Η πρακτική της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες των εγχειριδίων Φυσικής της Α' Λυκείου για τις δυνάμεις και την κίνηση

Μελπομένη Μαστρογιωργάκη & Μιχαήλ Σκουμιός

Περίληψη

Τα σχολικά εγχειρίδια διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Επιπρόσθετα, έχει υποστηριχθεί ότι η εμπλοκή των μαθητών με διαδικασίες επιχειρηματολογίας συμβάλλει σημαντικά στην εκπαίδευσή τους στις Φυσικές Επιστήμες. Όμως, είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που μελετά την εμπλοκή διαστάσεων της επιχειρηματολογίας στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της εμπλοκής διαστάσεων της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου της Φυσικής της Α' Λυκείου για τις δυνάμεις και την κίνηση. Αναλύθηκαν συνολικά 274 αναφορές και δραστηριότητες για τις δυνάμεις και την κίνηση που περιλαμβάνονται στο εγχειρίδιο του μαθητή Φυσικής της Α' Λυκείου. Αναπτύχθηκε ένα πλαίσιο ανάλυσης που αξιολογεί τα επίπεδα εμπλοκής διαστάσεων της επιχειρηματολογίας το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των αναφορών και των δραστηριοτήτων. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης κατέδειξαν τα χαμηλά επίπεδα εμπλοκής των διαστάσεων της επιχειρηματολογίας στο περιεχόμενο του εγχειριδίου που αναλύθηκε.

Abstract

School textbooks play a crucial role in the educational process. Additionally, it has been argued that engaging students with argumentation processes significantly contributes to their science education. However, research that studies the involvement of dimensions of argumentation in science textbooks is particularly limited. The present paper investigates the levels of engagement with dimensions of the argumentation practice through the references and activities on forces and motion of the tenth-grade Physics textbook. The analysis was carried out on a total of 274 references and activities on forces and motion that are included in tenth-grade Physics textbook (student's book). An analysis framework was developed that assesses the levels of engagement with dimensions of argumentation practice and was used throughout the analysis. The analysis demonstrated the low level at which all dimensions of the argumentation practice engage in the analyzed content of this textbook.

Εισαγωγή

Τα σχολικά εγχειρίδια διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία (Tsaparlis et al., 2012). Αποτυπώνουν τους σκοπούς των προγραμμάτων σπουδών καθορίζοντας έτσι τις διδακτικές πρακτικές του διδάσκοντα (Halawa et al., 2022) και τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στην τάξη (Μπονίδης, 2003). Η ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων είναι αναγκαία καθώς μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση του περιεχομένου τους και της ποιότητας της παρεχόμενης διδασκαλίας (Tsaparlis et al., 2012). Για τον λόγο αυτό αρκετές έρευνες έχουν επικεντρωθεί στην ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων (Banilower et al., 2013).

Μια τάση των τελευταίων δεκαετιών στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες είναι η εμπλοκή των μαθητών με την πρακτική της επιχειρηματολογίας. Ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν σημαντικά οφέλη που μπορούν να αποκομίσουν οι μαθητές από την εμπλοκή τους με την πρακτική της επιχειρηματολογίας, όπως τη δυνατότητα βελτίωσης των επικοινωνιακών δεξιοτήτων τους, την ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης και επιστημονικού συλλογισμού (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007), καθώς και την οικοδόμηση της γνώσης (Venville & Dawson, 2010). Έχει υποστηριχθεί ότι οι επιχειρηματολογικές ικανότητες των μαθητών μπορούν να ενισχυθούν όταν τους παρέχονται ευκαιρίες να συμμετάσχουν σε συνεργατικές διαλογικές ανταλλαγές στην τάξη στις οποίες υποστηρίζονται να εξετάζουν πολλαπλές προοπτικές των φαινομένων που μελετούν και αποδεικτικά στοιχεία που θα μπορούσαν να υποστηρίξουν τη μια ή την άλλη θέση (Duschl & Osborne, 2002).

Μολονότι έχει επισημανθεί ότι είναι αναγκαίο τα προγράμματα σπουδών και κατ’ επέκταση και τα σχολικά εγχειρίδια να υποστηρίζουν τις διαλογικές αλληλεπιδράσεις στην τάξη (Aldahmash & Omar, 2021), ο βαθμός εμπλοκής των μαθητών με την πρακτική της επιχειρηματολογίας μέσω του περιεχομένου των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών έχει διερευνηθεί ελάχιστα (Aldahmash & Omar, 2021· Papakonstantinou & Skoumios, 2021). Ειδικότερα, απουσιάζουν εργασίες που να μελετούν την εμπλοκή των επιμέρους διαστάσεων της πρακτικής της επιχειρηματολογίας στο περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών. Αναδύεται επομένως η ανάγκη διερεύνησης των επιπέδων εμπλοκής των διαστάσεων της πρακτικής της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών.

Θεωρητικό πλαίσιο

Έχει υποστηριχθεί ότι η κατανόηση των ιδεών και εννοιών των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές εδράζεται στην εμπλοκή τους με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής (NGSS Lead States, 2013· NRC, 2012). Με τον όρο πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής περιγράφονται οι διεργασίες που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες των Φυσικών Επιστημών καθώς οικοδομούν μοντέλα και θεωρίες για την ερμηνεία του φυσικού κόσμου και οι μηχανικοί καθώς σχεδιάζουν και κατασκευάζουν συστήματα (NGSS Lead States, 2013). Για την εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, έχουν προταθεί οι παρακάτω οκτώ πρακτικές (NRC, 2012): (α) υποβολή ερωτήσεων, (β) ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, (γ) σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων, (δ) ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, (ε) χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης, (στ) συγκρότηση εξηγήσεων και σχεδίαση λύσεων, (ζ) εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία και (η) απόκτηση, αξιολόγηση και επικοινωνία των πληροφοριών.

Η επιχειρηματολογία αποτελεί μια από τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής με τις οποίες κρίνεται αναγκαίο να εμπλέκονται οι μαθητές για την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης (NGSS Lead States, 2013· NRC, 2012). Ειδικότερα, μέσω της πρακτικής της επιχειρηματολογίας επιδιώκεται οι μαθητές να εμπλέκονται με διεργασίες συγκρότησης επιχειρημάτων που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία και αξιολόγησης επιχειρημάτων που τους παρουσιάζονται (NGSS Lead States, 2013· NRC, 2012).

Ένα επιστημονικό επιχείρημα επιδιώκει να επικυρώσει ή να διαψεύσει έναν ισχυρισμό χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία και αρχές που είναι αποδεκτές από την επιστημονική κοινότητα των Φυσικών Επιστημών (Phillips & Norris, 1999). Ένα πλαίσιο που βασίζεται στο μοντέλο επιχειρήματος του Toulmin (1958) και που περιγράφει τη δομή ενός επιστημονικού επιχειρήματος στο σχολικό πλαίσιο, είναι αυτό των McNeill και Krajcik (2012). Σύμφωνα με αυτό, ένα επιστημονικό επιχείρημα δομείται από τέσσερα συστατικά στοιχεία: (α) τον ισχυρισμό (claim) που είναι το συμπέρασμα που απαντά σε ένα ερευνητικό ερώτημα, (β) τα αποδεικτικά στοιχεία (evidence) που είναι τα δεδομένα που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό, (γ) τον συλλογισμό (reasoning) που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό και φανερώνει τον λόγο για τον οποίο τα δεδομένα θεωρούνται ως αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό, μέσω κατάλληλης επιστημονικής αρχής και (δ) την αντίκρουση (rebuttal) που αιτιολογεί γιατί ένας άλλος ισχυρισμός είναι λανθασμένος.

Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει σημειωθεί μια αύξηση του ερευνητικού ενδιαφέροντος για την ανάλυση των σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών (Halawa et al., 2022). Όπως προκύπτει από την ανασκόπηση των Vojíř και Rusek (2019), οι περισσότερες έρευνες αφορούν στην ανάλυση εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Ωστόσο σε περιορισμένο βαθμό έχουν αναλυθεί εγχειρίδια της Φυσικής.

Η πλειοψηφία των ερευνών εστιάσθηκε στην επιλογή και την οργάνωση του περιεχομένου, ή/και στη διδακτική προσέγγιση που ακολουθείται (Baptista et al., 2016· Devetak & Vogrinc, 2013· Gegios et al., 2017· Österlund et al., 2010· Poblete et al., 2016· Tsaparlis, 2014· Στασινάκης & Κολιόπουλος, 2009). Άλλες έρευνες επικεντρώθηκαν στην ανάλυση του απεικονιστικού υλικού ή τη σχέση του με το κειμενικό (Bergqvist & Chang Rundgren, 2017· Dimopoulos et al., 2003· Korfiatis et al., 2004· Koulaidis & Dimopoulos, 2006· Leivas Pozzer & Roth, 2003· Nyachwaya & Gillaspie, 2016· Papageorgiou et al., 2017· Καλογιαννάκης & Μπουντά, 2009). Σε ορισμένες έρευνες εξετάσθηκε κατά πόσον το περιεχόμενο των εγχειριδίων είναι συμβατό με προγράμματα σπουδών ή διεθνείς εκπαιδευτικές μεταρρυθμιστικές πολιτικές. Οι Hatzinikita et al. (2008) συνέκριναν το κειμενικό περιεχόμενο ελληνικών σχολικών εγχειριδίων Φυσικών Επιστημών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με τις απαιτήσεις διεθνών συγκριτικών αξιολογήσεων των επιδόσεων των μαθητών όπως του Programme for International Student Assessment (PISA). Επίσης, οι Gillette και Sanger (2014) και οι Overman et al. (2013) μελέτησαν τη μαθησιακή απαίτηση των ερωτήσεων των σχολικών εγχειριδίων Χημείας. Οι Halawa et al. (2022), Yang και Liu (2016) και Yang et al. (2019) ανέλυσαν την εμπλοκή δεξιοτήτων επιστημονικών διαδικασιών στις δραστηριότητες των εγχειριδίων. Στην έρευνα των Aldahmash και Omar (2021) διαπιστώθηκε ότι οι δραστηριότητες των σχολικών εγχειριδίων της Χημείας Λυκείου (K-12) στη Σαουδική Αραβία δεν προωθούσαν δεξιότητες επιστημονικών διαδικασιών στους μαθητές. Ορισμένες εργασίες εστιάσθηκαν στην ανάλυση σχολικών εγχειριδίων ως προς στοιχεία της φύσης της Επιστήμης (Nature of Science-[NOS]) (Abd-El-Khalick et al., 2008· Halawa et al., 2022· Irez, 2009· Vesterinen et al., 2013), τον προσανατολισμό των δραστηριοτήτων (Andersen, 2020), ιστορικές-φιλοσοφικές πτυχές των Φυσικών Επιστημών (Niaz, 2000), και διαστάσεις του εγγραμματισμού στις Φυσικές Επιστήμες (Rokhmah et al., 2017). Οι Tsoni et al. (2020) ανέλυσαν τα είδη και τη συχνότητα εμφάνισης των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής καθώς και των εγκάρσιων εννοιών στα δυο ελληνικά σχολικά εγχειρίδια της Φυσικής για τη Β′ Λυκείου (γενικής παιδείας και κατεύθυνσης) και διαπιστώθηκε ότι η πρακτική της επιχειρηματολογίας εμφανίζεται σε ποσοστό 12% στο βιβλίο γενικής παιδείας και 16,7% στο βιβλίο κατεύθυνσης αντίστοιχα. Οι Papakonstantinou και Skoumios (2021) αναλύοντας τα επίπεδα εμπλοκής των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής στο περιεχόμενο για τις δυνάμεις και την κίνηση των ελληνικών σχολικών εγχειριδίων Φυσικής της Β′ Γυμνασίου διαπίστωσαν ότι δεν υπήρχαν δραστηριότητες που να εμπλέκουν τους μαθητές σε επιχειρηματολογία καθοδηγούμενη από τους ίδιους τους μαθητές. Παρόμοια είναι και τα ευρήματα της έρευνας των Ndumanya et al. (2021) από την οποία προέκυψε ότι το περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων Φυσικής και Χημείας Λυκείου της Νότιας Αφρικής δεν επέτρεπε σε επαρκή βαθμό την εμπλοκή των μαθητών με την πρακτική της επιχειρηματολογία.

Από την πραγματοποιούμενη βιβλιογραφική ανασκόπηση διαπιστώθηκε ότι είναι περιορισμένη η έρευνα που εστιάζεται στην ανάλυση σχολικών εγχειριδίων ως προς τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής που εμπλέκουν. Δεν έχουν διερευνηθεί συστηματικά οι επιμέρους διαστάσεις της πρακτικής της επιχειρηματολογίας που εμπλέκονται στο περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών. Αναδύεται λοιπόν η αναγκαιότητα πραγματοποίησης μιας έρευνας που να έχει ως αντικείμενο τη διερεύνηση της εμπλοκής των επιμέρους διαστάσεων της επιχειρηματολογίας στα σχολικά εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών.

Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της εμπλοκής των επιμέρους διαστάσεων της επιχειρηματολογίας στο σχολικό εγχειρίδιο της Φυσικής της Α′ τάξης του Λυκείου για τις δυνάμεις και την κίνηση.

Ειδικότερα, η εργασία αυτή επιδιώκει να δώσει απάντηση στο παρακάτω ερευνητικό ερώτημα:

Ποιο είναι το επίπεδο εμπλοκής των διαστάσεων της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στο σχολικό εγχειρίδιο (βιβλίο μαθητή) της Φυσικής της Α′ τάξης Λυκείου για τις δυνάμεις και την κίνηση;

Μεθοδολογία

Σχεδίαση έρευνας

Στην εργασία αυτή επιλέχθηκε η ανάλυση περιεχομένου ως μεθοδολογική ερευνητική προσέγγιση καθώς προσφέρει τη δυνατότητα να αναγνωρισθούν οι διαστάσεις της πρακτικής της επιχειρηματολογίας που εμπλέκονται στα επιμέρους τμήματα του περιεχομένου του σχολικού εγχειριδίου που επιλέχθηκαν για την ανάλυση. Η τεχνική αυτή επιτρέπει την κωδικοποίηση πρωτογενών κειμενικών δεδομένων με βάση ένα εννοιολογικό πλαίσιο (Babbie, 2013). Τα ποιοτικά δεδομένα που συλλέγονται μετασχηματίζονται σε ποσοτικά καταμετρώντας το πλήθος και τη συχνότητα εμφάνισης των κωδικοποιημένων δεδομένων (Ndumanya et al., 2021).

