



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

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

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

από την

Τσετσέλη Ζωή- Αικατερίνη

(Α.Μ. 4282015027)

**ΘΕΜΑ: «Ανάλυση των αναλογιών των σχολικών εγχειριδίων
Φυσικών Επιστημών»**

ΜΕΛΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Μιχαήλ Σκουμιάς	Επίκουρος Καθηγητής	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Επιβλέπων
Αγγελική Δημητρακοπούλου	Καθηγήτρια	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Μέλος
Αναστάσιος Κοντάκος	Καθηγητής	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Μέλος

ΡΟΔΟΣ, 2017

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

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Διδακτική Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Προσέγγιση» του Τμήματος Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, του Πανεπιστημίου Αιγαίου. 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 Σκουμίο, επίκουρο 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.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αναστάσιο Κοντάκο και την κ. Αγγελική Δημητρακοπούλου, καθηγητές του Τμήματος Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, για τη συμμετοχή τους στη συμβουλευτική επιτροπή αλλά και για τη συνολική συνεισφορά τους στη μόρφωσή μου μέσα από την παρακολούθηση των μαθημάτων τους στο παρόν μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών.

Τέλος, 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.

*Στον σύζυγό μου Δημήτρη...
...στις κορούλες μου Μαγδαληνή και Σουλτάνα...*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	13
ABSTRACT	14
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	15
1.1 Οριοθέτηση θέματος και αναγκαιότητα εργασίας.....	15
1.2 Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα	17
1.3 Σημασία εργασίας.....	18
1.4 Δομή εργασίας.....	19
1.5 Ανακεφαλαίωση	20
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	21
2.1 Εισαγωγή	21
2.2 Η εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση και τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	21
2.3 Η αναλογία ως διδακτικό εργαλείο στις Φυσικές Επιστήμες.....	22
2.3.1. Η έννοια της αναλογίας.....	23
2.3.2. Οι αναλογίες στις Φυσικές Επιστήμες	24
2.3.3. Η λειτουργία της αναλογικής σκέψης.....	24
2.3.4. Η χρήση των αναλογιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Προϋποθέσεις και πλεονεκτήματα.....	26
2.3.5. Περιορισμοί στη διδακτική χρήση των αναλογιών.....	28
2.3.6. Μοντέλα διδασκαλίας με αναλογίες	30
2.3.7. Οι αναλογίες στα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών	32
2.4 Ανακεφαλαίωση	33
3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	34
3.1 Εισαγωγή	34
3.2 Οι αναλογίες ως διδακτικό εργαλείο: βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών	34
3.3 Εργαλεία ανάλυσης αναλογιών: βιβλιογραφική ανασκόπηση	43

3.4 Συζήτηση-Πρωτοτυπία εργασίας	54
3.5 Ανακεφαλαίωση	56
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	57
4.1 Εισαγωγή	57
4.2 Ερευνητική διαδικασία	57
4.3 Δείγμα έρευνας	57
4.4 Εργαλείο ανάλυσης αναλογιών	59
4.5 Ανάλυση δεδομένων	69
4.6 Ανακεφαλαίωση	75
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	76
5.1 Εισαγωγή	76
5.2 Συχνότητα εμφάνισης αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	77
5.3 Έννοιες και εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων» αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	78
5.3.1 Έννοιες «τομέων- στόχων» αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	78
5.3.2 Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων» αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	80
5.4 Θέση αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	81
5.5 Χαρακτηριστικά αναλογιών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών	82
5.5.1 Αναλογική σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» αναλογιών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών	82
5.5.2 Τρόπος παρουσίασης αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	82
5.5.3 Επίπεδο αφαίρεσης εννοιών «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	83
5.5.4 Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο» αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	84
5.5.5 Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών ..	85
5.5.6 Τρόπος αντίληψης εννοιών «τομέων- στόχων» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών	86

5.5.7 Ταξινόμηση κειμένου αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών....	87
5.5.8 Τυπικότητα κειμένου αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών.....	88
5.5.9 Μαθησιακός στόχος αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών	89
5.6 Διδακτικές πρακτικές συγγραφέων στις αναλογίες σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών	90
5.6.1 Εξήγηση εννοιών «τομέων- βάσεων» στις αναλογίες σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών	90
5.6.2 Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στις αναλογίες σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών.....	91
5.6.3 Δήλωση περιορισμών αναλογιών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών	92
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	92
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	93
5. 7 Ανακεφαλαίωση	96
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	97
6.1 Εισαγωγή	97
6.2 Κύρια ευρήματα και σχολιασμός	99
6.3 Περιορισμοί Εργασίας.....	106
6.4 Προτάσεις Έρευνας	106
6.5 Ανακεφαλαίωση	107
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	108
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	119

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Η αναλογία ως τετράπολο (Κουλαϊδής κ.συν., 2002).....	25
Σχήμα 2: Επίπεδα εμπλουτισμού αναλογιών (Curtis & Reigeluth, 1984)	46

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1. Αριθμός αναλογιών ανά εγχειρίδιο.....	58
Πίνακας 4.2. Συγκριτική παράθεση κυριότερων εργαλείων ανάλυσης αναλογιών.....	59
Πίνακας 4.3. Εργαλείο ανάλυσης αναλογιών.....	61
Πίνακας 4.4 Δείκτες τυπικότητας και συνολική τυπικότητα κειμένου.....	67
Πίνακας 4.5. Ανάλυση 1ης αναλογίας.....	69
Πίνακας 4.6. Ανάλυση 2ης αναλογίας.....	71
Πίνακας 4.7. Ανάλυση 3ης αναλογίας.....	72
Πίνακας 4.8. Ανάλυση 4ης αναλογίας.....	73
Πίνακας 4.9. Ανάλυση 5ης αναλογίας.....	74
Πίνακας 5.1.Οι αναλογίες στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	77
Πίνακας 5.2. Οι αναλογίες στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας: συχνότητες και ποσοστά.....	78
Πίνακας 5.3. Οι αναλογίες στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών του Γυμνασίου και Λυκείου: συχνότητες και ποσοστά.....	78
Πίνακας 5.4. Οι έννοιες των «τομέων- στόχων» που συνδέονται με τις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	79
Πίνακας 5.5. Οι εννοιολογικές περιοχές των «τομέων- στόχων» που συνδέονται με τις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	80
Πίνακας 5.6. Η θέση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	81

Πίνακας 5.7. Η αναλογική σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	82
Πίνακας 5.8. Ο τρόπος παρουσίασης των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	83
Πίνακας 5.9. Το επίπεδο αφαίρεσης των εννοιών «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	84
Πίνακας 5.10. Η θέση του «τομέα- βάσης» σε σχέση με τον «τομέα- στόχο» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	85
Πίνακας 5.11. Το επίπεδο εμπλουτισμού των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	86
Πίνακας 5.12. Ο τρόπος αντίληψης των εννοιών των «τομέων- στόχων» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	87
Πίνακας 5.13. Η ταξινόμηση κειμένου των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών.....	88
Πίνακας 5.14. Η τυπικότητα κειμένου των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών.....	89
Πίνακας 5.15. Ο μαθησιακός στόχος των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	90
Πίνακας 5.16. Η εξήγηση των εννοιών των «τομέων- βάσεων» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	91
Πίνακας 5.17. Η ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	92
Πίνακας 5.18. Η δήλωση περιορισμών στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	93
Πίνακας 5.19. Η ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση πριν την παρουσίαση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....	94

Πίνακας 5.20. Η ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση μετά την παρουσίαση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....95

Πίνακας 1. Οι έννοιες των «τομέων- στόχων» που συνδέονται με τις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....119

Πίνακας 2. Οι εννοιολογικές περιοχές των «τομέων- στόχων» που συνδέονται με τις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....122

Πίνακας 3. Η θέση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά.....123

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 Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας που χρησιμοποιούνται σήμερα στην ελληνική δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Οι 91 αναλογίες που εντοπίστηκαν στα 18 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 στην αρχή των εγχειριδίων, είναι «απλές» και παρουσιάζονται λεκτικά. Οι εννοιολογικοί «τομείς» των περισσότερων αναλογιών διέπονται από διαδικαστική σχέση ενώ χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό αφαίρεσης. Ο «τομέας-βάση» στην πλειοψηφία των αναλογιών παρουσιάζεται μετά τον «τομέα-στόχο», ενώ δεν παρέχονται πάντα εξηγήσεις σχετικά με αυτόν. Τα κείμενα των περισσότερων 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 τον φυσικό κόσμο. Οι συγγραφείς έχουν την τάση να μην χρησιμοποιούν «λέξεις- κλειδιά» που να φανερόνουν τη γνωστική στρατηγική που χρησιμοποιεί η αναλογική σκέψη, ενώ δεν δηλώνουν σχεδόν 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.

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 secondary education. The 91 analogies that were found in the 18 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 earlier stages of textbooks, are “simple” and have a verbal presentation. The analog and the target of most analogies, share functional attributes and have a high level of abstraction. In most of the cases, the analog is presented after the target of analogies, and explanations about them are not always given. Text of most 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 almost 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.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι αναλογίες αποτελούν αναπόσπαστο εργαλείο τόσο της καθημερινής ανθρώπινης επικοινωνίας, όσο και της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών (Dagher, 1998; Dikmenli, 2015). Η θέση τους στο κέντρο των ερευνών εδώ και τριάντα χρόνια και η σπουδαιότητα του ρόλου τους, αποτέλεσε το έναυσμα για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

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 τη δομή της συνολικής εργασίας (βλ. ενότητα 1.4).

1.1 Οριοθέτηση 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). Οι αναλογίες αποτελούν αναπόσπαστο εργαλείο τόσο της καθημερινής επικοινωνίας όσο και της εκπαιδευτικής πρακτικής, ενώ η αναλογία ως έννοια εντάσσεται στους μη κυριολεκτικούς τύπους έκφρασης της ανθρώπινης γλώσσας (Dagher, 1998; Πρασσάς, 2007). 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, αποδεικνύοντας έτσι τη σπουδαιότητα του ρόλου που αυτές επιτελούν στη μαθησιακή διαδικασία (Χαριτωνίδης, 2016). Συγκεκριμένα, έχουν μελετηθεί αρκετές επιμέρους πτυχές του θέματος των αναλογιών, όπως ο μηχανισμός της αναλογικής σκέψης, η

διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης αναλογιών στη διδασκαλία και η εκπαίδευση υποψήφιων εκπαιδευτικών στη διδασκαλία με αναλογίες (Vosniadou & Ortony, 1989; Harrison & Treagust, 1993).

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. Οι Κουλαϊδής κ. συν. (2002) αφού μελέτησαν οκτώ σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών Δημοτικού και Γυμνασίου που διδάσκονταν στη χώρα μας το έτος διεξαγωγής της έρευνας αυτών, κατέγραψαν και ανέλυσαν με το εργαλείο αυτό 52 αναλογίες. 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.

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 αναλογίες με βάση ένα 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. Επίσης, απουσιάζουν έρευνες που να αναλύουν τις αναλογίες που περιλαμβάνονται στο σύνολο των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με τα οποία διδάσκονται οι μαθητές στην ελληνική επικράτεια.

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 Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας της δευτεροβάθμιας 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 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;

1.3 Σημασία εργασίας

Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι αυτή αναλύει τις αναλογίες που εντοπίζονται στο σύνολο των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών 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.

Στο επίπεδο της έρευνας η εργασία αυτή συνεισφέρει μέσω της πρότασης και της εφαρμογής ενός νέου εμπλουτισμένου πλαισίου ανάλυσης αναλογιών. Επίσης, όπως προαναφέρθηκε, ο αριθμός των δημοσιευμένων σε διεθνές επίπεδο εργασιών αναφορικά με την ανάλυση των αναλογιών που εντοπίζονται σε σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών είναι μικρός (Orgill, 2013). Τα αποτελέσματα από την ανάλυση των αναλογιών των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που θα αναδυθούν από την εργασία αυτή, θα επιτρέψουν να διαμορφωθεί μια πλήρης εικόνα αναφορικά με τα χαρακτηριστικά των αναλογιών και τη χρήση αυτών στα σχολικά εγχειρίδια της χώρας μας. Επιπλέον, θα είναι δυνατή η σύγκριση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των αναλογιών των ελληνικών εγχειριδίων με τα αποτελέσματα ανάλυσης αναλογιών που περιλαμβάνονται σε εγχειρίδια άλλων χωρών.

Η παρούσα εργασία μπορεί να συμβάλλει θετικά 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 δύο ενότητες (βλ. κεφάλαιο 2). Η πρώτη ενότητα αφορά την εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση και τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.2), ενώ η δεύτερη αναφέρεται στις αναλογίες ως διδακτικό εργαλείο των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.3). Συγκεκριμένα, η δεύτερη ενότητα απαρτίζεται από επτά υποενότητες οι οποίες αναφέρονται αντίστοιχα στην έννοια της αναλογίας (βλ. υποενότητα 2.3.1), στη χρήση των αναλογιών στην Ιστορία των Φυσικών Επιστημών (βλ. υποενότητα 2.3.2), στη λειτουργία της αναλογικής σκέψης (βλ. υποενότητα 2.3.3), στα πλεονεκτήματα που οι αναλογίες επιφέρουν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και στις προϋποθέσεις υπό τις οποίες αυτά επέρχονται (βλ. υποενότητα 2.3.4), στους περιορισμούς της διδακτικής χρήσης των αναλογιών (βλ. υποενότητα 2.3.5), σε τέσσερα μοντέλα διδασκαλίας με αναλογίες (βλ. υποενότητα 2.3.6) και στη χρήση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών (βλ. υποενότητα 2.3.7).

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 τη μεθοδολογία που ακολούθησε η έρευνα της εργασίας αυτής και συντίθεται από τέσσερις ενότητες (βλ. κεφάλαιο 4). Η πρώτη ενότητα αφορά την ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. ενότητα 4.2), η δεύτερη το 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 δευτεροβάθμια 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

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών τα τελευταία χρόνια έχει επηρεαστεί από την εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση (Fensham, 1992; Tobin, 1993). Στα πλαίσια του εποικοδομητισμού, που βρίσκει εφαρμογή στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, οι αναλογίες αποτελούν χρήσιμο διδακτικό εργαλείο τόσο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών όσο και για την επίτευξη της επιθυμητής εννοιολογικής αλλαγής. Όπως αποδεικνύουν τα βιβλιογραφικά δεδομένα, αν και τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση αναλογιών είναι ποικίλα, ωστόσο πολλές είναι οι περιπτώσεις όπου η χρήση των αναλογιών κρίνεται αναποτελεσματική (Gilbert, 1989; Bean, Searles & Cowen, 1990).

Το κεφάλαιο αυτό συνιστά το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας και αποτελείται από δύο ενότητες. Η πρώτη ενότητα αφορά την εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση και τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.2), ενώ η δεύτερη ενότητα αναφέρεται στις αναλογίες ως διδακτικά εργαλεία των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.3).

2.2 Η εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση και τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Οι μαθητές, πριν αρχίσουν την τυπική σχολική εκπαίδευση, έχουν ήδη συσσωρεύσει από τις καθημερινές τους δραστηριότητες εμπειρικούς κανόνες και αντιλήψεις που τους υπαγορεύει η διαίσθηση, τα αισθητήρια όργανα και η κοινή λογική τους σχετικά με τον φυσικό κόσμο που τους περιβάλλει, διαμορφώνοντας έτσι έναν δικό τους τρόπο κατανόησης και ερμηνείας αυτού (Driver & Oldham, 1986; Bradley, 1996; Henriques, 2002; Παπαδιά & Κώτσης, 2013). Ως εκ τούτου, κάθε μαθητής ερχόμενος στο σχολείο φέρει διαφορετικές αντιλήψεις βασισμένες στις εμπειρίες της ζωής του, εκ των οποίων άλλες είναι σύμφωνες με την επιστημονική γνώση και άλλες όχι (Kambouri, 2015).

Ο όρος «αντιλήψεις» αναφέρεται στο σύνολο γνώσεων των μαθητών, το οποίο αποτελείται από τις πρακτικο-βιωματικές παραστάσεις που οι μαθητές συγκροτούν μέσα στο κοινωνικό και φυσικό περιβάλλον τους (Τζιμογιάννης, 2002). Πλήθος όρων έχει αποδοθεί για την έννοια των αντιλήψεων των μαθητών. Μερικοί από αυτούς που απαντώνται στη διεθνή βιβλιογραφία σύμφωνα με τους Driver et al. (1985) είναι οι ακόλουθοι: «εναλλακτικές ιδέες» (alternative conceptions), «προαντιλήψεις» (preconceptions), «προηγούμενες ιδέες» (previous ideas), «αυθόρμητες αντιλήψεις» (spontaneous conceptions), καθώς και ο όρος «αναπαραστάσεις».

Οι αντιλήψεις των μαθητών παρεμποδίζουν την κατανόηση εννοιών των Φυσικών Επιστημών επηρεάζοντας και καθορίζοντας έτσι τη μάθηση αυτών (Clement, Brown & Zietsman, 1989). Είναι

βιωματικές, ανθεκτικές στην αλλαγή (Driver, Guesne, & Tiberghien, 1985/1993), ενώ πολλές φορές οι μαθητές μετά τη διδασκαλία υιοθετούν τη σχολική εκδοχή της επιστημονικής γνώσης διατηρώντας όμως ταυτόχρονα και τις δικές τους αντιλήψεις (Wandersee, Mintzes & Novak, 1994), χρησιμοποιώντας έτσι τα δύο σώματα αντιλήψεων ανάλογα με το πλαίσιο αναφοράς.

