

Διαστάσεις της επιχειρηματολογίας στα περιεχόμενα του σχολικού εγχειριδίου Φυσικής της Α΄ Λυκείου και ενός νέου εκπαιδευτικού υλικού για τις δυνάμεις και τη κίνηση

Μελομένη Μαστρογιωργάκη, Μιχαήλ Σκουμιός

Περίληψη

Η εμπλοκή των μαθητών με διεργασίες επιστημονικής επιχειρηματολογίας αποτελεί βασικό στόχο της εκπαίδευσής τους στις Φυσικές Επιστήμες. Προς αυτήν την κατεύθυνση μπορεί να συμβάλει το εκπαιδευτικό υλικό, όταν αυτό παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να ασχοληθούν με διεργασίες επιστημονικής επιχειρηματολογίας. Ωστόσο, η μελέτη της εμπλοκής των διαστάσεων της επιστημονικής επιχειρηματολογίας στο εκπαιδευτικό υλικό των Φυσικών Επιστημών αποτελεί ένα ερευνητικό πεδίο που είναι περιορισμένο τόσο στη διεθνή όσο και στην ελληνική βιβλιογραφία. Στην παρούσα εργασία επιδιώκεται η ανάλυση, ως προς διαστάσεις της επιστημονικής επιχειρηματολογίας, στα περιεχόμενα αφενός του σχολικού εγχειριδίου Φυσικής της Α΄ Λυκείου και αφετέρου του νέου εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύχθηκε με βάση τη διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών», για τις δυνάμεις και την κίνηση. Αξιοποιήθηκε ένα πλαίσιο ανάλυσης (μια κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων πέντε επιπέδων), που αξιολογεί το επίπεδο εμπλοκής των διαστάσεων της επιχειρηματολογίας στις μονάδες ανάλυσης των εκπαιδευτικών υλικών που αναλύθηκαν. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι σε αντίθεση με το περιεχόμενο του σχολικού εγχειριδίου που παρουσιάζει χαμηλό επίπεδο εμπλοκής των διαστάσεων της επιχειρηματολογίας, το περιεχόμενο του νέου εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύχθηκε ενσωματώνει αυτές τις διαστάσεις της επιχειρηματολογίας σε σημαντικά υψηλότερο επίπεδο.

Abstract

The engagement of students in scientific argumentation processes constitutes a key goal in science education. Instructional materials can contribute to this direction when they provide opportunities for students to engage in scientific argumentation processes. However, research on the extent to which the dimensions of scientific argumentation are embedded in science instructional materials remains limited, both in the international and in the Greek literature. In the present study, an analysis is conducted, with regard to the dimensions of scientific argumentation, between the content of the tenth-grade Physics textbook and that of newly developed educational material based on the teaching science-as-practice approach, focusing on forces and motion. An analytical framework (a five-level rubric) was employed to assess the extent to which the dimensions of scientific argumentation are embedded within the units of analysis of the instructional materials examined. The results of the analysis showed that, in contrast to the textbook content, which demonstrates a low level of engagement with the dimensions of argumentation, the newly developed instructional material incorporates these dimensions at a significantly higher level.

Εισαγωγή

Έχει υποστηριχθεί ότι η κατανόηση της σχολικής γνώσης από τους μαθητές, εδράζεται στην εμπλοκή τους με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής (NGSS Lead States, 2013). Οι πρακτικές αυτές αντικατοπτρίζουν τις διαδικασίες μέσω των οποίων οι επιστήμονες του πεδίου των Φυσικών Επιστημών ερμηνεύουν φαινόμενα και οι μηχανικοί σχεδιάζουν λύσεις (NGSS Lead States, 2013· NRC, 2012). Μια τέτοια πρακτική είναι η εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία. Η πρακτική αυτή διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην παραγωγή και την πρόοδο της επιστημονικής γνώσης (Duschl, 2008· Zhou, 2010). Επιπρόσθετα, θα πρέπει να αποτελεί και βασική συνιστώσα της εκπαίδευσης των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες (Bricker & Bell, 2008· Driver et al., 2000· NGSS Lead States, 2013). Ειδικότερα, επιδιώκεται οι μαθητές να είναι ικανοί να παράγουν και να αξιολογούν επιστημονικά επιχειρήματα (NRC, 2012).

Η πρακτική της επιχειρηματολογίας αποδεικνύεται ωστόσο ένα ιδιαίτερα απαιτητικό εγχείρημα για πολλούς μαθητές, όπως δείχνουν οι έρευνες που επικεντρώνονται στις ικανότητες επιχειρηματολογίας των μαθητών (McNeill & Krajcik, 2012). Έχει υποστηριχθεί ότι οι δυσκολίες που συναντούν με πτυχές της επιχειρηματολογίας που αφορούν στη συγκρότηση και κριτική επιχειρημάτων, συνδέονται σε σημαντικό βαθμό με το γεγονός ότι οι μαθητές έχουν περιορισμένες ευκαιρίες να συμμετέχουν σε δομημένες δραστηριότητες επιχειρηματολογίας στο πλαίσιο της εκπαίδευσής τους (Driver et al., 2000· NRC, 2012).

Επιπρόσθετα ο τρόπος με τον οποίο σχεδιάζεται και οργανώνεται το εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιείται για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών επηρεάζει καθοριστικά τις μαθησιακές διαδικασίες και τα αποτελέσματά τους (Halawa et al., 2022). Συνεπώς, είναι αναγκαία η πραγματοποίηση έρευνας που εστιάζεται στον τρόπο με τον οποίο τα εκπαιδευτικά υλικά υποστηρίζουν την ανάπτυξη ικανοτήτων επιχειρηματολογίας στους μαθητές (NRC, 2012). Η παρούσα εργασία εντάσσεται στο ευρύτερο ερευνητικό πεδίο που εξετάζει το εκπαιδευτικό υλικό των Φυσικών Επιστημών, αναγνωρίζοντας τον καίριο ρόλο που αυτό διαδραματίζει στη διαμόρφωση της διδακτικής πράξης και των μαθησιακών εμπειριών (Davis et al., 2016). Ειδικότερα εστιάζεται στην ανάλυση υπάρχοντος και νέου εκπαιδευτικού υλικού, με στόχο την αποτίμηση του βαθμού στον οποίο ενσωματώνουν τις επιμέρους διαστάσεις της επιστημονικής επιχειρηματολογίας στο περιεχόμενό τους.

Θεωρητικό πλαίσιο

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). Στο σχολικό πλαίσιο οι μαθητές κρίνεται αναγκαίο να εμπλέκονται με τις ακόλουθες οκτώ πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής (NRC, 2012): (α) υποβολή ερωτήσεων και καθορισμός προβλημάτων, (β) ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, (γ) σχεδίαση και διεξαγωγή διερευνήσεων, (δ) ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, (ε) χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης, (στ) συγκρότηση εξηγήσεων και σχεδίαση λύσεων, (ζ) εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία και (η) απόκτηση, αξιολόγηση και επικοινωνία πληροφοριών.