Η ερευνητική διαδικασία διεξήχθη σε τρεις φάσεις: Στην πρώτη φάση εντοπίσθηκαν οι αναφορές και οι δραστηριότητες (μονάδες ανάλυσης) που περιλαμβάνονται στο βιβλίο μαθητή της Φυσικής Α′ Λυκείου για τις δυνάμεις και την κίνηση. Στη δεύτερη φάση προσδιορίσθηκε το εργαλείο ανάλυσης του εκπαιδευτικού υλικού και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η πιλοτική έρευνα. Στην τρίτη φάση πραγματοποιήθηκε η ανάλυση του εκπαιδευτικού υλικού, η επεξεργασία των δεδομένων και η εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Η μονάδα ανάλυσης και το δείγμα

Μονάδες ανάλυσης αποτέλεσαν οι αναφορές και οι δραστηριότητες των κεφαλαίων του σχολικού εγχειριδίου που αφορούν στις δυνάμεις και την κίνηση. Ως αναφορές ορίσθηκαν τα τμήματα κειμένου με ολοκληρωμένο και διακριτό εννοιολογικό περιεχόμενο (ολόκληρες υποενότητες όπως ορίσθηκαν από τους συγγραφείς του σχολικού εγχειριδίου ή τμήματα αυτών). Ως δραστηριότητες ορίσθηκαν οι ερωτήσεις, τα προβλήματα, οι πειραματικές δραστηριότητες και οι εφαρμογές των αντίστοιχων κεφαλαίων. Κάθε μονάδα ανάλυσης, εκτός από το γλωσσικό μέρος, περιλαμβάνει και τις αναπαραστάσεις που τη συνοδεύουν (γραφήματα, εικόνες, σχήματα, πίνακες).

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν οι μονάδες ανάλυσης που προσδιορίσθηκαν στα τρία κεφάλαια που αφορούν στις δυνάμεις και την κίνηση (Κεφ. 1.1., 1.2, 1.3) του σχολικού εγχειριδίου (βιβλίου μαθητή) της Φυσικής Α' Λυκείου. Καταμετρήθηκαν συνολικά 274 μονάδες ανάλυσης (41 αναφορές και 233 δραστηριότητες).

Το πλαίσιο της ανάλυσης

Για την ανάλυση σχολικών εγχειριδίων, αναφορικά με την εμπλοκή των πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής στο περιεχόμενό τους, έχουν χρησιμοποιηθεί πλαίσια με τα οποία αξιολογείται η ύπαρξη ή/και το επίπεδο εμπλοκής της κάθε πρακτικής στο εκπαιδευτικό υλικό (Ndumanya et al., 2021· Papakonstantinou & Skoumios, 2021· Tsoni et al., 2020). Ωστόσο με τα πλαίσια αυτά δεν υπάρχει δυνατότητα ανάλυσης του περιεχομένου των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών ως προς επιμέρους διαστάσεις της επιχειρηματολογίας που εμπλέκονται σε αυτό.

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης διαμορφώθηκε ένα πλαίσιο ανάλυσης, μια κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων πέντε επιπέδων για κάθε μια από τις πέντε διαστάσεις της πρακτικής της επιχειρηματολογίας (Πίνακας 1). Το διαμορφωμένο πλαίσιο βασίσθηκε στο θεωρητικό πλαίσιο Interactive-Constructive-Active-Passive (ICAP) (Chi et al., 2018) και το πρωτόκολλο ICAP to Measure by Observation NGSS Science Practice Implementation in the Classroom (IONIC) των Chen και Terada (2021). Τα κριτήρια διαφοροποίησης των επιπέδων βασίζονται στη θεωρία ενεργητικής μάθησης (active learning)-πλαίσιο ICAP- σύμφωνα με την οποία η γνωστική εμπλοκή των μαθητών στις δραστηριότητες κατηγοριοποιείται με βάση τις παρατηρήσιμες συμπεριφορές τους (Chi et al., 2018). Ειδικότερα, προσδιορίστηκαν τέσσερα διαβαθμισμένα επίπεδα γνωστικής εμπλοκής: (α) παθητική εμπλοκή (passive mode) (επίπεδο 1), όταν το εκπαιδευτικό υλικό επιτρέπει στο μαθητή ατομικά την παθητική λήψη πληροφοριών χωρίς να συμμετέχει σε καμία άλλη δραστηριότητα, (β) ενεργητική εμπλοκή (active mode) (επίπεδο 2), όταν το εκπαιδευτικό υλικό καθοδηγεί το μαθητή ατομικά να εκτελεί συγκεκριμένους χειρισμούς, (γ) εποικοδομητική εμπλοκή (constructive mode) (επίπεδο 3), όταν το εκπαιδευτικό υλικό επιτρέπει στο μαθητή ατομικά να οικοδομεί νέες ιδέες πέρα από αυτές που παρέχονται στο υλικό, και (δ) αλληλεπιδραστική εμπλοκή (interactive mode) (επίπεδο 4), όταν το εκπαιδευτικό υλικό επιτρέπει στους μαθητές συνεργατικά να οικοδομούν νέες ιδέες πέρα από αυτές που παρέχονται στο υλικό. Σε αυτά τα επίπεδα προστίθεται ένα επιπλέον επίπεδο (επίπεδο 0) όταν το εκπαιδευτικό υλικό δεν παρέχει καμία ευκαιρία εμπλοκής των μαθητών (Chen & Terada, 2021). Οι διαστάσεις της πρακτικής της επιχειρηματολογίας καθορίσθηκαν λαμβάνοντας υπόψιν τον τρόπο με τον οποίο αυτή προσδιορίζεται στις κατευθυντήριες γραμμές των Προτύπων Νέας Γενιάς των Φυσικών Επιστημών όπως ορίζονται από το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των Η.Π.Α. (NGSS Lead

States, 2013· NRC, 2012), τα ευρήματα ερευνών που επικεντρώνονται στην αποτελεσματική προώθηση της πρακτικής της επιχειρηματολογίας στην τάξη (Berland & McNeill, 2010· Jiménez-Aleixandre, 2007), καθώς επίσης και τα πορίσματα ερευνών που εστιάζονται στην ανάλυση της επιχειρηματολογίας των μαθητών (González-Howard & McNeill, 2020· Heng et al., 2015). Στον Πίνακα 1 περιγράφονται οι διαστάσεις της πρακτικής της επιχειρηματολογίας και τα επίπεδα εμπλοκής κάθε διάστασης της πρακτικής της επιχειρηματολογίας στο παρεχόμενο εκπαιδευτικό υλικό.

