

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

(2023)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων των Εργασιών

13^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Νέες Τάσεις και Έρευνα στη Μάθηση, τη Διδασκαλία
και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες

10 - 12 Νοεμβρίου 2023



Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων Εργασιών

Επιμέλεια έκδοσης:

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσος, Γεώργιος Σπύλος, Ελευθερία Τσιούρη, Έλλη Γκαλιτέμη, Κωνσταντίνος Γεωργόπουλος, Λεωνίδας Γαβρίλας, Δημήτρης Πανάγου, Κωνσταντίνος Τσουμάνης, Γεωργία Βακάρου



Ιωάννινα
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023



Βελτιώνοντας πτυχές της πρακτικής που αφορά στον σχεδιασμό λύσεων σε μαθητές του Γυμνασίου μέσω μαθημάτων για τις δυνάμεις που βασίζονται στη «μάθηση τριών διαστάσεων»

Μαργαρίτα Παπακωνσταντίνου, Μιχαήλ Σκουμιός

doi: [10.12681/codiste.5386](https://doi.org/10.12681/codiste.5386)

ΒΕΛΤΙΩΝΟΝΤΑΣ ΠΤΥΧΕΣ ΤΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΛΥΣΕΩΝ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ ΜΕΣΩ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΠΟΥ ΒΑΣΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΗ «ΜΑΘΗΣΗ ΤΡΙΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ»

Μαργαρίτα Παπακωνσταντίνου¹, Μιχαήλ Σκουμιός²

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

skoumios@rhodes.aegean.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία διερευνά τη συμβολή μιας σειράς μαθημάτων για τις δυνάμεις, σε πτυχές της πρακτικής που αφορά στο σχεδιασμό λύσεων σε μαθητές του Γυμνασίου. Συγκροτήθηκε εκπαιδευτικό υλικό για τις δυνάμεις βασισμένο στην προσέγγιση της «μάθησης τριών διαστάσεων», το οποίο εφαρμόστηκε σε 20 μαθητές της Β' τάξης του Γυμνασίου. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω ερωτηματολογίων και των φύλλων εργασίας των μαθητών. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι, μέσω αυτής της σειράς μαθημάτων, είναι εφικτή η βελτίωση των ακόλουθων πτυχών της πρακτικής που αφορά στο σχεδιασμό λύσεων στους μαθητές: καθορισμός προβλήματος προς επίλυση, προσδιορισμός κριτηρίων και περιορισμών που το προϊόν του σχεδιασμού λύσης πρέπει να πληροί, σχεδίαση και κατασκευή ενός μοντέλου/πρωτότυπου ώστε να πληροί κάποιο κριτήριο ή περιορισμό και λήψη απόφασης αποδοχής ή απόρριψης του μοντέλου/πρωτότυπου.

Λέξεις κλειδιά: σχεδιασμός λύσεων, πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής, μάθηση τριών διαστάσεων

IMPROVING MIDDLE SCHOOL STUDENTS' ASPECTS OF PRACTICE RELATED TO DESIGNING SOLUTIONS THROUGH LESSONS ABOUT FORCES BASED ON "THREE-DIMENSIONAL LEARNING" APPROACH

Authors: Margarita Papakonstantinou¹, Michael Skoumios²

Affiliations: ¹2nd Gymnasio Paleou Falirou, ²Department of Primary Education, University of the Aegean

skoumios@rhodes.aegean.gr

ABSTRACT

This study investigates the impact of a sequence of lessons about forces on middle school students' aspects of practice related to designing solutions. Instructional materials about forces based on the "three-dimensional learning" approach were developed and applied to 20 students of the 2nd grade of Gymnasium. Data collection was carried out through questionnaires and students' worksheets. From the analysis of the data, it emerged that, through this sequence of lessons, it is possible to improve the following aspects of practice

related to designing solutions: defining a problem to be solved, specifying criteria and constraints that the final product must meet, designing and making a model/prototype to meet a criteria or constraint, and deciding to accept or reject a model/prototype.

Keywords: designing solutions, science and engineering practices, three-dimensional learning

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των ΗΠΑ πρότεινε ένα πλαίσιο για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες που βασίζεται σε τρεις διαστάσεις: τις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής, τις εγκάρσιες έννοιες και τις βασικές ιδέες («μάθηση τριών διαστάσεων») (NRC, 2012). Με βάση αυτό, αναπτύχθηκαν τα Πρότυπα των Φυσικών Επιστημών Νέας Γενιάς (NGSS Lead States, 2013). Έχει υποστηριχτεί ότι η κατανόηση των βασικών ιδεών και των εγκάρσιων εννοιών από τους μαθητές εδράζεται στην εμπλοκή τους με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής (NRC, 2012; Schwarz et al., 2017). Συνεπώς, η ανάπτυξη στους μαθητές πτυχών αυτών των πρακτικών κρίνεται απαραίτητη.

