ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

Τόμ. 14, Αρ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Συνόψεις

Διδασκαλία και Μάθηση της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών στο Φαινόμενο της Ταλάντωσης με την Χρήση Προβλήματος Ανοιχτού Τύπου

Ιωάννης Καλαντζής, Αναστάσιος Ζουπίδης

doi: 10.12681/codiste.7779

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 06/12/2025 09:28:31

Διδασκαλία και Μάθηση της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών στο Φαινόμενο της Ταλάντωσης με την Χρήση Προβλήματος Ανοιχτού Τύπου

Ιωάννης Καλαντζής[1] και Αναστάσιος Ζουπίδης[2]
[1]Εκπαιδευτικός, [2]Επίκουρος Καθηγητής,
[1]Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
[2]Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
[1]*johnnkalantzis@gmail.com*

Περίληψη
Η εργασία αυτή αφορά τον σχεδιασμό, εφαρμογή και αξιολόγηση δύο διαφορετικών προσεγγίσεων διδασκαλίας και μάθησης της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ) κάνοντας χρήση Ανοιχτών Προβλημάτων (ΑΠ) στο φαινόμενο των ταλαντώσεων. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε 2 ομάδες, με την διδασκαλία της Ομάδας Έγκυρων Πειραμάτων (ΟΕΠ) να επικεντρώνεται στην υποδεξιότητα IN (Interpreting) κάνοντας χρήση μόνο έγκυρων πειραμάτων και της Ομάδας Μη-Έγκυρων Πειραμάτων (ΟΜΕΠ) στην υποδεξιότητα UN (Understanding) και με μη έγκυρα πειράματα. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε σε συνολικά 24 μαθητές της Γ' Γυμνασίου. Οι μαθητές της ΟΕΠ και ΟΜΕΠ μετά το πέρας της διδασκαλίας, ενώ βρέθηκαν ικανότεροι στις υποδεξιότητες χαμηλότερου επιπέδου, συνέχιζαν να παρουσιάζουν δυσκολίες στην ανωτέρου επιπέδου υποδεξιότητα UN.

Λέξεις κλειδιά: στρατηγική ελέγχου μεταβλητών, διερεύνηση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ανοιχτό πρόβλημα

Teaching and Learning the Control of Variables Strategy in the Oscillation Phenomena Using Open Problem-based Approach

Ioannis Kalantzis[1] and Anastasios Zoupidis[2]
[1]Teacher, [2]Assistant Professor,
[1]Secondary Education
[2]Department of Primary Education, Democritus University of Thrace
[1]*johnnkalantzis@gmail.com*

Abstract
This study focuses on the design, implementation, and evaluation of two different teaching and learning approaches of the Control of Variables Strategy (CVS), using Open-ended Problems (OP) within the phenomenon of oscillations. The students were split into 2 groups, where the teaching approach of the Valid Experiments Group (VEG) emphasized the subskill IN (Interpreting), using only unconfounded experiments, while the Non-Valid Experiments Group (NVEG) focused on the subskill UN (Understanding), including also confounded experiments. The participants were 24 students in the 9th grade. After completing the instruction, the students in both the VEG and NVEG groups showed improvement in lower-level subskills but continued to struggle with the higher-level subskill UN.

Keywords: control of variable strategy, inquiry, secondary education, open-ended problem

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7779

Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία εστιάζει στη διδασκαλία και μάθηση της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ) μέσω της χρήσης ανοιχτών προβλημάτων, τα οποία χαρακτηρίζονται από την απουσία συγκεκριμένης λύσης και απαιτούν από τους μαθητές να διερευνήσουν πολλαπλές προσεγγίσεις. Σκοπός είναι η προαγωγή της επιστημονικής σκέψης και η ενίσχυση της ικανότητας των μαθητών να αναπτύσσουν και να εφαρμόζουν στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων σε πραγματικές καταστάσεις. Πιο συγκεκριμένα, η εργασία αυτή εξετάζει πώς η χρήση ανοιχτών προβλημάτων και η στρατηγική της διερεύνησης μπορούν να ενισχύσουν την κατανόηση της ΣΕΜ στους μαθητές.