Πίνακας 1. Πλαίσιο ανάλυσης των επιπέδων εμπλοκής των διαστάσεων της πρακτικής της επιχειρηματολογίας

Διαστάσεις επιχειρηματολογίας	**Επίπεδο 0**	**Επίπεδο1 (Passive)**	**Επίπεδο 2 (Active)**	**Επίπεδο 3 (Constructive)**	**Επίπεδο 4 (Interactive)**
Συγκρότηση επιχειρήματος με αποδεικτικά στοιχεία για την υποστήριξη των ισχυρισμών	Δεν παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να συγκροτούν επιχειρήματα με αποδεικτικά στοιχεία για την υποστήριξη των ισχυρισμών	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να μελετούν, χωρίς περαιτέρω επεξεργασία, επιχειρήματα με αποδεικτικά στοιχεία για την υποστήριξη των ισχυρισμών	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να ακολουθούν επακριβώς βήματα και διαδικασίες ή να επιλέγουν από το υλικό που τους δίνεται δεδομένα ως αποδεικτικά στοιχεία για την υποστήριξη των ισχυρισμών τους	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να συγκροτούν επιχειρήματα χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία για να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές συνεργατικά να συγκροτούν επιχειρήματα, μέσω συζήτησης, χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία για να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς
Συγκρότηση επιχειρήματος με αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για την υποστήριξη των ισχυρισμών	Δεν παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να συγκροτούν επιχειρήματα με αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για την	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να μελετούν, χωρίς περαιτέρω επεξεργασία,	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να ακολουθούν επακριβώς βήματα και διαδικασίες ή να επιλέγουν	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να συγκροτούν επιχειρήματα χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές συνεργατικά να συγκροτούν επιχειρήματα, μέσω συζήτησης,

	υποστήριξη των ισχυρισμών	επιχειρήματα με αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για την υποστήριξη των ισχυρισμών	από το υλικό που τους δίνεται αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για την υποστήριξη των ισχυρισμών τους	για να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς	χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς
Κριτική ισχυρισμών χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για τον εντοπισμό των αδύναμων και δυνατών σημείων των επιστημονικών επιχειρημάτων	Δεν παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να κρίνουν ισχυρισμούς χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για τον εντοπισμό των αδύναμων και δυνατών σημείων των επιστημονικών επιχειρημάτων	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να μελετούν έτοιμες κρίσεις για επιχειρήματα που τους έχουν παρουσιαστεί	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να κρίνουν επιχειρήματα που τους έχουν παρουσιαστεί, μέσω προκαθορισμέ-νων οδηγιών ή μέσω δεδομένων που δίνονται χωρίς να ζητούνται περαιτέρω επεξηγήσεις	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να κρίνουν επιχειρήματα που τους έχουν παρουσιαστεί, αξιολογώντας τα δεδομένα που έχουν χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη των ισχυρισμών	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές συνεργατικά να κρίνουν επιχειρήματα που τους έχουν παρουσιαστεί αξιολογώ-ντας τα δεδομένα που έχουν χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη των ισχυρισμών
Σύνδεση των επιχειρημάτων με βασικές ιδέες των επιμέρους κλάδων των ΦΕ και εγκάρσιες έννοιες	Δεν παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να συνδέουν επιχειρήματα με βασικές ιδέες και εγκάρσιες έννοιες	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να μελετούν, χωρίς περαιτέρω επεξεργασία, παραδείγματα σύνδεσης	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να ακολουθήσουν προκαθορισμέ-να βήματα και διαδικασίες για να συνδέσουν	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να συνδέουν τα επιχειρήματά τους με βασικές ιδέες ή/και εγκάρσιες έννοιες επεξεργαζόμεν	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές συνεργατικά να εμπλέκονται σε συζήτηση με τις βασικές ιδέες ή/και τις

		των επιχειρημά-των με βασικές ιδέες και εγκάρσιες έννοιες	επιχειρήματα με βασικές ιδέες ή/και εγκάρσιες έννοιες	οι τα αποδεικτικά στοιχεία και όχι απλά παραθέτοντάς τα	εγκάρσιες έννοιες που χρησιμοποι-ούνται στα επιχειρήματα που συγκροτούν
Εξέταση/αναγνώριση η εναλλακτικών επιχειρήματων ή/και αντικρούσεων (δηλαδή συνθηκών κάτω από τις οποίες τα αποδεικτικά στοιχεία με τους συλλογισμούς δεν οδηγούν στους ισχυρισμούς)	Δεν παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να εξετάζουν/ αναγνωρίζουν εναλλακτικά επιχειρήματα ή/και αντικρούσεις	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να μελετούν εναλλακτικά επιχειρήματα ή/και αντικρούσεις που τους έχουν παρουσιασθεί	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να αναγνωρίζουν εναλλακτικά επιχειρήματα ή/και αντικρούσεις, μέσω προκαθορισμέ-νων οδηγιών ή δεδομένων που τους δίνονται, χωρίς να καταλήγουν σε νέα γνώση	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να αναγνωρίζουν εναλλακτικά επιχειρήματα ή αντικρούσεις μέσω της εξέτασης των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών και να καταλήγουν σε νέα γνώση	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές συνεργατικά να αναγνωρί-ζουν εναλλακτικά επιχειρήματα ή αντικρούσεις (από μια σειρά επιχειρημά-των που τους παρουσιάζο-νται) και να απορρίπτουν εναλλακτικά επιχειρήματα καταλήγο-ντας σε νέα γνώση

Ανάλυση δεδομένων

Οι μονάδες ανάλυσης αναλύθηκαν ως προς τα επίπεδα εμπλοκής καθεμίας από τις πέντε διαστάσεις της επιχειρηματολογίας με βάση το πλαίσιο ανάλυσης που διαμορφώθηκε.

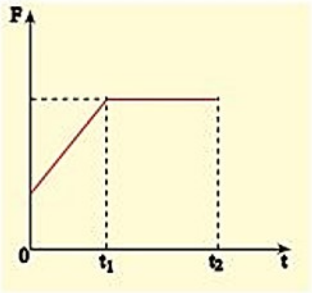
Για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας η ανάλυση περιεχομένου πραγματοποιήθηκε από δυο ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών οι οποίοι εργάσθηκαν ανεξάρτητα. Κωδικοποίησαν κάθε μονάδα ανάλυσης περιγράφοντας το επίπεδο εμπλοκής κάθε διάστασης της επιχειρηματολογίας σε αυτές. Στη συνέχεια διερευνήθηκε ο βαθμός συμφωνίας των αποτελεσμάτων υπολογίζοντας το συντελεστή Kappa του Cohen. Διαπιστώθηκε ένας υψηλός βαθμός συμφωνίας και για τις πέντε διαστάσεις της επιχειρηματολογίας (k=0,95). Οι περιπτώσεις διαφωνίας εξετάσθηκαν και επιλύθηκαν μέσω συζήτησης. Αρχικά πραγματοποιήθηκε μια πιλοτική ανάλυση σε ένα μικρό δείγμα των μονάδων ανάλυσης. Αυτό επέτρεψε στους ερευνητές να εξοικειωθούν με την κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων και να προβούν σε βελτιώσεις της διαδικασίας της ανάλυσης.

Στη συνέχεια αναλύθηκαν οι 274 μονάδες ανάλυσης και προσδιορίσθηκαν οι απόλυτες τιμές και οι εκατοστιαίες κατανομές των επιπέδων εμπλοκής για καθεμία από τις πέντε διαστάσεις της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου που αναλύθηκαν.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα δραστηριότητας του σχολικού εγχειριδίου ακολουθούμενο από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε.