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 καθώς σχεδιάζουν και κατασκευάζουν μοντέλα και συστήματα (NRC, 2012). Έχουν προταθεί οκτώ πρακτικές για την εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες (NRC, 2012). Μία από αυτές αφορά στη συγκρότηση εξηγήσεων (για τις Φυσικές Επιστήμες) και στο σχεδιασμό λύσεων (για τη Μηχανική). Η εργασία αυτή εστιάζεται στο σχεδιασμό λύσεων και ειδικότερα, στις ακόλουθες πτυχές που σχετίζονται με αυτή την πρακτική: καθορισμός προβλήματος προς επίλυση, προσδιορισμός κριτηρίων και περιορισμών που το προϊόν του σχεδιασμού λύσης πρέπει να πληροί, σχεδίαση ενός μοντέλου/πρωτότυπου ώστε να πληροί κάποιο κριτήριο ή περιορισμό, καθώς επίσης και λήψη απόφασης αποδοχής ή απόρριψης του μοντέλου/πρωτότυπου (NGSS Lead States, 2013).

Ενώ έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που εστιάζουν σε ορισμένες μόνο από τις παραπάνω πτυχές της πρακτικής (Pitaloka et al., 2021), απουσιάζουν έρευνες που να διερευνούν την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων βασισμένων στην προσέγγιση της «μάθησης τριών διαστάσεων» σε πτυχές της πρακτικής που αφορά στο σχεδιασμό λύσεων που αναπτύσσουν οι μαθητές.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης μιας διδακτικής παρέμβασης για τις δυνάμεις η οποία εδράζεται στην προσέγγιση της «μάθησης τριών διαστάσεων» σε πτυχές της πρακτικής που αφορά στο σχεδιασμό λύσεων που αναπτύσσουν οι μαθητές του Γυμνασίου. Ειδικότερα, η εργασία αυτή επιδιώκει να απαντήσει στο ακόλουθο ερευνητικό ερώτημα: ποια η συμβολή μιας σειράς μαθημάτων για τις δυνάμεις, που βασίζεται στην προσέγγιση της «μάθησης των τριών διαστάσεων», σε πτυχές της πρακτικής που αφορά στο σχεδιασμό λύσεων (καθορισμός προβλήματος προς επίλυση, προσδιορισμός κριτηρίων και περιορισμών, σχεδιασμός μοντέλου/πρωτότυπου ώστε να εκπληρώνει ένα κριτήριο ή ένα περιορισμό, λήψη απόφασης αποδοχής ή απόρριψης ενός μοντέλου/πρωτότυπου) σε μαθητές της Β΄ τάξης του Γυμνασίου;

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την εργασία ήταν η μικτή προσέγγιση. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση (πιλοτική έρευνα) αναπτύχθηκε το νέο εκπαιδευτικό υλικό μιας σειράς μαθημάτων για τις δυνάμεις (φύλλα εργασίας) και ένα ερωτηματολόγιο. Στη δεύτερη φάση εφαρμόστηκε η σειρά μαθημάτων και συμπληρώθηκε το ερωτηματολόγιο από τους μαθητές πριν και μετά τη σειρά μαθημάτων (προ-τεστ, μετά-τεστ).

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 20 μαθητές οι οποίοι φοιτούσαν στη Β΄ τάξη του Γυμνασίου. Οι μαθητές ανήκαν στο ίδιο τμήμα ενός δημόσιου Γυμνασίου.

Το εκπαιδευτικό υλικό για τις δυνάμεις που αναπτύχθηκε, βασίστηκε στην προσέγγιση της «μάθησης των τριών διαστάσεων» (Schwarz et al., 2017). Ανάμεσα στις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού, υπήρχαν δραστηριότητες που παρείχαν ευκαιρίες στους μαθητές να καθορίσουν προβλήματα προς επίλυση, να προσδιορίσουν κριτήρια και περιορισμούς που τα προϊόντα του σχεδιασμού της λύσης πρέπει να πληρούν, να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν μοντέλα/πρωτότυπα ώστε να πληρούν κριτήρια ή περιορισμούς και να λαμβάνουν αποφάσεις αποδοχής ή απόρριψης των μοντέλων/πρωτότυπων.