Βασική αρχή της εποικοδομητικής προσέγγισης για τη μάθηση και τη διδασκαλία, αποτελεί η παραδοχή ότι η νέα γνώση οικοδομείται από τους ίδιους τους μαθητές, ενώ οι αντιλήψεις που φέρουν για θέματα που πρόκειται να διδαχθούν διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο αφενός στη διδασκαλία, αφετέρου στη μάθηση. Στα πλαίσια της εποικοδομητικής θεωρίας για τη μάθηση, που βρίσκει εφαρμογή στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, οι αντιλήψεις των μαθητών χρησιμοποιούνται ως αφηρητικό σημείο, ενώ βρίσκονται στο επίκεντρο του ερευνητικού ενδιαφέροντος του τομέα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του '70 (Driver, & Bell, 1986; Limon, 2001; Μαρκαντώνης, Δημητράκης & Μανιάτης, 2004).

Στην προσέγγιση αυτή, ο μαθητής βρίσκεται στο επίκεντρο της μαθησιακής διαδικασίας, αποκτά ερευνητικό και ενεργό ρόλο, ενώ μέσα από τον αναστοχασμό που λαμβάνει χώρα κατά τη διδακτική πρακτική, αξιολογεί τη λειτουργικότητα και εφαρμογή των αντιλήψεών του (Hoover, 1996; Jenkins, 2000; Μαρκαντώνης, Δημητράκης & Μανιάτης, 2004). Σε περίπτωση διάψευσης των αντιλήψεων του μαθητή, μετά από πειραματισμό ή τη συνειδητοποίηση ύπαρξης διαφορετικών απόψεων μέσα στη σχολική τάξη, ο μαθητής οδηγείται αρχικά σε «γνωστική σύγκρουση», σε αντιπαράθεση δηλαδή των αντιλήψεών του με την επιστημονική γνώση, που μπορεί να επιφέρει «εννοιολογική αλλαγή» (Duit, 1999; Limon, 2001; Μαρκαντώνης, Δημητράκης & Μανιάτης, 2004). Με τον όρο εννοιολογική αλλαγή δηλώνεται η οποιαδήποτε μεταβολή στο γνωστικό υπόβαθρο του μαθητή (Χαλκιά, 2010α).

Στο πλαίσιο του εποικοδομητισμού, έχουν αναπτυχθεί διάφορα διδακτικά εργαλεία που μπορούν να οδηγήσουν στην επιθυμητή εννοιολογική αλλαγή (Μαρκαντώνης, Δημητράκης & Μανιάτης, 2004). Ανάμεσα σε αυτά τα διδακτικά εργαλεία, συμπεριλαμβάνονται και οι αναλογίες (Βοσνιάδου & Brewer, 1994; Limon, 2001).

2.3 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 επτά υποενότητες. Η πρώτη υποενότητα αναφέρεται στην έννοια της αναλογίας (βλ. υποενότητα 2.3.1.), ενώ η δεύτερη στις αναλογίες που εντοπίζονται στην ιστορία των Φυσικών Επιστημών (βλ. υποενότητα 2.3.2.). Η τρίτη υποενότητα αναφέρεται στο μηχανισμό της αναλογικής σκέψης (βλ. υποενότητα 2.3.3.), ενώ η τέταρτη 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 2.3.4.). Στην πέμπτη υποενότητα γίνεται αναφορά στους περιορισμούς που προκύπτουν ορισμένες φορές κατά τη διδακτική

χρήση των αναλογιών (βλ. υποενότητα 2.3.5.), ενώ στην έκτη υποενότητα γίνεται αναφορά σε τέσσερα μοντέλα που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία για τη διδασκαλία με αναλογίες (βλ. υποενότητα 2.3.6.). Η τελευταία υποενότητα αφορά τις αναλογίες που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών (βλ. υποενότητα 2.3.7.).

2.3.1. 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).

Η χρήση των αναλογιών είναι αναπόσπαστο εργαλείο καθημερινής επικοινωνίας από τις απαρχές της ανθρώπινης ύπαρξης: αναλογίες συναντώνται στην ρητορική τέχνη, στα βιβλικά κείμενα, στα φιλοσοφικά επιχειρήματα των αρχαίων φιλοσόφων, στην πολιτική καθώς και στον επιστημονικό λόγο (Dagher, 1998).

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).

2.3.2. Οι αναλογίες στις Φυσικές Επιστήμες

Είναι ευρέως γνωστό, πως οι αναλογίες διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο στην Ιστορία των Φυσικών Επιστημών. Από τον 18^ο ήδη αιώνα, οι αναλογίες αποτέλεσαν αναπόσπαστο εργαλείο σκέψης των επιστημόνων, συμβάλλοντας έτσι στη διατύπωση επιστημονικών εξηγήσεων και σε καθοριστικές για την ανθρωπότητα επιστημονικές ανακαλύψεις (Harrison & Treagust, 2006).

Ο ρόλος των αναλογιών είναι προφανής σε πολλές ιστορικές ανακαλύψεις: Ο Kepler μελέτησε την κίνηση των πλανητών, παρομοιάζοντάς την με τη μηχανική λειτουργία ενός ρολογιού, ενώ οι Watson και Crick κατέληξαν στη διπλή έλικα του DNA έπειτα από την κατασκευή αντίστοιχων αναλογικών μοντέλων (Harrison & Treagust, 2006). Ο Maxwell, περιέγραψε μαθηματικά τις ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές, χρησιμοποιώντας ως ανάλογο την πίεση του νερού σε έναν σωλήνα (Harrison & Treagust, 2006), ενώ ο Νεύτωνας κατέληξε στη σωματιδιακή φύση του φωτός εντοπίζοντας την ομοιότητα ανάμεσα στην ανάκλαση του φωτός σε ένα κάτοπτρο και στην ανάκλαση μιας μπάλας σε έναν τοίχο (Gillispie, 1986/1994). Επιπλέον, ο Thomson πρότεινε ένα ατομικό πρότυπο γνωστό ως «σταφιδόψωμο» παρομοιάζοντας την κατανομή των σταφίδων στο ψωμί με τον ομοιόμορφο διασκορπισμό των ηλεκτρονίων σε μια θετικά φορτισμένη σφαίρα (Serway, 1990/1991).

Επισημαίνεται πως οι αναλογίες δεν αποτελούν απλώς ένα σχήμα λόγου αλλά συνδέονται με τον μηχανισμό κατανόησης και ερμηνείας εννοιών και φαινομένων. Σύμφωνα με τους Vosniadou και Ortony (1989), η μάθηση εξαρτάται από την ικανότητα του ατόμου να αναγνωρίζει και να χρησιμοποιεί τη γνώση που υπάρχει ήδη στη μνήμη του, ως σημείο εκκίνησης για την κατάκτηση νέας γνώσης. Οι αναλογίες είναι ακριβώς ένας τρόπος σύνδεσης της προϋπάρχουσας γνώσης και εμπειρίας του ατόμου με την υπό κατάκτηση νέα γνώση.

2.3.3. Η λειτουργία της αναλογικής σκέψης

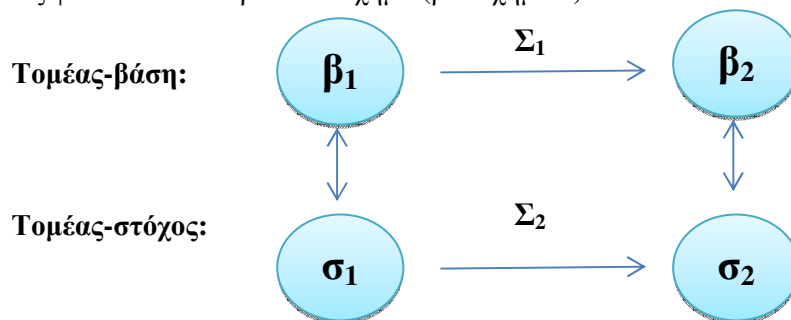
Η σκέψη ενός ατόμου, η οποία χρησιμοποιεί την αναλογία, συνιστά την αναλογική σκέψη, δηλαδή την αυθόρμητη ανάκληση γνωστών καταστάσεων από τη μνήμη, την παρατήρηση της ομοιότητας μεταξύ αυτών και των άγνωστων καταστάσεων που το άτομο καλείται να κατανοήσει και την εξαγωγή συμπερασμάτων για αυτές (Good, 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). Σημαντικό

χαρακτηριστικό της αναλογίας είναι πως αποκαλύπτει τις κοινές σχέσεις ή κοινά στοιχεία που μοιράζονται τα δύο πεδία, παρά τις διαφορές στα αντικείμενα από τα οποία τα πεδία αυτά συνίστανται (Γαβαλάς & Γυφτογιάννη, 2001).

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).

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

Οι αναλογίες χρησιμοποιούνται συχνά στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, με σκοπό την κατασκευή νέας γνώσης, απαλλαγμένης από αντιλήψεις που οι μαθητές είναι δυνατόν να φέρουν ερχόμενοι στην σχολική τάξη (Brown & Clement, 1989; Dikmenli, 2015). Με τη χρήση αναλογιών, οι μαθητές κατανοούν έννοιες άγνωστες ή αφηρημένες που συχνά ανακύπτουν κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, μέσα από τη σύγκριση αυτών με οικείες προς αυτούς έννοιες (Beall, 1999; Orgill, 2013). Έχει διαπιστωθεί μάλιστα, ότι όσο λιγότερο οικείο είναι το προς μελέτη φαινόμενο ή έννοια που καλούνται να προσεγγίσουν οι μαθητές, τόσο περισσότερο επιστρατεύουν το μηχανισμό της αναλογικής σκέψης (Χρηστίδου, 2001).

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, καθώς βοηθούν στην αντιστοίχιση των κοινών χαρακτηριστικών ή λειτουργιών μεταξύ των δύο «τομέων».
- ο τρόπος διδασκαλίας με αναλογίες: τα αποτελέσματα από τη διδασκαλία με αναλογίες διαφέρουν καθώς εξαρτώνται από την διδακτική πρακτική που ακολουθείται κάθε φορά.

Έτσι, οι αναλογίες επιδρούν θετικότερα στην κατανόηση των άγνωστων εννοιών, όταν χρησιμοποιούνται με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, ενώ όταν οι μαθητές καλούνται να κατασκευάσουν δικές τους αναλογίες, αποκτούν εμπειρία στη χρήση αναλογιών αλλά δεν κατανοούν επαρκώς την υπό-μελέτη άγνωστη έννοια.

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, ενώ αντίθετα κουράζουν τους μαθητές όταν η προς μελέτη έννοια είναι απλή ή ήδη οικεία σε αυτούς.
- η μη δυνατότητα οπτικής αναπαράστασης της άγνωστης έννοιας: οι αναλογίες οδηγούν τους μαθητές στην οπτικοποίηση των νέων εννοιών, καθιστώντας αυτές εύληπτες και προσιτές, ιδίως όταν είναι έννοιες αφηρημένες.
- 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 την διδασκαλία αυτής.
- ο κατάλληλος και προσεκτικός σχεδιασμός της αναλογίας: με τον σωστό και κατάλληλο σχεδιασμό, μια αναλογία είναι δυνατόν να είναι προσιτή και κατανοητή σε όλους τους μαθητές, ενώ έχουν προταθεί αρκετά μοντέλα διδασκαλίας με αναλογίες τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τη διδακτική πρακτική.
- 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, καθώς σε αντίθετη περίπτωση, οι μαθητές δε θα μπορέσουν να χρησιμοποιήσουν την αναλογία.

Ως εκ τούτου, όταν οι αναλογίες επιλεγθούν, 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.

Αρχικά, οι αναλογίες συμβάλλουν στην κατανόηση άγνωστων εννοιών από τους μαθητές καθώς βοηθούν αυτούς να συνδέσουν τις έννοιες αυτές με έννοιες που ήδη περιέχονται στο εννοιολογικό τους πλαίσιο (Orgill, 2013). Έτσι οι μαθητές κατανοούν μία νέα έννοια, με όρους άλλων οικείων εννοιών, δίνοντας νόημα σε αυτό που μαθαίνουν (Orgill & Bodner, 2004).

Επιπλέον, οι αναλογίες 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). Όπως μία εικόνα συντελεί στην βαθύτερη κατανόηση (Treagust, 1993), έτσι και η οπτικοποίηση που προσφέρουν οι αναλογίες διευκολύνουν την κατανόηση της άγνωστης έννοιας, παροτρύνοντας ταυτόχρονα τους μαθητές στη χρήση των αναλογιών κάθε φορά που έρχονται αντιμέτωποι με μία αφηρημένη, νέα έννοια.

Όπως προκύπτει από τα βιβλιογραφικά ευρήματα, οι αναλογίες 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 άγνωστες και απόμακρες έννοιες ή φαινόμενα με γνώσεις και εμπειρίες προερχόμενες από τον πραγματικό κόσμο αυτών. Σύμφωνα με τον Lemke (όπως αναφέρεται στο Orgill, 2013), οι μαθητές είναι πολύ πιθανότερο να εστιάσουν την προσοχή τους σε μια αναλογία παρά σε μία επιστημονική εξήγηση για την ίδια έννοια, καθώς η γλώσσα που χρησιμοποιεί η αναλογία είναι περισσότερο οικεία από την επιστημονική.

Οι αναλογίες θέτουν ως αφετηρία της διδασκαλίας τις αντιλήψεις που οι μαθητές φέρουν (Treagust, 1993), αφού ο εκπαιδευτικός ή οι συγγραφείς των εγχειριδίων κατά την επιλογή ή το σχεδιασμό μιας αναλογίας λαμβάνουν υπόψη το εννοιολογικό πλαίσιο των μαθητών και ως εκ τούτου τις αντιλήψεις αυτών. Έτσι, οι αναλογίες είναι δυνατόν να συνεισφέρουν θετικά στην αναδόμηση των αντιλήψεων των μαθητών και ως εκ τούτου, να οδηγήσουν σε εννοιολογική αλλαγή, σε οικοδόμηση δηλαδή της νέας γνώσης με βάση τις προϋπάρχουσες γνωστικές δομές και εμπειρίες των μαθητών (Brown & Clement, 1989).

2.3.5. 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, το 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, γεγονός που είναι προφανές λόγω των διαφορών αφενός στο γνωστικό τους υπόβαθρο, αφετέρου στην αντιληπτική τους ικανότητα. 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 τέτοιο 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).

Σε μη χρήση της αναλογίας οδηγούνται οι μαθητές κατά την επίλυση ενός προβλήματος, όταν η αναλογία αναφέρεται σε έννοιες για τις οποίες υπάρχουν μαθηματικοί τύποι (Friedel, Gabel & Samuel, 1990). Οι μαθητές είναι απίθανο να δώσουν βάση στην αναλογία με σκοπό την επίλυση του προβλήματος (Friedel, Gabel & Samuel, 1990).

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).

Πολλές φορές οι μαθητές, καθώς δεν κατανοούν το σκοπό χρήσης μιας αναλογίας, καταφεύγουν στη μηχανική χρήση αυτής, χρησιμοποιούν δηλαδή την αναλογία χωρίς την κατανόηση των πληροφοριών που αυτή περιέχει (Bean et. al., 1990). Η μηχανική χρήση των μαθητών οφείλεται αφενός στην ανικανότητα των μαθητών να διακρίνουν την αναλογία από την πραγματικότητα, αφετέρου στο γεγονός, όπως αναφέρει η Orgill (2013), ότι οι μαθητές «δεν είναι πρόθυμοι να επενδύσουν χρόνο για να μάθουν την άγνωστη έννοια, όταν μπορούν απλά να θυμηθούν μία αναλογία για την έννοια αυτή» (p. 81).

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).

Οι περιορισμοί που είναι δυνατόν να προκύψουν κατά τη χρήση των αναλογιών, δεν μειώνουν την αξία τους και το σημαντικό τους ρόλο, απαιτείται ωστόσο προσεκτική επιλογή και χρήση αυτών κατά την εκπαιδευτική διαδικασία. Στην βιβλιογραφία, εντοπίζονται διάφορα μοντέλα διδασκαλίας με αναλογίες απευθυνόμενα κυρίως στους εκπαιδευτικούς, με σημαντικότερα τα: «Μοντέλο διδασκαλίας με αναλογίες» (*“Teaching with analogies model”*) (Glynn, 1991), «Μοντέλο Συγκέντρωσης-Δράσης-Σκέψης» (*“The Focus-Action-Reaction (FAR) guide”*) (Treagust, Harrison & Venville, 1998), «Γενικό μοντέλο διδασκαλίας με αναλογίες» (*“The General Model of Analogy Teaching”*) (Zeitoun, 1984), και «Δουλεύοντας με αναλογίες» (*“Working with Analogies”*) (Nashon, 2004).

2.3.6. Μοντέλα διδασκαλίας με αναλογίες

Ο Zeitoun (1984) πρότεινε ένα μοντέλο για τη διδασκαλία επιστημονικών αναλογιών, η κατασκευή του οποίου στηρίχθηκε στη θεωρία σχημάτων της γνωστικής ψυχολογίας. Πρόκειται για το «Γενικό μοντέλο διδασκαλίας με αναλογίες» (*“The General Model of Analogy Teaching”*) (Zeitoun, 1984), το οποίο περιλαμβάνει εννέα στάδια:

- εύρεση μερικών χαρακτηριστικών των μαθητών που σχετίζονται με την αναλογική σκέψη
- εντοπισμός προηγούμενων γνώσεων των μαθητών σχετικά με την έννοια του «τομέα-στόχου» της αναλογίας
- ανάλυση εκπαιδευτικού υλικού που αναφέρεται στον «τομέα-στόχο»
- αποτίμηση καταλληλότητας της αναλογίας που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί
- καθορισμός χαρακτηριστικών της προς διδασκαλία αναλογίας
- επιλογή διδακτικής στρατηγικής και μέσου παρουσίασης της αναλογίας
- παρουσίαση αναλογίας στους μαθητές
- αξιολόγηση μαθησιακών αποτελεσμάτων από τη διδασκαλία με χρήση της αναλογίας
- αναθεώρηση των παραπάνω σταδίων του μοντέλου

Το «Μοντέλο διδασκαλίας με αναλογίες» (*“Teaching with analogies model”*) (Glynn, 1991), αποτελεί έναν οδηγό για τους εκπαιδευτικούς που επιθυμούν να διδάξουν χρησιμοποιώντας αναλογίες που είτε υπάρχουν στα σχολικά εγχειρίδια είτε παράγουν οι ίδιοι. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, ο εκπαιδευτικός ακολουθεί έξι στάδια. Στο πρώτο στάδιο εισάγει την έννοια του «τομέα-στόχου» της αναλογίας, ενώ στο δεύτερο ανακαλεί και υπενθυμίζει στους μαθητές την έννοια του «τομέα-βάσης». Έπειτα αναγνωρίζει τα κοινά χαρακτηριστικά ή λειτουργίες που μοιράζονται οι δύο «τομείς» και τα

αντιστοιχίζει. Στο πέμπτο στάδιο του μοντέλου, εξάγονται τα συμπεράσματα σχετικά με την έννοια που δίδαξε ο εκπαιδευτικός και τέλος, αναφέρονται τα σημεία στα οποία η αναλογία παύει να ισχύει.