Παράδειγμα

17. Μια μπάλα που αρχικά ηρεμούσε σε λείο οριζόντιο δάπεδο δέχεται οριζόντια δύναμη F. Στο διάγραμμα της εικόνας, φαίνεται πώς μεταβάλλεται η τιμή της δύναμης με το χρόνο.



Να δικαιολογήσετε την ορθότητα των προτάσεων.

Α. Μέχρι τη στιγμή t_1 η μπάλα κάνει επιταχυνόμενη κίνηση.

Β. Από τη στιγμή t_1 μέχρι τη στιγμή t_2 η μπάλα κάνει κίνηση ομαλά επιταχυνόμενη.

Ανάλυση παραδείγματος

Σύμφωνα με το πλαίσιο ανάλυσης, η παραπάνω δραστηριότητα εμπλέκει τους μαθητές με την κριτική ισχυρισμών χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για τον εντοπισμό των αδύναμων και δυνατών σημείων των επιστημονικών επιχειρημάτων (τρίτη διάσταση επιχειρηματολογίας). Πιο συγκεκριμένα, παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να κρίνουν επιχειρήματα που τους έχουν παρουσιαστεί, αξιολογώντας τα δεδομένα που έχουν χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη των ισχυρισμών και συνεπώς ως προς την τρίτη διάσταση αξιολογείται στο επίπεδο 3. Η δραστηριότητα αξιολογείται στο επίπεδο 0 ως προς τις άλλες τέσσερις διαστάσεις της επιχειρηματολογίας καθώς δεν εμπλέκει τους μαθητές με αυτές.

Αποτελέσματα

Η ανάλυση των δεδομένων επέτρεψε την αποτύπωση των απόλυτων τιμών και των εκατοστιαίων κατανομών των επιπέδων εμπλοκής κάθε διάστασης της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες για τις δυνάμεις και την κίνηση του σχολικού εγχειριδίου της Φυσικής της Α΄ τάξης Λυκείου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται χωριστά για κάθε διάσταση της επιχειρηματολογίας.

Διάσταση 1η: Συγκρότηση επιχειρήματος με αποδεικτικά στοιχεία για την υποστήριξη των ισχυρισμών

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων εμπλοκής της 1ης διάστασης της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου για τις δυνάμεις και την κίνηση.

Διαπιστώνεται ότι οι περισσότερες αναφορές (85,4%) και δραστηριότητες (95,3%) αντίστοιχα, δεν παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να συγκροτούν επιχειρήματα με αποδεικτικά στοιχεία για την υποστήριξη των ισχυρισμών, καθώς αξιολογούνται στο επίπεδο 0. Ένα μικρό ποσοστό των αναφορών (14,6%) παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να μελετούν, χωρίς περαιτέρω επεξεργασία, επιχειρήματα με αποδεικτικά στοιχεία για την υποστήριξη των ισχυρισμών (επίπεδο 1). Μικρότερο ποσοστό των δραστηριοτήτων (3,9%) παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να ακολουθούν επακριβώς βήματα και διαδικασίες ή να επιλέγουν από το υλικό που τους δίνεται δεδομένα ως αποδεικτικά στοιχεία για την υποστήριξη των ισχυρισμών τους. Είναι ιδιαίτερα περιορισμένος ο αριθμός των δραστηριοτήτων που παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να συγκροτούν επιχειρήματα χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία για να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς (επίπεδο 3) ή συνεργατικά να συγκροτούν επιχειρήματα, μέσω συζήτησης, χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία για να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς (επίπεδο 4).

Πίνακας 2. Τα επίπεδα εμπλοκής της 1ης διάστασης της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου για τις δυνάμεις και την κίνηση: συχνότητες (N, N%)

Επίπεδα 1ης διάστασης επιχειρηματολογίας	**Μονάδες ανάλυσης**			
	Αναφορές		**Δραστηριότητες**	
	N	**N%**	**N**	**N%**
Επίπεδο 0	35	85,4	222	95,3
Επίπεδο 1 (Passive)	6	14,6	0	0
Επίπεδο 2 (Active)	0	0	9	3,9
Επίπεδο 3 (Constructive)	0	0	1	0,4
Επίπεδο 4 (Interactive)	0	0	1	0,4

Διάσταση 2η: Συγκρότηση επιχειρήματος με αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για την υποστήριξη των ισχυρισμών

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων εμπλοκής της 2ης διάστασης της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου για τις δυνάμεις και την κίνηση.

Από τον Πίνακα 3 προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό τόσο των αναφορών (92,7%) όσο και των δραστηριοτήτων (92,3%) δεν παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να συγκροτούν επιχειρήματα με αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για την υποστήριξη των ισχυρισμών (επίπεδο 0). Ένα μικρό ποσοστό των αναφορών (7,3%) βρέθηκε να παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να μελετούν, χωρίς περαιτέρω επεξεργασία, επιχειρήματα με αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για την υποστήριξη των ισχυρισμών (επίπεδο 1) ενώ καμία αναφορά δεν κατατάχθηκε στα ανώτερα επίπεδα. Εξαιρετικά μικρά είναι τα ποσοστά των δραστηριοτήτων που κατατάχθηκαν στα επίπεδα 2, 3 και 4 αντίστοιχα.

Πίνακας 3. Τα επίπεδα εμπλοκής της 2ης διάστασης της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου για τις δυνάμεις και την κίνηση: συχνότητες (Ν, Ν%)

Επίπεδα 2ης διάστασης επιχειρηματολογίας	**Μονάδες ανάλυσης**			
	Αναφορές		**Δραστηριότητες**	
	Ν	**Ν%**	**Ν**	**Ν%**
Επίπεδο 0	38	92,7	215	92,3
Επίπεδο 1 (Passive)	3	7,3	0	0
Επίπεδο 2 (Active)	0	0	6	2,6
Επίπεδο 3 (Constructive)	0	0	11	4,7
Επίπεδο 4 (Interactive)	0	0	1	0,4

Διάσταση 3η: Κριτική ισχυρισμών χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για τον εντοπισμό των αδύναμων και δυνατών σημείων των επιστημονικών επιχειρημάτων

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων εμπλοκής της 3ης διάστασης της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου για τις δυνάμεις και την κίνηση.

Διαπιστώνεται ότι όλες οι αναφορές αξιολογήθηκαν στο επίπεδο 0 δηλαδή δεν παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να κρίνουν ισχυρισμούς χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για τον εντοπισμό των αδύναμων και δυνατών σημείων των επιστημονικών επιχειρημάτων. Ένα εξίσου μεγάλο ποσοστό των δραστηριοτήτων κατατάχθηκαν στο επίπεδο 0, ενώ ένα μικρό ποσοστό (10,3%) των δραστηριοτήτων παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να κρίνουν επιχειρήματα που τους έχουν παρουσιαστεί, μέσω προκαθορισμένων οδηγιών ή μέσω δεδομένων που δίνονται χωρίς να ζητούνται περαιτέρω επεξηγήσεις (επίπεδο 2).

