ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Ανάπτυξη δεξιοτήτων που αφορούν στον σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων για τη θρέψη των φυτών σε μαθητές της Β' τάξης του Δημοτικού σχολείου

Τσαμπίκα Συκοφύλλου, Μιχαήλ Σκουμιός

doi: 10.12681/codiste.7309

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 08/12/2025 19:01:49

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΘΡΕΨΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΤΗΣ Β΄ ΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

Τσαμπίκα Συκοφύλλου[1], Μιχαήλ Σκουμιός[2]

[1]Εκπαιδευτικός Α/θμιας Εκπ/σης, [2]Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου

skoumios@rhodes.aegean.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή εξετάζει την επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης για τη θρέψη των φυτών, στις δεξιότητες των μαθητών του δημοτικού σχολείου που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία. Για τη διδακτική παρέμβαση που εφαρμόστηκε σε 50 μαθητές της Β΄ τάξης του δημοτικού σχολείου, αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό για τη θρέψη των φυτών, το οποίο βασίστηκε στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών». Τα δεδομένα της έρευνας απετέλεσαν οι απαντήσεις των μαθητών σε ερωτηματολόγιο πριν και μετά από τη διδακτική παρέμβαση και στα φύλλα εργασίας. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι η διδακτική παρέμβαση βελτίωσε τις δεξιότητες των μαθητών να σχεδιάζουν διερευνήσεις και να συγκροτούν επιχειρήματα για τη θρέψη των φυτών.

Λέξεις κλειδιά: επιχειρήματα, διερευνήσεις, μάθηση μέσω πρακτικών

DEVELOPMENT OF SKILLS RELATED TO PLANNING INVESTIGATIONS AND CONSTRUCTING ARGUMENTS FOR PLANT NUTRITION IN SECOND GRADE PRIMARY SCHOOL STUDENTS

Authors: Tsambika Sykofyllou[1], Michael Skoumios[2]

Affiliations: [1]Primary School Rodion Pedia, [2]Department of Primary Education, University of the Aegean

skoumios@rhodes.aegean.gr

ABSTRACT

This study examines the effect of a teaching intervention about plant nutrition on primary school students' abilities to plan investigations and construct evidence-based arguments. For the teaching intervention applied to 50 second grade primary school students, instructional materials about plant nutrition were developed based on the "learning through practices" approach. The data were the students' responses to a questionnaire before and after the teaching intervention and to the worksheets. Data analysis revealed that the teaching intervention improved students' abilities to plan investigations and construct arguments about plant nutrition.

Keywords: arguments, investigations, learning through practices

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των Η.Π.Α., πρότεινε ένα νέο πλαίσιο για την εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες που εδράζεται σε τρεις διαστάσεις («μάθηση τριών διαστάσεων»): τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής, τις εγκάρσιες έννοιες και τις βασικές ιδέες των επιμέρους κλάδων των Φυσικών Επιστημών (NRC, 2012). Οι τρεις διαστάσεις πρέπει να συνυπάρχουν στους διδακτικούς στόχους (προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα) και στις δραστηριότητες που χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία και την αξιολόγηση των μαθητών (NGSS Lead States, 2013). Έχει υποστηριχθεί ότι η εμπλοκή των μαθητών με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής μπορεί να τους βοηθήσει να κατανοήσουν τη σχολική γνώση («μάθηση μέσω πρακτικών») (Schwarz et al., 2017). Οι μαθητές επιδιώκεται να εμπλέκονται με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής για να αναπτύσσουν και να χρησιμοποιούν τις βασικές ιδέες και τις εγκάρσιες έννοιες προκειμένου να εξηγούν φαινόμενα και να επιλύουν προβλήματα (Krajcik et al., 2014). Επομένως, κρίνεται σημαντική η ανάπτυξη αυτών των πρακτικών σε μαθητές.