Το 1998, οι Treagust, Harrison και Venville πρότειναν το «Μοντέλο Συγκέντρωσης-Δράσης-Σκέψης» (*“The Focus-Action-Reaction (FAR) guide”*), το οποίο σε αντίθεση με το «Μοντέλο διδασκαλίας με αναλογίες» (*“Teaching with analogies model”*) (Glynn, 1991), μειώνει τα βήματα που ο εκπαιδευτικός πρέπει να ακολουθήσει κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας και εστιάζει τόσο στην προετοιμασία της αναλογίας πριν τη διδασκαλία όσο και στην ανατροφοδότηση μετά από αυτή. Το εν λόγω μοντέλο αποτελείται από τρεις φάσεις.

Η πρώτη φάση αποτελεί τη φάση της «συγκέντρωσης» (*focus*). Στη φάση αυτή ο εκπαιδευτικός λαμβάνει υπόψη τις επιμέρους πτυχές της έννοιας που πρόκειται να διδάξει (βαθμό δυσκολίας, επίπεδο αφαίρεσης), τις προηγούμενες γνώσεις που οι μαθητές μπορεί να έχουν για την έννοια αυτή καθώς και το βαθμό εξοικείωσης των μαθητών με την έννοια του «τομέα-βάσης» της αναλογίας που επέλεξε. Η φάση αυτή πραγματοποιείται είτε πριν τη διδασκαλία, είτε στην αρχή αυτής, έτσι ώστε αν ο εκπαιδευτικός κρίνει πως δεν μπορεί να ανταπεξέλθει σε αυτό το βήμα, να απορρίψει τη χρήση της αναλογίας.

Στη δεύτερη φάση, που ονομάζεται φάση «δράσης» (*action*), ο εκπαιδευτικός συζητά αναλυτικά με τους μαθητές για τα κοινά στοιχεία μεταξύ «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου» καθώς και για τους περιορισμούς της αναλογίας. Η διδασκαλία με αναλογία στη φάση αυτή περιλαμβάνει τρία βήματα: α) εξοικείωση μαθητών με τον «τομέα-βάση» της αναλογίας, β) αντιστοίχιση κοινών στοιχείων και γ) δήλωση περιορισμών αναλογίας.

Η τρίτη και τελευταία φάση του μοντέλου, η φάση «σκέψης» (*reflection*), αποτελεί ένα στάδιο αναστοχασμού, στο οποίο ο εκπαιδευτικός, αφού παρουσίασε την αναλογία, σκέφτεται κατά πόσο δήλωσε με σαφήνεια τις αντιστοιχίσεις και τους περιορισμούς αυτής καθώς και πιθανούς τρόπους βελτίωσης.

Ένα πιο πρόσφατο, σε σχέση με τα παραπάνω μοντέλα, αποτελεί το μοντέλο «Δουλεύοντας με αναλογίες» (*“Working with Analogies”*) (Nashon, 2004), η κατασκευή του οποίου στηρίχθηκε στα προγενέστερα «Γενικό μοντέλο διδασκαλίας με αναλογίες» (*“The General Model of Analogy Teaching”*) (Zeitoun, 1984) και «Μοντέλο διδασκαλίας με αναλογίες» (*“Teaching with analogies model”*) (Glynn, 1991). Το μοντέλο αυτό περιλαμβάνει τα παρακάτω έξι στάδια:

- εντοπισμός προηγούμενων γνώσεων των μαθητών σχετικά με την έννοια του «τομέα-βάσης» της αναλογίας
- εκτίμηση προϋπάρχουσας γνώσης μαθητών σχετικά με την έννοια του «τομέα-στόχου» της αναλογίας

- αναγνώριση των χαρακτηριστικών των δύο «τομέων»
- αντιστοίχιση κοινών χαρακτηριστικών ή λειτουργιών των δύο «τομέων»
- δήλωση μη κοινών στοιχείων των δύο «τομέων»
- εξαγωγή και διατύπωση συμπερασμάτων σχετικά με την έννοια του «τομέα-στόχου»

Το συγκεκριμένο μοντέλο δίνει έμφαση στη δήλωση των μη κοινών στοιχείων των εννοιών που αποτελούν τον «τομέα- βάση» και «τομέα- στόχο» της αναλογίας πριν τη διατύπωση των συμπερασμάτων σχετικά με την έννοια του «τομέα-στόχου», καθώς με τον τρόπο αυτό τα παιδαγωγικά οφέλη είναι δεδομένα (Harrison & Treagust, 1993), ενώ θεωρεί πως η χρήση πολλαπλών τεχνικών, όπως τα παραδείγματα και η επίλυση προβλήματος, συντελούν στη βαθύτερη κατανόηση της άγνωστης έννοιας (Nashon, 2004).

2.3.7. 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, το σχεδιασμό των διδασκαλιών μα και τις διδακτικές πρακτικές που αναπτύσσει ο εκπαιδευτικός μέσα στην τάξη (Ματσαγγούρας, 2006; Dikmenli, 2015). Τα σχολικά εγχειρίδια δεν χρησιμοποιούνται μόνο ως άμεσες πηγές πληροφορίας και γνώσης από εκπαιδευτικούς και μαθητές κατά τη διαδικασία της διδασκαλίας στην τάξη, αλλά και ως βοηθήματα για την απαραίτητη επεξεργασία της διδακτέας ύλης στο σπίτι (Μπούρας & Τριανταφύλλου, 2012; Dikmenli, 2015), μειώνοντας έτσι το χρόνο προετοιμασίας των εκπαιδευτικών και προσφέροντας μια έγκυρη και κοινά αποδεκτή συλλογή υλικού (Μπονίδης, 2005). 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).

2.4 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. Βασικότερα πλεονεκτήματα που χαρακτηρίζουν τη χρήση αναλογιών στη διδασκαλία είναι η βαθύτερη κατανόηση και οπτικοποίηση άγνωστων και αφηρημένων εννοιών, η σύνδεση αυτών με προϋπάρχουσες γνώσεις και εμπειρίες των μαθητών, η προώθηση εννοιολογικής αλλαγής και η προσφορά κινήτρων για μάθηση. Στη βιβλιογραφία εντοπίζονται διάφορα μοντέλα διδασκαλίας με αναλογίες, τα οποία απαρτίζονται από καθορισμένα βήματα και αποτελούν σημαντικό οδηγό στη διδακτική πρακτική που ακολουθεί ο εκπαιδευτικός. Η έρευνα αναφορικά με τη χρήση των αναλογιών στα 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

Στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και στη διδακτική πρακτική εν γένει, οι αναλογίες αποτελούν σημαντικό μηχανισμό οικοδόμησης της νέας γνώσης (Κουλαϊδής κ.συν., 2002), καθώς αποτελούν «εννοιολογικές γέφυρες» (*conceptual bridges*) (Glynn, 2014) ανάμεσα στις οικείες και προσωπικές γνώσεις των μαθητών και τις άγνωστες επιστημονικές (Harrison & Treagust, 2006).

Ωστόσο, οι διδακτικές αναλογίες που χρησιμοποιούνται για την ερμηνεία και κατανόηση των άγνωστων εννοιών, εστιάζουν και αναδεικνύουν ορισμένα χαρακτηριστικά αυτών, επισκιάζοντας ταυτόχρονα άλλα, οδηγώντας έτσι στη δημιουργία παρανοήσεων, όταν τα χαρακτηριστικά που επισκιάζονται είναι σημαντικά (Thiele & Treagust, 1995). Για τον λόγο αυτό, η χρήση των αναλογιών που εντοπίζονται στο γραπτό λόγο και ιδίως στα σχολικά εγχειρίδια, απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, καθώς ο συγγραφέας αυτών δεν είναι παρών κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας προκειμένου να παρέχει εξηγήσεις στους μαθητές αναφορικά με τη χρήση, τους περιορισμούς ή τις λανθασμένες αντιλήψεις που είναι δυνατόν να προκύψουν από την παρουσίαση των αναλογιών αυτών (Curtis & Reigeluth, 1984). Κρίνεται έτσι απαραίτητη η μελέτη και ανάλυση των συγγραμμάτων που χρησιμοποιούνται στη διδακτική πρακτική τόσο ως προς τα χαρακτηριστικά όσο και ως προς τη χρήση των αναλογιών.

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. Για τον σκοπό της έρευνας πραγματοποιήθηκαν δύο συνεντεύξεις με κάθε μαθητή με χρονική διαφορά σαράντα ημερών. Αρχικά, στην πρώτη συνέντευξη οι ερευνητές διερεύνησαν τις προηγούμενες γνώσεις κάθε μαθητή σχετικά με τα θέματα δύο εκ των τεσσάρων κειμένων (ένα κείμενο με αναλογία, ένα χωρίς). Στη συνέχεια, οι ερευνητές, αφού διάβασαν στους μαθητές μία σύντομη περιγραφή για το θέμα των κειμένων που περιείχαν τις αναλογίες, τους παρείχαν και μία εξήγηση για το κάθε θέμα χρησιμοποιώντας τις αναλογίες των κειμένων. Οι αναλογίες ήταν διατυπωμένες σε σύντομες προτάσεις. Οι μαθητές κλήθηκαν να εξηγήσουν την κάθε αναλογία, και κυρίως την έννοια του «τομέα-βάσης» αυτών, ενώ έπειτα οι ερευνητές τους παρείχαν περαιτέρω εξηγήσεις για αυτούς ανάλογα με τις προηγούμενες γνώσεις των μαθητών. Οι ερευνητές, αφού ζήτησαν εκ νέου από τους μαθητές να διατυπώσουν την άποψή τους σχετικά με τα κείμενα αυτά ρωτώντας τους ταυτόχρονα και για άλλα σχετικά θέματα, διάβασαν ξανά στους μαθητές τα επεξηγηματικά κείμενα που περιείχαν τις αναλογίες δύο φορές. Οι μαθητές κλήθηκαν να ανακαλέσουν πληροφορίες από τα κείμενα και να περιγράψουν τις πληροφορίες αυτές σε μαθητές άλλων τάξεων, προκειμένου να γίνει φανερή η επίδραση των αναλογιών στην κατανόηση των κειμένων και στην απομνημόνευση βασικών πληροφοριών από τα κείμενα αυτά. Με τον ίδιο τρόπο χρησιμοποιήθηκαν στη διδασκαλία και τα κείμενα που δεν περιείχαν αναλογίες, με τη διαφορά πως στην περίπτωση αυτή οι ερευνητές δεν παρείχαν και δεν ζήτησαν εξηγήσεις σχετικά με την αναλογία από τους μαθητές.

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). Η εξήγηση των αναλογιών φάνηκε μέσα από τις συνεντεύξεις, πως είχε μικρότερη επίδραση στην κατανόηση των κειμένων στους μαθητές μικρότερης ηλικίας (5 ετών) σε σχέση με τους μεγαλύτερης ηλικίας μαθητές (7-8 ετών). Το γεγονός αυτό, όπως ερμηνεύουν οι εν λόγω ερευνητές, είναι πιθανό να σχετίζεται με τη φύση της γνώσης των μαθητών κάθε ηλικίας σχετικά με τις έννοιες του «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου» καθώς και με την ικανότητα μα και ωριμότητα σκέψης που απαιτεί η αντιστοίχιση των εννοιών μεταξύ των δύο «τομέων». 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 (για την ενότητα της εξέλιξης και την ενότητα της κληρονομικότητας) 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 για τη διδασκαλία εννοιών από την ενότητα της κληρονομικότητας («τυχαία κατανομή γονιδίων κατά τη διαδικασία της μείωσης, όπως τυχαία αποτελέσματα από τη ρήξη 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 εννοιών. 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. Στην αναλογία που παρουσίασε στους μαθητές («μηχανικό ανάλογο»), ένα τρένο αποτελούμενο από ενωμένα αυτοκίνητα και χωρίς μηχανή, κινείται κυκλικά σε δρόμο, ενώ σε έναν σταθμό που υπάρχει στη διαδρομή, άντρες σπρώχνουν με σταθερή δύναμη τα αυτοκίνητα. Στη διαδρομή υπάρχουν επίσης εμπόδια, τα οποία επιδρούν στην ταχύτητα του τρένου. Όπως έδειξαν τα αποτελέσματα της έρευνας, ενώ οι 14 ετών μαθητές κατανόησαν την αναλογία ανάμεσα στην κίνηση του τρένου και του ηλεκτρικού ρεύματος αντιστοιχίζοντας τα περισσότερα στοιχεία από τον «τομέα- βάση» στον «τομέα-στόχο», οι 12 ετών μαθητές εντόπισαν μόνο μία αντιστοιχίση 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 («θερμικό ανάλογο» μεταξύ του νόμου του Ohm για τον Ηλεκτρισμό και του νόμου του Fourier για τη θερμική αγωγιμότητα). Οι απαντήσεις των μαθητών που κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτηματολόγια τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία με αυτήν την αναλογία, παρουσίασαν σημαντική βελτίωση μετά τη χρήση της αναλογίας. Όπως αναφέρουν οι ερευνητές, η χρήση και των δύο 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 ανέφερε πως το υπόστρωμα και το ενεργό κέντρο του ενζύμου έχουν συμπληρωματικό σχήμα, όπως ακριβώς ένα κλειδί με μία κλειδαριά, ενώ το κείμενο της δεύτερης ομάδας είχε το ίδιο περιεχόμενο χωρίς όμως την αναλογία αυτή. Στη συνέχεια, οι μαθητές και των δύο ομάδων κλήθηκαν να αποδώσουν περιληπτικά το κείμενο που διάβασαν, να περιγράψουν την λειτουργία των ενζύμων και να αξιολογήσουν αν το κείμενο ήταν ευανάγνωστο.

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). Ακολουθώντας το μοντέλο αυτό, ο εκπαιδευτικός αρχικά εξήγησε στους μαθητές πότε λαμβάνει χώρα το φαινόμενο της διάθλασης, έπειτα παρουσίασε σε αυτούς την αναλογία, ενώ στη συνέχεια οι μαθητές κλήθηκαν να εξηγήσουν τα κοινά στοιχεία ανάμεσα στον «τομέα- βάση» και «τομέα- στόχο» της αναλογίας, διεξάγοντας ταυτόχρονα τα συμπεράσματά τους σχετικά με τη διάθλαση του φωτός. Επιπρόσθετα, ο εκπαιδευτικός συζήτησε με τους μαθητές για τους περιορισμούς που προκύπτουν από τη χρήση αυτής της αναλογίας. Για τους σκοπούς της έρευνας, οι Harrison και Treagust (1993) διεξήγαγαν συνεντεύξεις με τους μαθητές και τον εκπαιδευτικό.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των συνεντεύξεων 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. Ο βαθμός στον οποίο οι μαθητές κατανόησαν το φαινόμενο της διάθλασης είναι σύμφωνος τόσο με τον βαθμό κατανόησης που προσδοκούσε ο εκπαιδευτικός μα και με την ηλικία των μαθητών. Επιπρόσθετα, η εμπειρία και ικανότητα του εκπαιδευτικού να διαχειριστεί σωστά την αναλογία και σύμφωνα με το μοντέλο του Glynn (1989), απέδειξε τη σπουδαιότητα του ρόλου του εκπαιδευτικού στη διδασκαλία με αναλογίες. Τέλος, για την επιτυχή χρήση μιας αναλογίας στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, σημαντικοί παράγοντες σύμφωνα με τους Harrison και Treagust (1993) είναι «η χρήση μιας οικείας προς τους μαθητές

αναλογίας και η αναγνώριση και δήλωση τόσο των κοινών όσο και μη κοινών στοιχείων του «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου» από τον εκπαιδευτικό ή/και τους μαθητές» (σ. 1291).

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, από 58 μαθητές ηλικίας 12-14 ετών, ορισμένοι μαθητές κλήθηκαν να διαβάσουν ένα κείμενο με αναλογία και ορισμένοι ένα κείμενο χωρίς καμία αναλογία, σχετικά με τη λειτουργία των κυττάρων σε οργανισμούς ζώων εντός 25 λεπτών. Έπειτα από τη μελέτη των κειμένων, ζητήθηκε από τους μαθητές αυτούς να εξηγήσουν γραπτώς τη λειτουργία των κυττάρων όπως αυτή περιγράφηκε στα κείμενα που τους δόθηκαν. Οι μαθητές κλήθηκαν να περιγράψουν ξανά μετά την πάροδο δύο εβδομάδων τη λειτουργία των κυττάρων γραπτώς, ζητώντας τους στις οδηγίες αυτή τη φορά οι ερευνητές να συνδέσουν την απάντησή τους με κάτι γνωστό ή οικείο από την καθημερινή ζωή, ώστε να οδηγήσουν τους μαθητές σε αναλογική σκέψη. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων αυτού του 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, ενώ οι περισσότεροι από τους υπόλοιπους μαθητές που διάβασαν το απλό κείμενο, με μία μόνο αναλογία. Συγκρίνοντας οι Glynn και Takahashi (1998) τις αναλογίες των μαθητών των δύο ομάδων, συμπέραναν πως οι αναλογίες στις απαντήσεις των μαθητών που διάβασαν το κείμενο με την αναλογία ήταν ποιοτικότερες και ορθότερα δομημένες.

