστά*

Θέση αναλογιών στα εγχειρίδια	Αριθμός αναλογιών	Ποσοστό %
1 ^ο δέκατο	3	20,0
2 ^ο δέκατο	1	6,7
3 ^ο δέκατο	1	6,7
4 ^ο δέκατο	1	6,7
5 ^ο δέκατο	3	20,0
6 ^ο δέκατο	0	0
7 ^ο δέκατο	5	33,3
8 ^ο δέκατο	0	0
9 ^ο δέκατο	0	0
10 ^ο δέκατο	1	6,7
Σύνολο	15	100

Από τον Πίνακα 5.4 προκύπτει πως οι περισσότερες αναλογίες εντοπίζονται στο έβδομο δέκατο των εγχειριδίων (33,3%) καθώς και στο 1^ο και 5^ο δέκατο αυτών (20,0%).

5.5 Χαρακτηριστικά αναλογιών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών

5.5.1 Αναλογική σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου αναλογιών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών

Στον Πίνακα 5.5 παρουσιάζεται η κατανομή των αναλογιών ανά εγχειρίδιο και σε συνάρτηση με την αναλογική σχέση που διέπει τους εννοιολογικούς «τομείς» των αναλογιών. Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 5.5, ο «τομέας- βάση» και «τομέας- στόχος» 12 αναλογιών (80,0%) διέπονται από δομική σχέση. Οι «τομείς» 2 αναλογιών (13,3%) διέπονται από διαδικαστική σχέση, ενώ οι «τομείς» 1 (6,7%) αναλογίας από δομική-διαδικαστική σχέση.

Πίνακας 5. 5 Η αναλογική σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο	Αναλογική σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»		
	Δομική	Διαδικαστική	Δομική- Διαδικαστική
1 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	8	0	0
2 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	4	2	1
Σύνολο	12 (80,0%)	2 (13,3%)	1 (6,7%)

5.5.2 Τρόπος παρουσίασης αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Από το σύνολο των 15 αναλογιών που εντοπίστηκαν στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών του Δημοτικού, οι 11 (73,3%) παρουσιάζονται λεκτικά, χρησιμοποιώντας δηλαδή μόνο λέξεις για την περιγραφή τους, ενώ οι 4 (26,7 %) εικονικά-λεκτικά, κάνοντας χρήση μίας ή παραπάνω εικόνας για την έννοια του «τομέα- βάσης» της αναλογίας. Στον Πίνακα 5.6 παρουσιάζεται η κατανομή των αναλογιών ανά εγχειρίδιο σε σχέση με τον τρόπο παρουσίασης αυτών στα σχολικά εγχειρίδια.

Πίνακας 5. 6 Ο τρόπος παρουσίασης των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο	Τρόπος παρουσίασης αναλογιών	
	Λεκτικός	Εικονικός-Λεκτικός
1 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	6	2
2 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	5	2
Σύνολο	11 (73,3 %)	4 (26,7 %)

5.5.3 Επίπεδο αφαίρεσης εννοιών «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Σχετικά με το επίπεδο αφαίρεσης των εννοιών που πραγματεύεται ο «τομέας- βάση» και ο «τομέας- στόχος» των αναλογιών των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών,

εντοπίστηκαν 8 αναλογίες (53,3%) στις οποίες ο «τομέας- βάση» της αναλογίας είναι έννοια συγκεκριμένη, δηλαδή άμεσα αντιληπτή από τις αισθήσεις του μαθητή και προερχόμενη από την καθημερινή του εμπειρία, ενώ ο «τομέας- στόχος» έννοια αφηρημένη. Καταγράφηκαν 7 αναλογίες (46,7%) στις οποίες τόσο ο «τομέας- βάση» όσο και ο «τομέας- στόχος» είναι έννοιες συγκεκριμένες, ενώ δεν εντοπίστηκαν αναλογίες στις οποίες οι εννοιολογικοί «τομείς» να αποτελούν αφηρημένες έννοιες. Στον Πίνακα 5. 7 φαίνεται η κατανομή των αναλογιών ανά εγχειρίδιο και σε σχέση με το επίπεδο αφαίρεσης των εννοιών των δύο «τομέων».

Πίνακας 5. 7 Το επίπεδο αφαίρεσης των εννοιών «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο	Επίπεδο αφαίρεσης εννοιών «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»		
	Συγκεκριμένο/ Συγκεκριμένο	Αφηρημένο/ Αφηρημένο	Συγκεκριμένο /Αφηρημένο
1 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	1	0	7
2 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	6	0	1
Σύνολο	7 (46,7%)	0 (0%)	8 (53,3%)

5.5.4 Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο» αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Όπως αποδεικνύουν τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.8, σε 4 αναλογίες (26,7 %) ο «τομέας- βάση» της αναλογίας παρουσιάζεται μετά τον «τομέα- στόχο» αυτής, ενώ σε 9 αναλογίες (60,0 %) ο «τομέας- βάση» παρουσιάζεται παράλληλα με τον «τομέα- στόχο», δηλαδή μετά τον «τομέα- στόχο» αλλά πριν τη διατύπωση των βασικών συμπερασμάτων σχετικά με αυτόν. Επιπλέον, σε 2 αναλογίες (13,3 %) από το σύνολο των αναλογιών που εντοπίστηκαν στα σχολικά εγχειρίδια, ο «τομέας- βάση» παρουσιάζεται πριν τον «τομέα- στόχο».

Πίνακας 5. 8 Η θέση του «τομέα- βάσης» σε σχέση με τον «τομέα- στόχο» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο	Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»		
	«Τομέας- βάση» πριν τον «τομέα-στόχο»	«Τομέας- βάση» παράλληλα με τον «τομέα- στόχο»	«Τομέας-βάση» μετά τον «τομέα-στόχο»
1 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	0	6	2
2 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	2	3	2
Σύνολο	2 (13,3 %)	9 (60,0 %)	4 (26,7%)

5.5.5 Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Αναφορικά με το επίπεδο εμπλουτισμού των αναλογιών που περιλαμβάνονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών, εντοπίστηκαν στο σύνολο των σχολικών εγχειριδίων 11 απλές αναλογίες (73,3 %), 2 εμπλουτισμένες αναλογίες (13,3 %) και 2 εκτεταμένες αναλογίες (13,3 %). Η κατανομή των αναλογιών ανά εγχειρίδιο και σε συνάρτηση με το επίπεδο εμπλουτισμού αυτών, παρατίθεται αναλυτικά στον Πίνακα 5.9.

Πίνακας 5. 9 Το επίπεδο εμπλουτισμού των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο	Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας		
	Απλή αναλογία	Εμπλουτισμένη αναλογία	Εκτεταμένη αναλογία
1 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	5	1	2
2 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	6	1	0

Σύνολο	11 (73,3%)	2 (13,3 %)	2 (13,3 %)
---------------	-------------------	-------------------	-------------------

5.5.6 Τρόπος αντίληψης εννοιών «τομέων- στόχων» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.10, σε 7 αναλογίες (46,7 %) οι έννοιες των «τομέων- στόχων» γίνονται αντιληπτές από τους μαθητές με συμβολικό τρόπο, δηλαδή βάσει διδακτικών μοντέλων ή συμβόλων, σε 7 αναλογίες (46,7 %) γίνονται αντιληπτές μακροσκοπικά, δηλαδή άμεσα μέσω των αισθήσεων, ενώ σε 1 (6,6 %) αναλογία η έννοια του «τομέα- στόχου» γίνεται αντιληπτή με μικροσκοπικό τρόπο, δηλαδή με τη βοήθεια οργάνων όπως το μικροσκόπιο.

Πίνακας 5. 10 Ο τρόπος αντίληψης των εννοιών των «τομέων- στόχων» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο		Τρόπος αντίληψης εννοιών «τομέων- στόχων»		
		Μακροσκοπικός	Μικροσκοπικός	Συμβολικός
1	Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	1	0	7
2	Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	6	1	0
Σύνολο		7 (46,7 %)	1 (6,6 %)	7 (46,7 %)

5.5.7 Ταξινόμηση κειμένου αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Σύμφωνα με την ανάλυση των δεδομένων, το κείμενο όλων των αναλογιών που εντοπίστηκαν (100,0 %) χαρακτηρίζεται από ασθενή ταξινόμηση, δηλαδή περιλαμβάνει τόσο στοιχεία με εξειδικευμένο επιστημονικό περιεχόμενο όσο και στοιχεία από την καθημερινή εμπειρία. Η κατανομή των αναλογιών ανά εγχειρίδιο και σε σχέση με την ταξινόμηση του κειμένου αυτών, φαίνεται στον Πίνακα 5.11.

Πίνακας 5. 11 Η ταξινόμηση κειμένου των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο		Ταξινόμηση κειμένου αναλογιών	
		Ισχυρή ταξινόμηση	Ασθενής ταξινόμηση
1	Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	0	8
2	Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	0	7
Σύνολο		0 (0%)	15 (100 %)

5.5.8 Τυπικότητα κειμένου αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Από το σύνολο των αναλογιών που εντοπίστηκαν και αναλύθηκαν στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών, όλες οι αναλογίες (100,0%) παρουσιάζουν ασθενή τυπικότητα κειμένου, ενώ αντίθετα δεν εντοπίστηκε καμία αναλογία με ισχυρή τυπικότητα κειμένου, δηλαδή κείμενο με αναφορές σε επιστημονική ορολογία, πολύπλοκη συντακτική δομή κ.ά.. Η κατανομή των αναλογιών ανά εγχειρίδιο αναφορικά με την τυπικότητα του κειμένου αυτών, φαίνεται στον Πίνακα 5.12.

Πίνακας 5. 12 Η τυπικότητα κειμένου των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο		Τυπικότητα κειμένου αναλογιών	
		Ισχυρή τυπικότητα	Ασθενής τυπικότητα
1	Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	0	8
2	Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	0	7
Σύνολο		0 (0%)	15 (100 %)

5.5.9 Μαθησιακός στόχος αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Όπως φαίνεται στα αποτελέσματα του Πίνακα 5.13, οι περισσότερες αναλογίες που χρησιμοποιούνται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών επιδιώκουν τη βελτίωση των γνώσεων και την κατανόηση θεμάτων που αφορούν τον φυσικό κόσμο. Έτσι, 13 αναλογίες

(86,6 %) έχουν ως μαθησιακό στόχο την κατανόηση θεμάτων σχετικά με τον φυσικό κόσμο, 1 αναλογία (6,7 %) τη βελτίωση της κατανόησης θεμάτων που αφορούν στις επιστημονικές διαδικασίες, ενώ 1 (6,7 %) αναλογία χρησιμοποιείται με στόχο την εκμάθηση χρήσης εργαστηριακού οργάνου ή πειραματικής διάταξης.