Η εργασία αυτή υπάγεται στο πεδίο των ερευνών που εξετάζουν την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων, στις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής που αναπτύσσουν οι μαθητές. Ειδικότερα, επικεντρώνεται στις πρακτικές που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και στη συγκρότηση επιχειρημάτων, έχοντας ως πεδίο αναφοράς τη θρέψη των φυτών.

Οι πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής είναι οι πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι επιστήμονες καθώς μελετούν και κατασκευάζουν μοντέλα και θεωρίες για τον φυσικό κόσμο και οι μηχανικοί καθώς σχεδιάζουν και κατασκευάζουν μοντέλα και συστήματα (NRC, 2012). Ο όρος πρακτικές χρησιμοποιείται αντί του όρου δεξιότητες για να δώσει έμφαση στο ότι η εμπλοκή με την επιστημονική έρευνα απαιτεί όχι μόνο δεξιότητες αλλά και γνώση σχετική με κάθε πρακτική (NRC, 2012). Ανάμεσα στις πρακτικές που έχουν προταθεί για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, συμπεριλαμβάνεται ο σχεδιασμός διερευνήσεων και η συγκρότηση επιχειρημάτων που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία (NGSS Lead States, 2013).

Στις διαστάσεις της πρακτικής που αφορά στο σχεδιασμό διερευνήσεων συμπεριλαμβάνονται η διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, η αναγνώριση και ο έλεγχος των μεταβλητών και η περιγραφή των πειραματικών δραστηριοτήτων που θα οδηγήσουν στην απάντηση των ερωτημάτων (βήματα διαδικασίας, καθορισμός εργαλείων μέτρησης, τρόπος αναπαράστασης των μετρήσεων, πλήθος μετρήσεων) (NGSS Lead States, 2013).

Ένα επιστημονικό επιχείρημα επιδιώκει να επικυρώσει ή να διαψεύσει έναν ισχυρισμό χρησιμοποιώντας στοιχεία που είναι αποδεκτά από την επιστημονική κοινότητα (Phillips & Norris, 1999). Ειδικότερα, ένα επιστημονικό επιχείρημα συντίθεται από τέσσερα συστατικά στοιχεία: τον ισχυρισμό, τα αποδεικτικά στοιχεία, τον συλλογισμό και την αντίκρουση (McNeill & Krajcik, 2012). Ο ισχυρισμός είναι ένα συμπέρασμα που απαντά σε μια ερώτηση. Τα αποδεικτικά στοιχεία είναι τα δεδομένα που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό. Ο συλλογισμός συνδέει τον ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία και αιτιολογεί γιατί τα δεδομένα συνιστούν αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό. Η αντίκρουση αιτιολογεί πώς ή γιατί ένας διαφορετικός ισχυρισμός είναι λανθασμένος.

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση των σχετικών ερευνών διαπιστώθηκε ότι οι περισσότεροι μαθητές δεν έχουν ιδιαίτερα αναπτυγμένες τις δεξιότητες που σχετίζονται με τις παραπάνω δύο πρακτικές (Heng et al., 2015˙ Kruit et al., 2018). Επίσης, προέκυψε ότι είναι περιορισμένη η έρευνα που μελετά την επίδραση

διδακτικών παρεμβάσεων στις δεξιότητες των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων (Edelsbrunner et al., 2018) και τη συγκρότηση επιχειρημάτων (Bulgren et al., 2014˙ Georgiou et al., 2020). Η έρευνα αυτή εστιάζεται σε μαθητές των μεγαλύτερων τάξεων του δημοτικού σχολείου και κυρίως της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Επιπρόσθετα, ενώ έχουν μελετηθεί εκτενώς οι αντιλήψεις των μαθητών για τη θρέψη των φυτών (Messig & Groß, 2018), απουσιάζουν εργασίες που να διερευνούν την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων στις δεξιότητες των μαθητών των μικρότερων τάξεων του δημοτικού σχολείου που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία. Αναδύεται λοιπόν η αναγκαιότητα πραγματοποίησης μιας τέτοιας έρευνας.

