ePublishing

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

Διδασκαλία μηχανικών ταλαντώσεων μέσω κινητών συσκευών: Μελέτη των δεξιοτήτων των μαθητών να σχεδιάζουν διερευνήσεις και της αυτοαποτελεσματικότητάς τους στη διερεύνηση

Αχιλλέας Καραμουχτάρης, Μιχαήλ Σκουμιός

doi: 10.12681/codiste.7310

ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ ΜΕΣΩ ΚΙΝΗΤΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ: ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΝΑ ΣΧΕΔΙΑΖΟΥΝ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΥΤΟΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Αχιλλέας Καραμουχτάρης[1], Μιχαήλ Σκουμιός[2]

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

skoumios@rhodes.aegean.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης μιας διδακτικής παρέμβασης για τις μηχανικές ταλαντώσεις, στις δεξιότητες των μαθητών να σχεδιάζουν διερευνήσεις και στην αυτοποτελεσματικότητά τους στη διερεύνηση. Το δείγμα της έρευνας απετέλεσαν 34 μαθητές του Γυμνασίου. Το εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών. Σε δραστηριότητές του χρησιμοποιήθηκαν κινητές συσκευές. Τα δεδομένα της έρευνας απετέλεσαν οι απαντήσεις των μαθητών σε ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Τα ευρήματα της εργασίας κατέδειξαν ότι βελτιώθηκαν τόσο οι δεξιότητες των μαθητών να σχεδιάζουν διερευνήσεις όσο και η αυτοαποτελεσματικότητά τους στη διερεύνηση.

Λέξεις κλειδιά: πρακτικές των Φυσικών Επιστημών, κινητές συσκευές, μηχανικές ταλαντώσεις

TEACHING MECHANICAL OSCILLATIONS THROUGH MOBILE DEVICES: A STUDY OF STUDENTS' SKILLS TO DESIGN INVESTIGATIONS AND THEIR SCIENTIFIC INQUIRY SELF-EFFICACY

Authors: Achilleas Karamouchtaris[1], Michael Skoumios[2]

Affiliations: [1]4th High School of Stavroupoli, [2]Depart. of Primary Education, University of the Aegean

skoumios@rhodes.aegean.gr

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the impact of a teaching intervention about mechanical oscillations on students' skills to design investigations and their scientific inquiry self-efficacy. The sample of the study consisted of 34 middle school students. Instructional materials developed based on the "learning through science practices" approach. Mobile devices were used in activities. The data of the research were the students' answers to questionnaires before and after the teaching intervention. The findings of the study showed that both students' skills in planning investigations and their scientific inquiry self-efficacy improved.

Keywords: science practices, mobile devices, mechanical oscillations

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εργασία αυτή ανήκει στο πεδίο των ερευνών που μελετούν τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών από την εφαρμογή διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στη «μάθηση μέσω πρακτικών» (Schwarz et al., 2017). Ειδικότερα, μελετά την επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης για τις μηχανικές ταλαντώσεις, που βασίζεται στη «μάθηση μέσω πρακτικών» με χρήση κινητών συσκευών, στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών της Γ΄ τάξης του Γυμνασίου.

Έχει υποστηριχτεί ότι η κατανόηση των ιδεών και των εννοιών από τους μαθητές εδράζεται στην εμπλοκή τους με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής («μάθηση μέσω πρακτικών») (NRC, 2012˙ Schwarz et al., 2017). Ο όρος πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής αναφέρεται στις πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι επιστήμονες όταν διερευνούν και οικοδομούν μοντέλα και θεωρίες για το φυσικό κόσμο και οι μηχανικοί όταν σχεδιάζουν και κατασκευάζουν μοντέλα και συστήματα (NRC, 2012). Μία από αυτές τις πρακτικές αφορά στο σχεδιασμό διερευνήσεων. Στις διαστάσεις αυτής της πρακτικής 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 (NGSS Lead States, 2013).

Επίσης, έχει υποστηριχτεί ότι η αυτοαποτελεσματικότητα στην επιστημονική διερεύνηση συνδέεται με την υψηλή ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών (Husnaini & Chen, 2019). Η αυτοαποτελεσματικότητα στην επιστημονική διερεύνηση μπορεί να οριστεί ως η πεποίθηση των μαθητών για τις ικανότητές τους να εκτελούν τις διαδικασίες που σχετίζονται με την επιστημονική διερεύνηση (Ketelhut, 2007).