Πίνακας 5. 13 Ο μαθησιακός στόχος των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο	Μαθησιακός στόχος αναλογιών		
	Βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν τον φυσικό κόσμο	Βελτίωση κατανόησης για θέματα που αφορούν τις επιστημονικές διαδικασίες	Εκμάθηση χρήσης εργαστηριακού οργάνου ή πειραματικής διάταξης
1 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	7	0	1
2 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	6	1	0
Σύνολο	13 (86,6 %)	1 (6,7 %)	1 (6,7 %)

5.6 Διδακτικές πρακτικές συγγραφέων στις αναλογίες σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών

5.6.1 Εξήγηση εννοιών «τομέων- βάσεων» στις αναλογίες σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών

Αναφορικά με το αν παρέχονται ή όχι από τους συγγραφείς των εγχειριδίων εξηγήσεις σχετικά με την έννοια του «τομέα- βάσης» κάθε αναλογίας, καταγράφηκαν 4 αναλογίες (26,7 %) στις οποίες παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης» και 11 αναλογίες (73,3 %) στις οποίες οι συγγραφείς δεν παραθέτουν καθόλου εξηγήσεις για τον «τομέα- βάση» των αναλογιών. Τα αποτελέσματα σχετικά με την εξήγηση της έννοιας του «τομέα- βάσης» των αναλογιών φαίνονται στον Πίνακα 5.14.

Πίνακας 5. 14 Η εξήγηση των εννοιών των «τομέων- βάσεων» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο	Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	
	Παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»	Δεν παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
1 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	2	6
2 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	2	5
Σύνολο	4 (26,7 %)	11 (73,3 %)

5.6.2 Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στις αναλογίες σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών

Σε καμία από τις αναλογίες που εντοπίστηκαν στο σύνολο των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών δεν παρατηρείται ένδειξη γνωστικής στρατηγικής με χρήση χαρακτηριστικών λέξεων, όπως «ανάλογο», «σε αναλογία» κ.ά.. Τα αποτελέσματα ανά εγχειρίδιο παρατίθενται στον Πίνακα 5.15.

Πίνακας 5. 15 Η ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο	Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στις αναλογίες	
	Ναι	Όχι
1 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	0	8
2 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	0	7
Σύνολο	0 (0 %)	15 (100 %)

5.6.3 Δήλωση περιορισμών αναλογιών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών

Σχετικά με το αν δηλώνονται ή όχι οι περιορισμοί των αναλογιών από τους συγγραφείς των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών, στο σύνολο των αναλογιών που εντοπίστηκαν (100%), δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός από τους συγγραφείς. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στον Πίνακα 5.16.

Πίνακας 5. 16 Η δήλωση περιορισμών στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων:
συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο	Δήλωση περιορισμών αναλογιών	
	Δηλώνεται τουλάχιστον ένας περιορισμός της αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
1 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	0	8
2 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	0	7
Σύνολο	0 (0 %)	15 (100 %)

5.6.4 Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών πριν την παρουσίαση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Όπως φαίνεται στον πίνακα 5.17 (βλ. Πίνακα 5.17), δεν εντοπίζεται καμία ερώτηση πριν την παρουσίαση των αναλογιών που εντοπίστηκαν στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών Δημοτικού, με σκοπό την προαγωγή της συζήτησης μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικού.

Πίνακας 5. 17 Η ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση πριν την παρουσίαση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο	Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση πριν την παρουσίαση των αναλογιών			
	Καμία	Για τις διαδικασίες που θα χρησιμοποιηθούν	Για τις ιδέες, τις έννοιες, τις θεωρίες που συνδέονται με την αναλογία	Για τις πτυχές της επιστημονικής έρευνας που συνδέονται με την αναλογία
1 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	0	0	0	0
2 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	0	0	0	0
Σύνολο	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

5.6.5 Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών μετά την παρουσίαση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Αναφορικά με το τελευταίο κριτήριο του εργαλείου ανάλυσης που συγκροτήθηκε, δεν εντοπίστηκε καμία αναλογία στο σύνολο των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών μετά την παρουσίαση της οποίας να υπάρχει ερώτηση η οποία είναι δυνατόν να προάγει τη συζήτηση μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητή. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 5.18.

Πίνακας 5. 18 Η ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση μετά την παρουσίαση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο	Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση μετά την παρουσίαση των αναλογιών			
	Καμία	Για τις διαδικασίες που θα χρησιμοποιηθούν	Για τις ιδέες, τις έννοιες, τις θεωρίες που συνδέονται με την αναλογία	Για τις πτυχές της επιστημονικής έρευνας που συνδέονται με την αναλογία
1 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	0	0	0	0
2 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	0	0	0	0
Σύνολο	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

5. 7 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Αναφορικά με τη συχνότητα εμφάνισης των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια εντοπίστηκαν 15 αναλογίες στα 2 σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών που χρησιμοποιούνται σήμερα στην ελληνική πρωτοβάθμια εκπαίδευση με μέσο όρο 7,5 αναλογίες ανά εγχειρίδιο. Οι περισσότερες αναλογίες που περιέχονται στο σύνολο των εγχειριδίων αναφέρονται στα δομικά σωματίδια της ύλης (άτομα, μόρια) (40,0%), ενώ οι εννοιολογικές περιοχές που εμπλέκονται στις αναλογίες των εγχειριδίων αφορούν στην Ατομική Φυσική (40,0%) και την Ανατομία (26,7%). Σχετικά με τη θέση των αναλογιών στα εγχειρίδια, το 33,3 % των αναλογιών εντοπίζεται στο 7^ο δέκατο των εγχειριδίων, ενώ η αναλογική σχέση που διέπει το 80,0 % των αναλογιών είναι η δομική. Επιπρόσθετα, οι περισσότερες αναλογίες (73,3 %) παρουσιάζονται με λεκτικό τρόπο, ενώ το επίπεδο των εννοιών του «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» 8

αναλογιών (53,3%) είναι συγκεκριμένο και αφηρημένο αντίστοιχα. Στο 60,0 % των αναλογιών ο «τομέας- βάση» εντοπίζεται παράλληλα με τον «τομέα- στόχο», ενώ οι περισσότερες αναλογίες είναι απλές σε ποσοστό 73,3 %. Σε 7 αναλογίες (46,7 %) οι «τομείς- στόχοι» γίνονται αντιληπτοί με συμβολικό τρόπο, ενώ σε ίσο αριθμό αναλογιών (46,7 %) γίνονται αντιληπτοί με μακροσκοπικό τρόπο. Επιπλέον, το κείμενο όλων των αναλογιών (100,0 %) εμφανίζει ασθενή ταξινόμηση και ασθενή τυπικότητα (100,0 %). Οι περισσότερες αναλογίες επιδιώκουν την καλύτερη κατανόηση θεμάτων σχετικά με τον φυσικό κόσμο (86,6%). Επιπρόσθετα, στο 73,3 % των αναλογιών δεν παρέχονται εξηγήσεις σχετικά με τις έννοιες των «τομέων- βάσεων» των αναλογιών, ενώ σε καμία αναλογία οι συγγραφείς των εγχειριδίων δεν χρησιμοποιούν «λέξεις- κλειδιά» που να φανερώνουν τη γνωστική στρατηγική που ακολουθεί η αναλογική σκέψη. Τέλος, σε καμία αναλογία δεν δηλώνονται τυχόν περιορισμοί από τους συγγραφείς των εγχειριδίων, ενώ ούτε πριν, ούτε και μετά την παρουσίαση των αναλογιών, δεν χρησιμοποιούνται ερωτήσεις που είναι δυνατόν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Εισαγωγή

Ένα από τα διδακτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και αποσκοπεί στην κατανόηση άγνωστων εννοιών ή φαινομένων από τις Φυσικές Επιστήμες μέσω της αντιστοίχισης αυτών με άλλες οικείες για τους μαθητές έννοιες ή φαινόμενα, είναι οι αναλογίες (Beall, 1999). Τα σχολικά εγχειρίδια αποτελούν, εκτός από κύρια πηγή αναλογιών (Parida & Goswami, 2000), απαραίτητο εργαλείο τόσο των εκπαιδευτικών όσο και των μαθητών (Newton, 2003; Dikmenli, 2015). Έτσι, μία κατεύθυνση της έρευνας της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών αποτελεί η ανάλυση των αναλογιών που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια, καθώς ο τρόπος χρήσης και παρουσίασης των αναλογιών σε αυτά είναι δυνατόν να επηρεάσει την αποτελεσματικότητα των αναλογιών (Curtis & Reigeluth, 1984).

Σε αρκετές χώρες έχουν πραγματοποιηθεί αναλύσεις των αναλογιών που περιλαμβάνονται σε σχολικά και πανεπιστημιακά εγχειρίδια (Curtis & Reigeluth, 1984; Thiele & Treagust, 1994; Dikmenli, 2015). Οι αναλύσεις των αναλογιών που εντοπίζονται στη βιβλιογραφία, πραγματοποιήθηκαν με χρήση εργαλείων που έχουν προταθεί εδώ και τριάντα περίπου χρόνια, ο μεγαλύτερος αριθμός των οποίων βασίζεται στο εργαλείο των Curtis και Reigeluth (1984) με μικρές τροποποιήσεις σχετικά με τα κριτήρια του εργαλείου. Στη χώρα μας, οι Κουλαϊδής κ. συν. (2002) ανέλυσαν τις αναλογίες που περιλαμβάνονταν σε οκτώ σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών Δημοτικού και Γυμνασίου που διδάσκονταν στη χώρα μας το έτος διεξαγωγής της έρευνας αυτών, ενώ ο Χαριτωνίδης (2016) ανέλυσε τις αναλογίες που περιέχονται σε τρία πανεπιστημιακά συγγράμματα Φυσικής χρησιμοποιώντας ένα πλέγμα ανάλυσης βασισμένο στο εργαλείο των Κουλαϊδή κ. συν. (2002) και στο εργαλείο των Thiele και Treagust (1994). Το 2017 αναλύθηκαν οι αναλογίες που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας που διδάσκονται σήμερα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση της χώρας μας, με τη χρήση ενός εμπλουτισμένου εργαλείου ανάλυσης που περιλαμβάνει τόσο τις διαστάσεις των εργαλείων ανάλυσης που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία όσο και πρόσθετες διαστάσεις που αφορούν στο μετασχηματισμό της γνώσης στο κείμενο των αναλογιών, στα είδη των μαθησιακών στόχων που επιδιώκονται να επιτευχθούν μέσω της χρήσης αναλογιών και στην ύπαρξη και τη σκοπιμότητα των ερωτήσεων πριν και μετά την παρουσίαση των αναλογιών (Τσετσέλη, 2017).