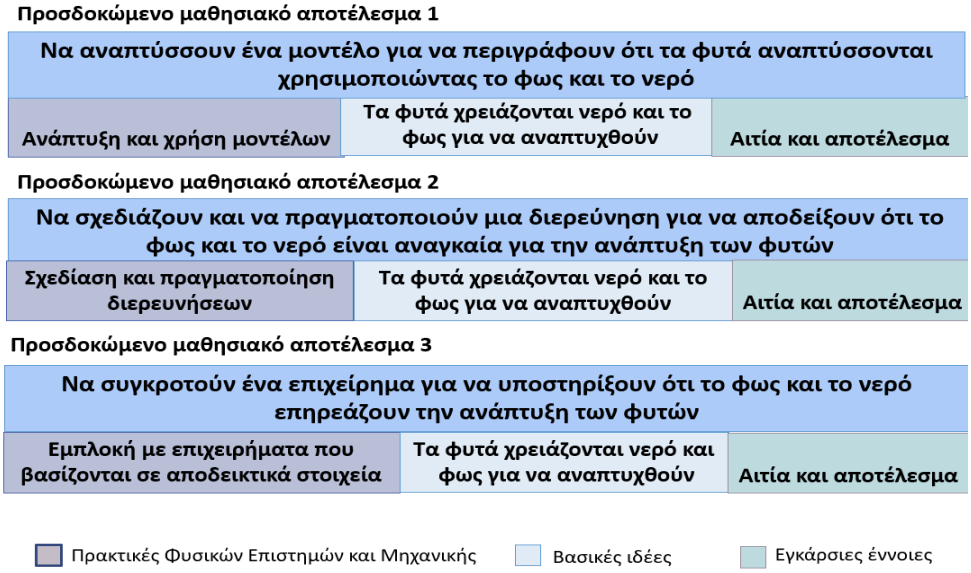
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης για τη θρέψη των φυτών που βασίζεται στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών», στις δεξιότητες των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων. Ειδικότερα, η εργασία επιδιώκει να απαντήσει στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα. Ποια η επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης για τη θρέψη των φυτών που βασίζεται στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών» στις δεξιότητες των μαθητών της Β΄ τάξης του δημοτικού σχολείου: (α) να αναγνωρίζουν ένα ερευνητικό ερώτημα, να αναγνωρίζουν τις μεταβλητές και να περιγράφουν τη πειραματική διαδικασία και (β) να συγκροτούν επιχειρήματα με επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς και αποδεικτικά στοιχεία;

Για την υλοποίηση της έρευνας αξιοποιήθηκε η μελέτη περίπτωσης και συγκεντρώθηκαν ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα (Creswell & Plano Clark, 2018). Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο στάδια. Κατά το πρώτο στάδιο συγκροτήθηκαν το εκπαιδευτικό υλικό της διδακτικής παρέμβασης καθώς και ένα ερωτηματολόγιο. Τόσο το εκπαιδευτικό υλικό όσο και το ερωτηματολόγιο εφαρμόστηκαν σε μαθητές και με βάση τα αποτελέσματα έγιναν οι κατάλληλες αναθεωρήσεις (πιλοτική έρευνα). Στο δεύτερο στάδιο (κύρια έρευνα) εφαρμόστηκε η διδακτική παρέμβαση στους μαθητές του δείγματος της έρευνας και τους ζητήθηκε να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 50 μαθητές οι οποίοι φοιτούσαν στη Β΄ τάξη του δημοτικού σχολείου.

Το εκπαιδευτικό υλικό για τη θρέψη των φυτών που αναπτύχθηκε για μαθητές της Β΄ τάξης του δημοτικού σχολείου, βασίστηκε στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών» (Krajcik et al., 2014˙ Schwarz et al., 2017). Για την ανάπτυξή του αξιοποιήθηκε το μαθησιακό μοντέλο 5Ε (Bybee et al., 2006). Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα για τη θρέψη των φυτών (για τις μικρότερες τάξεις του δημοτικού) με τις τρεις διαστάσεις από τις οποίες αυτά συντίθενται (NGSS Lead States, 2013).