Ειδικότερα, η πρακτική που αφορά στην επιχειρηματολογία είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς συνδέεται άμεσα με τον τρόπο με τον οποίο η επιστημονική γνώση παράγεται, αναθεωρείται και βελτιώνεται (Grooms et al., 2015). Η συμμετοχή των μαθητών σε διαδικασίες επιχειρηματολογίας αποσκοπεί στο να γίνουν ικανοί να τεκμηριώνουν ισχυρισμούς χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς και να αξιολογούν τα επιχειρήματα που τους παρουσιάζονται. Μέσω αυτών των διεργασιών οι μαθητές συνεργατικά οικοδομούν, επαληθεύουν και αναθεωρούν τις γνώσεις τους, καθώς συζητούν και δοκιμάζουν τις διαφορετικές ιδέες που αντιπαραθέτουν, επεξεργάζονται τις αντιλήψεις τους και αναστοχάζονται για τις δικές τους ιδέες και των άλλων (Cross et al., 2008). Επιπρόσθετα, έχει υποστηριχθεί ότι μαθησιακά περιβάλλοντα που εμπλέκουν τους μαθητές με διαδικασίες επιχειρηματολογίας μπορούν να συνεισφέρουν στη διαμόρφωση επιστημονικά εγγράμματων και κοινωνικά υπεύθυνων μελλοντικών πολιτών (Knight et al., 2014).

Ένα επιστημονικό επιχείρημα αποβλέπει στον έλεγχο της εγκυρότητας ενός ισχυρισμού μέσω αποδεικτικών στοιχείων και αρχών που είναι αποδεκτά από την επιστημονική κοινότητα των Φυσικών Επιστημών (Phillips & Norris, 1999). Το πλαίσιο των McNeill και Krajcik (2012), βασισμένο στο μοντέλο επιχειρήματος του Toulmin (1958), προσφέρει μια περιγραφή της δομής του επιστημονικού επιχειρήματος που μπορεί να αξιοποιηθεί στο εκπαιδευτικό περιβάλλον. Το πλαίσιο αυτό περιλαμβάνει τέσσερα δομικά συστατικά που συνθέτουν ένα επιστημονικό επιχείρημα: (α) τον ισχυρισμό, που συνιστά το συμπέρασμα, την απάντηση στο υπό εξέταση ερευνητικό ερώτημα, (β) τα αποδεικτικά στοιχεία, δηλαδή τα εμπειρικά δεδομένα ή τις παρατηρήσεις που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό, (γ) το συλλογισμό, ο οποίος αιτιολογεί, μέσω κατάλληλων επιστημονικών αρχών, γιατί τα εμπειρικά δεδομένα ή οι παρατηρήσεις συγκροτούν αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό και (δ) την αντίκρουση, η οποία τεκμηριώνει με αποδεικτικά στοιχεία και αρχές, τη μη εγκυρότητα ενός εναλλακτικού ισχυρισμού, ενισχύοντας έτσι τη συνολική ισχύ και αξιοπιστία του επιχειρήματος.

Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Μολονότι η επιχειρηματολογία αναγνωρίζεται ως αναπόσπαστη διάσταση των επιστημονικών διαδικασιών (Duschl, 2008· Zhou, 2010) και ένας από τους βασικούς στόχους της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες (McNeill & Pimentel, 2009· Weiss et al., 2022· Yun & Kim, 2015), ωστόσο συνιστά ένα ιδιαίτερα σύνθετο και απαιτητικό έργο για την πλειοψηφία των μαθητών (Khishfe et al., 2017· McNeill & Krajcik, 2012). Από τα ευρήματα των ερευνών που επικεντρώνονται στην επιχειρηματολογία των μαθητών διαπιστώνεται ότι οι μαθητές συχνά δυσκολεύονται να επιλέξουν κατάλληλα και επαρκή εμπειρικά δεδομένα και να τα

αξιοποιήσουν ως αποδεικτικά στοιχεία για την υποστήριξη των ισχυρισμών τους (Heng et al., 2015). Παρουσιάζουν αδυναμίες στη διαμόρφωση συλλογισμών καθώς δεν αναγνωρίζουν εύκολα τις κατάλληλες αρχές που τεκμηριώνουν γιατί τα διαθέσιμα δεδομένα είναι αποδεικτικά στοιχεία που μπορούν να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους (McNeill et al., 2006). Σημαντική επίσης πρόκληση συνιστά η συγκρότηση επαρκών και κατάλληλων αντικρούσεων, ικανών να αναδείξουν τη μη εγκυρότητα εναλλακτικών ισχυρισμών (Heng et al., 2015). Επιπρόσθετα, υπάρχουν έρευνες που αναδεικνύουν σημαντικές ελλείψεις και στις ικανότητες των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα που τους δίνονται (Knight et al., 2014).

Οι παραπάνω δυσκολίες των μαθητών θα μπορούσαν να συνδεθούν με την αδυναμία των παραδοσιακών διδακτικών πρακτικών που επικρατούν στις τάξεις των Φυσικών Επιστημών, να προάγουν την πρακτική της επιχειρηματολογίας (Michaels & O'Connor, 2017). Το πρόγραμμα σπουδών που ακολουθείται και το οποίο καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και τις επικρατούσες διδακτικές πρακτικές, συχνά δεν παρέχει ευκαιρίες για εμπλοκή των μαθητών με δραστηριότητες επιχειρηματολογίας, όπως την υπεράσπιση ισχυρισμών με χρήση αποδεικτικών στοιχείων και συλλογισμών ή την αξιολόγηση εναλλακτικών ισχυρισμών (Lazarou et al., 2016 · Sandoval & Morrison, 2003). Επιπρόσθετα, οι διαλογικές αλληλεπιδράσεις που συνήθως αναπτύσσονται στο πλαίσιο της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών περιορίζονται στο μοτίβο «ερώτηση του διδάσκοντα – απόκριση του μαθητή – αξιολόγηση της απόκρισης από το διδάσκοντα» (Michaels & O'Connor, 2015· 2017). Στο συγκεκριμένο μοτίβο επικοινωνίας, η ευθύνη για τον έλεγχο και την κριτική των ιδεών των μαθητών αποδίδεται αποκλειστικά στο διδάσκοντα (Cornelius & Herrenkohl, 2004).

Επιπρόσθετα, το υπάρχον εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιείται για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σπάνια ενσωματώνει οργανωμένες μαθησιακές δραστηριότητες στοχευμένες στην πρακτική της επιχειρηματολογίας (Ndumanya et al., 2021· Tsoni et al., 2020). Συχνά απουσιάζουν δραστηριότητες που να εμπλέκουν τους μαθητές με διαστάσεις επιχειρηματολογίας, όπως για παράδειγμα δραστηριότητες που να ζητούν από τους μαθητές να συνθέσουν επιστημονικά επιχειρήματα, να επιλέξουν και να αξιολογήσουν δεδομένα προκειμένου να τα χρησιμοποιήσουν ως αποδεικτικά στοιχεία, να αιτιολογήσουν τη σύνδεση δεδομένων–ισχυρισμού με τη χρήση κατάλληλων αρχών ή να διατυπώσουν τεκμηριωμένες αντικρούσεις (Μαστρογιωργάκη & Σκουμιός, 2024). Αντίστοιχα, σπάνια προτείνονται διδακτικές πρακτικές που να καθοδηγούν τους μαθητές στη σύγκριση επιχειρημάτων, την κριτική εξέταση εναλλακτικών επιχειρημάτων ή την αναθεώρηση των επιχειρημάτων τους στηριζόμενοι σε δεδομένα και επιστημονικές αρχές (González-Howard & McNeill, 2020).