Θεωρητικό υπόβαθρο

Το ερευνητικό έργο όσον αφορά την αποτελεσματικότητα της ΣΕΜ σε σύγκριση με μία παραδοσιακή διδασκαλία είναι αρκετά εκτεταμένο ήδη. Για αυτό το λόγο, η συγκεκριμένη έρευνα είναι επικεντρωμένη γύρω από τη μελέτη των Schwichow et al. (2020), οι οποίοι μελέτησαν τα διδακτικά αποτελέσματα μίας διδασκαλίας που στοχεύει στη διδασκαλία των χαμηλότερου επιπέδου υποδεξιοτήτων, και τα αποτελέσματα μίας διδασκαλίας των υψηλότερων επιπέδου υποδεξιοτήτων.

Η εργασία εξετάζει τη διερεύνηση ως βασικό μέσο βελτίωσης της διαδικαστικής γνώσης των μαθητών, καθώς η δομημένη διερεύνηση αποτελεί ένα πολύ σημαντικό εργαλείο στη διαδικασία της μάθησης με μαθητές που δεν είχαν καμία προηγούμενη «επαφή» με τη διερευνητική μάθηση στο μάθημα της Φυσικής.

Η ΣΕΜ, που εντάσσεται στο πλαίσιο της διερεύνησης, είναι μία μέθοδος πειραματισμού με έμφαση στη σύγκριση πειραματικών συνθηκών (Chen & Klahr, 1999). Περιλαμβάνει 4 υποδεξιότητες: τη διάκριση μεταξύ έγκυρων / κατάλληλων και μη έγκυρων / κατάλληλων πειραμάτων (Identifying, ID), την εξαγωγή συμπερασμάτων από έγκυρα / κατάλληλα πειράματα (Interpreting, IN), την κατανόηση των λόγων που καθιστούν ένα πείραμα μη έγκυρο / κατάλληλο (Understanding, UN) και την ικανότητα σχεδιασμού έγκυρων και κατάλληλων πειραμάτων (Planning, PL). Η ΣΕΜ βοηθά τους μαθητές στην εκτέλεση, πρόβλεψη και αξιολόγηση πειραμάτων , με υψηλή αποτελεσματικότητα τόσο σε hands-on όσο και σε προσομοιωμένα πειράματα (Schwichow et al. 2016).

Τέλος, το ανοιχτό πρόβλημα, το οποίο επιδέχεται πολλαπλές λύσεις, προάγει τη σύνθετη σκέψη και την ελευθερία ανακάλυψης. Η χρήση ανοιχτών προβλημάτων στη διδασκαλία ενισχύει το ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες, ενώ τους επιτρέπει να αναπτύξουν και να υπερασπιστούν τη δική τους έγκυρη λύση (Randles et al., 2018).

Μεθοδολογία

Το ερευνητικό ερώτημα της εργασίας είναι κατά πόσο αποτελεσματική είναι η διδασκαλία της ΣΕΜ όταν είναι επικεντρωμένη στη διδασκαλία της χαμηλού επιπέδου υποδεξιότητας IN (Interpreting) σε σύγκριση με μία διδασκαλία της ΣΕΜ με επίκεντρο την υψηλού επιπέδου υποδεξιότητα UN (Understanding). Με άλλα λόγια, ποια είναι η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών όταν οι μαθητές καλούνται να διαχειριστούν μη-έγκυρα πειράματα στο πλαίσιο της υποδεξιότητας UN, σε σύγκριση με την αποτελεσματικότητα μιας διδασκαλίας, στην οποία τα πειράματα είναι αποκλειστικά έγκυρα, στο πλαίσιο της υποδεξιότητας IN (Schwichow et al., 2020);

Οι 24 συμμετέχοντες/ουσες της έρευνας μας χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, την Ομάδα Έγκυρων Πειραμάτων (ΟΕΠ), όπου οι 10 μαθητές έρχονται αντιμέτωποι μόνο με έγκυρα πειράματα και επικεντρώνονται στην υποδεξιότητα IN και την Ομάδα Μη-Έγκυρων Πειραμάτων (ΟΜΕΠ), όπου οι υπόλοιποι 14 μαθητές αντιμετωπίζουν έγκυρα και μη έγκυρα πειράματα και επικεντρώνονται στην υποδεξιότητα UN.