Σχήμα 1. Τα «τριών διαστάσεων» προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα για τη θρέψη των φυτών (NGSS Lead States, 2013).



Δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού παρείχαν ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με σχεδιασμό διερευνήσεων και ειδικότερα, να διατυπώνουν ερευνητικά ερωτήματα, να εκφέρουν υποθέσεις, να εντοπίζουν σε κάθε έρευνα την ανεξάρτητη μεταβλητή, τις μεταβλητές ελέγχου και την εξαρτημένη μεταβλητή, καθώς επίσης και να περιγράφουν την πειραματική διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί. Σε άλλες δραστηριότητες παρουσιάστηκαν και εξηγήθηκαν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος στους μαθητές (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία) και τους προτάθηκαν υποστηρικτικά πλαίσια τα οποία μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν για να συγκροτήσουν και να αξιολογήσουν επιχειρήματα. Λόγω της ηλικίας των μαθητών η δομή ενός επιχειρήματος περιορίστηκε σε δύο συστατικά στοιχεία (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία). Η διδακτική παρέμβαση που βασίστηκε στο εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε διήρκεσε 7 διδακτικές ώρες.

Το ερωτηματολόγιο (προ-τεστ, μετά-τεστ) που συγκροτήθηκε περιείχε ερωτήσεις οι οποίες εστιάζονταν στις δεξιότητες των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων. Ειδικότερα, περιλάμβανε πέντε ερωτήσεις (πολλαπλής επιλογής) που διερευνούσαν τις δεξιότητες των μαθητών να διατυπώσουν το σχετικό ερευνητικό ερώτημα, να αναγνωρίσουν την ανεξάρτητη μεταβλητή, την εξαρτημένη μεταβλητή, τις μεταβλητές που παραμένουν σταθερές και να περιγράψουν την πειραματική διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται ένα μέρος του ερωτηματολογίου.

Σχήμα 1. Μέρος του ερωτηματολογίου που περιλαμβάνει δύο ερωτήσεις που εστιάζονται στις δεξιότητες των μαθητών να διατυπώσουν το σχετικό ερευνητικό ερώτημα και να αναγνωρίσουν την ανεξάρτητη μεταβλητή.

Η Ανθούλα με τις φίλες της ασχολούνται με δύο ίδιες γλάστρες με φυτά. Η φίλη της, η Μαρία, προτείνει να έχουν τις γλάστρες σε μέρος που το βλέπει το φως του ήλιου γιατί έτσι θα μεγαλώσουν τα φυτά. Όμως, η φίλη τους η Βασιλεία λέει να έχουν τις γλάστρες σε μέρος που δεν το βλέπει το φως του ήλιου, γιατί με αυτό τον τρόπο θα μεγαλώσουν περισσότερο τα φυτά.

Για να δουν ποια πρόβλεψη θα επιβεβαιωθεί αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα.

2Α. Ποιο ερώτημα έχουν να ερευνήσουν τα κορίτσια;

- ☐ Η γλάστρα επηρεάζει το πόσο αναπτύσσεται ένα φυτό;
- ☐ Το νερό επηρεάζει το πόσο αναπτύσσεται ένα φυτό;
- ☐ Το φως επηρεάζει το πόσο αναπτύσσεται ένα φυτό;
- ☐ Το χώμα επηρεάζει το πόσο αναπτύσσεται ένα φυτό;
- ☐ Ο αέρας επηρεάζει το πόσο αναπτύσσεται ένα φυτό;

2Β. Τι θα αλλάξουν στην έρευνα που θα κάνουν;

- ☐ τη γλάστρα στην οποία είναι τα φυτά
- ☐ την ποσότητα του φωτός που δέχονται τα φυτά
- ☐ την ποσότητα του νερού που θα ρίξουν στα φυτά
- ☐ το χώμα που θα έχουν στα φυτά
- ☐ τα φυτά στις γλάστρες

Επίσης, το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε δύο ερωτήσεις (ανοιχτού τύπου) που διερευνούσαν τις δεξιότητες των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα με επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς και αποδεικτικά στοιχεία. Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται η μια ερώτηση.