Στο δεύτερο στάδιο της έρευνας που ακολούθησε την ίδια διαδικασία, συμμετείχαν 32 μαθητές μικρότερης ηλικίας (10-12 ετών). Ορισμένοι από τους μαθητές του σταδίου αυτού διάβασαν το ίδιο κείμενο με την αναλογία του πρώτου σταδίου και οι υπόλοιποι το κείμενο χωρίς την αναλογία. Στο στάδιο αυτό και σε αντίθεση με προηγούμενο, οι μαθητές κλήθηκαν να αξιολογήσουν την έννοια του «τομέα-στόχου» ως προς το ενδιαφέρον αυτής, το βαθμό δυσκολίας και σημαντικότητας, πριν την ανάγνωση των κειμένων, αμέσως μετά την ανάγνωση και μετά την πάροδο δύο εβδομάδων. Αμέσως μετά τη μελέτη των κειμένων, όπως και στο πρώτο στάδιο, αλλά και μετά την πάροδο δύο εβδομάδων, ζητήθηκε από τους μαθητές να εξηγήσουν γραπτώς τη λειτουργία των κυττάρων. Τα αποτελέσματα

της έρευνας αυτού του σταδίου έδειξαν πως οι μαθητές που μελέτησαν το κείμενο με την αναλογία σημείωσαν υψηλότερη βαθμολογία στη δοκιμασία αξιολόγησης αμέσως μετά την ανάγνωση των κειμένων σε σχέση τόσο με τη δοκιμασία αξιολόγησης μετά τις δύο εβδομάδες όσο και με τους μαθητές που διάβασαν το κείμενο χωρίς αναλογία. Η επίδραση της αναλογίας στο κείμενο, σύμφωνα με τους Glynn και Takahashi (1998) ήταν μεγαλύτερη στους μαθητές μικρότερης ηλικίας, καθώς οι μαθητές μεγαλύτερης ηλικίας είχαν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν αυθόρμητα αναλογίες. 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». 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, ενώ ελάχιστοι ήταν οι μαθητές που μελέτησαν το απλό κείμενο και που ανέφεραν μία αναλογία, σε αντίθεση με την έρευνα του πρώτου σταδίου. 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 ηλικίας 10 ετών και 22 μαθητές ηλικίας 12 ετών να διαβάσουν 4 παραγράφους μικρής έκτασης σχετικές με διάφορα θέματα από τις Φυσικές Επιστήμες. Τα κείμενα ήταν γραμμένα σε δύο μορφές: στην πρώτη τους μορφή τα κείμενα περιλάμβαναν αναλογίες που σύμφωνα με τη βιβλιογραφία είχαν χρησιμοποιηθεί ξανά σε προγενέστερες έρευνες, ενώ στη δεύτερή τους μορφή τα κείμενα δεν περιείχαν καμία αναλογία. Οι δύο μορφές των κειμένων μοιράστηκαν τυχαία στους μαθητές. Μετά την ανάγνωση των κειμένων, ζητήθηκε από τους μαθητές να περιγράψουν την κεντρική ιδέα της παραγράφου που διάβασαν και να απαντήσουν σε ερωτήσεις. Η απάντηση των ερωτήσεων δεν υπήρχε σαφώς διατυπωμένη στις παραγράφους, απαιτώντας από τους μαθητές να γενικεύσουν τα όσα διάβασαν και να εξάγουν οι ίδιοι τα συμπεράσματα προκειμένου να απαντήσουν στην ερώτηση.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, τόσο οι μαθητές που διάβασαν το κείμενο με την αναλογία όσο και οι υπόλοιποι, μπόρεσαν να αποδώσουν σωστά το περιεχόμενο των παραγράφων που διάβασαν, ενώ οι μαθητές μεγαλύτερης ηλικίας ανακάλεσαν περισσότερες πληροφορίες από τα κείμενα σε σχέση με τους μαθητές μικρότερης ηλικίας. Οι μαθητές που διάβασαν το κείμενο με την αναλογία και που εξήγαγαν σωστά συμπεράσματα απαντώντας στις ερωτήσεις της ερευνήτριας, ήταν

σημαντικά περισσότεροι από τους μαθητές που διάβασαν το κείμενο χωρίς αναλογίες, ενώ η ηλικία φάνηκε και πάλι να επηρεάζει την ικανότητα αυτή των μαθητών. 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, ηλικίας 12-16 ετών. 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 όχι σε μαθητές, μα 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. Οι φοιτητές της δεύτερης ομάδας, όπως αναφέρουν οι ερευνητές, όχι μόνο σημείωσαν μεγαλύτερη βαθμολογία, αλλά χρησιμοποίησαν 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 μαθήματος της Σύγχρονης Φυσικής ενός εξαμήνου σε πανεπιστήμιο της Τουρκίας, διεξάγοντας ταυτόχρονα συνεντεύξεις με τον εκπαιδευτικό και ορισμένους φοιτητές αυτού, προκειμένου να διαπιστωθεί η επίδραση των αναλογιών στην κατανόηση των βασικών εννοιών που αυτοί διδάχθηκαν.

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 παράλληλα βοήθησε αυτούς στην κατανόηση των νέων εννοιών. Κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων, οι περισσότεροι φοιτητές μπόρεσαν τόσο να ανακαλέσουν και να εξηγήσουν ορισμένες από τις αναλογίες που χρησιμοποιήθηκαν από τον εκπαιδευτικό, όσο και να απαντήσουν σωστά σε ερωτήσεις κατανόησης, ενώ ορισμένοι φοιτητές κατάφεραν 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. Επιπροσθέτως, 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. Συγκεκριμένα, στο σύνολο των εγχειριδίων, εκ των οποίων τα 10 εγχειρίδια ήταν Βιολογίας, τα 6 Γενικής Επιστήμης, τα 4 Χημείας, 3 Φυσικής, 2 Γεωεπιστήμης και 1 Γεωλογίας, εντοπίστηκαν 216 αναλογίες.

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», παρέχοντας στον αναγνώστη μια απεικόνιση σε αντίθεση με τις «λεκτικές», όπου ο αναγνώστης καλείται να κατασκευάσει μια δική του.

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*). Όπως είναι προφανές και αναφέρουν οι εν λόγω μελετητές, δεν εντοπίζονται στα εγχειρίδια αναλογίες στις οποίες ο «τομέας-βάση» να αποτελεί αφηρημένη έννοια και ο «τομέας-στόχος» συγκεκριμένη, καθώς ο σκοπός των αναλογιών είναι να εξηγήσουν αφηρημένες ή δύσκολες έννοιες με χρήση οικείων ή εύκολα αντιληπτών από το νου των μαθητών εννοιών.

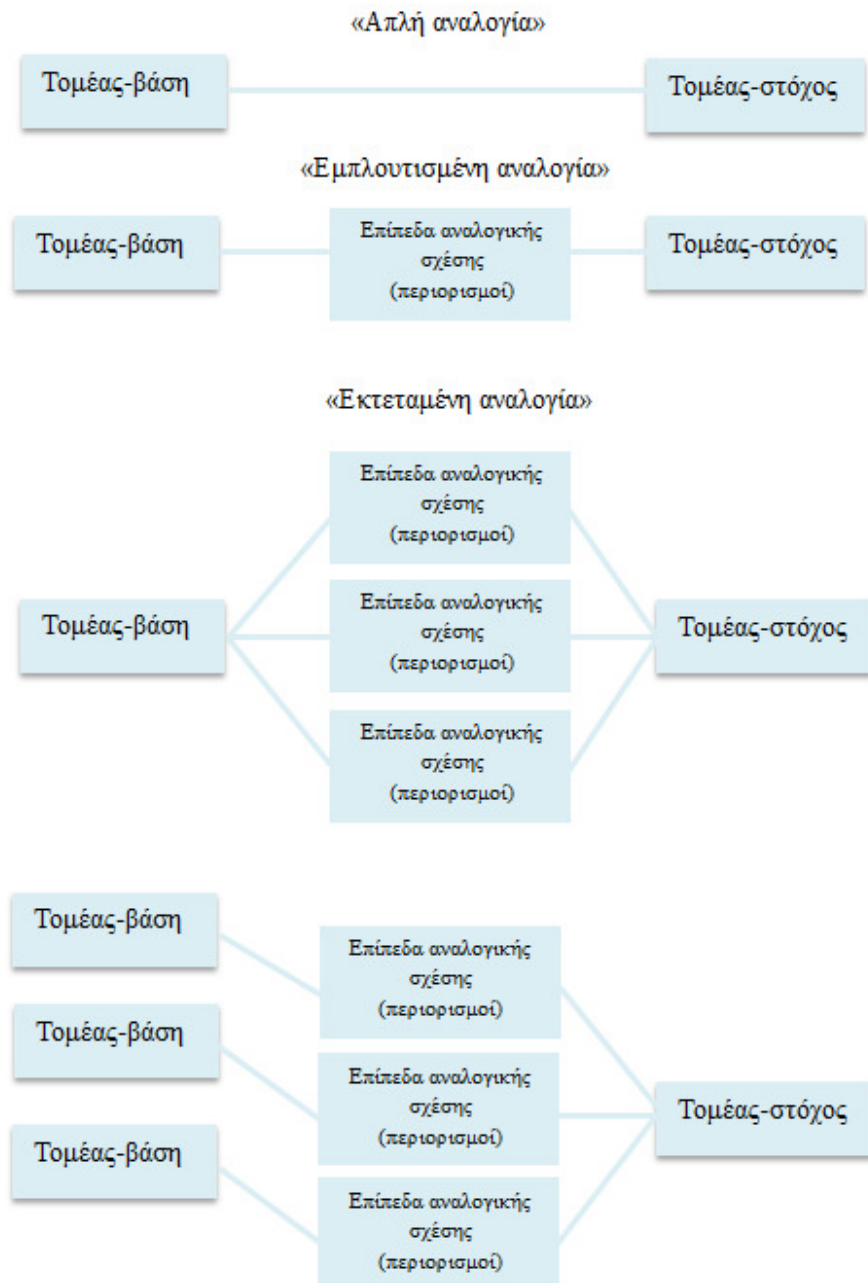
Στο σύστημα ανάλυσης των Curtis και Reigeluth (1984), τρόπος κατηγοριοποίησης των αναλογιών αποτελεί και η σειρά παρουσίασης του «τομέα-βάσης» σε σχέση με τον «τομέα-στόχο» κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας της νέας έννοιας ή φαινομένου. Ο «τομέας-βάση», λοιπόν, μπορεί να παρουσιαστεί πριν τον «τομέα- 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 «απλές αναλογίες» χρησιμοποιούνται σπάνια στα εγχειρίδια καθώς απαιτούν από τον μαθητή να προβεί ο ίδιος στην εξήγηση της αναλογικής σχέσης μεταξύ «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου», διακρίνοντας όλες τις ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των μερών αυτών. Οι «απλές αναλογίες» χρησιμοποιούνται στα εγχειρίδια μόνον όταν είναι προφανής η σχέση μεταξύ «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου» και δεν απαιτούνται διευκρινίσεις. 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 2.). Αυτή η μορφή αναλογίας ονομάζεται «εκτεταμένη αναλογία» (*extended analogy*).

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*).



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

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 3 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).

Συγκεκριμένα, πρώτο 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 φανερό 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.

Η τέταρτη κατηγορία σε αυτό το σύστημα ταξινόμησης, αφορά την «αναλογική σχέση» που διέπει τον «τομέα- βάση» και «τομέα- στόχο» (*analogical relationship*), αν δηλαδή αυτοί παρουσιάζουν κοινά δομικά, λειτουργικά ή δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά. Επιπρόσθετα και όμοια με το αρχικό σύστημα ταξινόμησης των Curtis και Reigeluth (1984), κριτήριο αποτελεί και το «επίπεδο αφάιρησης» των εννοιών που αποτελούν τον «τομέα- βάση» και τον «τομέα- στόχο» (*condition/level of abstraction*). Έτσι, οι αναλογίες κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το αν ο «τομέας-βάση» και ο «τομέας-στόχος» είναι έννοιες αφηρημένες, συγκεκριμένες, ή συγκεκριμένες και αφηρημένες αντίστοιχα.

Με βάση τη «μορφή παρουσίασης» μιας αναλογίας (*presentation format*) στα εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών, όπως προαναφέρθηκε, διακρίνονται οι «λεκτικές» και οι «λεκτικές-εικονικές αναλογίες».

Καθώς αρκετές «λεκτικές αναλογίες» εντοπίστηκαν από τους Thiele και Treagust (1994) για έννοιες για τις οποίες υπήρχαν ταυτόχρονα εικονικές αναπαραστάσεις των «τομέων-στόχων», διευκρινίστηκε από τους ερευνητές σχετικά με το κριτήριο αυτό, πως «λεκτικές-εικονικές αναλογίες» θεωρούνται οι αναλογίες στις οποίες μόνο ο «τομέας-βάση» αναπαριστάται με εικόνα.

Επιπλέον, κριτήρια στην κατηγοριοποίηση αυτή αποτελούν το «επίπεδο εμπλουτισμού» (*level of enrichment*) της αναλογίας, δηλαδή ο «βαθμός αντιστοίχισης» (*extent of mapping*) μεταξύ του «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου» καθώς και ο βαθμός στον οποίο παρέχονται «εξηγήσεις για την έννοια του «τομέα-βάσης» της αναλογίας» (*analog explanation*), ή «αναγνωρίζεται ως στρατηγική μάθησης» η χρήση της αναλογίας (*strategy identification*) όπως και στην αρχική έρευνα των Curtis και Reigeluth (1984).

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*).

Το εργαλείο ανάλυσης των Curtis και Reigeluth (1984) αποτέλεσε χρήσιμο εργαλείο για αρκετές μεταγενέστερες έρευνες. Έτσι, 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*), σύμφωνα με το οποίο κριτήριο οι αναλογίες διακρίνονται σε «δομικές», «διαδικαστικές» και «δομικές-διαδικαστικές», ο «τρόπος παρουσίασης των αναλογιών» (*pictorial representation*), όπου οι αναλογίες διακρίνονται σε «λεκτικές» και «εικονικές-λεκτικές», το «επίπεδο αφάιρεσης» των εννοιών του «τομέα-στόχου» και «τομέα-βάσης» (*analog/target abstraction*), κατά πόσο δηλαδή αυτές οι έννοιες είναι συγκεκριμένες, αφηρημένες ή συγκεκριμένες και αφηρημένες αντίστοιχα 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. Όπως εξηγήθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο (βλ. υποενότητα 2.3.3), στην αναπαράσταση αυτή του τετραπόλου, με σ_1 , σ_2 συμβολίζονται οι έννοιες του «τομέα-στόχου», με β_1 , β_2 οι έννοιες του «τομέα-βάσης», ενώ με Σ_1 , Σ_2 οι σχέσεις που συνδέουν τις έννοιες των δύο «τομέων».

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 κατακόρυφη πληρότητα αφορά την αντιστοίχιση κάθε έννοιας του «τομέα-βάσης» με μία και μόνο έννοια του «τομέα-στόχου» και αντίστροφα. Λόγω ακριβώς αυτής της αμφιμονοσήμαντης αντιστοίχισης, γίνεται κατανοητή η σπουδαιότητα αυτής της διάστασης για τις διδακτικές αναλογίες. 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». Ο «τομέας-βάση» μιας αναλογίας σύμφωνα με τους Κουλαϊδή κ. συν. (2002) πρέπει να είναι οικείος και κατανοητός στους μαθητές, ώστε να είναι δυνατή

και κατάλληλη η μεταφορά της γνώσης στον «τομέα-στόχο». 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» (β1, β2) και οι έννοιες του «τομέα-στόχου» (σ1, σ2) 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 β1 και β2 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.

Με βάση τα παραπάνω πέντε κριτήρια των Κουλαϊδή κ.συν. (2002), μία διδακτική αναλογία πρέπει να είναι οριζόντια και κατακόρυφα πλήρης, να διακρίνεται για την υψηλή συστηματικότητά της, να έχει κατάλληλη βάση και ταυτόχρονα μεγάλη οντολογική απόσταση ανάμεσα στους δύο «τομείς».

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 τες 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.

Έτσι, οι αναλογίες αναλύθηκαν με βάση: την «αναλογική σχέση» που διέπει τον «τομέα-βάση» και «τομέα-στόχο» (*analogical relationship*), τη «μορφή της αναλογίας» (*presentation format*), το «επίπεδο αφαίρεσης» των εννοιών του «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου» (*level of abstraction*), τη «θέση του τομέα-βάσης σε σχέση με τον τομέα-στόχο» (*position of analog relative to target*), το «επίπεδο εμπλουτισμού» της αναλογίας (*level of enrichment*), την «εξήγηση της έννοιας του τομέα-βάσης» (*analog explanation*), την «αναγνώριση της χρήσης της αναλογίας ως στρατηγική μάθησης» (*indication of cognitive strategy*), και την «ύπαρξη των περιορισμών» που υπεισέρχονται στην αναλογία (*limitation of the analogy*).

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, δηλαδή με μια εικόνα να γίνεται σύγκριση της έννοιας του «τομέα-βάσης» με την έννοια του «τομέα-στόχου». 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-συνθετήρας» (*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 το 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 εγχειρίδια 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).

Πρώτο 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 στα κριτήρια ανάλυσης των Curtis και Reigeluth (1984), έτσι κι εδώ, δεύτερο κριτήριο αποτελεί η «αναλογική σχέση μεταξύ τομέα-στόχου και τομέα-βάσης» (*analogical relationship between analog and target*), η οποία μπορεί να είναι «δομική», «διαδικαστική» ή «δομική-

διαδικαστική», ανάλογα, όπως προαναφέρθηκε, με το αν ο «τομέας-βάση» και ο «τομέας-στόχος» εμφανίζουν κοινά δομικά χαρακτηριστικά (σχήμα, χρώμα κ.τ.λ.), κοινά χαρακτηριστικά που αφορούν τη λειτουργία ή συμπεριφορά τους ή κοινά χαρακτηριστικά που αφορούν τόσο τη δομή όσο και τη λειτουργία τους αντίστοιχα.