Το ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή των δεδομένων ήταν ένα ερωτηματολόγιο pre test και post test (Ταυλόπουλος, 2022), αποτελούμενο από 2 ξεχωριστά

ερωτήματα για κάθε μία υποδεξιότητα της ΣΕΜ, το οποίο μοιράστηκε στους μαθητές και το συμπλήρωσαν πριν και μετά το πέρας της διδασκαλίας. Επιπρόσθετα, κάθε ομάδα συμπλήρωσε συνολικά 3 Φύλλα Εργασίας (ΦΕ), με το πρώτο και τρίτο ΦΕ να είναι ίδια και για τις 2 ομάδες, και στο δεύτερο ΦΕ να γίνεται η διαφοροποίηση επομένως και η στόχευση της υποδεξιότητας της κάθε ομάδας. Η συνολική διάρκεια της εφαρμογής είναι 2 διδακτικές ώρες.

Το πρώτο ΦΕ, που είναι το ίδιο για την ΟΕΠ και ΟΜΕΠ, αποσκοπεί στη σύνδεση του φαινομένου των ταλαντώσεων με ένα καθημερινό φαινόμενο και ταυτόχρονα στην εισαγωγή του ανοιχτού προβλήματος που στα υπόλοιπα ΦΕ θα διαχειριστούν οι μαθητές: «Είστε στο πάρκο της γειτονιάς με τους φίλους σας. Από τι θα επηρεαστεί η περίοδος της ταλάντωσης που εκτελείται στην κούνια;». Επιπλέον, στο τέλος του πρώτου ΦΕ γίνεται ρητή αναφορά στη ΣΕΜ, με στόχο τη διενέργεια της συζήτησης για το τι είναι οι ανεξάρτητες και οι εξαρτημένες μεταβλητές.

Στο δεύτερο ΦΕ γίνεται η στόχευση των 2 ομάδων στην καθεμία υποδεξιότητα προς διδασκαλία. Αρχικά, για την ΟΕΠ, το ΦΕ αποτελείται από 2 δραστηριότητες, οι οποίες και οι 2 είναι επικεντρωμένες στη διδασκαλία της υποδεξιότητας IN της ΣΕΜ, υπόρρητα στην πρώτη και ρητά στη δεύτερη. Επομένως, οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι μόνο με έγκυρα πειράματα και εκτελούν πειραματισμούς για να ελέγξουν την επιρροή δύο ανεξάρτητων μεταβλητών στην περίοδο της ταλάντωσης.

Από την άλλη πλευρά, το δεύτερο ΦΕ της ΟΜΕΠ στοχεύει στον έλεγχο και βελτίωση των ικανοτήτων των μαθητών ως προς την αιτιολόγηση τους αναφορικά με το λόγο που μία πειραματική διάταξη είναι μη έγκυρη, υποδεξιότητα UN της ΣΕΜ, και δευτερευόντως με το διαχωρισμό μεταξύ έγκυρων και με έγκυρων πειραμάτων, υποδεξιότητα ID της ΣΕΜ. Ομοίως με την ΟΕΠ, το ΦΕ της ΟΜΕΠ αποτελείται από 2 δραστηριότητες, με την πρώτη να δίνει «χώρο» στους μαθητές να εκφράσουν τους τρόπους βελτίωσης μίας μη έγκυρης πειραματικής διάταξης και τη δεύτερη να διακρίνουν οι μαθητές, με αιτιολόγηση, τις έγκυρες και τις μη-έγκυρες πειραματικές διατάξεις.

Το τρίτο και τελευταίο ΦΕ είναι ξανά κοινό και για τις δύο ομάδες και καλύπτει ολόκληρη τη δεύτερη διδακτική ώρα, όπου όλοι οι συμμετέχοντες/ουσες καλούνται να σχεδιάσουν δύο πειράματα, βασισμένα πάνω στο ανοιχτό πρόβλημα που εισήχθη στο πρώτο ΦΕ. Επομένως, οι συμμετέχοντες/ουσες της ΟΕΠ και της ΟΜΕΠ ελέγχονται στην υποδεξιότητα της ΣΕΜ που καλεί τους μαθητευόμενους να σχεδιάσουν μία έγκυρη πειραματική διαδικασία (PL). Μέσα από αυτά τα βήματα που καλούνται οι μαθητές να ακολουθήσουν στο τρίτο ΦΕ, οι μαθητές υπόρρητα μαθαίνουν για την υποδεξιότητα PL.