Μολονότι έχουν πραγματοποιηθεί οι παραπάνω εργασίες, απουσιάζουν έρευνες που να αναλύουν με τη χρήση ενός εμπλουτισμένου εργαλείου ανάλυσης, τις αναλογίες που περιλαμβάνονται στο σύνολο των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με τα οποία διδάσκονται οι μαθητές στην ελληνική επικράτεια. Έτσι, η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι αυτή αναλύει τις αναλογίες που εντοπίζονται στο σύνολο των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, χρησιμοποιώντας ένα εμπλουτισμένο πλαίσιο ανάλυσης, ζήτημα για το οποίο δεν υπήρχαν ερευνητικά δεδομένα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας, λοιπόν, είναι η ανάλυση των αναλογιών που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα. Τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας, αφορούν τα χαρακτηριστικά και τη χρήση των αναλογιών που περιλαμβάνονται στα σχολικά εγχειρίδια και είναι τα ακόλουθα:

Ερευνητικό ερώτημα 1: Πόσο συχνά χρησιμοποιούνται αναλογίες στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης;

Ερευνητικό ερώτημα 2: Ποιες έννοιες και εννοιολογικές περιοχές των Φυσικών Επιστημών εμπλέκονται στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης;

Ερευνητικό ερώτημα 3: Ποια η θέση των αναλογιών στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης;

Ερευνητικό ερώτημα 4: Ποια τα χαρακτηριστικά των αναλογιών που χρησιμοποιούνται στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης;

Ερευνητικό ερώτημα 5: Ποιες διδακτικές στρατηγικές χρησιμοποιούνται από τους συγγραφείς των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αναφορικά με τις αναλογίες;

Η παρούσα εργασία συνιστά μία ποσοτική εργασία. Η ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε πραγματοποιήθηκε σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο (πιλοτική έρευνα) συγκροτήθηκε το εργαλείο για την ανάλυση των αναλογιών. Έπειτα, τα σχολικά εγχειρίδια διαβάστηκαν γραμμή-γραμμή δύο φορές από δύο ανεξάρτητους ερευνητές, προκειμένου να εντοπιστούν οι αναλογίες σε αυτά. Η επιλογή των αναλογιών έγινε με βάση ορισμένα

κριτήρια που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία. Έπειτα, αναλύθηκε το 10% των αναλογιών που εντοπίστηκαν από τους δύο ερευνητές και αφού συζητήθηκαν οι διαφορές που προέκυψαν, συγκροτήθηκε το δείγμα της εργασίας. Στο δεύτερο στάδιο (κύρια έρευνα) ακολούθησε η ανάλυση όλων των αναλογιών που εντοπίστηκαν στα σχολικά εγχειρίδια. Δείγμα της παρούσας έρευνας αποτέλεσαν οι 15 αναλογίες που εντοπίστηκαν στα δύο σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών που διδάσκονται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση της χώρας μας.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας αναφορικά με τις αναλογίες που περιλαμβάνονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών που διδάσκονται σήμερα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση της χώρας μας. Το κεφάλαιο αυτό αποτελείται από τρεις ενότητες. Η πρώτη ενότητα περιλαμβάνει την αναφορά των κύριων ευρημάτων της έρευνας και τον σχολιασμό αυτών, καθώς και τη σύγκριση αυτών των ευρημάτων με τα βιβλιογραφικά δεδομένα (βλ. ενότητα 6.2). Στη δεύτερη ενότητα παρουσιάζονται οι περιορισμοί της παρούσας εργασίας (βλ. ενότητα 6.3), ενώ στην τρίτη ενότητα διατυπώνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα (βλ. ενότητα 6.4).

6.2 Κύρια ευρήματα και σχολιασμός

Στην ενότητα αυτή, παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα ευρήματα της παρούσας εργασίας για κάθε κριτήριο του εργαλείου ανάλυσης που συγκροτήθηκε για την ανάλυση των αναλογιών.

Σχετικά με τη συχνότητα χρήσης των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών, εντοπίστηκαν συνολικά 15 αναλογίες στα 2 σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών («Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω») που διδάσκονται σήμερα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση της χώρας μας, με μέσο όρο 7,5 αναλογίες ανά εγχειρίδιο. Ο μέσος όρος αυτός είναι μικρότερος από το μέσο όρο που κατέγραψαν τόσο οι Thiele και Treagust (1994) στην έρευνά τους (9,3 αναλογίες ανά εγχειρίδιο), όσο και οι Curtis και Reigeluth (1984) (8,3 αναλογίες ανά εγχειρίδιο). Επίσης, ο μέσος όρος των αναλογιών που εντοπίστηκαν ανά εγχειρίδιο στην παρούσα έρευνα, είναι πολύ μικρότερος από τον μέσο όρο των αναλογιών (19,75 αναλογίες ανά εγχειρίδιο) που κατέγραψαν οι Orgill και Bodner (1996) στην έρευνά τους. Όπως γίνεται φανερό από τα παραπάνω, οι συγγραφείς δεν κάνουν εκτεταμένη χρήση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών που διδάσκονται σήμερα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση της χώρας μας, με αποτέλεσμα να μην

υποστηρίζονται επαρκώς οι μαθητές στη διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης. Ο μικρός αριθμός αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια είναι δυνατόν να οφείλεται είτε στην προτίμηση των ίδιων των συγγραφέων για μη εκτεταμένη χρήση αναλογιών, είτε στο γεγονός πως ορισμένες έννοιες από τις Φυσικές Επιστήμες είθισται να εξηγούνται από τους συγγραφείς των εγχειριδίων με πιο «παραδοσιακούς» τρόπους και όχι μέσω αναλογιών (Orgill & Bodner, 2006).

Αναφορικά με τις έννοιες που εμπλέκονται στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών, προκύπτει ότι οι περισσότερες αναλογίες αφορούν τα δομικά σωματίδια της ύλης (40,0%). Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με την έρευνα των Thiele και Treagust (1994), σύμφωνα με την οποία, ένας μεγάλος αριθμός από τις αναλογίες που ανέλυσαν χρησιμοποιείται για την εξήγηση της δομής του ατόμου. Όπως προκύπτει, οι αναλογίες που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια, χρησιμοποιούνται για την εξήγηση αφηρημένων κυρίως εννοιών, τις οποίες οι μαθητές δεν μπορούν να αντιληφθούν και να παρατηρήσουν άμεσα μέσω των αισθήσεών τους ή μέσα από την καθημερινότητά τους.

Οι εννοιολογικές περιοχές οι οποίες εμπλέκονται στον μεγαλύτερο αριθμό των αναλογιών των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών, αφορούν έννοιες που προέρχονται από την Ατομική Φυσική (40,0%). Σε όμοιο αποτέλεσμα κατέληξε και η έρευνα των Thiele και Treagust (1994). Έτσι, φαίνεται πως οι συγγραφείς των εγχειριδίων, έχουν την τάση να χρησιμοποιούν τις αναλογίες για την εξήγηση εννοιών κυρίως από το πεδίο της Ατομικής Φυσικής, όπου οι έννοιες είναι δύσκολο να εξηγηθούν και να κατανοηθούν, λόγω του υψηλού βαθμού αφάιρεσής τους.

Ο αριθμός των αναλογιών που περιλαμβάνονται στο σύνολο των εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών, δεν είναι ισοκαταμεμημένος, καθώς όπως φαίνεται, εντοπίζονται στο 1^ο (20,0) και 7^ο δέκατο των εγχειριδίων (33,3%). Το αποτέλεσμα αυτό συνάδει με την έρευνα των Orgill και Bodner (1996), όσο και με την έρευνα των Thiele και Treagust (1994), σύμφωνα με τις οποίες οι περισσότερες αναλογίες εντοπίζονται στα πρώτα δέκατα αλλά και στο 6^ο -7^ο δέκατο των εγχειριδίων αντίστοιχα. Η θέση των αναλογιών στην αρχή των εγχειριδίων βοηθά τους μαθητές να εξοικειωθούν με τις νέες, άγνωστες έννοιες, αφού σύμφωνα με τους Thiele και Treagust (1994) οι συγγραφείς των εγχειριδίων θεωρούν τις αναλογίες ως «φιλικό» προς τους μαθητές διδακτικό εργαλείο. Αντίθετα, η θέση των αναλογιών στο 7^ο δέκατο των εγχειριδίων είναι δυνατόν να φανερώνει το επίπεδο δυσκολίας των εννοιών που περιέχονται στο μέρος αυτό του εγχειριδίου, για την εξήγηση των οποίων χρησιμοποιούνται οι αναλογίες.

Όπως προέκυψε από την ανάλυση των δεδομένων, οι εννοιολογικοί «τομείς» των περισσότερων αναλογιών διέπονται από δομική σχέση (80,0%), παρουσιάζουν δηλαδή κοινή δομή ή/και κοινά χαρακτηριστικά, όπως σχήμα, μέγεθος κ.τ.λ.. Σε αντίθετο αποτέλεσμα κατέληξε η έρευνα των Thiele και Treagust (1994), σύμφωνα με τα αποτελέσματα της οποίας στο 48% των αναλογιών που εντοπίστηκαν, οι εννοιολογικοί «τομείς» διέπονται από διαδικαστική σχέση. Η διαδικαστική σχέση που διέπει τους εννοιολογικούς «τομείς» των αναλογιών, ενεργοποιεί σε μεγαλύτερο βαθμό τον μηχανισμό σκέψης των μαθητών, αφού οι ομοιότητες μεταξύ των «τομέων» δεν είναι εμφανείς ή δεν βασίζονται μόνο σε κοινά χαρακτηριστικά όπως μέγεθος κ.ά. (Curtis & Reigeluth, 1984). Αντίθετα, μία αναλογία της οποίας οι «τομείς» δεν διέπονται από διαδικαστική σχέση, είναι δυνατόν να μην οδηγήσει σε κατανόηση της άγνωστης έννοιας. Φαίνεται λοιπόν, πως οι συγγραφείς των σχολικών εγχειριδίων, δεν χρησιμοποιούν τις αναλογίες με στόχο έναν υψηλό βαθμό εμβάθυνσης των εννοιών.

Σημαντικά μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των αναλογιών που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών και που παρουσιάζονται λεκτικά (73,3%), από ότι ο αριθμός των αναλογιών που παρουσιάζονται εικονικά- λεκτικά, αποτέλεσμα που συνάδει τόσο με την έρευνα των Curtis και Reigeluth (1984), όσο και με την έρευνα των Orgill και Bodner (2006) και Dikmenli (2015). Σε αντίθεση όμως, έρχεται το αποτέλεσμα αυτό, με την έρευνα των Thiele και Treagust (1994), όπου ο αριθμός των αναλογιών που παρουσιάζονταν λεκτικά (49) ήταν ελαφρώς μεγαλύτερος από τον αριθμό των αναλογιών που παρουσιάζονταν εικονικά- λεκτικά (44). Σύμφωνα με τους Beveridge και Parkin (1987), ο εικονικός-λεκτικός τρόπος παρουσίασης μιας αναλογίας σε περίπτωση που η έννοια του «τομέα- βάσης» δεν είναι τόσο οικεία για τον μαθητή, οδηγεί στη σωστή αντιστοίχιση των κοινών χαρακτηριστικών ή κοινών λειτουργιών των δύο «τομέων» και άρα στην ευκολότερη κατανόηση των εννοιών. Επιπρόσθετα, οι εικόνες στα σχολικά εγχειρίδια κινητοποιούν τη φαντασία των μαθητών, παρέχουν πληροφορίες με έναν πιο ευχάριστο και ελκυστικό τρόπο, ενώ αν η εικονογράφηση αυτών είναι κατάλληλη, οδηγούν τους μαθητές σε ευκολότερη κατανόηση της πληροφορίας που περιέχουν (Freedberg, 1989; Κώτσης, 2000). Έτσι, κρίνεται αναγκαία η χρήση «εικονικών-λεκτικών» αναλογιών αφού με αυτές οι μαθητές οδηγούνται στην ορθή αντιστοίχιση κοινών χαρακτηριστικών/λειτουργιών των δύο «τομέων» και άρα υπάρχουν αυξημένες πιθανότητες κατανόησης των νέων εννοιών.