Η απουσία τέτοιων δραστηριοτήτων από το υπάρχον εκπαιδευτικό υλικό καταδεικνύει την καίρια σημασία της ανάγκης αφενός για τη δημιουργία νέου εκπαιδευτικού υλικού που να υποστηρίξει τους μαθητές στην ανάπτυξη ικανοτήτων επιχειρηματολογίας, και αφετέρου τη συγκριτική ανάλυση ως προς διαστάσεις της επιχειρηματολογίας τόσο του υπάρχοντος όσο και κάθε νέου εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύσσεται.

Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η συγκριτική ανάλυση, ως προς διαστάσεις της επιχειρηματολογίας, ενός νέου εκπαιδευτικού υλικού για τις δυνάμεις και την κίνηση που αναπτύχθηκε με βάση τη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών με σκοπό την εφαρμογή του σε μαθητές της Α' τάξης Λυκείου και του αντίστοιχου υπάρχοντος εκπαιδευτικού υλικού στα σχολικά εγχειρίδια της Φυσικής για την Α' Λυκείου. Ειδικότερα, επιδιώκεται να απαντηθούν τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

- Ερευνητικό ερώτημα 1: Ποιες διαστάσεις της επιχειρηματολογίας και σε ποιο επίπεδο συμπεριλαμβάνονται στο υπάρχον εκπαιδευτικό υλικό για τις δυνάμεις και την κίνηση που περιλαμβάνεται στα σχολικά εγχειρίδια της Φυσικής για την Α' Λυκείου;
- Ερευνητικό ερώτημα 2: Ποιες διαστάσεις της επιχειρηματολογίας και σε ποιο επίπεδο συμπεριλαμβάνονται στο νέο εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε για μαθητές της Α' τάξης του Λυκείου για τις δυνάμεις και την κίνηση;

Μεθοδολογία

Ερευνητική διαδικασία

Η ανάλυση περιεχομένου κρίθηκε ως η καταλληλότερη μεθοδολογική προσέγγιση για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας (Krippendorff, 2013). Μέσω αυτής διερευνήθηκαν και εντοπίστηκαν οι διαστάσεις της επιστημονικής επιχειρηματολογίας στο περιεχόμενο των εκπαιδευτικών υλικών τα οποία αποτέλεσαν αντικείμενο μελέτης (το υπάρχον εκπαιδευτικό υλικό για τις δυνάμεις και την κίνηση του σχολικού εγχειριδίου Φυσικής Α' Λυκείου και το νέο εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε για τις δυνάμεις και την κίνηση για μαθητές Α' Λυκείου). Πρωτογενή κειμενικά δεδομένα οργανώθηκαν και κωδικοποιήθηκαν με βάση ένα πλαίσιο ανάλυσης που έχει αναπτυχθεί (Μαστρογιωργάκη & Σκουμιός, 2024). Στη συνέχεια, τα ποιοτικά δεδομένα που συλλέχθηκαν μετασχηματίστηκαν σε ποσοτικά, μέσα από τη διαδικασία καταγραφής και ανάλυσης της συχνότητας με την οποία εμφανίζονται οι κωδικοποιημένες κατηγορίες (Ndumanya et al., 2021).

Η ερευνητική διαδικασία πραγματοποιήθηκε σε δυο φάσεις: Στην 1^η φάση εντοπίστηκαν οι μονάδες ανάλυσης τόσο στο υπάρχον εκπαιδευτικό υλικό όσο και στο νέο εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε. Στη 2^η φάση αναλύθηκαν οι μονάδες ανάλυσης και στη συνέχεια εξήχθησαν τα αποτελέσματα.

Το νέο εκπαιδευτικό υλικό

Το νέο εκπαιδευτικό υλικό για τις δυνάμεις και την κίνηση, αναπτύχθηκε με βάση το διδακτικό μοντέλο Argument-Driven Inquiry (ADI) σύμφωνα με το οποίο η διδασκαλία δομείται σε επτά στάδια, όπως αποτυπώνονται στο Σχήμα 1 (Sampson et al., 2011).



Σχήμα 1. Τα στάδια του διδακτικού μοντέλου “Argument-Driven Inquiry” (ADI)

Στο στάδιο 1 (πρόβλημα) οι μαθητές εισάγονται στο φαινόμενο και το βασικό ερώτημα που πρόκειται να καθοδηγήσει τις διερευνήσεις τους, διατυπώνοντας τις αρχικές αντιλήψεις τους και τα ερωτήματα προς διερεύνηση. Στο στάδιο 2 (ιδέες) οι μαθητές, επισημαίνουν ιδέες σε κείμενα που τους δίνονται, τις οποίες θεωρούν ότι θα τους φανούν χρήσιμες στις διερευνήσεις τους. Κύριος σκοπός αυτού του σταδίου είναι οι μαθητές να προβληματιστούν πάνω στις αρχικές αντιλήψεις τους. Στο στάδιο 3 (σχεδιασμός) οι μαθητές ενθαρρύνονται να διατυπώσουν μια υπόθεση σχετικά με το υπό μελέτη φαινόμενο, να περιγράψουν τη διαδικασία μέσω της οποίας πρόκειται να ελέγξουν την εγκυρότητά της, αναπτύσσοντας και αναθεωρώντας από κοινού ένα σχεδιασμό για τη συλλογή και την ανάλυση των δεδομένων. Στη συνέχεια, προσδιορίζουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα που θεωρούν ότι θα προκύψουν από τις διερευνήσεις. Στο στάδιο 4 (πράξη) οι μαθητές πραγματοποιούν τις διερευνήσεις που είχαν σχεδιάσει και ερμηνεύουν τα δεδομένα που συλλέγουν προκειμένου να δώσουν απαντήσεις στα ερωτήματα των διερευνήσεων συγκροτώντας επιχειρήματα. Στο στάδιο 5 (κοινοποίηση) οι μαθητές, κρίνουν και αναθεωρούν επιστημονικά επιχειρήματα βασισμένα σε αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για να τεκμηριώσουν τις απαντήσεις τους που αφορούν στα ερωτήματα των διερευνήσεών τους. Στο στάδιο 6 (αναστοχασμός) οι μαθητές καλούνται να αναστοχαστούν πάνω στη μαθησιακή εμπειρία τους και να αξιολογήσουν πώς ανέπτυξαν τις ιδέες τους. Τέλος, στο στάδιο 7 (αναφορά) οι μαθητές συγγράφουν, κρίνουν και βελτιώνουν τις αναφορές τους σχετικά με τις διερευνήσεις που πραγματοποίησαν.

Για κάθε στάδιο αναπτύχθηκαν δραστηριότητες γύρω από το βασικό ερώτημα «γιατί ορισμένες φορές τα σώματα διατηρούν την κατάσταση της κίνησής τους σταθερή και άλλες όχι;». Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται

τα στάδια της διδασκαλίας και οι αντίστοιχες πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής που εμπλέκονται στις δραστηριότητες των σταδίων της διδασκαλίας.