Το κριτήριο του «τρόπου παρουσίασης» της αναλογίας (*presentation format*) υπεισέρχεται και στην κατηγοριοποίηση του Dikmenli (2015). Οι αναλογίες με βάση το κριτήριο αυτό διακρίνονται σε «λεκτικές», αν παρουσιάζονται μόνο με μορφή κειμένου και σε «εικονικές-λεκτικές» αν η αναλογία παρουσιάζεται με μορφή κειμένου αλλά συνοδεύεται και από αντίστοιχη εικόνα.

Επιπρόσθετα κριτήρια ταξινόμησης και ανάλυσης μιας αναλογίας, όμοια με τα κριτήρια που προτάθηκαν από τους Curtis και Reigeluth (1984), αποτελούν η «θέση του τομέα-βάσης σε σχέση με τον τομέα-στόχο» (*position of the analogue relevant to the target*) και το «επίπεδο αφαίρεσης των εννοιών που αποτελούν τον τομέα-βάση και τομέα-στόχο» (*level of abstraction of the analogue and target concepts*).

Έκτο κριτήριο ανάλυσης στην έρευνα του Dikmenli (2015) αποτελεί το «επίπεδο εμπλουτισμού» της αναλογίας (*level of enrichment*). Βάσει αυτού, μια αναλογία θεωρείται «απλή» αν ο «τομέας-βάση» και ο «τομέας-στόχος» εμφανίζουν μία μόνο ομοιότητα και η πρόταση που περικλείει την αναλογία είναι απλή, χωρίς λεπτομέρειες, «εμπλουτισμένη» αν διακρίνονται δύο ομοιότητες ανάμεσα στον «τομέα-στόχο» και «τομέα-βάση» και η αναλογία περιγράφεται με παραπάνω από μία προτάσεις και «εκτεταμένη», εφόσον υπάρχουν τρεις ή περισσότερες ομοιότητες ενώ η αναλογία περιγράφεται με αρκετές λεπτομερείς προτάσεις. «Εκτεταμένες» θεωρεί ο Dikmenli (2015) και τις αναλογίες στις οποίες διαφορετικοί «τομείς-βάσεις» χρησιμοποιούνται για την περιγραφή ενός «τομέα-στόχου».

Επιπλέον, η «εξήγηση της έννοιας που αποτελεί τον τομέα-βάση» της αναλογίας ή η «αναγνώριση της χρήσης της αναλογίας ως στρατηγική μάθησης», αποτελούν κριτήριο ανάλυσης των αναλογιών, όπως στην αρχική έρευνα των Curtis και Reigeluth (1984). Έτσι, οι αναλογίες στην κατηγορία αυτή διακρίνονται στις αναλογίες οι οποίες συνοδεύονται με την «εξήγηση του τομέα-βάσης» σε σχέση με τον «τομέα-στόχο» σε παραπάνω από ένα σημεία του κειμένου (*analogue explanation*), στις αναλογίες όπου γίνεται φανερός ο σκοπός χρήσης τους, «αναγνωρίζεται δηλαδή η χρήση της αναλογίας ως στρατηγική μάθησης» (*strategy identification*), στις αναλογίες όπου συνδυάζονται τα δύο παραπάνω χαρακτηριστικά «εξήγηση τομέα-βάσης και αναγνώριση χρήσης αναλογίας ως στρατηγική μάθησης» (*both analogue explanation & strategy identification*) ενώ υπάρχουν και αναλογίες οι οποίες χαρακτηρίζονται από «απουσία κάθε είδους επεξήγησης» (*none explanation*).

Τέλος, όπως και στο «Πλαίσιο Ταξινόμησης Αναλογιών» των Thiele και Treagust (1994), η «δήλωση των περιορισμών» που υπεισέρχονται σε μια αναλογία και που είναι δυνατόν να αποτελέσουν αιτία παρανοήσεων, αποτελεί ξεχωριστό και τελευταίο κριτήριο ανάλυσης αυτών.

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 «δίκκοπο 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) σε 26 εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών, 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).

Όπως γίνεται φανερό, απουσιάζουν έρευνες που να αφορούν 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 όλων των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών που διδάσκονται σήμερα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση της χώρας μας. Έτσι, κρίθηκε σκόπιμη, αφενός η σύνθεση ενός πιο εμπλουτισμένου εργαλείου ανάλυσης αναλογιών που θα επιτρέψει τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας με αποτελέσματα σχετικών προγενέστερων ερευνών άλλων χωρών, αφετέρου η ανάλυση των αναλογιών όπως αυτές εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας της

δευτεροβάθμιας, σημερινής, ελληνικής εκπαίδευσης, 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 δευτεροβάθμιας 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 την ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. ενότητα 4.2), ενώ η δεύτερη, το δείγμα της έρευνας αυτής καθώς και τα 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 (πιλοτική 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 18, συνολικά, σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας (Γενικής Παιδείας και Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών) που διδάσκονται σήμερα στη δευτεροβάθμια ελληνική εκπαίδευση. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν οι 91 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 αναλογίες που επιλέχθηκαν εντοπίστηκαν στο κυρίως κείμενο του εγχειριδίου και όχι σε παραρτήματα, ένθετα σημειώματα ή στο κείμενο ερωτήσεων και ασκήσεων αυτού,
- 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. Για παράδειγμα, η πρόταση «Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια αποτελούν ένα είδος «ηλεκτρονικού αερίου», γιατί η κίνησή τους μοιάζει με την κίνηση των μορίων ενός αερίου», δεν επιλέχθηκε ως

αναλογία καθώς η κίνηση των μορίων ενός αερίου δεν είναι έννοια οικεία προς τους μαθητές ή έννοια που να προέρχεται από την καθημερινή τους εμπειρία,

- 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 «Ο ερειστικός ιστός (έρεισμα = στήριγμα) αποτελείται από κύτταρα που συνδέουν δομές μεταξύ τους (π.χ. τους μυς με τα οστά) και προσφέρουν στήριξη και προστασία», δεν επιλέχθηκε ως αναλογία,
- οι προσωποποιήσεις δεν επιλέχθηκαν ως αναλογίες. Για παράδειγμα η πρόταση «Έδαφος είναι η «επιδερμίδα» του στερεού φλοιού της Γης», θεωρήθηκε ως μεταφορά και ως εκ τούτου δεν επιλέχθηκε ως αναλογία.

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

Πίνακας 4.1. Αριθμός αναλογιών ανά εγχειρίδιο

	Σχολικό εγχειρίδιο	Αριθμός αναλογιών
1	Η Φυσική με πειράματα (Α' Γυμνασίου)	0
2	Βιολογία (Α' Γυμνασίου)	6
3	Φυσική (Β' Γυμνασίου)	2
4	Χημεία (Β' Γυμνασίου)	5
5	Βιολογία (Β' & Γ' Γυμνασίου)	6
6	Φυσική (Γ' Γυμνασίου)	9
7	Χημεία (Γ' Γυμνασίου)	4
8	Φυσική (Α' Γεν. Λυκείου)	1
9	Χημεία (Α' Γεν. Λυκείου)	15
10	Βιολογία (Α' Γεν. Λυκείου)	0
11	Φυσική Γενικής Παιδείας (Β' Γεν. Λυκείου)	10
12	Φυσική Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών (Β' Γεν. Λυκείου)	4
13	Χημεία Γενικής Παιδείας (Β' Γεν. Λυκείου)	1
14	Βιολογία Γενικής Παιδείας (Β' Γεν. Λυκείου)	9
15	Φυσική Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών (Γ' Γεν. Λυκείου)	6
16	Χημεία Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών (Γ' Γεν. Λυκείου)	7
17	Βιολογία Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών (Γ' Γεν. Λυκείου)	4
18	Βιολογία Γενικής Παιδείας (Γ' Γεν. Λυκείου)	2
	Σύνολο	91

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 των σχολικών εγχειριδίων Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας που διδάσκονται σήμερα στη χώρα μας. Το εργαλείο αυτό συγκροτήθηκε έπειτα από μελέτη όσων εργαλείων ανάλυσης αναλογιών έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία και στηρίζεται στο εργαλείο ανάλυσης των Thiele και Treagust (1994) με μερικές τροποποιήσεις.

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.

Για την ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας που χρησιμοποιούνται σήμερα στην ελληνική δευτεροβάθμια εκπαίδευση, συγκροτήθηκε ένα εργαλείο ανάλυσης βασισμένο στο εργαλείο των Thiele και Treagust (1994) κατόπιν μερικών τροποποιήσεων.

Η επιλογή του εργαλείου των Thiele και Treagust (1994) ως βάση συγκρότησης για το εργαλείο ανάλυσης της παρούσας εργασίας έγινε με σκοπό την άμεση σύγκριση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης αυτής με αποτελέσματα αναλύσεων αναλογιών σε σχολικά εγχειρίδια άλλων χωρών που έχουν προκύψει έπειτα από χρήση αυτού του συγκεκριμένου εργαλείου.

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	A: Συγκεκριμένο/ Συγκεκριμένο	A: Συγκεκριμένο/ Συγκεκριμένο	A: Συγκεκριμένο/ Συγκεκριμένο

εννοιών τομέα-βάσης και τομέα-στόχου	B: Αφηρημένο/ Αφηρημένο Γ: Συγκεκριμένο/ Αφηρημένο	B: Αφηρημένο/ Αφηρημένο Γ: Συγκεκριμένο/ Αφηρημένο	B: Αφηρημένο/ Αφηρημένο Γ: Συγκεκριμένο/ Αφηρημένο
4. Επίπεδο εμπλουτισμού	A: Απλές B: Εμπλουτισμένες Γ: Εκτεταμένες	A: Απλές B: Εμπλουτισμένες Γ: Εκτεταμένες	A: Απλές B: Εμπλουτισμένες Γ: Εκτεταμένες
5. Εξήγηση έννοιας τομέα-βάσης	A: Εξήγηση τομέα-βάσης B: Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής Γ: Εξήγηση τομέα-βάσης και ένδειξη γνωστικής στρατηγικής	A: Εξήγηση τομέα-βάσης B: Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής Γ: Εξήγηση τομέα-βάσης και ένδειξη γνωστικής στρατηγικής	Εξήγηση τομέα-βάσης αναλογίας
6. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής	Δ: Απουσία επεξηγήσεων	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 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 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» Γ: «τομέας- βάση» μετά τον «τομέα- στόχο» Δ: «τομέας- βάση» στο περιθώριο της σελίδας
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογιών	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
16. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές πριν την παρουσίαση των αναλογιών	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
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση των αναλογιών	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

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 έχουν την τάση να χρησιμοποιούν αναλογίες. Επιπλέον με το κριτήριο αυτό θα αναδειχθούν οι έννοιες των Φυσικών Επιστημών που εξηγούνται με

αναλογίες και που ενδεχομένως επαναλαμβάνονται σε εγχειρίδια ίδιων μαθημάτων αλλά διαφορετικών σχολικών τάξεων ή σε εγχειρίδια διαφορετικών μαθημάτων.

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 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.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι αναλογίες ενεργοποιούν σε μεγαλύτερο βαθμό το μηχανισμό σκέψης των μαθητών όταν οι έννοιες που πραγματεύονται ο «τομέας- βάση» και «τομέας-στόχος» διέπονται από διαδικαστική σχέση, από ότι όταν οι έννοιες διέπονται από δομική σχέση, αφού στην περίπτωση αυτή οι ομοιότητες των δύο «τομέων» είναι προφανείς (Curtis & Reigeluth, 1984). Με το κριτήριο αυτό θα ελεγχθεί ο βαθμός εμπάθυνσης 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».

Το κριτήριο αυτό αποσκοπεί στην ανάδειξη της προτίμησης των συγγραφέων για χρήση «λεκτικών» ή «εικονικών- λεκτικών αναλογιών» στο κείμενο και στη σύγκριση της προτίμησης αυτής με τα βιβλιογραφικά δεδομένα.

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

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.
4. «*Τομέας- βάση*» στο περιθώριο της σελίδας του εγχειριδίου.

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 περιέχονται αναφορές τόσο σε στοιχεία με εξειδικευμένο επιστημονικό περιεχόμενο όσο και σε στοιχεία από άλλα επιστημονικά πεδία ή από την καθημερινή εμπειρία.

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, Koulaïdis & 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. Το κριτήριο διερευνά αν οι συγγραφείς των εγχειριδίων αναφέρουν την ύπαρξη μη κοινών χαρακτηριστικών ή λειτουργιών των δύο «τομέων» ή σημείων στα οποία η αναλογία μπορεί να προκαλέσει παρερμηνείες στους μαθητές. Έτσι διακρίνονται:

1. οι αναλογίες στις οποίες δηλώνονται τυχών 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 αναλυτικά οι αναλύσεις πέντε αναλογιών βάσει του εργαλείου που συγκροτήθηκε στην εργασία αυτή (βλ. Πίνακα 4.5 έως και Πίνακα 4.9).

Αναλογία I¹: «Αξιίζει να επισημάνουμε πως το έργο δεν είναι μορφή ενέργειας. Ανάλογο του έργου και της ενέργειας είναι η επιταγή και το χρήμα. Όπως η τραπεζική επιταγή μετράει το χρήμα που μεταφέρεται από ένα λογαριασμό σε κάποιον άλλο χωρίς η ίδια να είναι χρήμα, έτσι και το έργο μετράει την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα σε κάποιο άλλο, χωρίς αυτό (το έργο) να είναι ενέργεια (Φυσική Α' Γενικού Λυκείου, σελ. 166).»

Πίνακας 4.5. Ανάλυση 1ης αναλογίας

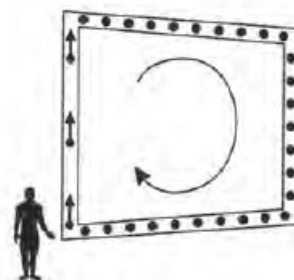
Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Έργο
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Μηχανική
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 7 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Διαδικαστική
5. Τρόπος παρουσίασης αναλογίας	Λεκτικός
6. Επίπεδο Αφαίρεσης εννοιών «τομέα-βάσης» και «τομέα-στόχου»	Συγκεκριμένο/ Αφηρημένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» μετά 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 στο φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Ναι
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

Αναλογία 2^η: «Όπως είδαμε, η ηλεκτρική πηγή δεν παράγει ηλεκτρικά φορτία, αλλά δημιουργεί διαφορά δυναμικού, λόγω της οποίας γίνεται η ροή των ήδη υπάρχοντων ηλεκτρικών φορτίων. Φυσικά, είναι απαραίτητη η συνεχής προσφορά ενέργειας από την ηλεκτρική πηγή (εικ. 7). Παρόμοιο είναι το φαινόμενο της εικόνας 8 (υδραυλικό ανάλογο), όπου η αντλία δεν παράγει νερό, αλλά δημιουργεί διαφορά πίεσης, λόγω της οποίας γίνεται η ροή του ήδη υπάρχοντος νερού. Φυσικά, είναι απαραίτητη η συνεχής προσφορά ενέργειας από την αντλία. Αντίστοιχο είναι το φαινόμενο της εικ. 9 (μηχανικό ανάλογο), όπου ο άνθρωπος δεν παράγει σφαιρίδια, αλλά δημιουργεί διαφορά δυναμικού, λόγω της οποίας γίνεται η ροή των ήδη υπάρχοντων σφαιριδίων. Φυσικά, είναι απαραίτητη η συνεχής προσφορά ενέργειας από τον άνθρωπο (Φυσική Γενικής Παιδείας, Β' Γενικού Λυκείου, σελ. 66).»



Υδραυλικό ανάλογο ηλεκτρικής πηγής. Εικόνα 2.2-8.



Μηχανικό ανάλογο ηλεκτρικής πηγής. Εικόνα 2.2-9.

Πίνακας 4.6. Ανάλυση 2^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Ηλεκτρική πηγή
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ηλεκτρισμός
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 4 ^ο δέκατο του εγχειριδίου
4. Αναλογική Σχέση μεταξύ «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου»	Διαδικαστική
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 τον «τομέα- στόχο»
8. Επίπεδο εμπλουτισμού αναλογίας	Εκτεταμένη αναλογία
9. Τρόπος αντίληψης έννοιας «τομέα- στόχου»	Συμβολικός
10. Ταξινόμηση κειμένου αναλογίας	Ισχυρή ταξινόμηση
11. Τυπικότητα κειμένου αναλογίας	Ισχυρή τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν στο φυσικό κόσμο
13. Εξήγηση έννοιας «τομέα- βάσης»	Παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης»
14. Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στην αναλογία	Ναι
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

Αναλογία 3^η: «Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι ο χημικός επινόησε το mol για τη μέτρηση των δομικών σωματιδίων (ατόμων, μορίων, ιόντων), όπως ακριβώς ο έμπορος επινόησε την ντουζίνα (δωδεκάδα) για τη μέτρηση των αυγών, όπου τη θέση της ντουζίνας (12) κατέχει ο αριθμός Avogadro ($6,02 \cdot 10^{23}$) (Χημεία Α' Γενικού Λυκείου, σελ. 130).»

Πίνακας 4.7. Ανάλυση 3^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Ποσότητα ύλης mol
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Στοιχειομετρία
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/ Αφηρημένο
7. Θέση «τομέα- βάσης» σε σχέση με «τομέα- στόχο»	«τομέας- βάση» μετά 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	Ισχυρή τυπικότητα
12. Μαθησιακός στόχος αναλογίας	Βελτίωση γνώσεων και κατανόησης για θέματα που αφορούν στο 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

Αναλογία 4^η: «Ο Thomson (Τόμσον) πρότεινε ένα πρότυπο σύμφωνα με το οποίο το άτομο αποτελείται από μια σφαίρα θετικού φορτίου, ομοιόμορφα κατανεμημένου, μέσα στο οποίο είναι ενσωματωμένα τα ηλεκτρόνια, όπως οι σταφίδες μέσα σε ένα σφαιρικό σταφιδόψωμο (Φυσική Γενικής Παιδείας Β' Γενικού Λυκείου, σελ. 178).»