Σχήμα 2. Μέρος του ερωτηματολογίου που περιλαμβάνει μια ερώτηση που εστιάζεται στις δεξιότητες των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα.

Ο Βασίλης θέλει να μάθει αν το φως επηρεάζει την ανάπτυξη ενός φυτού, δηλαδή το πόσο ψηλώνει ένα φυτό. Πήρε τρία ίδια φυτά και τα έβαλα σε τρία διαφορετικά μέρη και μέτρησε μετά από δύο εβδομάδες πόσο ψήλωσε κάθε φυτό. Βρήκε ότι το φυτό που το έβλεπε πολύ φως ψήλωσε κατά 3 εκ., το φυτό που το έβλεπε λιγότερο φως ψήλωσε κατά 2 εκ. και το φυτό που ήταν σε μέρος με ακόμα λιγότερο φως ψήλωσε κατά 1 εκ.

Χρησιμοποίησε τις πληροφορίες που βρήκε ο Βασίλης ώστε να απαντήσεις στην παρακάτω ερώτηση:

Το φως επηρεάζει την ανάπτυξη ενός φυτού;

Όταν γράψεις την απάντησή σου μην ξεχάσεις να την αιτιολογήσεις όσο πιο καλά μπορείς.

Για την αξιολόγηση των δεδομένων στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής έγινε κατηγοριοποίησή τους σε δύο επίπεδα. Στο επίπεδο 0 εντάχθηκαν οι απαντήσεις που ήταν λανθασμένες και στο επίπεδο 1 οι ορθές απαντήσεις. Στις ανοικτού τύπου ερωτήσεις έγινε ανάλυση περιεχομένου και κατηγοριοποιήθηκαν οι απαντήσεις σε επίπεδα με χρήση κλιμάκων διαβαθμισμένων κριτηρίων. Ειδικότερα, για την αξιολόγηση της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών αξιοποιήθηκαν κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων τριών επιπέδων (επίπεδα 0, 1 και 2) (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι είναι βελτιωμένα τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο μετά-τεστ σε σχέση με τα αντίστοιχα επίπεδα στο προ-τεστ στις ερωτήσεις που εστιάζονταν στις δεξιότητες που αφορούσαν στο σχεδιασμό διερευνήσεων (διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος, αναγνώριση ανεξάρτητης μεταβλητής, εξαρτημένης μεταβλητής, μεταβλητών ελέγχου, καθώς επίσης και περιγραφή πειραματικής διαδικασίας) (βλ. Πίνακα 1). Ειδικότερα, η αύξηση στο ποσοστό του υψηλότερου επιπέδου ήταν: 20% για τη διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος, 20% για την αναγνώριση της ανεξάρτητης μεταβλητής, 28% για την αναγνώριση της εξαρτημένης μεταβλητής, 40% για την αναγνώριση των μεταβλητών ελέγχου, καθώς επίσης και 36% για την περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας.