Πίνακας 1. Τα στάδια της διδασκαλίας και οι αντίστοιχες πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι μαθητές.

Στάδια Διδασκαλίας	Πρακτικές
Στάδιο 1: Πρόβλημα	<ul style="list-style-type: none"> •Υποβολή ερωτήσεων και καθορισμός προβλημάτων •Εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία
Στάδιο 2: Ιδέες	<ul style="list-style-type: none"> •Απόκτηση, αξιολόγηση και επικοινωνία πληροφοριών •Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων •Εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία
Στάδιο3: Σχεδιασμός	<ul style="list-style-type: none"> •Απόκτηση, αξιολόγηση και επικοινωνία πληροφοριών •Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων •Σχεδίαση και διεξαγωγή διερευνήσεων •Εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία
Στάδιο 4: Πράξη	<ul style="list-style-type: none"> •Σχεδίαση και διεξαγωγή διερευνήσεων •Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων •Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης •Κατασκευή εξηγήσεων και σχεδίαση λύσεων •Εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία
Στάδιο 5: Κοινοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> •Υποβολή ερωτήσεων και καθορισμός προβλημάτων •Εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία •Απόκτηση, αξιολόγηση και επικοινωνία πληροφοριών
Στάδιο 6: Αναστοχασμός	<ul style="list-style-type: none"> •Σχεδίαση και διεξαγωγή διερευνήσεων •Εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία
Στάδιο 7: Αναφορά	<ul style="list-style-type: none"> •Εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία •Απόκτηση, αξιολόγηση και επικοινωνία πληροφοριών

Στις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύχθηκε οι μαθητές υποστηρίχθηκαν στις διαδικασίες συγκρότησης και κριτικής επιχειρημάτων με υποστηρικτικά πλαίσια για τα επιχειρήματα που συμπεριλαμβάνονταν στις δραστηριότητες. Το είδος αυτό της μαθησιακής υποστήριξης ενσωματώνεται στο ίδιο το εκπαιδευτικό υλικό και αφορά, για παράδειγμα σε πλαίσια γραφής (writing frames), γραφικούς οργανωτές (graphic organizers), λίστες ελέγχου και κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων.

Το επιχειρημά μας

Ισχυρισμός
Ποια είναι η απάντησή μας στο ερώτημα;

Αποδεικτικά στοιχεία
Ποια δεδομένα από τη διερεύνησή μας μπορούν να υποστηρίξουν τον ισχυρισμό μας;

Συλλογισμός
Πώς τα δεδομένα μας υποστηρίζουν τον ισχυρισμό μας;
Ποιος νόμος αιτιολογεί γιατί τα δεδομένα είναι αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό μας;

Αντίκρουση
Ποιον ισχυρισμό διαφορετικό από το δικό μας θα μπορούσε να υποστηρίξει ένας άλλος συμμαθητής μας;
Πώς θα τον πείθαμε ότι ο ισχυρισμός του είναι λανθασμένος;

Ομάδα _____ **Τα ερωτήματά μας** _____

Το επιχειρημά μας

- **Ισχυρισμός** _____
- **Αποδεικτικά στοιχεία** _____
- **Συλλογισμός** _____
- **Αντίκρουση** _____

Σχήμα 2. Υποστηρικτικά πλαίσια για τη συγκρότηση επιχειρημάτων

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται παραδείγματα γραφικών οργανωτών που χρησιμοποιήθηκαν σε δραστηριότητες για την υποστήριξη των μαθητών στη συγκρότηση επιχειρημάτων. Σε άλλες δραστηριότητες, γραφικοί οργανωτές χρησιμοποιήθηκαν για την υποστήριξη των μαθητών στη συγγραφή των αναφορών για τις διερευνήσεις που διεξήγαγαν προτρέποντας τους μαθητές να οργανώσουν τις αναφορές τους σε τρεις ενότητες, την εισαγωγή, τη μεθοδολογία και το επιχειρημα (Σχήμα 3).

1. Εισαγωγή...

- Περιγράφουμε το ζήτημα που διερευνήσαμε
- Εξηγούμε γιατί το διερευνήσαμε: Ποιοι ήταν οι στόχοι μας; Ποια ήταν τα ερωτήματα που διερευνήσαμε;

2. Μεθοδολογία...

- Εξηγούμε ποιες μεταβλητές χρησιμοποιήσαμε στη διερεύνηση
- Εξηγούμε πώς χρησιμοποιήσαμε τις μεταβλητές
- Παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα της διερεύνησης σε πίνακες ή γραφήματα

3. Επιχείρημα...

Γράφουμε ένα επιχειρημα που να απαντά στα ερωτήματα που διερευνήσαμε

Αναφορά

Συγγραφέας Αναφοράς: _____ ΑΜ.....

Εισαγωγή

.....

Μεθοδολογία

.....

Παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα της διερεύνησής μας με

Επιχείρημα

.....

Σχήμα 3. Υποστηρικτικό πλαίσιο για τη συγκρότηση αναφοράς

Σε άλλες δραστηριότητες οι μαθητές υποστηρίχθηκαν με λίστες ελέγχου που τους δόθηκαν προκειμένου να αξιολογήσουν στις ομάδες τους τα επιχειρήματα που συγκροτούσαν (Σχήμα 4).

Κριτήρια ποιότητας επιχειρήματος			
Συστατικά επιχειρημάτων	Ερωτήματα που πρέπει να θέσουμε	Ναι	Όχι
Ισχυρισμός	Έχουμε διατυπώσει έναν ισχυρισμό;		
	Ο ισχυρισμός είναι μια ολοκληρωμένη πρόταση που απαντά στο ερευνητικό ερώτημα;		
Αποδεικτικά στοιχεία	Έχουμε αναφέρει αποδεικτικά στοιχεία;		
	Τα αποδεικτικά στοιχεία σχετίζονται με τον ισχυρισμό;		
	Τα αποδεικτικά στοιχεία είναι μετρήσιμα που πήραμε από τη διερεύνησή μας;		
	Τα αποδεικτικά στοιχεία είναι αρκετά για να υποστηρίξουν τον ισχυρισμό;		
	Χρειάζεται να συλλέξουμε κι άλλα δεδομένα για να τα χρησιμοποιήσουμε ως αποδεικτικά στοιχεία;		
Συλλογισμός	Έχουμε προτείνει συλλογισμό;		
	Ο συλλογισμός συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό;		
	Ο συλλογισμός εξηγεί πώς τα αποδεικτικά στοιχεία υποστηρίζουν τον ισχυρισμό;		
	Ο συλλογισμός περιλαμβάνει ένα νόμο που εξηγεί γιατί τα δεδομένα είναι αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό;		
Αντίκρουση	Υπάρχει αντίκρουση που να υποστηρίζει ότι ένας διαφορετικός ισχυρισμός είναι λανθασμένος;		
	Υπάρχουν αρκετά αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν αυτόν το διαφορετικό ισχυρισμό;		
	Υπάρχει σύνδεση μεταξύ των αποδεικτικών στοιχείων με το διαφορετικό ισχυρισμό;		

Σχήμα 4. Υποστηρικτικό πλαίσιο για την αξιολόγηση επιχειρημάτων (αυτό-αξιολόγηση)

Υπήρχαν δραστηριότητες στις οποίες περιλαμβάνονταν κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων προκειμένου οι μαθητές να υποστηριχθούν σε διεργασίες στις οποίες καλούνταν να αξιολογήσουν αναφορές των συμμαθητών τους και να προτείνουν τρόπους βελτίωσής τους. Ενδεικτικό παράδειγμα κλίμακας διαβαθμισμένων κριτηρίων για την αξιολόγηση επιχειρημάτων (3^η ενότητα της αναφοράς) παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.