Πίνακας 4. Τα επίπεδα εμπλοκής της 3ης διάστασης της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου για τις δυνάμεις και την κίνηση: συχνότητες (Ν, Ν%)

	Μονάδες ανάλυσης	
	Αναφορές	**Δραστηριότητες**

Επίπεδα 3ης διάστασης επιχειρηματολογίας	N	N%	N	N%
Επίπεδο 0	41	100	205	88
Επίπεδο 1 (Passive)	0	0	0	0
Επίπεδο 2 (Active)	0	0	24	10,3
Επίπεδο 3 (Constructive)	0	0	4	1,7
Επίπεδο 4 (Interactive)	0	0	0	0

Διάσταση 4η: Σύνδεση των επιχειρημάτων με βασικές ιδέες των επιμέρους κλάδων των Φυσικών Επιστημών και εγκάρσιες έννοιες

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων εμπλοκής της 4ης διάστασης της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου για τις δυνάμεις και την κίνηση.

Πίνακας 5. Τα επίπεδα εμπλοκής της 4ης διάστασης της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου για τις δυνάμεις και την κίνηση: συχνότητες (N, N%)

Επίπεδα 4ης διάστασης επιχειρηματολογίας	Μονάδες ανάλυσης			
	Αναφορές		Δραστηριότητες	
	N	N%	N	N%
Επίπεδο 0	38	92,7	203	87,1
Επίπεδο 1 (Passive)	3	7,3	1	0,4
Επίπεδο 2 (Active)	0	0	13	5,6
Επίπεδο 3 (Constructive)	0	0	14	6
Επίπεδο 4 (Interactive)	0	0	2	0,9

Από τον Πίνακα 5 προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των αναφορών (92,7%) και των δραστηριοτήτων (87,1%) δεν παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να συνδέουν επιχειρήματα με βασικές ιδέες και εγκάρσιες έννοιες. Μόνο 3 αναφορές παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές ατομικά να μελετούν, χωρίς περαιτέρω επεξεργασία, παραδείγματα σύνδεσης των επιχειρημάτων με βασικές ιδέες και εγκάρσιες έννοιες (επίπεδο 1) ενώ καμία δεν εμπλέκει τους μαθητές με υψηλότερα επίπεδα της 4ης διάστασης της επιχειρηματολογίας. Σε περιορισμένο ποσοστό δραστηριοτήτων οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να εμπλακούν με υψηλότερα επίπεδα της 4ης διάστασης της επιχειρηματολογίας.

Διάσταση 5η: Εξέταση/αναγνώριση εναλλακτικών επιχειρήματων ή/και αντικρούσεων (δηλαδή συνθηκών κάτω από τις οποίες τα αποδεικτικά στοιχεία με τους συλλογισμούς δεν οδηγούν στους ισχυρισμούς)

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων εμπλοκής της 5ης διάστασης της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου για τις δυνάμεις και την κίνηση.

Από τις κατανομές του Πίνακα 6 διαπιστώνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των αναφορών (95,1%) και των δραστηριοτήτων (96,1) δεν παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να εξετάζουν/ αναγνωρίζουν εναλλακτικά επιχειρήματα ή/και αντικρούσεις. Ένας ελάχιστος αριθμός δραστηριοτήτων εμπλέκει τους μαθητές με υψηλότερα επίπεδα της 5ης διάστασης της επιχειρηματολογίας.

Πίνακας 6. Τα επίπεδα εμπλοκής της 5ης διάστασης της επιχειρηματολογίας στις αναφορές και τις δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου για τις δυνάμεις και την κίνηση: συχνότητες (N, N%)

Επίπεδα 5ης διάστασης επιχειρηματολογίας	**Μονάδες ανάλυσης**			
	Αναφορές		**Δραστηριότητες**	
	N	**N%**	**N**	**N%**
Επίπεδο 0	39	95,1	224	96,1
Επίπεδο 1 (Passive)	2	4,9	0	0
Επίπεδο 2 (Active)	0	0	3	1,3
Επίπεδο 3 (Constructive)	0	0	2	0,9
Επίπεδο 4 (Interactive)	0	0	4	1,7

Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκαν τα επίπεδα εμπλοκής των επιμέρους διαστάσεων της πρακτικής της επιχειρηματολογίας στο περιεχόμενο (αναφορών και δραστηριοτήτων) του σχολικού εγχειριδίου (βιβλίου μαθητή) της Φυσικής Α' Λυκείου για τις δυνάμεις και την κίνηση.

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης διαπιστώνεται ότι η πλειονότητα των αναφορών και των δραστηριοτήτων που περιλαμβάνονται στα κεφάλαια για τις δυνάμεις και την κίνηση του σχολικού εγχειριδίου δεν παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με την πρακτική της επιχειρηματολογίας. Ένας περιορισμένος αριθμός αναφορών επιτρέπει στους μαθητές ατομικά να μελετούν επιχειρήματα με αποδεικτικά στοιχεία ή/και συλλογισμούς χωρίς την περαιτέρω επεξεργασία από τους ίδιους. Από τις δραστηριότητες που αναλύθηκαν ελάχιστες εμπλέκουν τους μαθητές με υψηλότερα επίπεδα των διαστάσεων της επιχειρηματολογίας. Τα ευρήματα αυτά καταδεικνύουν ότι το περιεχόμενο του σχολικού εγχειριδίου για τις δυνάμεις και την κίνηση δεν παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να αναπτύσσουν και να κρίνουν επιχειρήματα προκειμένου να οικοδομήσουν νέες ιδέες είτε σε ατομικό επίπεδο είτε συνεργατικά μέσω συζήτησης με τους συμμαθητές τους.

Τα παραπάνω ευρήματα συνάδουν με πρόσφατα ερευνητικά δεδομένα που καταδεικνύουν ότι σπάνια οι μαθητές εμπλέκονται με την πρακτική της επιχειρηματολογίας στο σχολικό πλαίσιο (Cherbow et al., 2020). Όμως, έχει υποστηριχθεί ότι η συγκρότηση επιστημονικών επιχειρημάτων μπορεί να συμβάλει στην κατανόηση των ιδεών και των εννοιών των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές (González-Howard & McNeill, 2020).

Τα αποτελέσματα της εργασίας σηματοδοτούν την ανάγκη επανασχεδιασμού του περιεχομένου του σχολικού εγχειριδίου Φυσικής της Α΄ τάξης Λυκείου για τις δυνάμεις και την κίνηση, προκειμένου αυτό να παρέχει στους μαθητές ευκαιρίες εμπλοκής με διαστάσεις της επιχειρηματολογίας.

Για τις ανάγκες της έρευνας που διενεργήθηκε διαμορφώθηκε ένα πλαίσιο ανάλυσης, μια κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων πέντε επιπέδων για κάθε μια από τις πέντε διαστάσεις της πρακτικής της επιχειρηματολογίας μέσω του οποίου αναλύθηκαν τα επίπεδα εμπλοκής τους στο περιεχόμενο του σχολικού εγχειριδίου για τις δυνάμεις και την κίνηση. Το διαμορφωμένο πλαίσιο έχει διττή αξία. Μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο στο πεδίο της διδακτικής πράξης όσο και στο πεδίο της έρευνας. Στο πεδίο της διδακτικής πράξης μπορεί να αξιοποιηθεί από το διδάσκοντα για την αξιολόγηση αφενός του υπάρχοντος εκπαιδευτικού υλικού, αφετέρου για το βέλτιστο σχεδιασμό εκπαιδευτικού υλικού από τον ίδιο ή την αναθεώρησή του για την καλύτερη δυνατή εμπλοκή των μαθητών με την πρακτική της επιχειρηματολογίας. Στο πεδίο της έρευνας το διαμορφωμένο πλαίσιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους ερευνητές για την ανάλυση του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιείται στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών καθώς επίσης για την ανάλυση νέου εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύσσεται με σκοπό την κάλυψη των κενών στο υπάρχον εκπαιδευτικό υλικό.