Πίνακας 1. Τα επίπεδα των απαντήσεων στο προ-τεστ και το μετά-τεστ ανά δεξιότητα: συχνότητες, ποσοστά

Δεξιότητες	**Επίπεδα**	**Προ-τεστ**		**Μετά-τεστ**	
		f	**%**	**f**	**%**
Αναγνώριση ερευνητικού ερωτήματος	0	22	44	12	24
	1	28	56	38	76
Αναγνώριση ανεξάρτητης μεταβλητής	0	22	44	12	24
	1	28	56	38	76
Αναγνώριση εξαρτημένης μεταβλητής	0	23	92	16	64
	1	2	8	9	36
Αναγνώριση μεταβλητών που παραμένουν σταθερές	0	50	100	30	60
	1	0	0	20	40
Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας	0	21	84	12	48
	1	4	16	13	52

Επίσης, διαπιστώθηκε ότι είναι βελτιωμένα τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο μετά-τεστ σε σχέση με τα αντίστοιχα επίπεδα στο προ-τεστ στις ερωτήσεις που εστιάζονταν στις δεξιότητες που αφορούσαν στη συγκρότηση επιχειρημάτων (παραγωγή επιχειρημάτων με επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς και αποδεικτικά στοιχεία) (βλ. Πίνακας 2).

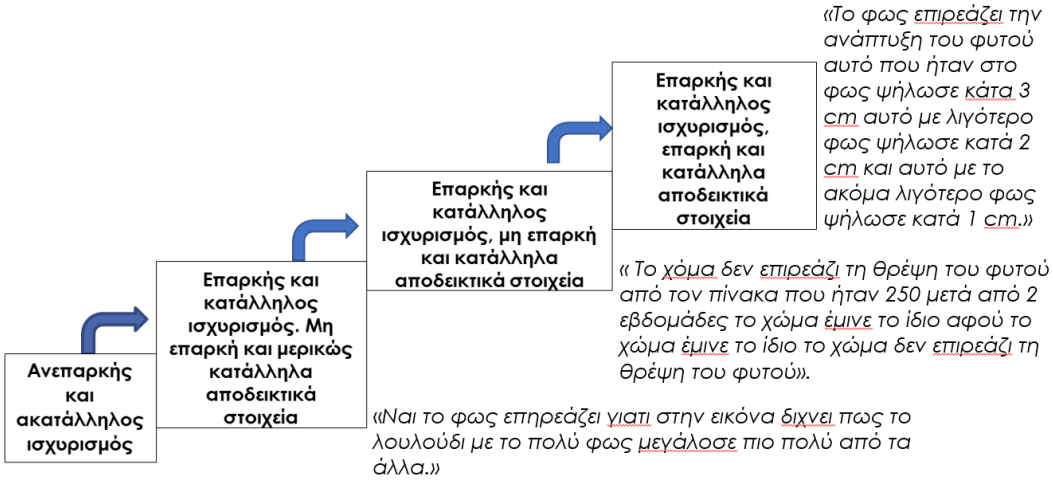
Πίνακας 2. Τα επίπεδα επάρκειας και καταλληλότητας των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και το μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά.

Στοιχεία επιχειρημάτων	**Επίπεδα**	**Προ-τεστ**		**Μετά-τεστ**	
		f	**f%**	**f**	**f%**
Επάρκεια ισχυρισμού	0	7	14	10	20
	1	40	80	9	18
	2	3	6	31	62
Καταλληλότητα ισχυρισμού	0	14	28	10	20
	1	5	10	0	0
	2	31	62	40	80
Επάρκεια αποδεικτικών στοιχείων	0	13	26	0	0
	1	37	74	29	58
	2	0	0	21	42
Καταλληλότητα αποδεικτικών στοιχείων	0	34	68	10	20
	1	15	30	20	40
	2	1	2	20	40

Ειδικότερα, η αύξηση στο ποσοστό του υψηλότερου επιπέδου ήταν: 56% για την επάρκεια των ισχυρισμών, 42% για την επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων, 18% για την καταλληλότητα των ισχυρισμών και 38% για την καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων.

Επιπρόσθετα, μελετήθηκε η εξέλιξη της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Ειδικότερα, από τη μελέτη του γραπτού λόγου των μαθητών στα φύλλα εργασίας προέκυψε ότι τα επιχειρήματα των περισσότερων μαθητών βελτιώθηκαν κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης ως προς την επάρκεια και την καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων τους. Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων των περισσότερων μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης (με παραδείγματα επιχειρημάτων ενός μαθητή).