Πίνακας 4.8. Ανάλυση 4^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Ατομικό πρότυπο Τόμσον
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ατομική Φυσική
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 9 ^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 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 στο 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

Αναλογία 5^η: «Αναρωτιέσαι τι υπάρχει έξω από τον πυρήνα; Κενό και περιφερόμενα ηλεκτρόνια! Για να πάρεις μια ιδέα σχετικά με το πόσο μικρός είναι ο πυρήνας σε σύγκριση με το (επίσης μικρό) άτομο, σκέψου ότι αν το άτομο είχε το μέγεθος ενός μεγάλου σταδίου, ο πυρήνας θα ήταν όπως ένα μπαλάκι του πινγκ-πονγκ (Χημεία Β' Γυμνασίου, σελ. 63).»

Πίνακας 4.9. Ανάλυση 5^{ης} αναλογίας

Κριτήρια	Κατηγορίες
1. Έννοιες «τομέων- στόχων»	Μέγεθος Πυρήνα
2. Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»	Ατομική Φυσική
3. Θέση αναλογίας στο εγχειρίδιο	Αναλογία στο 6 ^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 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 στο 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	Για τις ιδέες, τις έννοιες, τις θεωρίες που συνδέονται με την αναλογία
17. Ύπαρξη ερωτήσεων που επιχειρούν να προάγουν τη συζήτηση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τους μαθητές μετά την παρουσίαση της αναλογίας	Καμία

4.6 Ανακεφαλαίωση

Η παρούσα εργασία συνιστά μία ποσοτική έρευνα. Δείγμα αυτής αποτέλεσαν οι 91 αναλογίες που εντοπίστηκαν στα 18 εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας (Γενικής Παιδείας και Ομάδας Θετικών Σπουδών) που χρησιμοποιούνται σήμερα στην ελληνική δευτεροβάθμια 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 τόσο τα είδη των μαθησιακών στόχων που επιδιώκονται να επιτευχθούν μέσω της χρήσης αναλογιών όσο και την 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 τις έννοιες (βλ. υποενότητα 5.3.1) καθώς και τις εννοιολογικές περιοχές 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 τα 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 το επίπεδο αφαίρεσης των «τομέων» των αναλογιών (βλ. υποενότητα 5.5.3). Η τέταρτη υποενότητα περιλαμβάνει τα αποτελέσματα αναφορικά με τη θέση του «τομέα- βάση» 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 τον 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 τον 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 τη 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 91 αναλογίες στα 18 σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας που χρησιμοποιούνται σήμερα στην ελληνική δευτεροβάθμια εκπαίδευση με μέσο όρο 5,05 αναλογίες ανά εγχειρίδιο. Η κατανομή τους ανά εγχειρίδιο φαίνεται στον Πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1. Οι αναλογίες στα σχολικά εγχειρίδια

Σχολικό εγχειρίδιο	Αριθμός αναλογιών	Ποσοστό %
1 Η Φυσική με πειράματα (Α' Γυμνασίου)	0	0
2 Βιολογία (Α' Γυμνασίου)	6	6,6
3 Φυσική (Β' Γυμνασίου)	2	2,2
4 Χημεία (Β' Γυμνασίου)	5	5,5
5 Βιολογία (Β' & Γ' Γυμνασίου)	6	6,6
6 Φυσική (Γ' Γυμνασίου)	9	9,9
7 Χημεία (Γ' Γυμνασίου)	4	4,4
8 Φυσική (Α' Γεν. Λυκείου)	1	1,1
9 Χημεία (Α' Γεν. Λυκείου)	15	16,5
10 Βιολογία (Α' Γεν. Λυκείου)	0	0
11 Φυσική Γενικής Παιδείας (Β' Γεν. Λυκείου)	10	10,9
12 Φυσική Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών (Β' Γεν. Λυκείου)	4	4,4
13 Χημεία Γενικής Παιδείας (Β' Γεν. Λυκείου)	1	1,1
14 Βιολογία Γενικής Παιδείας (Β' Γεν. Λυκείου)	9	9,9
15 Φυσική Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών (Γ' Γεν. Λυκείου)	6	6,6
16 Χημεία Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών (Γ' Γεν. Λυκείου)	7	7,7
17 Βιολογία Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών (Γ' Γεν. Λυκείου)	4	4,4
18 Βιολογία Γενικής Παιδείας (Γ' Γεν. Λυκείου)	2	2,2
Σύνολο	91	100

Τα δύο σχολικά εγχειρίδια που περιλαμβάνουν τον μεγαλύτερο αριθμό αναλογιών είναι το εγχειρίδιο Χημείας της Α' Λυκείου (16,5%) και το εγχειρίδιο Φυσικής Γενικής Παιδείας της Β' Λυκείου (10,9%), ενώ εντοπίστηκαν δύο εγχειρίδια στα οποία δεν περιέχεται καμία αναλογία (βλ. Πίνακα 5.1). Όπως γίνεται φανερό από τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.1, στα 7 εγχειρίδια Φυσικής Γυμνασίου-Λυκείου περιλαμβάνονται 32 (35,2%) αναλογίες με μέσο όρο 4,6 αναλογίες ανά εγχειρίδιο, στα 5 εγχειρίδια Χημείας Γυμνασίου-Λυκείου περιλαμβάνονται 32 (35,2%) αναλογίες με μέσο όρο 6,4 αναλογίες ανά εγχειρίδιο, ενώ στα 6 εγχειρίδια Βιολογίας Γυμνασίου-Λυκείου περιέχονται 27 (29,6%) αναλογίες με μέσο όρο 4,5 αναλογίες ανά εγχειρίδιο (βλ. Πίνακα 5.2).

Πίνακας 5.2. Οι αναλογίες στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικά εγχειρίδια	Αριθμός εγχειριδίων	Αριθμός αναλογιών	Ποσοστό %
Εγχειρίδια Φυσικής	7	32	35,2
Εγχειρίδια Χημείας	5	32	35,2
Εγχειρίδια Βιολογίας	6	27	29,6
Σύνολο	18	91	100

Επιπλέον, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης, εντοπίζονται περισσότερες αναλογίες στα εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας που διδάσκονται στο Λύκειο σε σχέση με τα αντίστοιχα εγχειρίδια που διδάσκονται στο Γυμνάσιο. Συγκεκριμένα, στα 7 σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας που διδάσκονται στο Γυμνάσιο εντοπίζονται 32 αναλογίες (35,2%) με μέσο όρο 4,6 αναλογίες ανά εγχειρίδιο, ενώ στα 11 σχολικά εγχειρίδια Λυκείου εντοπίζονται 59 (64,8%) αναλογίες με μέσο όρο 5,4 αναλογίες ανά εγχειρίδιο (βλ. Πίνακα 5.3).

Πίνακας 5.3. Οι αναλογίες στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών του Γυμνασίου και Λυκείου: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικά εγχειρίδια	Αριθμός εγχειριδίων	Αριθμός αναλογιών	Ποσοστό %
Εγχειρίδια Γυμνασίου	7	32	35,2
Εγχειρίδια Λυκείου	11	59	64,8
Σύνολο	18	91	100

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 σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας Γυμνασίου-Λυκείου, κατηγοριοποιήθηκαν σε 34 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 5.4.

Πίνακας 5.4. Οι έννοιες των «τομέων- στόχων» που συνδέονται με τις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Έννοιες «τομέων- στόχων»	Αριθμός αναλογιών	Ποσοστό %
Άτομο	12	13,2
Μόριο	5	5,5
Ηλεκτρόνιο	5	5,5
Ηλεκτρικό φορτίο	2	2,2
Ενέργεια	4	4,4
Έργο	1	1,1
Δύναμη	3	3,3
Πυκνότητα	1	1,1
Συντονισμός ταλάντωσης	2	2,2
Καμπύλωση χωροχρόνου	1	1,1
Ατομικά φάσματα εκπομπής	2	2,2
Ηλεκτρικό ρεύμα	2	2,2
Ηλεκτρική πηγή	2	2,2
1 ^{ος} θερμοδυναμικός νόμος	1	1,1
Πηγάδι δυναμικού	1	1,1
Φράγμα δυναμικού	2	2,2
Φως	2	2,2
Περιοδικός Πίνακας	2	2,2
Ποσότητα ύλης mol	5	5,5
Χημικός δεσμός	1	1,1
Χημική ένωση	2	2,2
Εξουδετέρωση	2	2,2
Εναντιομέρεια	1	1,1
DNA	6	6,5
Δράση ενζύμων	4	4,4
Συστήματα ανθρώπινου σώματος	3	3,3
ATP νουκλεοτίδιο	3	3,3
Μεταβολισμός ανθρώπου	1	1,1
Άμυνα ανθρώπινου οργανισμού	2	2,2
Οργανισμοί και περιβάλλον	1	1,1
Φαινόμενο θερμοκηπίου	3	3,3
Κύτταρο	4	4,4
Πρωτεϊνικά αμινοξέα	2	2,2
Επιστημονική μέθοδος Βιολογίας	1	1,1
Σύνολο	91	100

Από τον Πίνακα 5.4 προκύπτει ότι οι περισσότερες αναλογίες που περιέχονται στο σύνολο των εγχειριδίων αφορούν τις έννοιες του ατόμου (13,2%), του γενετικού υλικού DNA (6,5%) καθώς και την έννοια του μορίου (5,5%), του ηλεκτρονίου (5,5%) και της ποσότητας της ύλης mol (5,5%), έννοιες που δεν γίνονται εύκολα κατανοητές από τους μαθητές λόγω του υψηλού βαθμού αφαιρέσής τους.

Αξίζει να σημειωθεί πως εντοπίστηκαν αρκετές όμοιες αναλογίες σε διαφορετικά σχολικά εγχειρίδια. Συγκεκριμένα, η αναλογία κλειδιού-κλειδαριάς για την εξήγηση της εξειδικευμένης δράσης των ενζύμων, εμφανίζεται σε 4 διαφορετικά εγχειρίδια (Χημεία Γ' Γυμνασίου, Βιολογία Β' Λυκείου, Χημεία Θετικών Σπουδών Γ' Λυκείου και Βιολογία Γενικής Παιδείας Γ' Λυκείου), η αναλογία του πλανητικού συστήματος για την κατανόηση της δομής του ατόμου εμφανίζεται 6 φορές σε 4 εγχειρίδια (Φυσική Β' Γυμνασίου, Φυσική Γ' Γυμνασίου, Χημεία Α' Λυκείου και Φυσική Γενικής Παιδείας Β' Λυκείου), ενώ η αναλογία της δημιουργίας κατασκευών από τουβλάκια για την εξήγηση της δημιουργίας της ύλης από τους δομικούς της λίθους εμφανίζεται σε 3 διαφορετικά εγχειρίδια (Φυσική Β' Γυμνασίου, Χημεία Β' Γυμνασίου, Βιολογία Β'-Γ' Γυμνασίου). Συνολικά εντοπίστηκαν 8 όμοιες αναλογίες στο σύνολο των σχολικών εγχειριδίων.

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 Γυμνασίου- Λυκείου, κατηγοριοποιήθηκαν σε 20 κατηγορίες. Η κατανομή των αναλογιών ανά εννοιολογική περιοχή των «τομέων- στόχων» φαίνεται στον Πίνακα 5.5. Στο Παράρτημα παρατίθεται πίνακας με την κατανομή των αναλογιών ανά εγχειρίδιο και σε συνάρτηση με τις εννοιολογικές περιοχές των «τομέων- στόχων» (βλ. Πίνακα 2).

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.5, οι περισσότερες αναλογίες που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών αφορούν έννοιες που προέρχονται από την Ατομική Φυσική (18,7%) και τον Ηλεκτρισμό (11,0%). Οι εννοιολογικές αυτές περιοχές περιέχουν έννοιες οι οποίες λόγω της αφηρημένης φύσης τους δεν γίνονται εύκολα κατανοητές από τους μαθητές, για αυτό και οι αναλογίες χρησιμοποιούνται ως διδακτικό εργαλείο για την εξήγηση αυτών.

Πίνακας 5.5. 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	17	18,7
Ηλεκτρισμός	10	11,0
Οπτική	2	2,2
Πυρηνική Φυσική	2	2,2
Μηχανική	6	6,6
Θερμοδυναμική	3	3,3
Γενική σχετικότητα	1	1,1
Κβαντομηχανική	7	7,7

Ανόργανη Χημεία	7	7,7
Οργανική Χημεία	1	1,1
Επιστημονική μέθοδος	1	1,1
Στοιχειομετρία	5	5,4
Βιοχημεία	6	6,6
Βιοενεργητική	4	4,4
Κυτταρική Βιολογία	4	4,4
Εξελικτική Βιολογία	1	1,1
Ανατομία ανθρώπου	2	2,2
Ανοσοβιολογία	2	2,2
Γενετική	7	7,7
Φυσική Ατμόσφαιρας	3	3,3
Σύνολο	91	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 του πρώτου κεφαλαίου, ως την τελευταία σελίδα του τελευταίου κεφαλαίου. Στον Πίνακα 5.6 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 εγχειρίδια (βλ. Πίνακα 3).

Πίνακας 5.6. Η θέση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Θέση αναλογιών στα εγχειρίδια	Αριθμός αναλογιών	Ποσοστό %
1 ^ο δέκατο	16	17,6
2 ^ο δέκατο	9	9,9
3 ^ο δέκατο	8	8,8
4 ^ο δέκατο	10	11,0
5 ^ο δέκατο	10	11,0
6 ^ο δέκατο	6	6,6
7 ^ο δέκατο	14	15,3
8 ^ο δέκατο	3	3,3
9 ^ο δέκατο	10	11,0
10 ^ο δέκατο	5	5,5
Σύνολο	91	100

Από τον Πίνακα 5.6 προκύπτει πως οι περισσότερες αναλογίες εντοπίζονται στο πρώτο δέκατο των εγχειριδίων (17,6%) καθώς και στο 7^ο δέκατο αυτών (15,3%).

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 5.7 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 5.7, ο «τομέας- βάση» και «τομέας- στόχος» 53 αναλογιών (58,2%) διέπονται από διαδικαστική σχέση. Οι «τομείς» 25 αναλογιών (27,5%) διέπονται από δομική σχέση, ενώ οι «τομείς» 13 (14,3%) αναλογιών από δομική-διαδικαστική σχέση.

Πίνακας 5.7. 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 Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0	0
2 Βιολογία (Α' Γυμν.)	1	4	1
3 Φυσική (Β' Γυμν.)	1	0	1
4 Χημεία (Β' Γυμν.)	5	0	0
5 Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	1	4	1
6 Φυσική (Γ' Γυμν.)	2	5	2
7 Χημεία (Γ' Γυμν.)	0	4	0
8 Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	0	1	0
9 Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	10	4	1
10 Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	0
11 Φυσική Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	7	2
12 Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	1	2
13 Χημεία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	1	0
14 Βιολογία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	8	1
15 Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	5	1
16 Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	2	5	0
17 Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	1	2	1
18 Βιολογία Γεν. Παιδ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	2	0
Σύνολο	25(27,5%)	53 (58,2%)	13 (14,3%)

5.5.2 Τρόπος παρουσίασης αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Από το σύνολο των 91 αναλογιών που εντοπίστηκαν στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών, οι 66 παρουσιάζονται λεκτικά (72,5%), χρησιμοποιώντας δηλαδή μόνο λέξεις για την περιγραφή τους, ενώ οι 25 (27,5%) εικονικά-λεκτικά, κάνοντας χρήση μίας ή παραπάνω εικόνας για την έννοια του

«τομέα- βάση» της αναλογίας. Στον Πίνακα 5.8 παρουσιάζεται η κατανομή των αναλογιών ανά εγχειρίδιο σε σχέση με τον τρόπο παρουσίασης αυτών στα σχολικά εγχειρίδια.

Πίνακας 5.8. Ο τρόπος παρουσίασης των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο		Τρόπος παρουσίασης αναλογιών	
		Λεκτικός	Εικονικός-Λεκτικός
1	Η Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0
2	Βιολογία (Α' Γυμν.)	5	1
3	Φυσική (Β' Γυμν.)	2	0
4	Χημεία (Β' Γυμν.)	4	1
5	Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	3	3
6	Φυσική (Γ' Γυμν.)	7	2
7	Χημεία (Γ' Γυμν.)	4	0
8	Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	1	0
9	Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	11	3
10	Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0
11	Φυσική Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	6	4
12	Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	2	2
13	Χημεία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	0
14	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	9	0
15	Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	2	4
16	Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	4	3
17	Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	4	0
18	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	2	0
Σύνολο		66 (72,5%)	25 (27,5%)

5.5.3 Επίπεδο αφαίρεσης εννοιών «τομέα- βάση» και «τομέα- στόχος» 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 67 αναλογίες (73,6%) 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 16 αναλογίες (17,6%) στις οποίες τόσο ο «τομέας- βάση» όσο και ο «τομέας- στόχος» είναι έννοιες συγκεκριμένες, ενώ οι εννοιολογικοί «τομείς» μόλις 8 αναλογιών αποτελούν αφηρημένες έννοιες. Στον Πίνακα 5.9 φαίνεται η κατανομή των αναλογιών ανά εγχειρίδιο και σε σχέση με το επίπεδο αφαίρεσης των εννοιών των δύο «τομέων».

Πίνακας 5.9. Το επίπεδο αφαίρεσης των εννοιών «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχο» στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο	Επίπεδο αφαίρεσης εννοιών «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχο»		
	Συγκεκριμένο/ Συγκεκριμένο	Αφηρημένο/ Αφηρημένο	Συγκεκριμένο /Αφηρημένο
1 Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0	0
2 Βιολογία (Α' Γυμν.)	4	0	2
3 Φυσική (Β' Γυμν.)	0	1	1
4 Χημεία (Β' Γυμν.)	0	0	5
5 Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	3	0	3
6 Φυσική (Γ' Γυμν.)	0	2	7
7 Χημεία (Γ' Γυμν.)	2	0	2
8 Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	1
9 Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	1	1	13
10 Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	0
11 Φυσική Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	4	5
12 Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	0	3
13 Χημεία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	0	1
14 Βιολογία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	0	9
15 Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	2	0	4
16 Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	1	0	6
17 Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	0	4
18 Βιολογία Γεν. Παιδ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	1	0	1
Σύνολο	16 (17,6%)	8 (8,8%)	67 (73,6%)

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

Όπως αποδεικνύουν τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.10, σε 32 αναλογίες (35,1%) ο «τομέας- βάση» της αναλογίας παρουσιάζεται μετά τον «τομέα- στόχο» αυτής, ενώ σε 25 αναλογίες (18,7%) 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 17 αναλογίες (18,7%) ο «τομέας- βάση» παρουσιάζεται πριν τον «τομέα- στόχο», ενώ σε ίσο αριθμό αναλογιών (18,7%) παρουσιάζεται στο περιθώριο της σελίδας που ορισμένα σχολικά εγχειρίδια διαθέτουν.