Κριτήρια αξιολόγησης του Επιχειρήματος	Βαθμολογία κριτών			Βαθμολογία διδάσκοντα		
	0 Καθώς	1 Ελλιπώς	2 Επαρκώς	0	1	2
Διατυπώνεται ο κατάλληλος ισχυρισμός που απαντά στα ερωτήματα που διερευνήθηκαν;						
Χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό;						
Διατυπώνεται ο κατάλληλος συλλογισμός που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό;						
Αιτιολογείται στο συλλογισμό γιατί τα δεδομένα αποτελούν αποδεικτικά στοιχεία χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο νόμο;						
Εξετάζεται εναλλακτικός ισχυρισμός και διατυπώνεται μια αντίκρουση που να αιτιολογεί γιατί είναι λανθασμένος;						
Συμφωνεί το επιχείρημα με τα επιχειρήματα των άλλων ομάδων και με όσα συζητήθηκαν στην τάξη;						
Κριτές: Προτάσεις για τη βελτίωση του επιχειρήματος:	Συγγραφείς: Αλλαγές που έγιναν με βάση τα σχόλια των κριτών					

Σχήμα 5. Υποστηρικτικό πλαίσιο για την αξιολόγηση αναφορών

Οι μονάδες ανάλυσης και το δείγμα

Οι μονάδες ανάλυσης περιλάμβαναν τις αναφορές και τις δραστηριότητες των κεφαλαίων, για τις δυνάμεις και την κίνηση, του σχολικού εγχειριδίου Φυσικής Α΄ Λυκείου καθώς επίσης και τις δραστηριότητες του νέου εκπαιδευτικού υλικού, για τις δυνάμεις και την κίνηση, που αναπτύχθηκε. Ως αναφορές ορίστηκαν συνεκτικά και εννοιολογικά ολοκληρωμένα τμήματα κειμένου (ολόκληρες ή επιμέρους υποενότητες), ενώ οι δραστηριότητες περιλάμβαναν ερωτήσεις, προβλήματα, πειραματικές διαδικασίες και εφαρμογές. Κάθε μονάδα ανάλυσης εξετάστηκε συνολικά, λαμβάνοντας υπόψιν τόσο το γλωσσικό περιεχόμενο της όσο και τις αναπαραστάσεις της (γραφήματα, εικόνες, σχήματα, πίνακες).

Ειδικότερα καταμετρήθηκαν 274 μονάδες ανάλυσης (41 αναφορές και 233 δραστηριότητες) στα τρία κεφάλαια για τις δυνάμεις και την κίνηση του σχολικού εγχειριδίου της Φυσικής Α΄ Λυκείου και 25 μονάδες ανάλυσης (δραστηριότητες) στο νέο εκπαιδευτικό υλικό για τις δυνάμεις και την κίνηση που αναπτύχθηκε.

Το πλαίσιο της ανάλυσης

Η ανάλυση των δραστηριοτήτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μιας κλίμακας διαβαθμισμένων κριτηρίων πέντε επιπέδων για κάθε διάσταση της επιστημονικής επιχειρηματολογίας (Μαστρογιωργάκη & Σκουμιάς, 2024). Η κλίμακα αυτή βασίστηκε στο πλαίσιο Interactive–Constructive–Active–Passive (ICAP) (Chi et al., 2018). Σύμφωνα με αυτή την κλίμακα οι μονάδες ανάλυσης που δεν παρείχαν ευκαιρίες εμπλοκής των μαθητών με κάποια διάσταση της επιχειρηματολογίας κατηγοριοποιήθηκαν στο επίπεδο 0. Τα υπόλοιπα επίπεδα (1, 2, 3, 4) διαφοροποιούνται ανάλογα με τις πρωτοβουλίες που δίνονται στους μαθητές για τη χρήση των διαστάσεων επιχειρηματολογίας.

Το πλαίσιο ανάλυσης περιλάμβανε τις ακόλουθες πέντε διαστάσεις της επιστημονικής επιχειρηματολογίας (NRC, 2012): (α) συγκρότηση επιχειρήματος με αποδεικτικά στοιχεία για την υποστήριξη των ισχυρισμών, (β) συγκρότηση επιχειρήματος με αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για την υποστήριξη των ισχυρισμών, (γ) κριτική ισχυρισμών χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για τον εντοπισμό των αδύναμων και δυνατών σημείων των επιστημονικών επιχειρημάτων, (δ) σύνδεση των

επιχειρημάτων με βασικές ιδέες των επιμέρους κλάδων των Φυσικών Επιστημών και εγκάρσιες έννοιες και (ε) εξέταση/αναγνώριση εναλλακτικών επιχειρημάτων ή/και αντικρούσεων.

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται η κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων (πέντε επιπέδων) για την τρίτη διάσταση της επιχειρηματολογίας.

Πίνακας 2. Το πλαίσιο ανάλυσης για την τρίτη διάσταση της επιχειρηματολογίας (κριτική ισχυρισμών χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για τον εντοπισμό των αδύναμων και δυνατών σημείων των επιστημονικών επιχειρημάτων) (Μαστρογιωργάκη & Σκουμιάς, 2024)

Επίπεδο 0	Επίπεδο (Passive)	1	Επίπεδο 2 (Active)	Επίπεδο (Constructive)	3	Επίπεδο (Interactive)	4
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 να μελετούν έτοιμες κρίσεις για επιχειρήματα που τους έχουν παρουσιαστεί		Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να κρίνουν επιχειρήματα που τους έχουν παρουσιαστεί, μέσω προκαθορισμένων οδηγιών ή μέσω δεδομένων που δίνονται χωρίς να ζητούνται περαιτέρω επεξηγήσεις	Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να κρίνουν επιχειρήματα που τους έχουν παρουσιαστεί, αξιολογώντας δεδομένα που έχουν χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη των ισχυρισμών		Παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές συνεργατικά να κρίνουν επιχειρήματα που τους έχουν παρουσιαστεί αξιολογώντας δεδομένα που έχουν χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη των ισχυρισμών	

Ανάλυση δεδομένων

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε από δύο ανεξάρτητους ερευνητές, οι οποίοι κωδικοποίησαν ξεχωριστά κάθε μονάδα ανάλυσης, περιγράφοντας το επίπεδο εμπλοκής κάθε διάστασης της επιχειρηματολογίας, σύμφωνα με το καθορισμένο πλαίσιο ανάλυσης. Προηγήθηκε πιλοτική εφαρμογή της διαδικασίας σε μικρό δείγμα μονάδων, η οποία επέτρεψε την εξοικείωση με την κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων και συνέβαλε στη βελτιστοποίηση της μεθοδολογίας. Ο υπολογισμός του συντελεστή Kappa του Cohen, ανέδειξε υψηλό επίπεδο συμφωνίας για όλες τις διαστάσεις της επιχειρηματολογίας ($k = 0,95$). Τυχόν αποκλίσεις στις αξιολογήσεις εξετάστηκαν και επιλύθηκαν κατόπιν συζήτησης μεταξύ των ερευνητών.