Αναφορικά με το επίπεδο αφαίρεσης των εννοιών του «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» των αναλογιών, προκύπτει πως στο 53,3% των αναλογιών που περιλαμβάνονται στα σχολικά

εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών, οι έννοιες που πραγματεύονται οι «τομείς- βάσεις» και «τομείς- στόχοι» των αναλογιών είναι έννοιες συγκεκριμένης και αφηρημένης φύσης αντίστοιχα. Στην έρευνα των Thiele και Treagust (1994), φάνηκε πως το 87% των αναλογιών που αναλύθηκαν έχουν «τομείς- βάσεις» και «τομείς- στόχους» συγκεκριμένης και αφηρημένης φύσης αντίστοιχα, επαληθεύοντας έτσι το αποτέλεσμα της παρούσας έρευνας. Σε παρόμοια αποτελέσματα αναφορικά με την φύση των εννοιών των «τομέων» κατέληξε και η έρευνα των Curtis και Reigeluth (1984). Αυτό το αποτέλεσμα της εργασίας ήταν αναμενόμενο, αφού οι αναλογίες αποτελούν χρήσιμο εργαλείο για την εξήγηση αφηρημένων κυρίως εννοιών, ενώ οδηγούν στην κατανόηση αυτών των εννοιών όταν η έννοια που πραγματεύεται ο «τομέας- βάση» είναι συγκεκριμένης φύσης, οικεία για τον μαθητή ή προέρχεται από την καθημερινή του εμπειρία (Thiele & Treagust, 1994; Dikmenli, 2015).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, στις περισσότερες από τις αναλογίες που εντοπίστηκαν στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών, ο «τομέας- βάση» της αναλογίας εντοπίζεται παράλληλα με τον «τομέα- στόχο» αυτής (60,0%). Αντίθετα, στις έρευνες των Curtis και Reigeluth (1984), Thiele και Treagust (1994), Orgill και Bodner (1996) ο «τομέας- βάση» της αναλογίας εντοπίζεται μετά τον «τομέα- στόχο» αυτής, σε ποσοστό, αντίστοιχα, 76%, 52,56% και 78,6%.

Σημαντικά μεγαλύτερος ήταν ο αριθμός των «απλών» αναλογιών που εντοπίστηκαν στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών (73,3%) σε σχέση με τον αριθμό των «εμπλουτισμένων» και «εκτεταμένων» αναλογιών. Το αποτέλεσμα αυτό συνάδει με την έρευνα των Thiele και Treagust (1994) και Dikmenli (2015), ενώ έρχεται σε αντίθεση με τις έρευνες των Curtis και Reigeluth (1984) και Orgill και Bodner (2006), στις οποίες οι περισσότερες από τις αναλογίες που αναλύθηκαν ήταν «εμπλουτισμένες». Η χρήση «απλών» αναλογιών, δείχνει ότι οι συγγραφείς δεν αναφέρουν συχνά τα κοινά χαρακτηριστικά ή τις κοινές λειτουργίες των δύο «τομέων» ή κάποιον από τους περιορισμούς που διέπουν τις αναλογίες. Οι «απλές» αναλογίες, είναι δυνατόν να παρεμποδίσουν τους μαθητές από την ορθή αντιστοίχιση των κοινών χαρακτηριστικών ή κοινών λειτουργιών των δύο εννοιολογικών «τομέων» ή ακόμα είναι δυνατόν να οδηγήσουν τους μαθητές στη δημιουργία λανθασμένων αντιλήψεων σχετικά με την άγνωστη έννοια του «τομέα- στόχου» (Thiele et al., 1995).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, σχεδόν οι μισές από τις αναλογίες που εντοπίστηκαν στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών, αφορούν έννοιες αφηρημένες, τις

οποίες ο μαθητής δεν μπορεί να αντιληφθεί άμεσα μέσω των αισθήσεων του ή μέσω οργάνων, όπως το μικροσκόπιο. Έτσι, ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβάνονται οι μαθητές τις μισές σχεδόν αναλογίες του δείγματος της παρούσας έρευνας, είναι ο συμβολικός (46,7%), δηλαδή οι αναλογίες γίνονται αντιληπτές μέσω αναπαραστάσεων και μοντέλων, αποτέλεσμα που συνάδει με την έρευνα του Dikmenli (2015). Εξάλλου, σύμφωνα με τους Thile και Treagust (1994), οι αναλογίες οδηγούν τους μαθητές στην οπτικοποίηση των νέων εννοιών, καθιστώντας αυτές εύληπτες και προσιτές, ιδίως όταν είναι έννοιες αφηρημένες.

Τα κείμενα όλων των αναλογιών που περιλαμβάνονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών, χαρακτηρίζονται από ασθενή ταξινόμηση (100,0%). Η ασθενής ταξινόμηση είναι επιθυμητή, καθώς το κείμενο των αναλογιών πέρα από το εξειδικευμένο επιστημονικό περιεχόμενο, πρέπει να περιλαμβάνει και αναφορές και σε στοιχεία από άλλα επιστημονικά πεδία ή από την καθημερινή εμπειρία των μαθητών, προκειμένου αφενός να είναι οικείο για τους μαθητές, αφετέρου να προάγει τη διεπιστημονικότητα. Ομοίως, η τυπικότητα του κειμένου όλων των αναλογιών είναι ασθενής, καθώς το κείμενο αυτών δεν έχει πολύπλοκη συντακτική δομή, σύμβολα, εξισώσεις κ.ά. ώστε να γίνεται πιο εύκολα κατανοητό από τους μαθητές.

Επιπρόσθετα, ο μαθησιακός στόχος που σχεδόν όλες οι αναλογίες του δείγματος (86,6%) επιδιώκουν να πετύχουν, αφορά τη βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν τον φυσικό κόσμο. Δεν εντοπίζονται αναλογίες που να επιδιώκουν τη βελτίωση της κατανόησης των μαθητών για θέματα που αφορούν τις επιστημονικές διαδικασίες ή αναλογίες μέσω των οποίων να επιδιώκεται να μάθουν οι μαθητές να χρησιμοποιούν ένα όργανο ή να παρακολουθούν μία πειραματική διαδικασία. Ωστόσο, σκοπό της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών δεν αποτελεί μόνο η απόκτηση γνώσεων σχετικών με θεωρίες και νόμους από τα επιμέρους αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών, μα και η εξοικείωση των μαθητών με την επιστημονική μεθοδολογία, τον πειραματισμό, τα εργαστηριακά όργανα και εν γένει τον επιστημονικό τρόπο σκέψης (ΔΕΠΠΣ, 2003, Millar, 2009).

Σχετικά με το αν παρέχονται ή όχι από τους συγγραφείς των εγχειριδίων εξηγήσεις σχετικά με την έννοια του «τομέα- βάσης» κάθε αναλογίας, καταγράφηκαν 11 αναλογίες (73,3%) στις οποίες δεν παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης». Σύμφωνα με την έρευνα των Curtis και Reigeluth (1984), στο 44% των αναλογιών που εντοπίστηκαν παρέχονται εξηγήσεις για την έννοια του «τομέα- βάσης», ενώ στο 49% των αναλογιών δεν παρέχεται καμία εξήγηση. Αυτό το αποτέλεσμα της έρευνας, φανερώνει πως

οι συγγραφείς είτε θεωρούν τις έννοιες των «τομέων- βάσεων» οικείες προς τους μαθητές, είτε πως ο εκπαιδευτικός παρέχει τις απαραίτητες εξηγήσεις κατά τη διδακτική πρακτική. Ωστόσο, η μη εξήγηση των «τομέων- βάσεων» είναι δυνατόν να οδηγήσει στη δημιουργία λανθασμένων ιδεών από τους μαθητές (Thiele & Treagust, 1994), για αυτό και πρέπει να παρέχονται εξηγήσεις αναφορικά με τον «τομέα- βάση» της αναλογίας από τους συγγραφείς των εγχειριδίων, όπου αυτό είναι απαραίτητο.

Σε καμία από τις αναλογίες που εντοπίστηκαν στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών δεν περιέχονται «λέξεις- κλειδιά», όπως «ανάλογο» κ.ά. στο κείμενό τους, με τις οποίες να γίνεται φανερό η γνωστική στρατηγική που ακολουθείται κατά τη χρήση μιας αναλογίας. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξε και η έρευνα του Dikmenli (2015) (4%). Φαίνεται έτσι, πως οι συγγραφείς των εγχειριδίων, δεν χρησιμοποιούν «λέξεις-κλειδιά» στο κείμενο των αναλογιών ώστε να γίνουν φανερές στους μαθητές τόσο οι ίδιες οι αναλογίες όσο και η γνωστική στρατηγική που ακολουθείται κατά τη χρήση αυτών. Το εύρημα αυτό είναι σημαντικό, καθώς σύμφωνα με τους Orgill και Bodner (2006), όταν οι μαθητές δεν αναγνωρίζουν την ύπαρξη μιας αναλογίας, τότε αυτή χάνει τη χρηστική της αξία.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, στο 100,0% των αναλογιών που εντοπίστηκαν στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών δεν δηλώνεται κανένας από τους περιορισμούς που είναι δυνατόν να διέπουν την αναλογία, εύρημα που επαληθεύεται τόσο από την έρευνα των Thiele και Treagust (1994) (91,4%) όσο και από την έρευνα του Dikmenli (2015) (84%). Η μη δήλωση των περιορισμών μιας αναλογίας είναι πιθανό να προκαλέσει σύγχυση και να οδηγήσει τους μαθητές στη δημιουργία λανθασμένων αντιλήψεων, καθώς οι μαθητές είναι δυνατόν να μεταφέρουν από τον «τομέα- βάση» στον «τομέα- στόχο» της αναλογίας μη κοινά χαρακτηριστικά ή μη κοινές λειτουργίες αυτών (Dikmenli, 2015). Όπως φαίνεται, οι συγγραφείς των εγχειριδίων θεωρούν είτε πως ο εκπαιδευτικός αναφέρει τους περιορισμούς των αναλογιών κατά τη διδασκαλία του, είτε πως οι μαθητές είναι ικανοί να τους διακρίνουν.

Τέλος, όπως προέκυψε από την ανάλυση των δεδομένων, δεν εντοπίζονται ερωτήσεις πριν ή μετά την παρουσίαση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια, οι οποίες θα ήταν δυνατόν να προάγουν τη συζήτηση μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητή σχετικά με θέματα Φυσικών Επιστημών. Οι ερωτήσεις αποτελούν χρήσιμο εργαλείο για τη διδασκαλία, καθώς προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών, εξασφαλίζουν την προσοχή και συμμετοχή τους στην διδακτική πρακτική (Ainley, 1987), ενώ ταυτόχρονα αυξάνουν την αυτοπεποίθηση των μαθητών και

βελτιώνουν τη στάση τους απέναντι στο αντικείμενο διδασκαλίας (Χατζηγούλα, 2006). Επιπλέον, ο διάλογος που χρησιμοποιεί ερωτήσεις, παρέχει πολλές ευκαιρίες αναζήτησης, διερεύνησης, και διατήρησης του σεβασμού και της ισότητας των μελών που συμμετέχουν στο διάλογο (Alro & Skovsmose, 2002). Έτσι, ενώ οι ερωτήσεις τόσο πριν όσο και μετά την παρουσίαση των αναλογιών είναι δυνατόν να προάγουν τη συζήτηση μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών αναφορικά με θέματα Φυσικών Επιστημών βελτιώνοντας τόσο την κατανόηση των υπό μελέτη θεμάτων όσο και εν γένει τη στάση των μαθητών απέναντι σε αυτά, οι συγγραφείς έχουν την τάση να μην τις χρησιμοποιούν στα σχολικά εγχειρίδια.