Συνεπώς, θεωρείται σημαντική η βελτίωση τόσο της πρακτικής που αφορά στο σχεδιασμό διερευνήσεων όσο και της αυτοαπατελεσματικότητας των μαθητών στην επιστημονική διερεύνηση.

Όμως, η έρευνα που μελετά την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων στις δεξιότητες των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων είναι περιορισμένη και έχει επικεντρωθεί σε ορισμένες από αυτές και κυρίως στον έλεγχο των μεταβλητών (Edelsbrunner et al., 2018˙ Kruit et al., 2018˙ Pedaste et al., 2021). Επίσης, η αντίστοιχη έρευνα που αφορά στην αυτοαποτελεσματικότητά των μαθητών στην επιστημονική διερεύνηση είναι ιδιαίτερα περιορισμένη (Husnaini & Chen, 2019).

Αν και έχουν διερευνηθεί οι αντιλήψεις των μαθητών για τις μηχανικές ταλαντώσεις, είναι περιορισμένη η έρευνα που μελετά την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων στην αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών για τις ταλαντώσεις (Husnaini & Chen, 2019˙ Masnick, Klahr & Knowles, 2017˙ Tsixouridis et al., 2017). Επιπρόσθετα, απουσιάζουν έρευνες που εστιάζουν στη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών στις δεξιότητες των μαθητών να σχεδιάζουν διερευνήσεις και στην αυτοποτελεσματικότητά τους στη διερεύνηση.

Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι αυτή διερευνά την επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης για τις μηχανικές ταλαντώσεις που βασίζεται στη διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών» με χρήση κινητών συσκευών, στις δεξιότητες των μαθητών να σχεδιάζουν διερευνήσεις και στην αυτοποτελεσματικότητά τους στην επιστημονική διερεύνηση, ζητήματα για τα οποία δεν υπάρχουν εμπειρικά δεδομένα.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η παρούσα εργασία επιδιώκει να απαντήσει στο ακόλουθο ερευνητικό ερώτημα: ποια είναι η επίδρασης μιας διδακτικής παρέμβασης για τις μηχανικές ταλαντώσεις, που βασίζεται στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής αξιοποιώντας κινητές συσκευές, αφενός στις δεξιότητες των μαθητών της Γ΄ τάξης του Γυμνασίου να σχεδιάζουν διερευνήσεις και αφετέρου στην αυτοποτελεσματικότητά τους στη διερεύνηση;

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την εργασία ήταν η ποσοτική. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις (πιλοτική και κύρια έρευνα). Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 34 μαθητές οι οποίοι φοιτούσαν στη Γ΄ τάξη του Γυμνασίου.

Το εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε για τις μηχανικές ταλαντώσεις βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών (Schwarz et al., 2017). Για την συγκρότηση του εκπαιδευτικού υλικού αξιοποιήθηκε το μαθησιακό μοντέλο 5Ε που περιλαμβάνει πέντε φάσεις: ενεργοποίηση, διερεύνηση, ερμηνεία, εφαρμογή και αξιολόγηση (Bybee et al., 2006). Δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού παρείχαν ευκαιρίες στους μαθητές 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. Επίσης, σε δραστηριότητες αξιοποιήθηκαν κινητές συσκευές (κινητά τηλέφωνα). Κάθε ομάδα μαθητών χρησιμοποίησε κινητές συσκευές (κινητά τηλέφωνα ή tablets). Ειδικότερα, χρησιμοποίησε την εφαρμογή PhyPhox, προκειμένου να μετρήσει κάθε φορά την περίοδο της ταλάντωσης. Η διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε το σχολικό έτος 2021-2022.