Οι μονάδες ανάλυσης αξιολογήθηκαν ως προς τα επίπεδα εμπλοκής καθεμίας από τις πέντε διαστάσεις της επιχειρηματολογίας, και προσδιορίστηκαν τόσο οι απόλυτες τιμές όσο και οι εκατοστιαίες κατανομές των επιπέδων εμπλοκής για κάθε διάσταση στα εκπαιδευτικά υλικά που μελετήθηκαν.

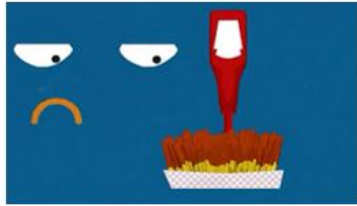
Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα παράδειγμα δραστηριότητας από το νέο εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε ακολουθούμενο από την ανάλυσή του.

Παράδειγμα: Δραστηριότητα 19η (στάδιο 6) του εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύχθηκε

19^η Δραστηριότητα

Παρατηρούμε την κινούμενη εικόνα και αναπτύσσουμε το επιχειρήματά μας για να απαντήσουμε στο παρακάτω ερώτημα:

Πώς αφαιρούμε τη μικρή ποσότητα κέτσαπ που έχει μείνει στο μπουκάλι;



Χρησιμοποιούμε τις πληροφορίες από την κινούμενη εικόνα και τα δεδομένα της διερεύνησής μας για να υποστηρίξουμε τους ισχυρισμούς μας.

Πρόταση 1

Για να ενισχύσουμε περισσότερο τους ισχυρισμούς μας αναφέρουμε γιατί οι πληροφορίες από τις εικόνες και τα δεδομένα της διερεύνησής μας τους υποστηρίζουν.

Πρόταση 2

Προσπαθούμε να χρησιμοποιήσουμε όσα μάθαμε για τους νόμους που σχετίζονται με το ζήτημα που διερευνήσαμε.

Πρόταση 3

Όπου διαφωνούμε με τους συμμαθητές στην ομάδα μας προσπαθούμε να εξηγήσουμε γιατί οι ισχυρισμοί τους δεν υποστηρίζονται από τις πληροφορίες που μας δίνουν οι εικόνες και τα δεδομένα της διερεύνησής μας.

Πρόταση 4

Αν έχουμε διαφορετικά επιχειρήματα από τις άλλες ομάδες προσπαθούμε να υποστηρίξουμε στην τάξη ένα επιχειρήμα χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες που μας δίνουν οι εικόνες και τα δεδομένα της διερεύνησής μας και να αναφέρουμε γιατί τα άλλα επιχειρήματα είναι λανθασμένα.

Πρόταση 5

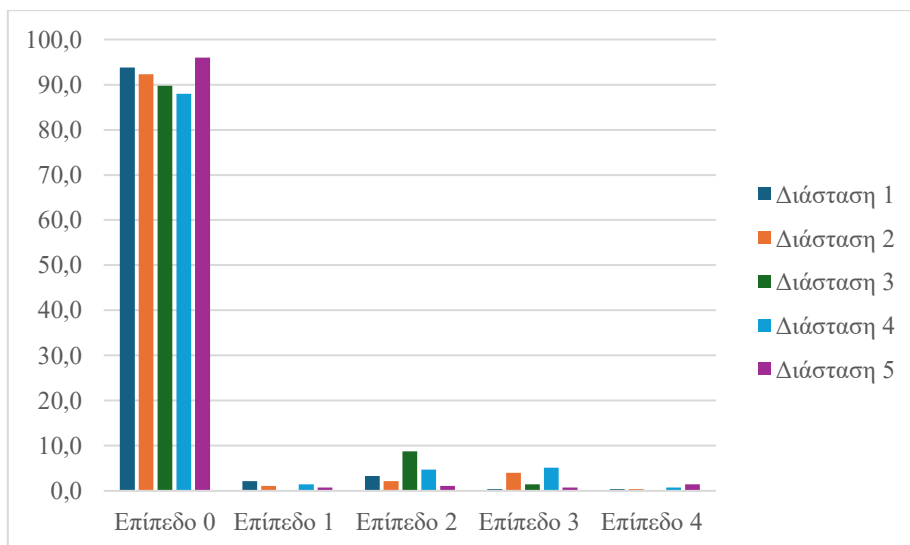
Ανάλυση της δραστηριότητας

Σύμφωνα με το πλαίσιο ανάλυσης, στη δραστηριότητα αυτή παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν και με τις πέντε διαστάσεις επιχειρηματολογίας. Πιο συγκεκριμένα ως προς τη διάσταση 1 της επιχειρηματολογίας (πρόταση 1) παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές συνεργατικά να συγκροτούν επιχειρήματα, μέσω συζήτησης, χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία για να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς (επίπεδο 4). Ως προς τη διάσταση 2 (πρόταση 2) παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές συνεργατικά να συγκροτούν επιχειρήματα, μέσω συζήτησης, χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς (επίπεδο 4). Ως προς τη διάσταση 3 (πρόταση 4) παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές συνεργατικά να κρίνουν επιχειρήματα που τους έχουν παρουσιαστεί, αξιολογώντας τα δεδομένα που έχουν χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη των ισχυρισμών (επίπεδο 4). Ως προς τη διάσταση 4 (πρόταση 3) παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές συνεργατικά να εμπλέκονται σε συζήτηση με τις βασικές ιδέες ή/και τις εγκάρσιες έννοιες που χρησιμοποιούνται στα επιχειρήματα που συγκροτούν (επίπεδο 4). Ως προς τη διάσταση 5 (πρόταση 5) παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές συνεργατικά να αναγνωρίζουν εναλλακτικές ιδέες και να τις απορρίπτουν καταλήγοντας σε νέα γνώση (επίπεδο 4).