Συνοψίζοντας, διαπιστώνεται ότι οι συγγραφείς των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων δεν κάνουν εκτεταμένη χρήση των αναλογιών. Επιπλέον, οι συγγραφείς των εγχειριδίων έχουν την τάση να χρησιμοποιούν τις αναλογίες για την εξήγηση κυρίως αφηρημένων εννοιών. Οι περισσότερες από τις αναλογίες που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια είναι «απλές», χωρίς να αναφέρουν τα κοινά χαρακτηριστικά ή τις κοινές λειτουργίες των δύο «τομέων». Παρουσιάζονται ως επί το πλείστον λεκτικά, παρόλο που οι εικόνες διαδραματίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο στην κατανόηση εννοιών μέσα από τη χρήση εγχειριδίων. Οι αναλογίες που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια, επιδιώκουν τη βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν τον φυσικό κόσμο αν και αυτός δεν είναι ο μοναδικός σκοπός της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Επιπλέον, οι συγγραφείς των εγχειριδίων δεν παρέχουν πάντα εξηγήσεις αναφορικά με τον «τομέα- βάση» των αναλογιών, γεγονός που είναι δυνατόν να οδηγήσει στη δημιουργία λανθασμένων ιδεών από τους μαθητές. Τα κείμενα όλων των αναλογιών χαρακτηρίζονται από ασθενή τυπικότητα και ταξινόμηση, προάγοντας τη διεπιστημονικότητα. Σε καμία αναλογία δεν γίνεται φανερό η γνωστική στρατηγική που ακολουθείται κατά τη χρήση της μέσα από τη χρήση «λέξεων- κλειδιών» στα κείμενα αυτών, ενώ ποτέ δεν δηλώνονται οι περιορισμοί που διέπουν την κάθε αναλογία. Τέλος, παρά τα μαθησιακά οφέλη που η χρήση ερωτήσεων κατά τη διδακτική πρακτική μπορεί να επιφέρει, φαίνεται πως στα σχολικά εγχειρίδια απουσιάζουν οι ερωτήσεις τόσο πριν όσο και μετά την παρουσίαση των αναλογιών.

Όπως προκύπτει από τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας, αυτή είναι δυνατόν να συνεισφέρει σημαντικά σε τρία πεδία: στο πεδίο της έρευνας, στο πεδίο της συγγραφής εγχειριδίων και στο πεδίο της εκπαιδευτικής πράξης. Στο επίπεδο της έρευνας η εργασία αυτή συνεισφέρει μέσω της πρότασης και της εφαρμογής ενός νέου εμπλουτισμένου εργαλείου ανάλυσης αναλογιών, που συνδέει τόσο διαστάσεις που αφορούν τα χαρακτηριστικά και τη

χρήση των ίδιων των αναλογιών, όσο και διαστάσεις διεπιστημονικές (όπως η ταξινόμηση κειμένου), που αφορούν τον μετασχηματισμό της γνώσης στο κείμενο των αναλογιών, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο η επιστημονική γνώση αναπλαισιώνεται από το επιστημονικό πλαίσιο παραγωγής, στο σχολικό πλαίσιο. Επιπλέον, το εργαλείο που συγκροτήθηκε στην έρευνα, εστιάζει τόσο στα είδη των μαθησιακών στόχων που επιδιώκονται να επιτευχθούν μέσω της χρήσης αναλογιών, όσο και στην ύπαρξη και τη σκοπιμότητα των ερωτήσεων πριν και μετά την παρουσίαση των αναλογιών. Η παρούσα εργασία μπορεί να συμβάλλει θετικά και στο πεδίο της συγγραφής εγχειριδίων, αφού τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από την ανάλυση των αναλογιών θα αποτελέσουν χρήσιμη πηγή πληροφόρησης για τους συγγραφείς των εγχειριδίων, παρέχοντας σε αυτούς τη δυνατότητα τροποποίησης των χαρακτηριστικών και του τρόπου χρήσης των αναλογιών που περιλαμβάνονται στα σχολικά εγχειρίδια αλλά και ανάπτυξης νέου εκπαιδευτικού υλικού. Τέλος, τα αποτελέσματα από την ανάλυση των αναλογιών της παρούσας εργασίας, θα αποτελέσουν βοήθημα για τους εκπαιδευτικούς σχετικά με τη διδακτική πρακτική που οι ίδιοι πρέπει να ακολουθήσουν κατά τη διδασκαλία εννοιών με αναλογίες προκειμένου αυτές να επιφέρουν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Είναι φανερό πως η κατάλληλη παρουσίαση σωστά σχεδιασμένων αναλογιών είναι δυνατόν να αποτελέσει ένα από τα σημαντικότερα διδακτικά εργαλεία κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Καθώς τα σχολικά εγχειρίδια αποτελούν κύρια πηγή αναλογιών αλλά και πρωταρχικής σημασίας εργαλείο εκπαιδευτικών και μαθητών, κρίνεται απαραίτητο αφενός να επεκταθεί η έρευνα αναφορικά με τη χρήση των αναλογιών από τους συγγραφείς των σχολικών εγχειριδίων, αφετέρου να δίνεται ιδιαίτερη σημασία και προσοχή από τους συγγραφείς αυτών, για τον ορθό τρόπο επιλογής και παρουσίασης των αναλογιών. Ωστόσο, θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα παραπάνω αποτελούν υποθέσεις και απαιτείται περαιτέρω έρευνα προκειμένου να ελεγχθούν.

6.3 Περιορισμοί Εργασίας

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τα αποτελέσματα της έρευνας δεν λαμβάνουν υπόψη τους τον τρόπο χρήσης των αναλογιών από τους εκπαιδευτικούς κατά τη διδακτική πρακτική. Σύμφωνα με τον Zeitun (1984), η διδακτική πρακτική που ακολουθείται κάθε φορά από τον εκπαιδευτικό επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της χρήσης των αναλογιών, ενώ οι αναλογίες επιδρούν θετικότερα στην κατανόηση των άγνωστων εννοιών, όταν χρησιμοποιούνται με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού. Το γεγονός αυτό συνιστά έναν περιορισμό που αναγνωρίζεται ότι υπεισέρχεται στην παρούσα εργασία.

6.4 Προτάσεις Έρευνας

Αρχικά, χρήσιμο και απαραίτητο θα ήταν να μελετηθεί η χρήση των αναλογιών τόσο από τους εκπαιδευτικούς όσο και από τους μαθητές κατά τη διδακτική πρακτική στην τάξη. Συγκεκριμένα, χρήσιμο θα ήταν να ερευνηθεί πόσο συχνά χρησιμοποιούνται οι αναλογίες ως διδακτικό εργαλείο από τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές, καθώς και ποιος είναι ο κατάλληλος τρόπος παρουσίασης μιας αναλογίας κατά τη διδακτική πρακτική προκειμένου αυτή να επιφέρει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Θα μπορούσε να μελετηθεί επιπλέον, κατά πόσο η διδασκαλία με αναλογίες είναι δυνατόν να οδηγήσει σε βαθύτερη κατανόηση θεμάτων από τις Φυσικές Επιστήμες, καθώς και σε αλλαγή της στάσης των μαθητών απέναντι σε αυτές.

Επιπροσθέτως, με έναυσμα τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, προτείνεται η παραγωγή νέου εκπαιδευτικού υλικού εμπλουτισμένο με αναλογίες συγκεκριμένων προδιαγραφών. Προτείνεται έτσι, η παραγωγή μα και η αξιολόγηση νέου εκπαιδευτικού υλικού στη διδακτική πρακτική καθώς και η σύγκριση των αποτελεσμάτων από την εφαρμογή αυτή, με τα αποτελέσματα από την εφαρμογή προγενέστερου εκπαιδευτικού υλικού.

Επιπλέον, ενδιαφέρον θα ήταν να ερευνηθεί η στάση τόσο των εκπαιδευτικών όσο και των υποψηφίων εκπαιδευτικών απέναντι στη διδασκαλία με αναλογίες, καθώς και η συχνότητα χρήσης του αναλογικού συλλογισμού από αυτούς προκειμένου να κατανοήσουν άγνωστες έννοιες Φυσικών Επιστημών που πρόκειται να διδάξουν στους μαθητές.

Τέλος, κρίνεται αναγκαία η επέκταση της έρευνας αναφορικά με τις αναλογίες και τη χρήση αυτών στα σχολικά εγχειρίδια όλων των σχολικών βαθμίδων και σε άλλους κλάδους πέρα των Φυσικών Επιστημών, όπως τα Μαθηματικά και η Γεωγραφία.

6.5 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται αρχικά τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας σε σύγκριση με τα συμπεράσματα που εντοπίζονται στη βιβλιογραφία. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι περιορισμοί που διέπουν την εργασία αυτή, καθώς και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα. Ενώ οι αναλογίες αποτελούν σημαντικό και χρήσιμο διδακτικό εργαλείο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, η έρευνα αναφορικά με τη χρήση αυτών στα σχολικά εγχειρίδια της χώρας μας είναι περιορισμένη. Κρίνεται έτσι απαραίτητη η επέκταση της έρευνας σχετικά με τη χρήση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια αλλά και η σωστή επιλογή και παρουσίαση των αναλογιών από τους

συγγραφείς αυτών, προκειμένου αυτές να οδηγήσουν στην ουσιαστική κατανόηση των άγνωστων εννοιών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αδαμαντιάδου, Σ.Μ., Γεωργάτου, Μ., Γιαπιτζάκης, Χ., Λακκά Λ., Νοταράς, Δ., Φλωρεντίν, Ν., Χατζηγεωργίου, Γ. & Χατζηκωντή, Ο. (2016). *Βιολογία Γ' Γενικού Λυκείου. Γενικής Παιδείας*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Αλεξιάκης, Ν., Αμπατζής, Σ., Γκουγκούσης, Γ., Κουντούρης, Β., Μοσχοβίτης, Ν., Οβαδίας, Σ., Πετρόχειλος, Κ., Σαμπράκος, Μ., Ψαλίδας, Α., Γεωργακάκος, Π., Σκαλωμένος, Α., Σφαρνάς, Ν. & Χριστακόπουλος, Ι. (2016). *Φυσική Β' Γενικού Λυκείου. Γενικής Παιδείας*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Αλεπόρου- Μαρίνου, Β., Αργυροκαστρίτης, Α., Κομητοπούλου, Α., Πιαλόγλου, Π. & Σγουρίτσα, Β. (2016). *Βιολογία Γ' Γενικού Λυκείου. Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Αβραμιώτης, Σ., Αγγελόπουλος, Β., Καπελώνης, Γ., Σινιγάλιας, Π., Σπαντίδης, Δ., Τρικαλίτη, Α. & Φίλος, Γ. (2016). *Χημεία. Β' Γυμνασίου*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Αντωνίου, Ν. Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ. & Παπασιμίπα, Α. (2016α). *Φυσική. Β' Γυμνασίου*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Αντωνίου, Ν. Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ. & Παπασιμίπα, Α. (2016β). *Φυσική. Γ' Γυμνασίου*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Βλάχος, Ι., Γραμματικάκης, Ι., Καραπαναγιώτης, Β., Περιστερόπουλος, Π. & Τιμοθέου, Γ. (2016). *Φυσική Γενικής Παιδείας. Α' Γενικού Λυκείου*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Βλάχος, Ι., Γραμματικάκης, Ι., Καραπαναγιώτης, Β., Περιστερόπουλος, Π., Τιμοθέου, Γ., Ιωάννου, Α., Ντάνος, Γ., Πήττας, Α. & Ράπτης, Σ. (2016). *Φυσική Ομάδας*

Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών. Β' Γενικού Λυκείου. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».