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν από τους μαθητές πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Ειδικότερα, για τη μελέτη των δεξιοτήτων των μαθητών να σχεδιάζουν διερευνήσεις, συγκροτήθηκε ερωτηματολόγιο (βλ. Σχήμα 1) το οποίο περιείχε ερωτήσεις που επικεντρώνονταν στις δεξιότητες των μαθητών να διατυπώνουν ένα ερευνητικό ερώτημα (ερώτηση 1), να αναγνωρίζουν και να ελέγχουν τις μεταβλητές, την ανεξάρτητη μεταβλητή, τις μεταβλητές ελέγχου και την εξαρτημένη μεταβλητή (ερωτήσεις 2, 3 και 4), και να περιγράφουν τη πειραματική διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί (ερώτηση 5).

Σχήμα 1. Το ερωτηματολόγιο που συγκροτήθηκε για τη μελέτη των δεξιοτήτων των μαθητών να σχεδιάζουν διερευνήσεις.

Ένας άλτης επιχειρεί το τελευταίο άλμα του σε αγώνα bungee jumping προσπαθώντας να πετύχει μικρότερο χρόνο από προηγούμενους άλτες ίδιας κατηγορίας κιλών. Ο αγώνας έχει την ιδιαιτερότητα ότι οι άλτες χρησιμοποιούν για την πτώση τους ειδικά ελαστικά σχοινιά ασφαλείας που συμπεριφέρονται όπως ακριβώς τα ελαστικά ελατήρια. Νικητής θα είναι αυτός που θα πετύχει το μικρότερο χρόνο σε 10 κατακόρυφα ανεβοκατεβάσματα. Ο άλτης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει να προσδέσει στο σώμα του ελαστικά σχοινιά κατασκευασμένα από διαφορετικό υλικό. Τα άλματα γίνονται από το ίδιο ύψος εξέδρας. Η Ιφιγένεια με τον Αλέξανδρο συζητούν σε ποια περίπτωση ο άλτης θα κάνει πιο γρήγορα 10 ανεβοκατεβάσματα έτσι ώστε να στεφθεί νικητής. Η Ιφιγένεια θεωρεί ότι όταν ο άλτης θα επιλέξει σκληρότερο ειδικό σχοινί από τους προηγούμενους άλτες θα πετύχει μικρότερο χρόνο από ότι στην περίπτωση που χρησιμοποιήσει το ίδιο ελαστικό σχοινί με αυτούς. Ο Αλέξανδρος διαφωνεί και πιστεύει ότι ο άλτης θα μπορέσει να νικήσει αν επιλέξει να προσδέσει στο σώμα του ειδικό σχοινί μικρότερης σκληρότητας από τους άλλους άλτες. Ζητείται από τους μαθητές να βοηθήσουν τον Αλέξανδρο και την Ιφιγένεια να σχεδιάσουν μια διερεύνηση με την οποία να ελέγξουν τις απόψεις που διατύπωσαν.

Ερώτηση 1: Ποιο είναι το ερώτημα που έχουν να ερευνήσουν;
……
Ερώτηση 2: Τι θα πρέπει να αλλάζουν στη διερεύνηση που θα κάνουν;
……
Ερώτηση 3: Τι θα πρέπει να μην αλλάζουν στη διερεύνηση που θα κάνουν;
……
Ερώτηση 4: Τι θα πρέπει να μετράνε στη διερεύνηση που θα κάνουν;
……
Ερώτηση 5: Να περιγράψεις όσο πιο αναλυτικά μπορείς την πειραματική διαδικασία που θα κάνουν προκειμένου να απαντήσουν στο ερώτημα που έχουν να ερευνήσουν.
……
……

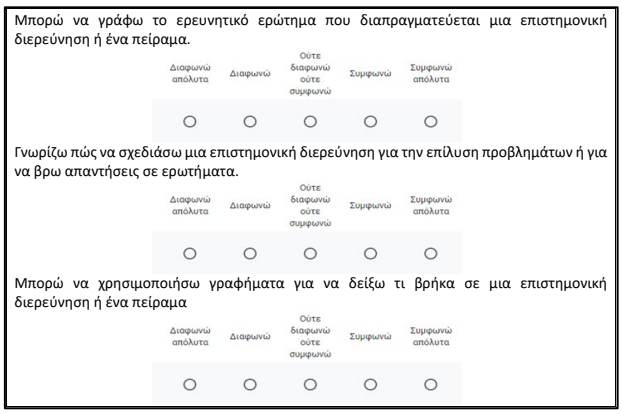
Για την αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών έγινε ανάλυση περιεχομένου και με τη βοήθεια κλίμακας διαβαθμισμένων κριτηρίων κατηγοριοποιήθηκαν οι απαντήσεις σε τέσσερα επίπεδα. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων για την κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των μαθητών στις ερωτήσεις 2 και 5.