Σχήμα 3. Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων μαθητών κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας με ενδεικτικά παραδείγματα επιχειρημάτων ενός μαθητή.



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εργασία αυτή διερεύνησε τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για τη θρέψη των φυτών, που βασίζεται στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών», στις δεξιότητες των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων.

Από την εργασία αυτή προέκυψε ότι, μέσω της διδακτικής παρέμβασης που εφαρμόστηκε, οι μαθητές βελτίωσαν τις δεξιότητες που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων. Ειδικότερα, προέκυψε ότι πριν την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές δεν είχαν αναπτυγμένες τις δεξιότητες που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων (διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος, αναγνώριση ανεξάρτητης μεταβλητής, εξαρτημένης μεταβλητής, μεταβλητών ελέγχου, καθώς επίσης και περιγραφή πειραματικής διαδικασίας). Η διαπίστωση αυτή συνάδει με συμπεράσματα ερευνών (Kruit et al., 2018˙ Pedaste et al., 2021). Όμως, μέσω της διδακτικής παρέμβασης που εφαρμόστηκε (όπως προέκυψε από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στο μετά-τεστ), οι μαθητές βελτίωσαν τις δεξιότητες που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων.

Επίσης, από την ανάλυση των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ, προέκυψε ότι τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών σπάνια περιλάμβαναν αποδεικτικά στοιχεία. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών στις οποίες διαπιστώθηκε η χαμηλή ποιότητα των επιστημονικών επιχειρημάτων των μαθητών (Bravo-Torija & Jiménez-Aleixandre, 2018). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, όπως προέκυψε από την ανάλυση των επιχειρημάτων των μαθητών στο μετά-τεστ, διαπιστώθηκε ότι υπήρξε βελτίωση στη δομή και το περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών (και ειδικότερα των ισχυρισμών και των αποδεικτικών στοιχείων τους) συγκριτικά με τα επιχειρήματα στο προ-τεστ.

Συνεπώς, η ανάπτυξη των δεξιοτήτων που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων, στους μαθητές της Β΄ τάξης του δημοτικού σχολείου, μέσω της διδακτικής παρέμβασης για τη θρέψη των φυτών που αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε, αναδείχθηκε εφικτή.

Η βελτίωση των δεξιοτήτων που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων θα μπορούσε να αποδοθεί στη διδακτική προσέγγιση που υιοθετήθηκε και στις δραστηριότητες που εφαρμόστηκαν. Ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι η διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών μπορεί να συνεισφέρει στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (Xiang et al., 2022). Επιπρόσθετα, υπήρχαν δραστηριότητες που παρείχαν ευκαιρίες στους μαθητές να διατυπώνουν ερωτήματα, να ελέγχουν τις μεταβλητές και να περιγράφουν τη πειραματική διαδικασία. Αυτού του είδους οι δραστηριότητες μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση των δεξιοτήτων σχεδιασμού διερευνήσεων (Andrikopoulou & Skoumios, 2021˙ Roth & Roychoudhury, 1993). Επίσης, υπήρχαν δραστηριότητες που παρείχαν ευκαιρίες στους μαθητές να γνωρίσουν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος, να αξιολογούν τα επιχειρήματά τους και να τα αναθεωρούν με βάση την αξιολόγηση που έκαναν. Ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι αυτές οι δραστηριότητες μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών (McNeill & Krajcik 2012˙ Skoumios, 2023).

Ωστόσο, θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας υπόκεινται σε περιορισμούς που αφορούν στο δείγμα της. Πρόσθετος περιορισμός είναι και το ότι στην έρευνα αυτή δεν χρησιμοποιήθηκε ομάδα ελέγχου.