Βοσνιάδου Σ. & Brewer, W.F. (1994). Θεωρίες Αναδιοργάνωσης της Γνώσης. Στο Βοσνιάδου Σ. (Επ.), *Κείμενα Εξελικτικής Ψυχολογίας, Β' τόμος: Σκέψη*. Gutenberg: Αθήνα.

Γαβαλάς, Δ. & Γυφτογιάννη, Μ. (2001). Αναλογική σκέψη και μαθηματικά. Στο Δημάκος, Γ. (Επ.), *Πρακτικά 18ου Πανελληνίου Συνεδρίου Μαθηματικής Παιδείας- Μαθηματικός Αλφαριθμητισμός: ο ρόλος του σχολείου στην κοινωνία της πληροφορίας και των νέων τεχνολογιών* (σελ. 504-513). Ρόδος: Ελληνική Μαθηματική Εταιρεία.

Driver, R., Guesne E. & Timberghien, A. (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες* (Θ. Κρητικός, Β. Σπηλιωτοπούλου-Παπαντωνίου & Α. Σταυρόπουλος, μεταφρ). Αθήνα: Ένωση Ελλήνων Φυσικών- Τροχαλία. (Το πρωτότυπο έργο εκδόθηκε 1985).

Gillispie, C. C. (1994). *Στην κόψη της αλήθειας: η εξέλιξη των επιστημονικών ιδεών από τον Γαλιλαίο ως τον Einstein* (Δ. Κούρτοβικ, μεταφρ). Αθήνα: Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης. (Το πρωτότυπο έργο εκδόθηκε 1986).

Θεοδωρόπουλος, Π., Παπαθεοφάνους, Π. & Σιδέρη, Φ. (2016). *Χημεία. Γ' Γυμνασίου*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».

Ιωάννου, Α., Ντάνος, Γ., Πήττας, Α. & Ράπτης, Σ. (2016). *Φυσική Γ' Γενικού Λυκείου. Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».

Καλκάνης, Γ., Γκικοπούλου, Ο., Καπότης, Ε., Γουσόπουλος, Δ., Πατρινόπουλος, Μ. Τσάκωνας, Π., Δημητριάδης, Π., Παπασιμίπα, Λ., Μιτζήθρας, Κ., Καπόγιαννης, Α., Σωτηρόπουλος, Δ. & Πολίτης, Σ. (2013). *Η Φυσική με πειράματα. Α' Γυμνασίου*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».

Καστορίνης, Α., Κωστάκη-Αποστολοπούλου, Μ., Μπαρώνα- Μάμαλη, Φ., Περάκη, Β. & Πιαλόγλου, Π. (2016). *Βιολογία. Α' Γενικού Λυκείου*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».

- Κατεβαίνης, Κ.Σ. (1999). *Συντακτικό της ελληνικής γλώσσας*. Αθήνα: Παπαδήμα.
- Καυφάλης, Α., Μπουρμπουχάκης, Ι.Ε., Περάκη, Β. & Σαλαμαστράκης, Σ. (2016). *Βιολογία Β' Γενικού Λυκείου. Γενικής Παιδείας*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Κόκκοτας, Π. Β. (2008). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Μέρος Β'. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών: Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης*. Αθήνα: Γρηγόρη.
- Κουλαϊδής, Β. Δημόπουλος, Κ. Σκλαβενίτη, Σ. & Χρηστίδου, Β. (2002). *Τα κείμενα της τεχνολογίας στο δημόσιο χώρο*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Κώτσης, Κ. (2000). Η σημασία της εικονογράφησης στα διδακτικά βιβλία της Φυσικής. *Επιστημονική Επετηρίδα του Παιδαγωγικού Τμήματος*, 13, 89-104.
- Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π. & Κάλλης, Α. (2016α). *Χημεία. Α' Λυκείου*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π. & Κάλλης, Α. (2016β). *Χημεία. Β' Λυκείου. Γενικής Παιδείας*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π. & Κάλλης, Α. (2016γ). *Χημεία Γ' Γενικού Λυκείου. Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Μαρκαντώνης, Χ., Δημητράκης, Κ. & Μανιάτης, Π. (2004). Μια εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών με τη χρήση Η/Υ. Η περίπτωση του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος. *Πρακτικά 4^ο Συνεδρίου Ε.Τ.Π.Ε.* (σελ. 15-24). Αθήνα: Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Μαυρικάκη, Ε., Γκούβρα, Μ. & Καμπούρη, Α. (2016α). *Βιολογία. Α' Γυμνασίου*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Μαυρικάκη, Ε., Γκούβρα, Μ. & Καμπούρη, Α. (2016β). *Βιολογία. Β' & Γ' Γυμνασίου*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».

- Ματσαγγούρας, Η. (2006). Διδακτικά εγχειρίδια: Κριτική αξιολόγηση της γνωσιακής, διδακτικής και μαθησιακής λειτουργίας τους. Στο Ματθαίου, Δ. (Επ.). *Συγκριτική και διεθνής εκπαιδευτική επιθεώρηση*, 7, 60-92.
- Μπονίδης, Κ. (2004). *Το περιεχόμενο του σχολικού βιβλίου ως αντικείμενο έρευνας*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Μπονίδης, Κ. (2005). Διαδικασία και κριτήρια αξιολόγησης των σχολικών βιβλίων. Στο Δελή, Χ. & Δημητρίσκου, Α. (Επ.). Πρακτικά Συνεδρίου *Διδακτικό βιβλίο και εκπαιδευτικό υλικό στο σχολείο: Προβληματισμοί, Δυνατότητες, Προοπτικές* (106-119). Θεσσαλονίκη: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- Μπούρας, Α. & Τριανταφύλλου, Ε. (2012). Τα σχολικά εγχειρίδια του δημοτικού σχολείου βοηθούν τους μαθητές να μαθαίνουν πώς να μαθαίνουν: Οι απόψεις των εκπαιδευτικών. Στο Παπά, Α. (Επ.) Πρακτικά του 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου του Ελληνικού Ινστιτούτου Εφαρμοσμένης Παιδαγωγικής και εκπαίδευσης: ΠΑΙΔΕΙΑ ΚΑΛΛΙΣΤΟΝ ΕΣΤΙ ΚΤΗΜΑ ΒΡΟΤΟΙΣ: Ανθρωπιστικές και Θετικές Επιστήμες: Θεωρία και πράξη. Αθήνα: ΕΛΛ.Ι.Ε.Π.ΕΚ.
- Παπαδιά Α. & Κώτσης, Κ. (2013). Σχέση του δείκτη νοημοσύνης με τις εναλλακτικές ιδέες μαθητών Δημοτικού στις έννοιες της δύναμης και τους βάρους. Στο Βαβουγιός, Δ. & Παρασκευόπουλος, Σ. (Επ.), Πρακτικά 8^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση (σελ. 399-405). Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Πρασάς, Β. (2007). *Έκφραση-Έκθεση Γ' Λυκείου. Θεωρία και πράξη*. Αθήνα: Κοκοτσάκη.
- Τζιμογιάννης, Α. (2002). Αντιλήψεις και προσεγγίσεις νηπιαγωγών σχετικά με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Νηπιαγωγείο: μία μελέτη περίπτωσης. Ανακτήθηκε Ιούνιος, 30, 2017 από: <http://www.clab.edc.uoc.gr/aestit/3rd/contributions/278.pdf>
- Τσετσέλη, Ζ. (2017). Ανάλυση των αναλογιών των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών. (Ανέκδοτη μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.
- ΥΠ. Ε. Π.Θ. – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2003). *Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Ο.Ε.Δ.Β. Ανακτήθηκε, Ιούλιος,

- Φράγκου, Κ., Καψάλης, Χ. & Γαγάτσης, Α. (2006). Αναλογικός και μη αναλογικός συλλογισμός σε μαθητές με συμπτώματα δυσλεξίας. Στο Φτιάκα, Ε., Γαγάτσης, Α., Ηλία, Ι. & Μοδέστου, Μ. (Επ.), Πρακτικά 9^ο Συνεδρίου Παιδαγωγικής Εταιρείας Κύπρου: Η σύγχρονη εκπαιδευτική Έρευνα στην Κύπρο (σελ. 145-156). Λευκωσία: Πανεπιστήμιο Κύπρου.
- Χαλκιά, Κ. (2010α). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Πατάκη.
- Χαριτωνίδης, Η. (2016). Η χρήση των αναλογιών ως διδακτικό εργαλείο για την επεξήγηση βασικών εννοιών της Φυσικής στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. (Ανέκδοτη μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.
- Χατζηγεωργίου, Γ. (2010). *Η φυσική μέσα από τα μάτια του μικρού παιδιού*. Αθήνα: ΓΡΗΓΟΡΗ.
- Χατζηγούλα, Α. (2006). Ο διάλογος μέσα από την αλληλουχία ερώτηση- απάντηση ως μορφή επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης στην τάξη των μαθηματικών. (Ανέκδοτη μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Χρηστίδου, Β. (2001). Ο ρόλος των ρητορικών σχημάτων: Η μεταφορά και η αναλογία ως μηχανισμοί σκέψης και κατανόησης στις Φυσικές Επιστήμες. Στο Χατζηνικήτα, Β. & Δημόπουλος, Κ. (Επ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Τόμος Β'*. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ainley, J. (1987). Telling Questions. *Mathematics Teaching*, 118 (1), 24-26.
- Alro, H. & Skovsmose, O., (2002). *Dialogue and Learning in Mathematics Education. Mathematics Education Library*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Beall, H. (1999). The ubiquitous metaphors of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 76 (3), 366-368.
- Bean, T.W., Searles, D. & Cowen, S. (1990). Test-based [sic] analogies. *Reading Psychology*, 11 (4), 323-333.
- Beveridge, M. & Parkins, E. (1987). Visual representation in analogical problem solving. *Memory & Cognition*, 15 (3), 230-237.
- Bradley, L.S. (1996). *Children Learning Science*. Oxford: Nash Pollack.
- Brown, D. & Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18 (4), 237-261.
- Clement, J. (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (10), 1241-1257.
- Clement, J. J. (1998). Expert novice similarities and instruction using analogies. *International Journal of Science Education*, 20 (10), 1271-1286.
- Clement, J.J., Brown, D. E. and Zietsman, A. (1989). Not all preconceptions are misconceptions: finding 'anchoring conceptions' for grounding instruction on students' intuitions. *International Journal of Science Education*, 11 (special issue), 554-565.
- Curtis, R.V. & Reigeluth, C. M. (1984). The use of analogies in written text. *Instructional Science*, 13(2), 99-117.
- Dagher, Z.R. (1995). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in Science education. *Science Education*, 79 (3), 295-312.