Το ερωτηματολόγιο που συγκροτήθηκε περιείχε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου οι οποίες εστιάζονταν σε πτυχές της πρακτικής που αφορά στο σχεδιασμό λύσεων. Για την αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών έγινε ανάλυση περιεχομένου και με τη βοήθεια κλίμακας διαβαθμισμένων κριτηρίων κατηγοριοποιήθηκαν οι απαντήσεις σε τρία επίπεδα. Πέραν των παραπάνω απαντήσεων των μαθητών, ως δεδομένα της έρευνας απετέλεσαν και οι απαντήσεις των μαθητών στα φύλλα εργασίας κατά τη διάρκεια της σειράς μαθημάτων, οι οποίες αναλύθηκαν με τον ίδιο τρόπο.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια διαπιστώθηκε ότι είναι βελτιωμένα τα επίπεδα των απαντήσεων των περισσότερων μαθητών στο μετά-τεστ σε σχέση με τα αντίστοιχα επίπεδα στο προ-τεστ για πτυχές της πρακτικής που αφορά στο σχεδιασμό λύσεων (καθορισμός προβλήματος προς επίλυση, προσδιορισμός κριτηρίων και περιορισμών, σχεδιασμός μοντέλου/πρωτότυπου ώστε να εκπληρώνει ένα κριτήριο ή ένα περιορισμό, λήψη απόφασης αποδοχής ή απόρριψης ενός μοντέλου/πρωτότυπου). Ειδικότερα, η αύξηση στο ποσοστό των δύο υψηλότερων επιπέδων ήταν: 20% για τον καθορισμό προβλήματος προς επίλυση, 30% για τον προσδιορισμό κριτηρίων και περιορισμών, 40% για τον σχεδιασμό μοντέλου/πρωτότυπου ώστε να εκπληρώνει ένα κριτήριο, 45% για τον σχεδιασμό μοντέλου/πρωτότυπου ώστε να εκπληρώνει ένα περιορισμό και 25% για τη λήψη απόφασης αποδοχής ή απόρριψης ενός μοντέλου/πρωτότυπου.

Επίσης, η μελέτη των απαντήσεων όλων των μαθητών στα φύλλα εργασίας, κατά τη διάρκεια της σειράς μαθημάτων, ανέδειξε τις «μαθησιακές διαδρομές» τους αναφορικά με την εξέλιξη πτυχών της πρακτικής που αφορά στο σχεδιασμό λύσεων. Προέκυψε ότι οι περισσότεροι μαθητές παρουσίασαν σταδιακή βελτίωση στα επίπεδα των απαντήσεών τους κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων που ενέπλεκαν την πρακτική του σχεδιασμού λύσεων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η βελτίωση των πτυχών της πρακτικής που αφορά στο σχεδιασμό λύσεων σε μαθητές, μέσω της σειράς μαθημάτων για τις δυνάμεις που εφαρμόστηκε, αναδείχθηκε εφικτή. Ειδικότερα, μέσω αυτής της σειράς μαθημάτων, οι περισσότεροι μαθητές ήταν σε θέση να καθορίζουν προβλήματα προς επίλυση, να προσδιορίζουν κριτήρια και περιορισμούς που τα προϊόντα του σχεδιασμού της λύσης πρέπει να πληρούν, να σχεδιάζουν και να κατασκευάζουν μοντέλα/πρωτότυπα ώστε να πληρούν κριτήρια ή περιορισμούς και να λαμβάνουν αποφάσεις αποδοχής ή απόρριψης των μοντέλων/πρωτότυπων.

Η βελτίωση των πτυχών αυτής της πρακτικής στους μαθητές θα μπορούσε να αποδοθεί στη διδακτική προσέγγιση που υιοθετήθηκε («μάθηση τριών διαστάσεων») και στις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού. Ερευνητικά δεδομένα έχουν δείξει ότι οι διδακτικές παρεμβάσεις που βασίζονται σε αυτή τη διδακτική προσέγγιση μπορούν να βελτιώσουν τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών (Xiang et al., 2022). Ωστόσο, τα ευρήματα της εργασίας υπόκεινται σε περιορισμούς που αφορούν στο δείγμα των μαθητών. Προτείνεται να μελετηθεί η συμβολή αυτής της σειράς μαθημάτων στην εξέλιξη βασικών ιδεών

(που αφορούν στην εννοιολογική περιοχή των δυνάμεων) και εγκάρσιων εννοιών των μαθητών, καθώς επίσης και άλλων πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής σε μαθητές.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- 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.
- Pitaloka N.R.D., Suyanta, S. & Huda K. (2021). *Improving constructing explanations and designing solutions skills based on NGSS through project-based learning: A systematic review*. Proceedings of the 6th Asia-Pacific education and science conference. Purwokerto, Indonesia. [doi:10.4108/eai.19-12-2020.2309170](https://doi.org/10.4108/eai.19-12-2020.2309170)
- 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.
- 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. [doi:10.1007/s10956-022-09968-x](https://doi.org/10.1007/s10956-022-09968-x)