Πίνακας 1. Η κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων για την κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των μαθητών στις ερωτήσεις 2 και 5 που σχετίζονται με την αναγνώριση της ανεξάρτητης μεταβλητής και την περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας αντίστοιχα.

Δεξιότητες	Επίπεδα	Περιγραφή
Αναγνώριση της ανεξάρτητης μεταβλητής (ερώτηση 2)	Επίπεδο 0	Ο μαθητής δεν προτείνει την ανεξάρτητη μεταβλητή
	Επίπεδο 1	Ο μαθητής αναφέρει περισσότερες από μια ανεξάρτητες μεταβλητές
	Επίπεδο 2	Ο μαθητής προτείνει μια μη κατάλληλη ανεξάρτητη μεταβλητή
	Επίπεδο 3	Ο μαθητής προτείνει την κατάλληλη ανεξάρτητη μεταβλητή
Περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας (ερώτηση 5)	Επίπεδο 0	Ο μαθητής δεν προτείνει πειραματική διαδικασία
	Επίπεδο 1	Ο μαθητής προτείνει μη σχετική πειραματική διαδικασία
	Επίπεδο 2	Ο μαθητής προτείνει πειραματική διαδικασία και κάνει σαφής αναφορά σε 1 έως 3 από τα παρακάτω: στην ανεξάρτητη μεταβλητή, τις μεταβλητές ελέγχου, στην εξαρτημένη μεταβλητή και στο όργανο μέτρησης
	Επίπεδο 3	Ο μαθητής προτείνει πειραματική διαδικασία και κάνει σαφή αναφορά στην ανεξάρτητη μεταβλητή, τις μεταβλητές ελέγχου, στην εξαρτημένη μεταβλητή και στο όργανο μέτρησης

Επίσης, για τη μελέτη της αυτοαποτελεσματικότητας στη διερεύνηση των μαθητών αξιοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο που αποτελούνταν από δώδεκα δηλώσεις (με κλίμακα Likert) (Ketelhut, 2011). Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται ενδεικτικά τρεις δηλώσεις.

Σχήμα 2. Ενδεικτικές δηλώσεις από το ερωτηματολόγιο για τη μελέτη της αυτοαποτελεσματικότητας στη διερεύνηση (Ketelhut, 2011).



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια που αφορούσαν στις δεξιότητες σχεδιασμού διερευνήσεων, διαπιστώθηκε ότι ήταν βελτιωμένα τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερωτηματολόγιο μετά τη διδακτική παρέμβαση σε σχέση με τα αντίστοιχα επίπεδα στο ερωτηματολόγιο πριν τη διδακτική παρέμβαση για κάθε δεξιότητα (βλ. Πίνακα 2). Μάλιστα, διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στα επίπεδα των απαντήσεων (επίπεδα 0 και 1, επίπεδα 2 και 3) των μαθητών ανάμεσα στο προ-τεστ και το μετά-τεστ για κάθε δεξιότητα (τεστ McNemar, $p<0,05$).

Πίνακας 2. Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών που αφορούν στις δεξιότητες σχεδιασμού διερευνήσεων στο προ-τεστ και το μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά.

Δεξιότητες	**Επίπεδα**	**Προ-τεστ**		**Μετά-τεστ**	
		f	**%**	**f**	**%**
Διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος	Επίπεδα 0 και 1	20	58,8	12	35,2
	Επίπεδα 2 και 3	14	41,2	22	64,7
Αναγνώριση ανεξάρτητης μεταβλητής	Επίπεδα 0 και 1	28	82,4	12	35,3
	Επίπεδα 2 και 3	6	17,6	22	64,7
Αναγνώριση μεταβλητών που παραμένουν σταθερές	Επίπεδα 0 και 1	22	64,7	14	41,1
	Επίπεδα 2 και 3	12	35,3	20	58,9
Αναγνώριση εξαρτημένης μεταβλητής	Επίπεδα 0 και 1	20	58,9	12	35,5
	Επίπεδα 2 και 3	14	41,1	22	64,5
Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας	Επίπεδα 0 και 1	19	55,9	14	41,1
	Επίπεδα 2 και 3	15	44,1	20	58,9