- Dagher, Z.R. (1998). The case for analogies in teaching Science for understanding. In Mintzes, J.J., Wandersee, J.H. & Nowak, J.D. (Eds.), *Teaching Science for understanding: a human constructivist view* (pp. 195-211). U.S.A.: Elsevier Academic Press.
- De Bock, D., Verschaffel, L., & Janssens, D. (1998). The predominance of the linear model in secondary school students' solutions of word problems involving length and area of similar plane figures. *Educational Studies in Mathematics*, 35 (1), 65-83.
- Didis, N. (2015). The analysis of analogy use in the teaching of introductory quantum theory. *Chemistry Education Research and Practice*, 16 (2), 355-376.
- Dikmenli, M. (2015). A study on analogies used in new ninth grade biology textbook. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 16 (1). Retrieved February 20, 2017 from https://www.ied.edu.hk/apfslt/download/v16_issue1_files/dikmenli.pdf
- Dilber, R. & Duzgun, B. (2008). Effectiveness of analogy on students' success and elimination of misconceptions. *Latin-American Journal of Physics Education*, 2 (3), 174-183.
- Dimopoulos, K., Koulaidis, V. & Sklaveniti, S. (2005). Towards a framework of socio-linguistic analysis of science textbooks: the Greek case. *Research in Science Education*, 35 (2/3), 173-195.
- Driver, R. & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science, *Studies in Science Education*, 18 (1), 105-122.
- Driver, R. & Bell, B. (1986). Students' thinking and the learning of science: A constructivist view. *School Science Review*, 67, 443-456.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (Eds.) (1985). *Children's Ideas in Science*. Milton Keynes, Philadelphia: Open University Press.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning Science. *Science Education*, 75 (6), 649-672.

- Duit, R. (1999). Conceptual change approaches in sciences education. In Schnotz, W.S., Vosniadou, S. & Carretero, M. (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 263 – 282). Amsterdam: Pergamon Press.
- Dupin, J.J. & Johsua, S. (1989). Analogies and “modeling analogies” in teaching: some examples in basic electricity. *Science Education*, 73 (2), 207-224.
- Fensham, P. (1992). Science and Technology. In Ph. W. Jackson (Eds.), *Handbook of Research on Curriculum* (pp. 789-829). New York: Macmillan.
- Freedberg, D. (1989). *The power of images: studies in the history and theory of response*. Chicago: University of Chicago.
- Friedel, A.W., Gabel, D.L. & Samuel, J. (1990). Using analogies for chemistry problem solving. Does it increase understanding? *School Science and Mathematics*, 90 (8), 674-682.
- Gentner, D. (1989). The mechanisms of analogical learning. In Vosniadou, S. & Ortony, A. (Eds.), *Similarity and analogical reasoning*. New York: Cambridge University Press.
- Gick, M.L., & Holyoak, K.J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15 (1), 1–38.
- Gilbert, S. (1989). An evaluation of the use of analogy, simile, and metaphor in science texts. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (4), 315-327.
- Glynn, S.M. (1989). The teaching with analogies (T.W.A.) model: Explaining concepts in expository text. In K.D. Muth (Eds.), *Children’s comprehension of narrative and expository text: Research into practice* (pp. 99-129). Newark, DE: International Reading Association.
- Glynn, S.M. (1991). Explaining science concepts: A Teaching-with-Analogies Model. In Glynn, S. M., Yeany, R. H. & Britton, B. K. (Eds.), *The psychology of learning science* (pp. 219-240). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Glynn, S.M. (2014). Analogies, Role in Science Learning, In Gunstone, R. (Eds.) *Encyclopedia of Science Education* (pp. 1-6). Netherlands: Springer Netherlands.

- Glynn, S.M., Britton, B.K., Semrud-Clikeman, M. & Muth, K.D. (1989). Analogical reasoning and problem solving in textbooks. In Glover, J.A., Ronning, R.R. & Reynolds, C.R. (Eds.). *Handbook of Creativity: Assessment, Theory, and Research* (pp. 383-398). New York: Plenum.
- Glynn, S.M. & Takahashi, T. (1998). Learning from Analogy-Enhanced Science Text. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (10), 1129-1149.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education. 3rd edition*. New York: Mc Graw-Hill.
- Harrison, A.G. & Treagust, D.F. (1993). Teaching with analogies: A case study in Grade-10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1291-1307.
- Harrison, A.G. & Treagust, D.F. (2006). Teaching and learning with analogies. Friend or Foe? In Aubusson P.J., Harrison, A.G. & Ritchie S.M. (Eds.), *Metaphor and Analogy in Science Education* (pp. 11-24). Netherlands: Springer.
- Henriques, L. (2002). Children's ideas about weather. A review of the literature. *School Science and Mathematics*, 102 (5), 202-215.
- Hoover, W.A. (1996). The practice implication of constructivism. *SEDL Letter*, 9 (3). Retrieved February 12, 2017 from: <http://www.sedl.org/pubs/sedletter/v09n03/practice.html>.
- Jenkins, E.W. (2000). Constructivism in School Science Education: Powerful Model or the Most Dangerous Intellectual Tendency? *Science and education*, 9 (6), 599-610.
- Kambouri, M. (2015). Investigating early years teachers' understanding and response to children's preconceptions. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24 (6), 907-927.
- Lemke, J.L. (1990). *Talking science: Language, Learning and values*. Norwood, NJ: Ablex.
- Limon, M. (2001). On the Cognitive Conflict as an Instructional Strategy for Conceptual Changes: a Critical Appraisal. *Learning and Instruction*, 36 (4-5), 357-380.
- Millar, R. (2009). Practical work. In Dillon, J. & Osborne, J. (Eds), *Good practice in Science teaching: what research has to say* (pp.6-45). Second Edition. London: McGraw-Hill.

- Nashon, S.M. (2004). The nature of analogical explanations: High School Physics teachers use in Kenya. *Research in Science Education*, 34 (4), 475-502.
- Parida, B.K. & Goswami, G. (2000). Using analogy as a tool in science education. *School Science: Quarterly Journal of Science Education*, 38, 4. Retrieved from (<http://ncert.nic.in/sites/publication/sschap10.htm>).
- Pepin, B. & Haggarty, L. (2001). Mathematics textbooks and their use in English, French and German classrooms: a way to understand teaching and learning cultures. *ZDM*, 33 (5), 158-175.
- OECD (2016). *Education at a Glance 2013: OECD Indicators*. Paris: OECD Publishing.
- Orgill M. (2013). How Effective Is the Use of Analogies in Science Textbooks?. In M. Swe Khine (Eds.), *Critical Analysis of Science Textbooks* (pp. 79-99). Netherlands: Springer Netherlands.
- Orgill, M. & Bodner, G. (2004). What research tells us about using analogies to teach chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 5(1), 15-32.
- Orgill, M. & Bodner, G. (2006). An analysis of the effectiveness of analogy use in college-level biochemistry textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(10), 1040-1060.
- Sendur, G., Toprak, M. & Pekmez, E. (2011). An analysis of analogies used in secondary chemistry textbooks. *Procedia Computer Science*, 3, 307-311.
- Serway, R.A.(1991) Physics for scientists and engineers. Third edition. Τόμος IV. Σύγχρονη Φυσική (Λ.Κ., Ρεσβάνης, μεταφρ). Αθήνα: Ιδιωτική. (Το πρωτότυπο έργο εκδόθηκε 1990).
- Spiro, R.J., Feltovich, P.J., Coulson, R.L. & Anderson, D.K. (1989). Multiple analogies for complex concepts: antidotes for analogy-induced misconceptions in advanced knowledge acquisition. In Vosniadou, S. & Ortony, A. (Eds.), *Similarity and analogical reasoning*. New York: Cambridge University Press.
- Thiele, R.B. & Treagust, D.F. (1994). The nature and extend of analogies in secondary chemistry textbooks. *Instructional Science*, 22(1), 61-74.

- Thiele, R.B., Venville, G.J. & Treagust, D.F. (1995). A comparative analysis of analogies in secondary biology and chemistry textbooks used in Australian schools. *Research in Science Education*, 25(2), 221-230.
- Tobin, K. (1993). Referents for making sense of science teaching. *International Journal of Science Education*, 15 (3), 241-254.
- Treagust, D.F. (1993). The evolution of an approach for using analogies in teaching and learning science. *Research in Science Education*, 23 (1), 293-301.
- Treagust, D.F., Harrison, A.G. & Venville, G.J. (1996). Using an analogical teaching approach to engender conceptual change. *International Journal of Science Education*, 18 (2), 213-229.
- Treagust, D.F., Harrison, A.G. & Venville, G.J. (1998). Teaching science effectively with analogies: An approach for preservice and inservice teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 9 (2), 85-101.
- Turk, F., Ayas, A. & Karsli, F. (2010). Effectiveness of analogy technique on students' achievement in general chemistry laboratory. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 2 (2), 2717-2721.
- Ugur, G., Dilber, R., Senpolat, Y. & Duzgun, B. (2012). The effects of analogy on students' Understanding of direct current circuits and attitudes toward Physics lessons. *European Journal of Educational Research*, 1 (3), 211-223.
- Vosniadou, S. & Ortony, A. (1989). Similarity and analogical reasoning: a synthesis. In Vosniadou, S. & Ortony, A. (Eds.), *Similarity and analogical reasoning*. New York: Cambridge University Press.
- Vosniadou, S. & Schommer, M. (1988). Explanatory analogies can help children acquire information from expository text. *Journal of Educational Psychology*, 80 (4), 524-536.
- Wandersee, J.H., Mintzes, J.J. & Novak, J.D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In Gabel, D.L. (Eds.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 177-210). New York: MacMillan.

Yanowitz, K. (2001). Using analogies to improve Elementary students' inferential reasoning about scientific concepts. *School Science and Mathematics, 101* (3), 133-142.

Zeitun, H.H. (1984). Teaching scientific analogies: a proposed model. *Research in Science and Technological Education, 2* (2), 107-125.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1. Οι έννοιες των «τομέων- στόχων» που συνδέονται με τις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

	Δομικά σωματίδια ύλης	Ηλεκτρικά Κυκλώματα	Ταχύτητα φωτός	Αναζήτηση φυσικού αερίου	Θερμ/κά υλικά	Βακτήρια	Ανθρώπινη καρδιά	Τριχοειδή αγγεία
1 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	6	1	1	0	0	0	0	0
2 Φυσικά Δημοτικού- Ερευνώ και Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	0	0	0	1	1	1	3	1
Σύνολο	6 (40,0%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)	3 (20,0%)	1 (6,7%)

Πίνακας 2. Οι εννοιολογικές περιοχές των «τομέων- στόχων» που συνδέονται με τις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

				Ατομική Φυσική	Ηλεκτρισμός	Οπτική	Οργανική Χημεία	Θερμοδυναμική	Μικροβιολογία	Ανατομία
1	Φυσικά Δημοτικού- Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	Ερευνώ και		6	1	1	0	0	0	0
2	Φυσικά Δημοτικού- Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	Ερευνώ και		0	0	0	1	1	1	4
		Σύνολο		6 (40,0%)	1 (6,66%)	1 (6,66%)	1 (6,66%)	1 (6,66%)	1 (6,66%)	4 (26,7%)

Πίνακας 3. Η θέση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο			Θέση αναλογιών στο εγχειρίδιο									
			1 ^ο δέκατο	2 ^ο δέκατο	3 ^ο δέκατο	4 ^ο δέκατο	5 ^ο δέκατο	6 ^ο δέκατο	7 ^ο δέκατο	8 ^ο δέκατο	9 ^ο δέκατο	10 ^ο δέκατο
1	Φυσικά Δημοτικού- Ανακαλύπτω- Ε' Δημοτικού	Ερευνώ και	3	0	0	0	3	0	1	0	0	1
2	Φυσικά Δημοτικού- Ανακαλύπτω- Στ' Δημοτικού	Ερευνώ και	0	1	1	1	0	0	4	0	0	0
		Σύνολο	3 (20,0%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)	3 (20,0%)	0 (0%)	5 (33,3%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (6,7%)