Αποτελέσματα

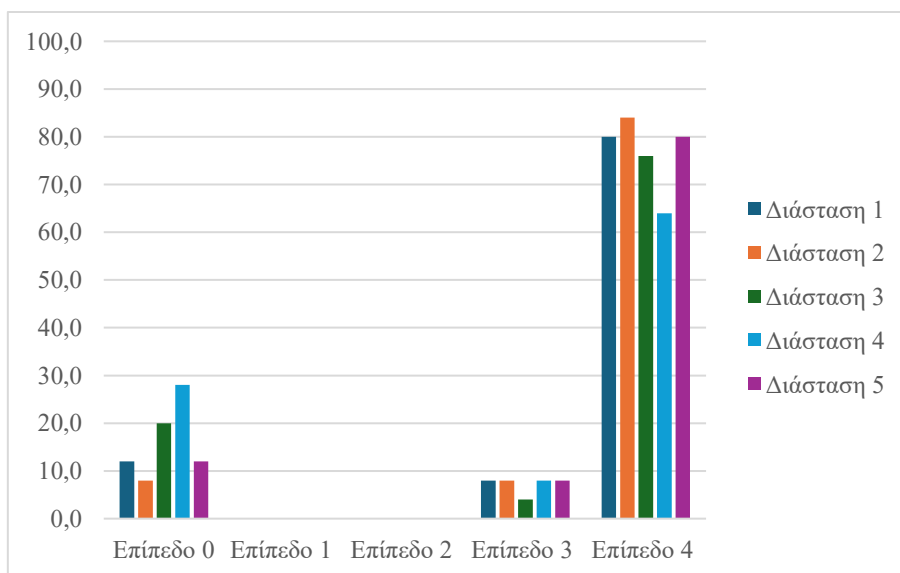
Η διαδικασία της ανάλυσης επέτρεψε τον προσδιορισμό των απόλυτων τιμών και των εκατοστιαίων κατανομών των επιπέδων εμπλοκής για καθεμία από τις πέντε διαστάσεις της επιχειρηματολογίας αφενός στις αναφορές και τις δραστηριότητες για τις δυνάμεις και την κίνηση του σχολικού εγχειριδίου της Φυσικής της Α' τάξης Λυκείου και αφετέρου στις δραστηριότητες για τις δυνάμεις και την κίνηση του εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύχθηκε για μαθητές της Α' τάξης Λυκείου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται χωριστά για κάθε εκπαιδευτικό υλικό που μελετήθηκε.

Στο Σχήμα 6 παρουσιάζονται τα ποσοστά των επιπέδων των πέντε διαστάσεων της επιχειρηματολογίας στις μονάδες ανάλυσης (τις αναφορές και τις δραστηριότητες) για τις δυνάμεις και την κίνηση του σχολικού εγχειριδίου της Φυσικής της Α΄ τάξης Λυκείου. Από το Γράφημα 6 προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των μονάδων ανάλυσης του σχολικού εγχειριδίου ταξινομήθηκαν στο επίπεδο 0 και για τις πέντε διαστάσεις της επιχειρηματολογίας καθώς δεν προσφέρουν ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με αυτές.



Σχήμα 6. Τα ποσοστά των επιπέδων των πέντε διαστάσεων της επιχειρηματολογίας που συμπεριλαμβάνονται στις αναφορές και τις δραστηριότητες για τις δυνάμεις και την κίνηση του σχολικού εγχειριδίου

Στο Σχήμα 7 παρουσιάζονται τα ποσοστά των επιπέδων των πέντε διαστάσεων της επιχειρηματολογίας τις μονάδες ανάλυσης (τις δραστηριότητες) του εκπαιδευτικού υλικού για τις δυνάμεις και την κίνηση που αναπτύχθηκε για μαθητές της Α΄ τάξης Λυκείου.



Σχήμα 7. Τα ποσοστά των επιπέδων των πέντε διαστάσεων της επιχειρηματολογίας που συμπεριλαμβάνονται τις δραστηριότητες για τις δυνάμεις και την κίνηση του εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύχθηκε

Από το Σχήμα 7 διαπιστώνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των μονάδων ανάλυσης του νέου εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύχθηκε, για τις δυνάμεις και την κίνηση, ταξινομήθηκαν στο επίπεδο 4 για όλες τις διαστάσεις της επιχειρηματολογίας.

Συζήτηση και συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή διερευνήθηκαν τα επίπεδα ενσωμάτωσης των διαστάσεων της επιστημονικής επιχειρηματολογίας στο περιεχόμενο του σχολικού εγχειριδίου Φυσικής της Α΄ Λυκείου και του νέου εκπαιδευτικού υλικού, το οποίο αναπτύχθηκε με βάση τη διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών» για την εννοιολογική περιοχή των δυνάμεων και της κίνησης.

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης διαπιστώθηκε ότι οι δραστηριότητες που περιλαμβάνονταν στο νέο εκπαιδευτικό υλικό για τις δυνάμεις και την κίνηση παρείχαν ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με την πρακτική της επιχειρηματολογίας. Ειδικότερα, διαπιστώθηκε ότι οι περισσότερες δραστηριότητες συμπεριλαμβάνουν σε υψηλό επίπεδο τις πέντε διαστάσεις της επιχειρηματολογίας. Μέσω των δραστηριοτήτων παρέχονταν ευκαιρίες στους μαθητές να συνεργάζονται με σκοπό τη χρήση αποδεικτικών στοιχείων για την υποστήριξη των ισχυρισμών τους. Καλούνταν να συζητούν και να ερμηνεύουν τις βασικές ιδέες και τις εγκάρσιες έννοιες που συνδέονται με την εννοιολογική περιοχή των δυνάμεων και της κίνησης προκειμένου να τις ενσωματώνουν στη διαμόρφωση των συλλογισμών τους. Υπήρχαν επίσης δραστηριότητες που προέτρεπαν τις μαθητές να κρίνουν επιχειρήματα. Επιπλέον, οι μαθητές ενθαρρύνονταν να αναγνωρίζουν και να αξιολογούν εναλλακτικές ιδέες με βάση τα αποδεικτικά στοιχεία, καθώς και να αναθεωρούν και να βελτιώνουν τα επιχειρήματά τους. Έχει υποστηριχθεί ότι τέτοιες δραστηριότητες ενισχύουν τις ικανότητες των μαθητών να συγκροτούν και να κρίνουν επιστημονικά επιχειρήματα (Chin & Osborne, 2010· González-Howard & McNeill, 2020· McNeill, 2009· Sampson et al., 2011· Walker et al., 2016· 2019).

Σε αντίθεση με το νέο εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε, το υπάρχον εκπαιδευτικό υλικό του σχολικού εγχειριδίου Φυσικής της Α΄ Λυκείου για τις δυνάμεις και την κίνηση δεν παρείχε ευκαιρίες τις μαθητές να εμπλακούν με επιχειρηματολογία καθώς οι περισσότερες μονάδες ανάλυσης ταξινομήθηκαν στο επίπεδο 0 και για τις πέντε διαστάσεις της επιχειρηματολογίας. Ελάχιστες ήταν οι δραστηριότητες του σχολικού εγχειριδίου που εμπλέκουν τις μαθητές με υψηλότερα επίπεδα των διαστάσεων της επιχειρηματολογίας. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με ευρήματα άλλων ερευνητών σύμφωνα με τα οποία στο σχολικό πλαίσιο σπάνια παρέχονται ευκαιρίες τις μαθητές να εμπλακούν με την πρακτική της επιχειρηματολογίας (Clark & Sampson, 2007· Michaels & O'Connor, 2012· 2017).