Επιπλέον, προέκυψε ότι διαφοροποιούνται σημαντικά τα αποτελέσματα των δηλώσεων των μαθητών στο ερωτηματολόγιο (που αφορούσε στην αυτοαποτελεσματικότητα στην επιστημονική διερεύνηση) μετά τη διδακτική παρέμβαση σε σχέση με τα αποτελέσματα στο ίδιο ερωτηματολόγιο πριν τη διδακτική παρέμβαση (τεστ Wilcoxon, $Z=3,623$, $p<0,05$).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία αποσκοπούσε στη μελέτη της επίδρασης μιας διδακτικής παρέμβασης για τις μηχανικές ταλαντώσεις, που βασίζεται στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής αξιοποιώντας κινητές συσκευές, τόσο στις δεξιότητες των μαθητών της Γ΄ τάξης του Γυμνασίου να σχεδιάζουν διερευνήσεις όσο και στην αυτοποτελεσματικότητά τους στη διερεύνηση.

Από την παρούσα εργασία προέκυψε ότι πριν την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης για τις μηχανικές ταλαντώσεις οι περισσότεροι μαθητές δεν είχαν αναπτυγμένες τις δεξιότητες να διατυπώνουν ένα ερευνητικό ερώτημα, να αναγνωρίζουν και να ελέγχουν τις μεταβλητές και να περιγράφουν τη πειραματική διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί. Η διαπίστωση αυτή είναι σε συμφωνία με αποτελέσματα άλλων ερευνών (Andrikopoulou & Skoumios, 2021˙ Boudreaux, et al., 2008˙ Kruit et al., 2018˙ Pedaste et al., 2021). Επίσης, προέκυψε ότι πριν την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης για τις μηχανικές ταλαντώσεις οι περισσότεροι μαθητές θεωρούσαν ότι δεν είναι ιδιαίτερα ικανοί να εκτελούν τις διαδικασίες που σχετίζονται με μια επιστημονική διερεύνηση. Η διαπίστωση αυτή συνάδει με τα αποτελέσματα ερευνών που αφορούν στην αυτοαποτελεσματικότητά των μαθητών στην επιστημονική διερεύνηση (Husnaini & Chen, 2019). Τα παραπάνω ευρήματα μπορεί να αποδοθούν στο ότι μέσω των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών συνήθως δεν παρέχονται ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλέκονται με πρακτικές και ειδικότερα με την πρακτική που αφορά στο σχεδιασμό διερευνήσεων (Andrikopoulou & Skoumios, 2021˙ Edelsbrunner et al., 2018).

Από την εργασία αυτή προέκυψε ότι, μέσω της διδακτικής παρέμβασης για τις μηχανικές ταλαντώσεις που εφαρμόστηκε, οι μαθητές βελτίωσαν σημαντικά τις δεξιότητες που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων (να διατυπώνουν ένα ερευνητικό ερώτημα, να αναγνωρίζουν και να ελέγχουν τις μεταβλητές και να περιγράφουν τη πειραματική διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί), καθώς επίσης και την αυτοαποτελεσματικότητά τους στην επιστημονική διερεύνηση. Η βελτίωση των παραπάνω θα μπορούσε να αποδοθεί στις δραστηριότητες που εφαρμόστηκαν στους μαθητές. Στο εκπαιδευτικό υλικό που συγκροτήθηκε, περιλαμβάνονταν δραστηριότητες που έδιναν ευκαιρίες στους μαθητές να ασχοληθούν με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής. Ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι οι πρακτικές αυτές μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών (Chen et al., 2016˙ Kim, 2015). Ειδικότερα, στο εκπαιδευτικό υλικό περιλαμβάνονταν δραστηριότητες που έδιναν ευκαιρίες στους μαθητές να διατυπώνουν ερωτήματα και υποθέσεις, να αναγνωρίζουν και να ελέγχουν τις μεταβλητές και να περιγράφουν τη πειραματική διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί. Ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι οι δραστηριότητες αυτές μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση των δεξιοτήτων των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων (Andrikopoulou & Skoumios, 2021˙ Roth & Roychoudhury, 1993).