Πίνακας 5.10. 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»	«Τομέας- βάση» στο περιθώριο της σελίδας
1 Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0	0	0
2 Βιολογία (Α' Γυμν.)	2	3	1	0
3 Φυσική (Β' Γυμν.)	1	1	0	0
4 Χημεία (Β' Γυμν.)	1	1	2	1
5 Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	2	2	2	0
6 Φυσική (Γ' Γυμν.)	2	3	2	2
7 Χημεία (Γ' Γυμν.)	0	1	0	3
8 Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	1	0
9 Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	2	0	8	5
10 Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0
11 Φυσική Γ.Π. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	1	7	1
12 Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	0	3	1
13 Χημεία Γ.Π. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	0	1	0
14 Βιολογία Γ.Π. (Β' Γεν. Λυκ.)	2	6	1	0
15 Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν.Λυκ.)	1	3	2	0
16 Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν.Λυκ.)	1	0	2	4
17 Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν.Λυκ.)	1	3	0	0
18 Βιολογία Γ.Π. (Γ' Γεν. Λυκ.)	1	1	0	0
Σύνολο	17 (18,7%)	25 (27,5%)	32(35,1%)	17 (18,7%)

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 και αναλύθηκαν στο σύνολο των σχολικών εγχειριδίων 37 απλές αναλογίες (40,7%), 36 εμπλουτισμένες αναλογίες (39,5%) και 18 εκτεταμένες αναλογίες (18,8%). Η κατανομή των αναλογιών ανά εγχειρίδιο και σε συνάρτηση με το επίπεδο εμπλουτισμού αυτών, παρατίθεται αναλυτικά στον Πίνακα 5.11.

Πίνακας 5.11. 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	Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0	0
2	Βιολογία (Α' Γυμν.)	3	2	1
3	Φυσική (Β' Γυμν.)	0	1	1
4	Χημεία (Β' Γυμν.)	2	3	0
5	Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	2	1	3
6	Φυσική (Γ' Γυμν.)	3	5	1
7	Χημεία (Γ' Γυμν.)	1	2	1
8	Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	1
9	Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	10	4	1
10	Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	0
11	Φυσική Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	5	2	3
12	Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	3	0	1
13	Χημεία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	0	0
14	Βιολογία Γεν. Παιδ.(Β' Γεν. Λυκ.)	3	5	1
15	Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	4	2
16	Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	4	2	1
17	Βιολογία Θετ. Σπ.(Γ' Γεν. Λυκ.)	0	4	0
18	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	1	1
Σύνολο		37(40,7%)	36 (39,5%)	18 (19,8%)

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

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.12, σε 59 αναλογίες (64,8%) οι έννοιες των «τομέων- στόχων» γίνονται αντιληπτές από τους μαθητές με συμβολικό τρόπο, δηλαδή βάσει διδακτικών μοντέλων ή συμβόλων, σε 17 αναλογίες (18,7%) γίνονται αντιληπτές μακροσκοπικά, δηλαδή άμεσα μέσω των αισθήσεων, ενώ σε 15 (16,5%) αναλογίες οι έννοιες των «τομέων- στόχων» γίνονται αντιληπτές με μικροσκοπικό τρόπο, δηλαδή με τη βοήθεια οργάνων όπως το μικροσκόπιο.

Πίνακας 5.12. 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 Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0	0
2 Βιολογία (Α' Γυμν.)	4	2	0
3 Φυσική (Β' Γυμν.)	0	0	2
4 Χημεία (Β' Γυμν.)	0	0	5
5 Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	3	2	1
6 Φυσική (Γ' Γυμν.)	0	0	9
7 Χημεία (Γ' Γυμν.)	2	0	2
8 Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	1
9 Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	1	0	14
10 Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	0
11 Φυσική Γεν. Παιδ.(Β' Γεν. Λυκ.)	1	0	9
12 Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	0	3
13 Χημεία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	0	0
14 Βιολογία Γεν. Παιδ.(Β' Γεν. Λυκ.)	0	5	4
15 Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	2	0	4
16 Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	1	1	5
17 Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	4	0
18 Βιολογία Γεν. Παιδ.(Γ' Γεν. Λυκ.)	1	1	0
Σύνολο	17 (18,7%)	15 (16,5%)	59 (64,8%)

5.5.7 Ταξινόμηση κειμένου αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Σύμφωνα με την ανάλυση των δεδομένων, το κείμενο 42 αναλογιών (46,1%) παρουσιάζει ισχυρή ταξινόμηση, δηλαδή περιέχει αναφορές σε εξειδικευμένο επιστημονικό περιεχόμενο, ενώ το κείμενο 49 αναλογιών (53,9%) 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 5.13.

Πίνακας 5.13. Η ταξινόμηση κειμένου των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια

Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο		Ταξινόμηση κειμένου αναλογιών	
		Ισχυρή ταξινόμηση	Ασθενής ταξινόμηση
1	Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0
2	Βιολογία (Α' Γυμν.)	1	5
3	Φυσική (Β' Γυμν.)	1	1
4	Χημεία (Β' Γυμν.)	2	3
5	Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	1	5
6	Φυσική (Γ' Γυμν.)	3	6
7	Χημεία (Γ' Γυμν.)	0	4
8	Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	0	1
9	Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	9	6
10	Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0
11	Φυσική Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	7	3
12	Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	2	2
13	Χημεία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	0
14	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	2	7
15	Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	6	0
16	Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	4	3
17	Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	2	2
18	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	1	1
Σύνολο		42 (46,1%)	49 (53,9%)

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, οι 82 αναλογίες (90,1%) παρουσιάζουν ασθενή τυπικότητα κειμένου ενώ μόλις οι 9 αναλογίες (9,9%) παρουσιάζουν 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 5.14.

Πίνακας 5.14. Η τυπικότητα κειμένων των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια
Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

	Σχολικό εγχειρίδιο	Τυπικότητα κειμένου αναλογιών	
		Ισχυρή τυπικότητα	Ασθενής τυπικότητα
1	Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0
2	Βιολογία (Α' Γυμν.)	1	5
3	Φυσική (Β' Γυμν.)	0	2
4	Χημεία (Β' Γυμν.)	0	5
5	Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	0	6
6	Φυσική (Γ' Γυμν.)	1	8
7	Χημεία (Γ' Γυμν.)	1	3
8	Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	0	1
9	Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	1	14
10	Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0
11	Φυσική Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	3	7
12	Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	4
13	Χημεία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	1
14	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	8
15	Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	1	5
16	Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	7
17	Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	4
18	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	2
	Σύνολο	9 (9,9%)	82 (90,1%)

5.5.9 Μαθησιακός στόχος αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών

Όπως φαίνεται στα αποτελέσματα του Πίνακα 5.15, 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, 88 αναλογίες (96,7%) έχουν ως μαθησιακό στόχο την κατανόηση θεμάτων σχετικά με τον φυσικό κόσμο, 3 αναλογίες (3,3%) τη βελτίωση της κατανόησης θεμάτων που αφορούν τις επιστημονικές διαδικασίες, ενώ δεν εντοπίστηκε καμία αναλογία που να χρησιμοποιείται με στόχο την εκμάθηση χρήσης εργαστηριακού οργάνου ή πειραματικής διάταξης.

Πίνακας 5.15. 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 Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0	0
2 Βιολογία (Α' Γυμν.)	6	0	0
3 Φυσική (Β' Γυμν.)	2	0	0
4 Χημεία (Β' Γυμν.)	5	0	0
5 Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	5	1	0
6 Φυσική (Γ' Γυμν.)	9	0	0
7 Χημεία (Γ' Γυμν.)	3	1	0
8 Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	1	0	0
9 Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	14	1	0
10 Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	0
11 Φυσική Γ.Π. (Β' Γεν. Λυκ.)	10	0	0
12 Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	4	0	0
13 Χημεία Γ.Π. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	0	0
14 Βιολογία Γ.Π. (Β' Γεν. Λυκ.)	9	0	0
15 Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν.Λυκ.)	6	0	0
16 Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν.Λυκ.)	7	0	0
17 Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν.Λυκ.)	4	0	0
18 Βιολογία Γ.Π. (Γ' Γεν. Λυκ.)	2	0	0
Σύνολο	88 (96,7%)	3 (3,3%)	0 (0%)

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 47 αναλογίες (51,6%) στις οποίες παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης» και 44 αναλογίες (48,4%) 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 5.16.

Πίνακας 5.16. 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	Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0
2	Βιολογία (Α' Γυμν.)	2	4
3	Φυσική (Β' Γυμν.)	2	0
4	Χημεία (Β' Γυμν.)	2	3
5	Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	4	2
6	Φυσική (Γ' Γυμν.)	6	3
7	Χημεία (Γ' Γυμν.)	2	2
8	Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	1	0
9	Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	5	10
10	Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0
11	Φυσική Γ.Π. (Β' Γεν. Λυκ.)	5	5
12	Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	3
13	Χημεία Γ.Π. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	1
14	Βιολογία Γ.Π. (Β' Γεν. Λυκ.)	4	5
15	Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν.Λυκ.)	6	0
16	Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν.Λυκ.)	3	4
17	Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν.Λυκ.)	2	2
18	Βιολογία Γ.Π. (Γ' Γεν. Λυκ.)	2	0
Σύνολο		47 (51,6%)	44 (48,4%)

5.6.2 Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στις αναλογίες σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών

Στο σύνολο των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών, καταγράφηκαν μόνο 10 αναλογίες (11,0%) στις οποίες οι συγγραφείς των εγχειριδίων 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. Στις υπόλοιπες 81 αναλογίες (89,0%) δεν παρατηρείται ένδειξη γνωστικής στρατηγικής με χρήση χαρακτηριστικών λέξεων. Τα αποτελέσματα ανά εγχειρίδιο παρατίθενται στον Πίνακα 5.17.

Πίνακας 5.17. Η ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων

Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

Σχολικό εγχειρίδιο		Ένδειξη γνωστικής στρατηγικής στις αναλογίες	
		Ναι	Όχι
1	Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0
2	Βιολογία (Α' Γυμν.)	0	6
3	Φυσική (Β' Γυμν.)	0	2
4	Χημεία (Β' Γυμν.)	0	5
5	Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	0	6
6	Φυσική (Γ' Γυμν.)	1	8
7	Χημεία (Γ' Γυμν.)	0	4
8	Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	1	0
9	Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	3	12
10	Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0
11	Φυσική Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	2	8
12	Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	3
13	Χημεία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	1
14	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	9
15	Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	1	5
16	Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	1	6
17	Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	4
18	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	2
Σύνολο		10 (11,0%)	81 (89,0%)

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, εντοπίστηκαν μόλις 4 αναλογίες (4,4%) στις οποίες δηλώνεται ένας τουλάχιστον περιορισμός της αναλογίας, ενώ στις υπόλοιπες 87 αναλογίες (95,6%) δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στον Πίνακα 5.18.

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

Από το σύνολο των αναλογιών που καταγράφηκαν στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών, στις 80 αναλογίες (87,9%) δεν εντοπίζεται καμία ερώτηση πριν την παρουσίαση αυτών, με σκοπό την προαγωγή της συζήτησης μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικού. Πριν την παρουσίαση 10 αναλογιών (11,0%) στα εγχειρίδια εντοπίζονται ερωτήσεις σχετικά με τις ιδέες, τις έννοιες και τις θεωρίες που συνδέονται με την αναλογία, ενώ μόνο πριν την παρουσίαση 1 αναλογίας (1,1%) υπάρχει ερώτηση σχετικά με τις πτυχές της επιστημονικής έρευνας που σχετίζεται με την αναλογία (βλ. Πίνακα 5.19).

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, εντοπίστηκε 1 μόνο αναλογία (1,1%) στο σύνολο των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών μετά την παρουσίαση της οποίας υπάρχει ερώτηση η οποία είναι δυνατόν να προάγει τη συζήτηση μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητή, ενώ μετά την παρουσίαση των υπόλοιπων 90 αναλογιών (98,9%) δεν διατυπώνεται καμία ερώτηση από τους συγγραφείς των εγχειριδίων. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 5.20.

Πίνακας 5.18. Η δήλωση περιορισμών στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων
Φυσικών Επιστημών: συχνότητες και ποσοστά

	Σχολικό εγχειρίδιο	Δήλωση περιορισμών αναλογιών	
		Δηλώνεται τουλάχιστον ένας περιορισμός της αναλογίας	Δεν δηλώνεται κανένας περιορισμός της αναλογίας
1	Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0
2	Βιολογία (Α' Γυμν.)	0	6
3	Φυσική (Β' Γυμν.)	0	2
4	Χημεία (Β' Γυμν.)	1	4
5	Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	0	6
6	Φυσική (Γ' Γυμν.)	0	9
7	Χημεία (Γ' Γυμν.)	0	4
8	Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	1	0
9	Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	15
10	Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0
11	Φυσική Γ.Π. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	9
12	Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	4
13	Χημεία Γ.Π. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	1
14	Βιολογία Γ.Π. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	9
15	Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν.Λυκ.)	1	5
16	Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν.Λυκ.)	0	7
17	Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν.Λυκ.)	0	4
18	Βιολογία Γ.Π. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	2
	Σύνολο	4 (4,4%)	87 (95,6%)

Πίνακας 5.19. 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	Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0	0	0
2	Βιολογία (Α' Γυμν.)	4	0	2	0
3	Φυσική (Β' Γυμν.)	1	0	1	0
4	Χημεία (Β' Γυμν.)	2	0	3	0
5	Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	5	0	0	1
6	Φυσική (Γ' Γυμν.)	6	0	3	0
7	Χημεία (Γ' Γυμν.)	4	0	0	0
8	Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	1	0	0	0
9	Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	15	0	0	0
10	Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0
11	Φυσική Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	9	0	1	0
12	Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	4	0	0	0
13	Χημεία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	0	0	0
14	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	9	0	0	0
15	Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	6	0	0	0
16	Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	7	0	0	0
17	Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	4	0	0	0
18	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	2	0	0	0
Σύνολο		80 (87,9%)	0 (0%)	10 (11,0%)	1 (1,1%)

Πίνακας 5.20. 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	Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0	0	0
2	Βιολογία (Α' Γυμν.)	6	0	0	0
3	Φυσική (Β' Γυμν.)	2	0	0	0
4	Χημεία (Β' Γυμν.)	4	0	1	0
5	Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	6	0	0	0
6	Φυσική (Γ' Γυμν.)	9	0	0	0
7	Χημεία (Γ' Γυμν.)	4	0	0	0
8	Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	1	0	0	0
9	Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	15	0	0	0
10	Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0
11	Φυσική Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	10	0	0	0
12	Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	4	0	0	0
13	Χημεία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	0	0	0
14	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	9	0	0	0
15	Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	6	0	0	0
16	Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	7	0	0	0
17	Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	4	0	0	0
18	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	2	0	0	0
Σύνολο		90 (98,9%)	0 (0%)	1 (1,1%)	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 91 αναλογίες στα 18 σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας που χρησιμοποιούνται σήμερα στην ελληνική δευτεροβάθμια εκπαίδευση με μέσο όρο 5,05 αναλογίες ανά εγχειρίδιο. Οι έννοιες των αναλογιών που περιέχονται στα σχολικά εγχειρίδια αφορούν σε μεγαλύτερο ποσοστό την έννοια του ατόμου (13,2%), ενώ οι εννοιολογικές περιοχές που εμπλέκονται στις αναλογίες των εγχειριδίων αφορούν την Ατομική Φυσική (18,7%) και τον Ηλεκτρισμό (11,0%). Σχετικά με τη θέση των αναλογιών στα εγχειρίδια, το 17,6% των αναλογιών εντοπίζεται στο 1^ο δέκατο των εγχειριδίων, ενώ η αναλογική σχέση που διέπει το 58,2% των αναλογιών είναι η διαδικαστική. Επιπρόσθετα, οι περισσότερες αναλογίες (72,5%) παρουσιάζονται με λεκτικό τρόπο, ενώ το επίπεδο των εννοιών του «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» 67 αναλογιών (73,6%) είναι συγκεκριμένο και αφηρημένο αντίστοιχα. Στο 35,1% των αναλογιών ο «τομέας- βάση» εντοπίζεται μετά τον «τομέα- στόχο», ενώ οι περισσότερες αναλογίες είναι απλές σε ποσοστό (40,7%). Σε 59 αναλογίες (64,8%) οι «τομείς- στόχοι» γίνονται αντιληπτοί με συμβολικό τρόπο, ενώ το κείμενο των μισών περίπου αναλογιών (53,9%) εμφανίζει ασθενή ταξινόμηση. Αναφορικά με την τυπικότητα του κειμένου των αναλογιών, αυτή είναι ασθενής σε 82 αναλογίες (90,1%), ενώ οι περισσότερες αναλογίες επιδιώκουν την καλύτερη κατανόηση θεμάτων σχετικά με τον φυσικό κόσμο (96,7%). Στο 51,6% των αναλογιών παρέχονται εξηγήσεις σχετικά με τις έννοιες των «τομέων- βάσεων» των αναλογιών, ενώ σπάνια (11,0%) χρησιμοποιούνται λέξεις από τους συγγραφείς των εγχειριδίων που φανερώνουν τη γνωστική στρατηγική που ακολουθεί η αναλογική σκέψη. Στις 87 αναλογίες (95,6%) δεν δηλώνονται οι περιορισμοί αυτών, ενώ τόσο πριν (87,9%) όσο και μετά (98,9%) την παρουσίαση της αναλογίας δεν χρησιμοποιούνται συνήθως 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).