Η εργασία αυτή προσφέρει δυνατότητες αξιοποίησής τις τόσο στο πεδίο της έρευνας (ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού με δραστηριότητες που συμπεριλαμβάνουν σε υψηλό επίπεδο τις διαστάσεις της επιχειρηματολογίας) όσο και στο πεδίο της διδακτικής πράξης (αξιοποίηση του εκπαιδευτικού υλικού από τις εκπαιδευτικούς στο σχολικό πλαίσιο).

Η εργασία περιορίστηκε αποκλειστικά στην ανάλυση του περιεχομένου των κεφαλαίων που αφορούν τις δυνάμεις και την κίνηση του σχολικού εγχειριδίου (βιβλίου μαθητή) της Φυσικής Α΄ Λυκείου καθώς και του νέου εκπαιδευτικού υλικού για τις δυνάμεις και την κίνηση που αναπτύχθηκε για μαθητές της Α΄ τάξης Λυκείου και όχι στην εφαρμογή τις στο σχολικό πλαίσιο. Προτείνεται η εφαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύχθηκε για τις δυνάμεις και την κίνηση σε μαθητές Α΄ Λυκείου και η αποτίμηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων αναφορικά με τις ικανότητες των μαθητών να συγκροτούν και να κρίνουν επιχειρήματα.

Βιβλιογραφία

Μαστρογιωργάκη, Μ., & Σκουμιός, Μ. (2024). Η πρακτική της επιχειρηματολογίας τις αναφορές και τις δραστηριότητες των εγχειριδίων Φυσικής της Α΄ Λυκείου για τις δυνάμεις και την κίνηση. Στο Π. Καραμούζης, Α. Σοφός, Μ. Σκουμιός, Ε. Φωκίδης, & Μ. Οικονομάκου (Επιμ.), *Παιδαγωγική Έρευνα στο Αιγαίο, Πρακτικά 8^{ης} Ημερίδας Υποψηφίων Διδασκόντων* (σσ. 70–87).

Bricker, L. A., & Bell, P. (2008). Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implications for the practices of science education. *Science Education*, 92(3), 473–498. <https://doi.org/10.1002/sc.20278>

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>

- Chin, C., & Osborne, J. (2010). Students' questions and discursive interaction: Their impact on argumentation during collaborative group discussions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 883–908. <https://doi.org/10.1002/tea.20385>
- Clark, D. B., & Sampson, V. D. (2007). Personally-seeded discussions to scaffold online argumentation. *International Journal of Science Education*, 29(3), 253–277. <https://doi.org/10.1080/09500690600560944>
- Cornelius, L. L., & Herrenkohl, L. R. (2004). Power in the Classroom: How the Classroom Environment Shapes Students' Relationships With Each Other and With Concepts. *Cognition and Instruction*, 22(4), 467–498. https://doi.org/10.1207/s1532690Xci2204_4
- Cross, D., Taasobshirazi, G., Hendricks, S., & Hickey, D. T. (2008). Argumentation: A strategy for improving achievement and revealing scientific identities. *International Journal of Science Education*, 30(6), 837–861. <https://doi.org/10.1080/09500690701411567>
- Davis, E. A., Janssen, F. J. J. M., & Van Driel, J. H. (2016). Teachers and science curriculum materials: Where we are and where we need to go. *Studies in Science Education*, 52(2), 127–160. <https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1161701>
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3%253C287::AID-SCE1%253E3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3%253C287::AID-SCE1%253E3.0.CO;2-A)
- Duschl, R. (2008). Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals. *Review of Research in Education*, 32(1), 268–291. <https://doi.org/10.3102/0091732X07309371>
- 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>
- Grooms, J., Enderle, P., & Sampson, V. (2015). Coordinating Scientific Argumentation and the Next Generation Science Standards through Argument Driven Inquiry. *Science Educator*, 24(1), 45–50.
- 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>
- 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>
- Khishfe, R., Alshaya, F. S., BouJaoude, S., Mansour, N., & Alrudiyan, K. I. (2017). Students' understandings of nature of science and their arguments in the context of four socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 39(3), 299–334. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1280741>
- Knight, A. M., McNeill, K. L., & Pearson, D. P. (2014). *Students' abilities to critique scientific arguments based on the form of justification*. Paper presented at the annual meeting of the National Association of Research in Science Teaching (NARST), Pittsburg, PA.
- Krippendorff, K. (2013). *Content Analysis. An Introduction to Its Methodology* (3rd ed). Sage Publications.
- Lazarou, D., Sutherland, R., & Erduran, S. (2016). Argumentation in science education as a systemic activity: An activity-theoretical perspective. *International Journal of Educational Research*, 79, 150–166. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.07.008>
- McNeill, K. L. (2009). Teachers' use of curriculum to support students in writing scientific arguments to explain phenomena. *Science Education*, 93(2), 233–268. <https://doi.org/10.1002/sce.20294>
- 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>
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153–191. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1502_1
- McNeill, K. L., & Pimentel, D. S. (2009). Scientific discourse in three urban classrooms: The role of the teacher in engaging high school students in argumentation. *Science Education*, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/sce.20364>
- Michaels, S., & O'Connor, C. (2012). *Talk science primer*. TERC.

- Michaels, S., & O'Connor, C. (2015). Conceptualizing Talk Moves as Tools: Professional Development Approaches for Academically Productive Discussions. In L. B. Resnick, C. S. C. Asterhan, & S. N. Clarke (Eds.), *Socializing Intelligence Through Academic Talk and Dialogue* (pp. 347–361). American Educational Research Association. https://doi.org/10.3102/978-0-935302-43-1_27
- Michaels, S., & O'Connor, C. (2017). From recitation to reasoning: Supporting scientific and engineering practices through talk. In C. Schwarz, C. Passmore, & B. J. Reiser (Eds.), *Helping students make sense of the world using next generation science and engineering practices* (pp. 311–336). National Science Teachers Association Press.
- 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>
- NRC (Ed.). (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Phillips, L. M., & Norris, S. P. (1999). Interpreting popular reports of science: What happens when the reader's world meets the world on paper? *International Journal of Science Education*, 21, 317–327.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217–257. <https://doi.org/10.1002/sce.20421>
- Sandoval, W. A., & Morrison, K. (2003). High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 369–392. <https://doi.org/10.1002/tea.10081>
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
- 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.
- Walker, J. P., Sampson, V., Southerland, S., & Enderle, P. J. (2016). Using the laboratory to engage all students in science practices. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 1098–1113. <https://doi.org/10.1039/C6RP00093B>
- Walker, J. P., Van Duzor, A. G., & Lower, M. A. (2019). Facilitating Argumentation in the Laboratory: The Challenges of Claim Change and Justification by Theory. *Journal of Chemical Education*, 96(3), 435–444. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00745>
- Weiss, K. A., McDermott, M. A., & Hand, B. (2022). Characterising immersive argument-based inquiry learning environments in school-based education: A systematic literature review. *Studies in Science Education*, 58(1), 15–47. <https://doi.org/10.1080/03057267.2021.1897931>
- Yun, S. M., & Kim, H.-B. (2015). Changes in Students' Participation and Small Group Norms in Scientific Argumentation. *Research in Science Education*, 45(3), 465–484. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9432-z>
- Zhou, G. (2010). Conceptual Change in Science: A Process of Argumentation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(2), 101–110.