Ωστόσο, τα ευρήματα της εργασίας υπόκεινται σε περιορισμούς που αφορούν στο δείγμα των μαθητών. Άλλος περιορισμός σχετίζεται με την αποκλειστική χρήση ερωτηματολογίων ως μέσων συλλογής των δεδομένων. Πρόσθετος περιορισμός είναι και το ότι στην έρευνα αυτή δεν χρησιμοποιήθηκε ομάδα ελέγχου. Επίσης, η εργασία αυτή εστίασε σε δεξιότητες και όχι και στις γνώσεις των μαθητών.

Η παρούσα εργασία περιορίστηκε στη μελέτη των δεξιοτήτων των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων αποκλειστικά πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Δεν μελετήθηκε η εξέλιξη των δεξιοτήτων των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων σε όλη τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Προτείνεται να μελετηθεί η εξέλιξη των δεξιοτήτων των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων σε όλη τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, μέσω της ανάλυσης του λόγου των μαθητών, ώστε να προσδιοριστούν οι «νοητικές διαδρομές» των μαθητών για αυτές τις δεξιότητες και να εντοπιστούν οι δραστηριότητες που συνέβαλαν στη βελτίωση αυτών των δεξιοτήτων. Επίσης, προτείνεται να μελετηθεί η επίδρασης αυτής της διδακτικής παρέμβασης για τις μηχανικές ταλαντώσεις σε άλλες πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής, στις αντιλήψεις τους για τις μηχανικές ταλαντώσεις, καθώς επίσης και στην ικανοποίηση των μαθητών από τη μαθησιακή διαδικασία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

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

Boudreaux, A., Shaffer, P.S., Heron, P.R.L., & McDermott, L.C. (2008). Student understanding of control of variables: deciding whether or not a variable influences the behavior of a system. *American Journal of Physics, 76*(2), 163–170. https://doi.org/10.1119/1.2805235

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, Co: BSCS.

Chen, H.-T., Wang, H.-H., Lu, Y.-Y., Lin, H., & Hong, Z.-R. (2016). Using a modified argument-driven inquiry to promote elementary school students' engagement in learning science and argumentation. *International Journal of Science Education, 38*(2), 170–191. https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1134849

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

Husnaini, S., & Chen, S. (2019). Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment. *Physical Review Physics Education Research, 15*(1), 010119. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010119

Ketelhut, D. J. (2007). The Impact of student self-efficacy on scientific inquiry skills: An exploratory investigation in river city, a multi-user virtual environment. *Journal of Science Education and Technology, 16*(1), 99-111. https://doi.org/10.1007/s10956-006-9038-y

Kim, H. (2015). Effects of Science and Engineering Practices on Science Achievement and Attitudes of Diverse Students including ELLs. *NABE Journal of Research and Practice*, *6*(1), 231–253. https://doi.org/10.1080/26390043.2015.12067789

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

Masnick, A., M., Klahr, D. & Knowles, E. R. (2017). Data-driven belief revision in children and adults. *Journal of Cognition and Development, 18*(1), 87–109. https://doi.org/10.1080/15248372.2016.1168824

National Research Council [NRC]. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

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

Pedaste, M., Baucal, A. & Reisenbuk, E. (2021). Towards a science inquiry test in primary education: development of items and scales. *International Journal of STEM Education, 8*(19), 1-19. https://doi.org/10.1186/s40594-021-00278-z

Roth, W. M., & Roychoudhury, A. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. *Journal of Research in Science Teaching, 30*(2), 127-152. https://doi.org/10.1002/tea.3660300203

Schwarz, C. & Passmore, C. & Reiser, B. (2017). *Helping Students make Sense of the World through Next Generation Science and Engineering Practices*. Arlington, VA: The National Science Teachers Association (NSTA) Press.

Tsixouridis, C.A, Vavougios, D. & Ioannidis, G.S. (2017). The Effect of Switching the Order of Experimental Teaching in the Study of Simple Gravity Pendulum – A Study with Junior High-school Learners. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 12(3), 128-141. https://doi.org/10.3991/ijet.v12i03.6492