Προτείνεται να μελετηθεί η εξέλιξη των δεξιοτήτων και των αντιλήψεων των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και της συγκρότησης επιχειρημάτων σε όλη τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, μέσω της ανάλυσης του λόγου των μαθητών, ώστε να εντοπιστούν οι δραστηριότητες που επέδρασσαν σημαντικά στη βελτίωση αυτών. Επίσης, θα μπορούσε να διερευνηθεί η επίδραση αυτής της διδακτικής παρέμβασης και σε άλλες πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής, πέραν αυτών

που αφορούν που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων. Επιπρόσθετα, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί έρευνα με χρήση πειραματικής ομάδας (με εφαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε) και ομάδας ελέγχου (με εφαρμογή του σχολικού εγχειριδίου) και να συγκριθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα που θα προκύψουν από την εφαρμογή τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2014). Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, 3, 9–19.

Andrikopoulou, E. & Skoumios, M. (2021). Improving elementary school students' knowledge of electromagnets and their abilities to design science investigations. *International Journal of Research in Education and Science,* 7(4), 1167-1183. https://doi.org/10.46328/ijres.2398

Bravo-Torija, B., Jiménez-Aleixandre, MP. (2018). Developing an Initial Learning Progression for the Use of Evidence in Decision-Making Contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education, 16*, 619–638. https://doi.org/10.1007/s10763-017-9803-9

Bulgren J. A., Ellis J. D., Marquis J. G. (2014). The use and effectiveness of an argumentation and evaluation intervention in science classes. *Journal of Science Education and Technology*, 23(1), 82-97. https://doi.org/10.1007/s10956-013-9452-x

Creswell, J. & Plano Clark, V. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.) Thousand Oaks, CA: SAGE.

Edelsbrunner, P.A., Schalk, L., Schumacher, R., & Stern, E. (2018). Variable control and conceptual change: A large-scale quantitative study in elementary school. *Learning and Individual Differences, 66*, 38-53. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.02.003

Georgiou, M., Mavrikaki, E., Halkia, K. & Papassideri, I. (2020). Investigating the Impact of the Duration of Engagement in Socioscientific Issues in Developing Greek Students' Argumentation and Informal Reasoning Skills. *American Journal of Educational Research, 8*(1), 16-23. https://doi.org/10.12691/education-8-1-3

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

Krajcik, J., Codere, S., Dahsah, C., Bayer, R. & Mun, K. (2014). Planning Instruction to Meet the Intent of the Next Generation Science Standards, *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 157-175, https://doi.org/10.1007/s10972-014-9383-2

Kruit, P.M., Oostdam, R.J., van den Berg, E., & Schuitema, J.A. (2018). Assessing students' ability in performing scientific inquiry: Instruments for measuring science skills in primary education. *Research in Science and Technological Education, 36*(4), 413-439. https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1421530

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*. New York, NY: Pearson Allyn & Bacon.

Messig, D., & Groß, J. (2018). Understanding plant nutrition-the genesis of students' conceptions and the implications for teaching photosynthesis. *Education Sciences, 8*(3), 132. https://doi.org/10.3390/educsci8030132

National Research Council. [NRC] (2012). *A Framework for K-12Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core ideas*. Washington, D.C.: The National Academy Press.

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.

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. https://doi.org/10.1080/095006999290723

Schwarz, C., Passmore, C., & Reiser, B. J. (Eds.). (2017). *Helping students make sense of the world using Next Generation Science and Engineering Practices*. NSTA Press.

Skoumios, M. (2023). Developing Primary School Students' Abilities to Evaluate the Evidence of Written Scientific Arguments. *Science & Education, 32,* 1139-1164. https://doi.org/10.1007/s11191-022-00352-0

Xiang, L., Goodpaster, S. & Mitchell, A. (2022). Supporting three-dimensional learning on ecosystems using an agent-based computer model. *Journal of Science Education and Technology, 31*(2), 473–489. https://doi.org/10.1007/s10956-022-09968-x