Μολονότι έχουν πραγματοποιηθεί οι παραπάνω εργασίες, απουσιάζουν έρευνες που να αναλύουν αναλογίες με βάση ένα 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. Επίσης, απουσιάζουν έρευνες που να αναλύουν τις αναλογίες που περιλαμβάνονται στο σύνολο των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών της δευτεροβάθμιας 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 χρησιμοποιώντας ένα εμπλουτισμένο πλαίσιο ανάλυσης, ζήτημα για το οποίο δεν υπήρχαν ερευνητικά δεδομένα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάλυση των αναλογιών που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας της δευτεροβάθμιας 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 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. Δείγμα της παρούσας έρευνας αποτέλεσαν οι 91 αναλογίες που εντοπίστηκαν στο σύνολο των 18 σχολικών εγχειριδίων Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας που διδάσκονται στη δευτεροβάθμια 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 στη δευτεροβάθμια 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 91 αναλογίες στα 18 σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας που διδάσκονται σήμερα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση της χώρας μας, με μέσο όρο 5,05 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. Αν και ο αριθμός των αναλογιών που εντοπίστηκαν στα 7 εγχειρίδια Φυσικής, στα 5 εγχειρίδια Χημείας και στα 6 Βιολογίας δεν παρουσιάζει σημαντική διαφοροποίηση, ο αριθμός των αναλογιών που εντοπίστηκαν στο σύνολο των εγχειριδίων Λυκείου είναι μεγαλύτερος (59 αναλογίες) από τον αριθμό των αναλογιών που εντοπίστηκαν στο σύνολο των εγχειριδίων Γυμνασίου (32 αναλογίες). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως εντοπίστηκαν όμοιες αναλογίες για την εξήγηση κοινών εννοιών σε παραπάνω από ένα σχολικά εγχειρίδια. Όπως γίνεται φανερό από τα παραπάνω, οι συγγραφείς δεν κάνουν εκτεταμένη χρήση των αναλογιών στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών που διδάσκονται σήμερα στη δευτεροβάθμια 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 την έννοια του ατόμου (13,2%) και του γενετικού υλικού DNA (6,5%). 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. Επιπλέον, σύμφωνα με τους Orgill και Bodner (2006), μεγάλος είναι ο αριθμός των αναλογιών που ανέλυσαν και που αναφέρεται στην έννοια του γενετικού υλικού. 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. Ταυτόχρονα, παρατηρείται μικρός αριθμός αναλογιών για την εξήγηση ορισμένων εννοιών, όπως την έννοια της πυκνότητας. Το γεγονός αυτό, ενδεχομένως να οφείλεται στο ότι οι έννοιες για την εξήγηση των οποίων οι συγγραφείς δεν χρησιμοποιούν αναλογίες, είναι έννοιες οικείες ή έννοιες που μπορούν εύκολα να γίνουν αντιληπτές από τους μαθητές ή να εξηγηθούν από τον εκπαιδευτικό με άλλον τρόπο, όπως μέσω πειράματος. Σύμφωνα με τους Gick and Holyoak (1983), η χρήση αναλογιών για την εξήγηση εννοιών οι οποίες είναι οικείες για τους μαθητές ή εύκολο να εξηγηθούν από τον εκπαιδευτικό, είναι δυνατόν να οδηγήσει σε αντίθετα από τα αναμενόμενα αποτελέσματα, καθώς οι αναλογίες στην περίπτωση αυτή αποτελούν επιπλέον πληροφορία που ο μαθητής πρέπει να επεξεργαστεί και να κατανοήσει. Ωστόσο, επειδή για έννοιες των Φυσικών Επιστημών που μπορεί να είναι οικείες στους μαθητές, όπως η έννοια της πυκνότητας και της θερμότητας, σύμφωνα με τη συναφή ερευνητική βιβλιογραφία, οι μαθητές έχουν αντιλήψεις συνήθως διαφορετικές από την επιστημονική γνώση (Driver et al., 1994), είναι αναγκαία η χρήση αναλογιών για τη διδακτική επεξεργασία των αντιλήψεών 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 (18,7%). 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.

Οι περισσότερες αναλογίες που περιλαμβάνονται στο σύνολο των εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών, εντοπίζονται στο 1^ο δέκατο των εγχειριδίων (17,6%) καθώς και στο 7^ο δέκατο των εγχειριδίων (15,3%). 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 διαδικαστική σχέση (58,2%), εμφανίζουν δηλαδή κοινή συμπεριφορά ή κοινή λειτουργία. Σε όμοιο 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 το 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). Έτσι, μία αναλογία της οποίας οι «τομείς» διέπονται από διαδικαστική σχέση, είναι δυνατόν να οδηγήσει σε ουσιαστικότερη και βαθύτερη κατανόηση της άγνωστης έννοιας. Φαίνεται λοιπόν, πως οι συγγραφείς των σχολικών εγχειριδίων, δεν χρησιμοποιούν όλες τις αναλογίες με στόχο έναν υψηλό βαθμό εμπάθυνσης των εννοιών, καθώς υψηλό είναι και το ποσοστό εμφάνισης αναλογιών των οποίων οι «τομείς» διέπονται από «δομική» σχέση.

Σημαντικά μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των αναλογιών που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών και που παρουσιάζονται λεκτικά (72,5%), 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). Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί πως αρκετές από τις «εικονικές- λεκτικές» αναλογίες που εντοπίστηκαν στα 18 σχολικά εγχειρίδια, παρουσιάζονται στο περιθώριο των σελίδων των εγχειριδίων αυτών. Η προτίμηση των συγγραφέων για τον λεκτικό τρόπο παρουσίασης των αναλογιών, είναι πιθανόν να σχετίζεται με τη διάταξη και τη διαμόρφωση των σελίδων του εγχειριδίου, αφού αποφεύγοντας την εικονική παρουσίαση του «τομέα- βάσης» εξοικονομείται χώρος στο εγχειρίδιο (Thiele & Treagust, 1994), είναι δυνατόν όμως και να αιτιολογηθεί αφού οι έννοιες των «τομέων- βάσεων» αρκετών αναλογιών που εντοπίστηκαν είναι τόσο οικείες προς τους μαθητές, που δεν χρειάζονται εικονική αναπαράσταση. Ωστόσο, 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, γίνεται φανερό, πως σημαντικό ρόλο στην κατανόηση εννοιών μέσα από τη χρήση εγχειριδίων, διαδραματίζει τόσο το ίδιο το κείμενο, όσο και οι εικόνες που το συνοδεύουν για αυτό και είναι απαραίτητη η προσεκτική επιλογή του τρόπου παρουσίασης μιας αναλογίας από τους συγγραφείς των εγχειριδίων.

Αναφορικά με το επίπεδο αφαίρεσης των εννοιών του «τομέα- βάσης» και «τομέα- στόχου» των αναλογιών, προκύπτει πως στο 73,6% 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 μετά τον «τομέα- στόχο» αυτής (35,1%). Στις έρευνες των Curtis και Reigeluth (1984), Thiele και Treagust (1994), Orgill και Bodner (1996) το αντίστοιχο ποσοστό είναι μεγαλύτερο (76%, 52,56% και 78,6% αντίστοιχα). Γίνεται έτσι φανερό, πως οι συγγραφείς των εγχειριδίων παρουσιάζουν τον «τομέα- βάση» των αναλογιών μετά τον «τομέα- στόχο» αυτών, παρέχοντας έτσι στους μαθητές ανατροφοδότηση και δυνατότητα αναστοχασμού σχετικά με την έννοια που μόλις διδάχθηκαν (Orgill & Bodner, 2006).

Ο αριθμός των «απλών» αναλογιών που εντοπίστηκαν στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών ήταν σχεδόν ίσος (37) με τον αριθμό των «εμπλουτισμένων» αναλογιών (36). 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 δυσκολέψουν τους μαθητές στην 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).

Οι περισσότερες έννοιες που εμπλέκονται στις αναλογίες των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών, είναι 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 περισσότερες αναλογίες του δείγματος της παρούσας έρευνας, είναι ο συμβολικός (64,8%), δηλαδή οι αναλογίες γίνονται αντιληπτές μέσω αναπαραστάσεων και μοντέλων, αποτέλεσμα που συνάδει με την έρευνα του Dikmenli (2015). Εξάλλου, σύμφωνα με τους Thiele 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 των περισσότερων αναλογιών που περιλαμβάνονται στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών, χαρακτηρίζονται τόσο από ασθενή ταξινόμηση (53,9%), όσο και από ασθενή τυπικότητα (90,1%). 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. Ωστόσο, σε ένα σημαντικό μέρος των αναλογιών, περίπου στις μισές, δεν εντοπίζονται χαρακτηριστικά διεπιστημονικότητας. Επιπλέον, η τυπικότητα του κειμένου των περισσότερων 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 (96,7%) 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 47 αναλογίες (51,6%) στις οποίες παρέχονται εξηγήσεις και πληροφορίες για την έννοια του «τομέα- βάσης» και 44 αναλογίες (48,4%) στις οποίες οι συγγραφείς δεν παραθέτουν καθόλου εξηγήσεις για τον «τομέα- βάση» των αναλογιών. Σε παρόμοια αποτελέσματα οδήγησε η έρευνα των Thiele και Treagust (1994). Επίσης, 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.

Μόλις το 11% των αναλογιών που εντοπίστηκαν στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών περιέχουν «λέξεις- κλειδιά», όπως «ανάλογο» κ.ά. στο κείμενό τους, με τις οποίες γίνεται φανερή η γνωστική στρατηγική που ακολουθείται κατά τη χρήση μιας αναλογίας. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξαν οι έρευνες των Curtis και Reigeluth (1984) (15%), των Thiele και Treagust (1994) (16%) και 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 95,6% των αναλογιών που εντοπίστηκαν στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών δεν δηλώνεται κανένας από τους περιορισμούς που είναι δυνατόν να διέπουν την αναλογία, ποσοστό που συναντάται τόσο στην έρευνα των Thiele και Treagust (1994) (91,4%) όσο και στην έρευνα του Dikmenli (2015) (84%). Η μη δήλωση των περιορισμών μιας αναλογίας είναι πιθανό να προκαλέσει σύγχυση και να οδηγήσει τους μαθητές στη διατύπωση λανθασμένων συμπερασμάτων σχετικά με τον «τομέα- στόχο» της αναλογίας, 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. Συγκεκριμένα, πριν την παρουσίαση 10 αναλογιών (11,0%) στα εγχειρίδια εντοπίζονται ερωτήσεις σχετικά με τις ιδέες, τις έννοιες και τις θεωρίες που συνδέονται με την αναλογία, ενώ πριν την παρουσίαση μόνο μίας αναλογίας (1,1%) υπάρχει ερώτηση σχετικά με τις πτυχές της επιστημονικής έρευνας που σχετίζεται με την αναλογία. Τέλος, μετά την διατύπωση μίας και μόνο αναλογίας εντοπίστηκε ερώτηση που είναι δυνατόν να προάγει τη συζήτηση μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητή (1,1%). 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. Οι συγγραφείς των εγχειριδίων έχουν την τάση να χρησιμοποιούν τις αναλογίες για την εξήγηση κυρίως αφηρημένων εννοιών και όχι για έννοιες για τις οποίες οι μαθητές, σύμφωνα με τα ερευνητικά δεδομένα, φέρουν λανθασμένες αντιλήψεις. Οι περισσότερες από τις αναλογίες που εντοπίζονται στα σχολικά εγχειρίδια είναι «απλές», χωρίς να αναφέρουν πάντα 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. Στις μισές περίπου αναλογίες των οποίων τα κείμενα χαρακτηρίζονται από ισχυρή ταξινόμηση, δεν εντοπίζονται στοιχεία διεπιστημονικότητας. Σπάνια γίνεται φανερή η γνωστική στρατηγική που ακολουθείται κατά τη χρήση μιας αναλογίας μέσα από τη χρήση «λέξεων- κλειδιών» στα κείμενα των αναλογιών, ενώ σχεδόν 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 συμβάλει 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 υποψήφιων 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».
- Αλεξάκης, 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, Λ. (2016α). *Φυσική. Β' Γυμνασίου*. Αθήνα: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».
- Αντωνίου, Ν. Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ. & Παπασιμίπα, Λ. (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., Παπατσίμπα, 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., Μπαρόνα- 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.
- Καψάλης, 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 τεχνοεπιστήμης 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. & Δημητρέσκου, 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 ΚΑΛΙΣΤΟΝ 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.

Πρασσάς, 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>

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, 22, 2017 από: <http://www.pi-schools.gr/download/programs/depps/21depps%20Fisikon%20Epistimon.pdf>

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^{ου} 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.

Χαζτηγούλα, 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

Σχολικό εγχειρίδιο		Έννοιες «τομέων- στόχων»									
		Άτομο	Μόριο	Ηλεκτρόνιο	Ηλεκτρικό Φορτίο	Ενέργεια	Έργο	Δύναμη	Ποκνότητα	Συντονισμός ταλάντωσης	Καμπύλωση χωροχρόνου
1	Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	Βιολογία (Α' Γυμν.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	Φυσική (Β' Γυμν.)	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
4	Χημεία (Β' Γυμν.)	4	1	0	0	0	0	0	0	0	
5	Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	Φυσική (Γ' Γυμν.)	1	0	0	2	1	0	2	0	0	
7	Χημεία (Γ' Γυμν.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
9	Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	4	1	0	0	1	0	0	0	0	
10	Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	Φυσική Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	3	0	1	0	1	0	1	0	0	
12	Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	2	0	0	0	0	0	1	0	
13	Χημεία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	0	0	0	2	1	
16	Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	0	4	0	0	0	0	0	0	
17	Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Σύνολο		12 (13,2%)	5(5,5%)	5 (5,5%)	2 (2,2%)	4 (4,4%)	1 (1,1%)	3 (3,3%)	1 (1,1%)	2 (2,2%)	1 (1,1%)

	Ατομικά φάσματα εκπομπής	Ηλεκτρικό ρεύμα	Ηλεκτρική πηγή	1 ^{ος} Θερμ/κός νόμος	Πηγάδι δυναμικού	Φράγμα δυναμικού	Φως	Περιοδικός Πίνακας	mol	Χημικός δεσμός	Χημική ένωση	Εξουδετέρωση	Εναντιομέρεια
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	2	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	2 (2,2%)	2 (2,2%)	2 (2,2%)	1 (1,1%)	1 (1,1%)	2 (2,2%)	2 (2,2%)	2 (2,2%)	5 (5,5%)	1 (1,1%)	2 (2,2%)	2 (2,2%)	1 (1,1%)

	DNA	Δράση ενζύμων	Συστήματα ανθρώπινου σώματος	ATP νουκλεοτίδιο	Μεταβολισμός ανθρώπου	Άμυνα ανθρώπινου οργανισμού	Οργανισμοί και περιβάλλον	Φαινόμενο Θερμοκηπίου	Κύτταρο	Πρωτεϊνικά αμινοξέα	Επιστημονική μέθοδος βιολογίας
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	3	0	0	0	1	0	2	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
14	2	2	0	3	0	0	0	0	1	1	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Σύνολο	6 (6,5%)	4 (4,4%)	3 (3,3%)	3 (3,3%)	1 (1,1%)	2 (2,2%)	1 (1,1%)	3 (3,3%)	4 (4,4%)	2 (2,2%)	1 (1,1%)

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

Σχολικό εγχειρίδιο		Εννοιολογικές περιοχές «τομέων- στόχων»							
		Ατομική Φυσική	Ηλεκτρισμός	Οπτική	Πυρηνική Φυσική	Μηχανική	Θερμοδυναμική	Γενική Σχετικότητα	Κβαντομηχανική
1	Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Βιολογία (Α' Γυμν.)	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Φυσική (Β' Γυμν.)	1	0	0	0	1	0	0	0
4	Χημεία (Β' Γυμν.)	5	0	0	0	0	0	0	0
5	Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Φυσική (Γ' Γυμν.)	1	4	2	1	1	0	0	0
7	Χημεία (Γ' Γυμν.)	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	1	0	0	0
9	Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	5	0	0	1	0	0	0	0
10	Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Φυσική Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	4	6	0	0	0	0	0	0
12	Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	1	3	0	0
13	Χημεία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	2	0	1	3
16	Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	1	0	0	0	0	0	0	4
17	Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο		17 (18,6%)	10 (11,0%)	2 (2,2%)	2 (2,2%)	6 (6,6%)	3 (3,3%)	1 (1,1%)	7 (7,7%)

	Ανόργανη Χημεία	Οργανική Χημεία	Επιστημονική μέθοδος	Στοιχειομετρία	Βιοχημεία	Βιοενεργητική	Κυτταρική Βιολογία	Εξελικτική Βιολογία	Ανατομία ανθρώπου	Ανοσοβιολογία	Γενετική	Φυσική Ατμόσφαιρας
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	1	0	2	0	1	0	0	1	0	1
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	4	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	3	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Σύνολο	7 (7,7%)	1 (1,1%)	1 (1,1%)	5 (5,5%)	6 (6,6%)	4 (4,4%)	4 (4,4%)	1 (1,1%)	2 (2,2%)	2 (2,2%)	7 (7,7%)	3 (3,3%)

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	Φυσική (Α' Γυμν.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Βιολογία (Α' Γυμν.)	2	1	1	0	1	0	0	1	0	0
3	Φυσική (Β' Γυμν.)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
4	Χημεία (Β' Γυμν.)	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
5	Βιολογία (Β' & Γ' Γυμν.)	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0
6	Φυσική (Γ' Γυμν.)	4	0	1	1	0	0	2	0	0	1
7	Χημεία (Γ' Γυμν.)	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0
8	Φυσική (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
9	Χημεία (Α' Γεν. Λυκ.)	3	0	4	2	0	0	5	0	1	0
10	Βιολογία (Α' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Φυσική Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	1	0	3	1	0	0	0	4	0
12	Φυσική Θετ. Σπ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0
13	Χημεία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
14	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Β' Γεν. Λυκ.)	1	0	1	0	4	0	0	0	2	1
15	Φυσική Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3
16	Χημεία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	0	1	0	0	0	5	1	0	0
17	Βιολογία Θετ. Σπ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Βιολογία Γεν. Παιδ. (Γ' Γεν. Λυκ.)	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
	Σύνολο	16 (17,6%)	9 (9,9%)	8 (8,8%)	10 (11,0%)	10 (11,0%)	6 (6,6%)	14 (15,3)	3 (3,3%)	10 (11,0%)	5 (5,5%)