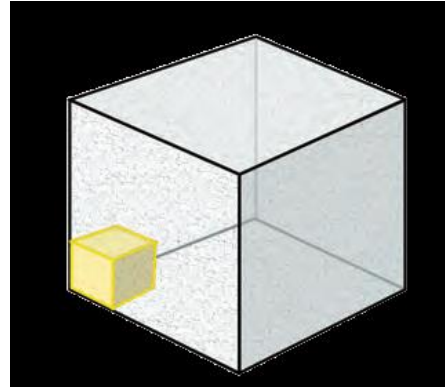
Ανάλυση αναλογιών (Φυσικά Ε' και Στ' Δημοτικού)

1. Παντού γύρω μας υπάρχει ύλη. Όλα τα σώματα, στερεά, υγρά ή αέρια, μικρά ή μεγάλα είναι φτιαγμένα από ύλη, όπως και εμείς οι ίδιοι. Η ύλη μπορεί να είναι σκληρή σαν το ατσάλι, μαλακή σαν την πλαστελίνη, αόρατη όπως ο αέρας, όμορφη όσο ένα λουλούδι.
2. Όπως ακριβώς όλο το πλούσιο λεξιλόγιό μας προκύπτει από τα 24 γράμματα του αλφάβητου, όπως η μαγευτική μουσική πολυμορφία προκύπτει από τις 7 νότες, έτσι και όλη η ποικιλία των υλικών σωμάτων προκύπτει από 92 μόνο διαφορετικά στοιχεία.
3. Η ύλη αποτελείται από μικροσκοπικά σωματίδια, τόσο μικρά που δισεκατομμύρια από αυτά χωρούν στο κεφάλι μιας καρφίτσας.
4. Τα άτομα είναι τόσο μικρά, που ακόμη και το κεφάλι μιας καρφίτσας αποτελείται από 100.000.000.000.000.000 από αυτά.
5. Ο Δημόκριτος και ο Λεύκιππος παρουσίαζαν τη θεωρία αυτή στους μαθητές τους αναφέροντας ως παράδειγμα την άμμο: «Βλέπετε εκείνη την αμμουδιά; Από μακριά δίνει την εντύπωση απλωμένου σεντονιού, στερεού και συμπαγούς. Αν πάμε όμως κοντά, θα δούμε πως η παραλία αποτελείται από άπειρους μικρούς κόκκους άμμου. Ακριβώς, λοιπόν, όπως η παραλία είναι φτιαγμένη από ξεχωριστούς κόκκους άμμου, έτσι και όλα όσα υπάρχουν γύρω μας, τα έχει χτίσει η φύση με μικρά, αόρατα σωματίδια, τα άτομα...»
6. Σε σχέση με τα κυκλώματα που χρησιμοποιούμε για τον φωτισμό του σπιτιού μας, τα κυκλώματα των ηλεκτρονικών συσκευών είναι πολύ πιο μικρά σε μέγεθος. Είναι τόσο μικροσκοπικά, που εκατοντάδες από αυτά χωρούν σε μια πλακέτα πιο μικρή και από το πιο μικρό μας νύχι.
7. Το φως διανύει σε ένα δευτερόλεπτο 300.000 χιλιόμετρα! Αυτή είναι περίπου η απόσταση ανάμεσα στη Γη και τη Σελήνη.
8. Η ταχύτητα περιστροφής, για παράδειγμα, του ηλεκτρονίου γύρω από τον πυρήνα στο άτομο του υδρογόνου είναι περίπου δύο εκατομμύρια φορές μεγαλύτερη από την ταχύτητα με την οποία βαδίζει ο άνθρωπος.



9. Φανταστείτε ότι ψάχνετε για έναν κρυμμένο θησαυρό χωρίς να έχετε στη διάθεσή σας κάποιο χάρτη. Φανταστείτε ακόμη ότι ο θησαυρός που αναζητάτε είναι... αόρατος! Παρόμοια είναι η κατάσταση που αντιμετωπίζουν οι γεωλόγοι, όταν αναζητούν κοιτάσματα φυσικού αερίου.

10. Ο αέρας, όταν περιορίζεται σε κάποιον χώρο, είναι ένας πολύ κακός αγωγός της θερμότητας. Ένα υλικό που χρησιμοποιείται συχνά για τη θερμομόνωση είναι η διογκωμένη πολυστερίνη, ένα είδος φελιζόλ. Το φελιζόλ δεν είναι συμπαγές, στο εσωτερικό του υπάρχουν πολλές κοιλότητες γεμάτες αέρα. Αν αφαιρούσαμε από τον κύβο φελιζόλ της εικόνας όλο τον αέρα, θα έμενε ο μικρός κύβος που βλέπεις κάτω αριστερά. Ο αέρας που είναι παγιδευμένος στο φελιζόλ εμποδίζει τη διάδοση της θερμότητας.



11. Οι μονοκύτταροι οργανισμοί, ωστόσο, είναι «σύνθετοι», αν συγκριθούν με τα βακτήρια, τα οποία έχουν ακόμη πιο απλή οργάνωση και μικρότερο μέγεθος. Για να καταλάβεις πόσο μικροσκοπικά είναι τα βακτήρια, σκέψου ότι σε ένα κουταλάκι θα χωρούσαν 100 δισεκατομμύρια από αυτά!

12. Η καρδιά είναι ένας μυς με μέγεθος περίπου όσο η γροθιά ενός ανθρώπου.

13. Η καρδιά είναι ένας ακούραστος μυς. Αντλεί αίμα κάθε στιγμή σε όλη σου τη ζωή. Ξεκουράζεται για λιγότερο από μισό



δευτερόλεπτο σε κάθε καρδιακό παλμό. Κάθε χρόνο η καρδιά σου «χτυπά» περισσότερες από 40εκατομμύρια φορές. Μια αντλία με δυνατότητες όμοιες με αυτές της καρδιάς θα ήταν αρκετή, για να γεμίσει σε μια μέρα ένα μεγάλο βυτίο υγρών καυσίμων.

14. Το αίμα φτάνει παντού στο σώμα μας λόγω της πίεσης που δημιουργείται από την καρδιά, η οποία λειτουργεί ως αντλία.
15. Οι αρτηρίες και οι φλέβες διακλαδίζονται διαρκώς σε όλο και λεπτότερα αγγεία και ενώνονται τελικά μεταξύ τους μέσα από ένα πυκνό δίκτυο μικροσκοπικών αγγείων που η διάμετρός τους είναι μικρότερη από αυτή της μιας τρίχας. Τα πολύ λεπτά αυτά αγγεία ονομάζονται τριχοειδή αγγεία.

Πίνακας 4. Ανάλυση 1^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Ύλη
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ατομική Φυσική
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 1 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Δομική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Εικονικός-Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/Αφηρημένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» παράλληλα με τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Εκτεταμένη αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Μακροσκοπικός-Μικροσκοπικός-Συμβολικός (στο εν λόγω κείμενο)
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Δεν παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»

14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

Πίνακας 5. Ανάλυση 2^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Σχηματισμός μορίων
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ατομική Φυσική
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 1 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Δομική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Εικονικός-Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/Αφηρημένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» μετά με τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Εκτεταμένη αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Συμβολικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο

13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

Πίνακας 6. Ανάλυση 3^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Δομικά σωματίδια ύλης
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ατομική Φυσική
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 1 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Δομική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/Αφηρημένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» παράλληλα με τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Απλή αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Συμβολικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα

12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Δεν παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

Πίνακας 7. Ανάλυση 4^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Άτομο
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ατομική Φυσική
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 5 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Δομική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/Αφηρημένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» παράλληλα με τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Απλή αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Συμβολικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση

11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Δεν παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

Πίνακας 8. Ανάλυση 5^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Άτομο
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ατομική Φυσική
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 5 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Δομική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/Αφηρημένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» παράλληλα με τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Εμπλουτισμένη αναλογία

9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Συμβολικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

Πίνακας 9. Ανάλυση 6^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Ηλεκτρικά κυκλώματα
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ηλεκτρισμός
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 5 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Δομική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/Συγκεκριμένο

7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» παράλληλα με τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Απλή αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Μακροσκοπικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Εκμάθηση χρήσης εργαστηριακού οργάνου ή πειραματικής διάταξης
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Δεν παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

Πίνακας 10. Ανάλυση 7^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Ταχύτητα φωτός
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Οπτική
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 7 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Δομική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης»	Συγκεκριμένο/Αφηρημένο

και «τομέα-στόχου»	
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» παράλληλα με τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Απλή αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Συμβολικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Δεν παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

Πίνακας 11. Ανάλυση 8^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Ταχύτητα περιστροφής ηλεκτρονίου
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ατομική Φυσική
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 10 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Δομική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης	Συγκεκριμένο/Αφηρημένο

εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» μετά με τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Απλή αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Συμβολικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Δεν παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

Πίνακας 12. Ανάλυση 9^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Αναζήτηση φυσικού αερίου
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Οργανική χημεία
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 2 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Διαδικαστική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Λεκτικός

6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/Συγκεκριμένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» πριν τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Εμπλουτισμένη αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Μακροσκοπικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση κατανόησης για θέματα που αφορούν στις επιστημονικές διαδικασίες
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

Πίνακας 13. Ανάλυση 10^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Διογκωμένη πολυστερίνη –θερμομονωτικά υλικά
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Θερμοδυναμική
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 3 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ	Δομική

«τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Εικονικός- Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/Συγκεκριμένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» παράλληλα με τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Απλή αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Μακροσκοπικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

Πίνακας 14. Ανάλυση 11^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Βακτήρια
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Μικροβιολογία

3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 4 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Δομική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/Αφηρημένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» μετά με τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Απλή αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Μικροσκοπικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Δεν παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

Πίνακας 15. Ανάλυση 12^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	καρδιά
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ανατομία ανθρώπου
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 7 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Δομική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/Συγκεκριμένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» πριν τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Απλή αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Μακροσκοπικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Δεν παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

Πίνακας 16. Ανάλυση 13^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Καρδιά
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ανατομία ανθρώπου
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 7 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Δομική- Διαδικαστική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Εικονικός- Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/Συγκεκριμένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» παράλληλα με τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Απλή αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Μακροσκοπικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Δεν παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

Πίνακας 17. Ανάλυση 14^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Καρδιά
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ανατομία ανθρώπου
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 7 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Διαδικαστική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/Συγκεκριμένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» μετά τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Απλή αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Μακροσκοπικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Δεν παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

Πίνακας 18. Ανάλυση 15^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Τριχοειδή αγγεία
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ανατομία ανθρώπου
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 7 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Δομική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/Συγκεκριμένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» παράλληλα με τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Απλή αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Μακροσκοπικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ασθενής ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ασθενής τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση κατανόησης για θέματα που αφορούν στον φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Δεν παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Όχι
15. Δήλωση περιορισμών αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