Η ανάλυση που διενεργήθηκε περιορίσθηκε αποκλειστικά στις αναφορές και τις δραστηριότητες των κεφαλαίων που αφορούν στις δυνάμεις και την κίνηση του σχολικού εγχειριδίου (βιβλίου μαθητή) της Φυσικής Α΄ Λυκείου. Η εργασία επικεντρώθηκε μόνο στην ανάλυση του περιεχομένου του εγχειριδίου και όχι στην εφαρμογή του στο σχολικό πλαίσιο.

Προτείνεται η ανάλυση του περιεχομένου των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ως προς την εμπλοκή διαστάσεων της επιχειρηματολογίας σε αυτά τα εγχειρίδια. Επιπλέον κρίνεται αναγκαία η συγκρότηση νέου εκπαιδευτικού υλικού για τις δυνάμεις και την κίνηση που να εμπλέκει σε υψηλότερο επίπεδο διαστάσεις της επιχειρηματολογίας στο περιεχόμενό του και η μελέτη της επίδρασης της εφαρμογής του στην ικανότητα συγκρότησης και κριτικής επιχειρημάτων από τους μαθητές.

Βιβλιογραφία

Καλογιαννάκης, Μ., & Μπουντά, Ε. (2009). Ανάλυση της Εικονογράφησης των Εγχειριδίων Βιολογίας της Α΄ και της Γ΄ Γυμνασίου. *Διδασκαλία Των Φυσικών Επιστημών – Έρευνα Και Πράξη*, *31*, 19–30.

Μπονίδης, Κ. (2003). Τα σύγχρονα προγράμματα διδασκαλίας και σχολικά βιβλία στην Ελλάδα: Διαδικασία παραγωγής, μορφή και περιεχόμενο, πραγματικό πρόγραμμα, προοπτικές. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, *131*, 25–40.

Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2013). Η ποιότητα των εξηγήσεων των μαθητών του Δημοτικού στις Φυσικές Επιστήμες. Στο Θ. Πιερράτος, Σ. , Αρτέμη, Χ. Πολάτογλου, & Π. Κουμαράς (Επιμ.), *Ποια Φυσική έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά μας σήμερα;* (σσ. 323–330).

Στασινάκης, Π., & Κολιόπουλος, Δ. (2009). Ανάλυση εγχειριδίων βιολογίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση: Η περίπτωση της έννοιας της θρέψης φυτών και ζώων. *Θέματα Επιστημών Και Τεχνολογίας Στην Εκπαίδευση*, *1–2*(2), 103–125.

Abd-El-Khalick, F., Waters, M., & Le, A.-P. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching*, *45*(7), 835–855. https://doi.org/10.1002/tea.20226

Aldahmash, A. H., & Omar, S. H. (2021). Analysis of activities included in Saudi Arabian chemistry textbooks for the inclusion of argumentation-driven inquiry skills. *Studies in Educational Evaluation*, *68*, 100968. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100968

Andersen, K. N. (2020). Assessing task-orientation potential in primary science textbooks: Toward a new approach. *Journal of Research in Science Teaching*, *57*(4), 481–509. https://doi.org/10.1002/tea.21599

Babbie, E. (2013). *The Practice of Social Research* (13th ed.). Wadsworth, Cengage Learning.

Banilower, E. R., Smith, P. S., Weiss, I. R., Malzahn, K. A., Campbell, K. M., & Weis, A. M. (2013). *Report of the 2012 national survey of science and mathematics education*. Horizon Research, Inc.

Baptista, G. C. S., Santos, R. da S., & Cobern, W. W. (2016). Perspectives on the Origins of Life in Science Textbooks from a Christian Publisher: Implications for Teaching Science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *14*(S2), 309–326. https://doi.org/10.1007/s10763-015-9641-6

Bergqvist, A., & Chang Rundgren, S.-N. (2017). The influence of textbooks on teachers' knowledge of chemical bonding representations relative to students' difficulties understanding. *Research in Science & Technological Education*, *35*(2), 215–237. https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1295934

Berland, L. K., & McNeill, K. L. (2010). A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts: Learning Progression for Scientific Argumentation. *Science Education*, *94*(5), 765–793. https://doi.org/10.1002/sce.20402

Chen, Y., & Terada, T. (2021). Development and validation of an observation-based protocol to measure the eight scientific practices of the next generation science standards in K-12 science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, *58*(10), 1489–1526. https://doi.org/10.1002/tea.21716

Cherbow, K., McKinley, M. T., McNeill, K. L., & Lowenhaupt, R. (2020). An analysis of science instruction for the science practices: Examining coherence across system levels and components in current systems of science education in K-8 schools. *Science Education*, *104*(3), 446–478. https://doi.org/10.1002/sce.21573

Chi, M. T. H. (2009). Active-Constructive-Interactive: A Conceptual Framework for Differentiating Learning Activities. *Topics in Cognitive Science*, *1*(1), 73–105. https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2008.01005.x

Chi, M. T. H., Adams, J., Bogusch, E. B., Bruchok, C., Kang, S., Lancaster, M., Levy, R., Li, N., McEldoon, K. L., Stump, G. S., Wylie, R., Xu, D., & Yaghmourian, D. L. (2018). Translating the ICAP Theory of Cognitive Engagement Into Practice. *Cognitive Science*, *42*(6), 1777–1832. https://doi.org/10.1111/cogs.12626

Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist*, *49*(4), 219–243. https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823

Dawson, V., & Venville, G. J. (2009). High-school Students' Informal Reasoning and Argumentation about Biotechnology: An indicator of scientific literacy? *International Journal of Science Education*, *31*(11), 1421–1445. https://doi.org/10.1080/09500690801992870

Devetak, I., & Vogrinc, J. (2013). The Criteria for Evaluating the Quality of the Science Textbooks. In M. S. Khine (Ed.), *Critical Analysis of Science Textbooks* (pp. 3–15). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4168-3_1

Dimopoulos, K., Koulaidis, V., & Sklaveniti, S. (2003). Towards an Analysis of Visual Images in School Science Textbooks and Press Articles about Science and Technology. *Research in Science Education*, *33*, 189–216.

Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, *38*(1), 39–72. https://doi.org/10.1080/03057260208560187

Gegios, T., Salta, K., & Koinis, S. (2017). Investigating high-school chemical kinetics: The Greek chemistry textbook and students' difficulties. *Chemistry Education Research and Practice*, *18*(1), 151–168. https://doi.org/10.1039/C6RP00192K

Gillette, G., & Sanger, M. J. (2014). Analysing the distribution of questions in the gas law chapters of secondary and introductory college chemistry textbooks from the United States. *Chem. Educ. Res. Pract.*, *15*(4), 787–799. https://doi.org/10.1039/C4RP00115J

González-Howard, M., & McNeill, K. L. (2020). Acting with epistemic agency: Characterizing student critique during argumentation discussions. *Science Education*, *104*(6), 953–982. https://doi.org/10.1002/sce.21592

Halawa, S., Hsu, Y.-S., & Zhang, W.-X. (2022). Analysis of Physics Textbooks Through the Lens of Inquiry Practices. *The Asia-Pacific Education Researcher*. https://doi.org/10.1007/s40299-022-00671-4

Han, J., & Roth, W.-M. (2006). Chemical inscriptions in Korean textbooks: Semiotics of macro- and microworld. *Science Education*, *90*(2), 173–201. https://doi.org/10.1002/sce.20091

Hatzinikita, V., Dimopoulos, K., & Christidou, V. (2008). PISA test items and school textbooks related to science: A textual comparison. *Science Education*, *92*(4), 664–687. https://doi.org/10.1002/sce.20256

Heng, L. L., Surif, J., & Seng, C. H. (2015). Malaysian students' scientific argumentation: Do groups perform better than individuals? *International Journal of Science Education*, *37*(3), 505–528. https://doi.org/10.1080/09500693.2014.995147

Irez, S. (2009). Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks. *Science Education*, *93*(3), 422–447. https://doi.org/10.1002/sce.20305

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). Designing Argumentation Learning Environments. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education* (Vol. 35, pp. 91–115). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_5

Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in Science Education: An Overview. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education* (Vol. 35, pp. 3–27). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_1

Korfiatis, K. J., Stamou, A. G., & Paraskevopoulos, S. (2004). Images of nature in greek primary school textbooks. *Science Education*, *88*(1), 72–89. https://doi.org/10.1002/sce.10133

Koulaidis, V., & Dimopoulos, K. (2006). The Co-deployment of Visual Representations and Written Language as Resources for Meaning Making in Greek Primary School Science Textbooks. *The*

International Journal of Learning: Annual Review, *12*(10), 243–254. https://doi.org/10.18848/1447-9494/CGP/v12i10/48228

Leivas Pozzer, L., & Roth, W.-M. (2003). Prevalence, function, and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, *40*(10), 1089–1114. https://doi.org/10.1002/tea.10122

McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2012). *Supporting grade 5-8 students in constructing explanations in science: The claim, evidence and reasoning framework for talk and writing*. Pearson Allyn & Bacon. https://www.pearsonhighered.com/assets/samplechapter/0/1/3/7/0137043457.pdf

Ndumanya, E., Ramnarain, U., & Wu, H.-K. (2021). An Analysis of Selected South African Grade 12 Physical Sciences Textbooks for the Inclusion of the NGSS Science Practices. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *21*(3), 539–552. https://doi.org/10.1007/s42330-021-00169-z

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. National Academies Press. https://doi.org/10.17226/18290

Niaz, M. (2000). The Oil Drop Experiment: A Rational Reconstruction of the Millikan-Ehrenhaft Controversy and Its Implications for Chemistry Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, *37*(5), 480–508. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200005)37:5<480::AID-TEA6>3.0.CO;2-X

NRC (Ed.). (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. https://doi.org/10.17226/13165

Nyachwaya, J., & Gillaspie, M. (2016). Features of representations in general chemistry textbooks: A peek through the lens of the cognitive load theory. *Chemistry Education Research and Practice*, *17*(1), 58–71. https://doi.org/10.1039/C5RP00140D

Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(10), 994–1020. https://doi.org/10.1002/tea.20035

Österlund, L.-L., Berg, A., & Ekborg, M. (2010). Redox models in chemistry textbooks for the upper secondary school: Friend or foe? *Chem. Educ. Res. Pract.*, *11*(3), 182–192. https://doi.org/10.1039/C005467B

Overman, M., Vermunt, J. D., Meijer, P. C., Bulte, A. M. W., & Brekelmans, M. (2013). Textbook Questions in Context-Based and Traditional Chemistry Curricula Analysed from a Content Perspective and a Learning Activities Perspective. *International Journal of Science Education*, *35*(17), 2954–2978. https://doi.org/10.1080/09500693.2012.680253

Papageorgiou, G., Amariotakis, V., & Spiliotopoulou, V. (2017). Visual representations of microcosm in textbooks of chemistry: Constructing a systemic network for their main conceptual framework. *Chemistry Education Research and Practice*, *18*(4), 559–571. https://doi.org/10.1039/C6RP00253F

Papakonstantinou, M., & Skoumios, M. (2021). Science and engineering practices in the content of Greek middle school physics textbooks about forces and motion. *Journal of Technology and Science Education*, *11*(2), 457. https://doi.org/10.3926/jotse.1286

Phillips, L. M., & Norris, S. P. (1999). Interpreting popular reports of science: What happens when thereader's world meets the world on paper? *International Journal of Science Education*, *21*, 317–327.

Poblete, J. C., Rojas, R. O., Merino, C., & Quiroz, W. (2016). An ontological and epistemological analysis of the presentation of the first law of thermodynamics in school and university textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, *17*(4), 1041–1053. https://doi.org/10.1039/C6RP00105J

Rokhmah, A., Sunarno, W., & Masykuri, M. (2017). SCIENCE LITERACY INDICATORS IN OPTICAL INSTRUMENTS OF HIGHSCHOOL PHYSICS TEXTBOOKS CHAPTER. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, *13*(1), 19–24. https://doi.org/10.15294/jpfi.v13i1.8391

Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific Argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, *28*(12), 1463–1488. https://doi.org/10.1080/09500690600708717

Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge University Press.

Tsaparlis, G. (2014). The logical and psychological structure of physical chemistry and its relevance to the organization/sequencing of the major areas covered in physical chemistry textbooks. *Chem. Educ. Res. Pract.*, *15*(3), 391–401. https://doi.org/10.1039/C4RP00019F

Tsaparlis, G., Tsoulos, G., & Kampourakis, C. (2012). Comparative evaluation of lower-secondary physics textbooks: The role of science education. In C. Bruguière, A. Tiberghien, & P. Clément (Eds.), *E-Book Proceedings of the ESERA 2011 Conference Science Learning and Citizenship* (pp. 90–96). European Science Education Research Association.

Tsetsos, S. (2016). The Scientific Practices on the Science's Textbook in the Fifth Grade of Greek Primary School. *American Journal of Educational Research*, *4*(14), 1008–1014.

Tsoni, R., Ampatzidis, G., & Kalogiannakis, M. (2020). Scientific practices and crosscutting concepts in Greek Lyceum Science textbooks: The case of Physics. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, *7*(1), 97–105.

Venville, G. J., & Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*, n/a-n/a. https://doi.org/10.1002/tea.20358

Vesterinen, V.-M., Aksela, M., & Lavonen, J. (2013). Quantitative Analysis of Representations of Nature of Science in Nordic Upper Secondary School Textbooks Using Framework of Analysis Based on Philosophy of Chemistry. *Science & Education*, *22*(7), 1839–1855. https://doi.org/10.1007/s11191-011-9400-1

Vojíř, K., & Rusek, M. (2019). Science education textbook research trends: A systematic literature review. *International Journal of Science Education*, *41*(11), 1496–1516. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1613584

Yang, W., Liu, C., & Liu, E. (2019). Content analysis of inquiry-based tasks in high school biology textbooks in Mainland China. *International Journal of Science Education*, *41*(6), 827–845. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1584418

Yang, W., & Liu, E. (2016). Development and validation of an instrument for evaluating inquiry-based tasks in science textbooks. *International Journal of Science Education*, *38*(18), 2688–2711. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1258499