Αποτελέσματα

Συνολικά, και οι δύο ομάδες μαθητών, ΟΕΠ και ΟΜΕΠ, είχαν μία σχετικά καλύτερη απόδοση στο post test συγκριτικά με το pre, όμως και οι δύο ομάδες παρουσίασαν αδυναμία στη βασική υποδεξιότητα που ήταν να διδαχθούν, IN για την ΟΕΠ και UN για την ΟΜΕΠ. Επιπλέον, και οι δύο ομάδες μαθητών είχαν βελτιωμένα αποτελέσματα στην υποδεξιότητα ID και ιδιαίτερα στην PL, στην οποία οι μαθητές και των δύο ομάδων είχαν εκτενέστατη επαφή στο 3ο ΦΕ. Επιπρόσθετα, η ΟΕΠ είχε σημαντική βελτίωση στην υποδεξιότητα UN και η ΟΜΕΠ στην υποδεξιότητα IN, δηλαδή αντίστροφα από τον αρχικό σχεδιασμό.

Αυτά τα αποτελέσματα των pre/post test επιβεβαιώνονται περαιτέρω από τα ΦΕ, όπου παρατηρούμε τους μαθητές και των δύο ομάδων να παρουσιάζουν δυσκολίες στην υποδεξιότητα UN και να έχουν κατακτήσει την υποδεξιότητα PL πλήρως, με τους συμμετέχοντες/ουσες της ΟΕΠ και ΟΜΕΠ να έχουν αρκετά θετικά αποτελέσματα με εξαίρεση τις τελευταίες ερωτήσεις του τρίτου ΦΕ, κάτι που υποστηρίζεται και από την βιβλιογραφία (Schwichow, et al., 2020).

Με μία γενικότερη ματιά στα αποτελέσματα των pre/post test, μπορούμε να παρατηρήσουμε πως όχι μόνο αυξήθηκε ο αριθμός σωστών απαντήσεων από τους μαθητές και των δύο ομάδων αλλά σχεδόν εκμηδενίστηκε ο αριθμός των μη απαντημένων ερωτήσεων

από τους μαθητές, και ιδιαίτερα στην ΟΜΕΠ, κάτι που σημαίνει πως οι μαθητές οικειοποιήθηκαν με όλες τις υποδεξιότητες αλλά δεν απέκτησαν πλήρη εικόνα και κατανόηση αυτών. Αυτό υποστηρίζεται περαιτέρω παρατηρώντας τα αποτελέσματα των ΦΕ, όπου ο αριθμός κενών απαντήσεων στο τελευταίο ΦΕ γύρω από τις υποδεξιότητες της ΣΕΜ είναι σημαντικά μικρότερος από το 2ο ΦΕ.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Σκοπός της εργασίας ήταν η παρουσίαση της αποτελεσματικότητας μίας διδασκαλίας στοχευμένης στην χαμηλή επιπέδου υποδεξιότητα IN και μίας διδασκαλίας με επίκεντρο μία ανώτερου επιπέδου υποδεξιότητα, την UN. Συνολικά, η ΟΜΕΠ παρουσίασε σημαντική βελτίωση στις υποδεξιότητες χαμηλότερου επιπέδου και παρουσίασε, ομοίως με την ΟΕΠ, μικρή ή και καμία πρόοδο στις υποδεξιότητες ανωτέρου επιπέδου. Εξαίρεση είναι η υποδεξιότητα PL, καθώς οι μαθητές είχαν μεγάλη έκθεση σε αυτή στο 3ο ΦΕ που διήρκησε μία ολόκληρη διδακτική ώρα.

Συγκεντρωτικά, από τα αποτελέσματα στις τέσσερις υποδεξιότητες της ΣΕΜ, φαίνεται ότι οι μαθητές και των δύο ομάδων αλλάζουν περισσότερες από μία μεταβλητές ταυτόχρονα και παράλληλα, ακόμα φαίνεται ότι οι μαθητές που απαντούν σωστά στα έργα της υποδεξιότητας UN απαντούν επίσης σωστά τα περισσότερα από τα υπόλοιπα έργα, δηλαδή οι μαθητές κυριαρχούν πρώτα στις δεξιότητες PL, ID και IN και έπειτα στην υποδεξιότητα UN. Τελικώς οι μαθητές κατά τη διάρκεια αλλά και μετά το τέλος της διδασκαλίας ήταν ικανότεροι να διαχωρίσουν έγκυρα από μη έγκυρα πειράματα παρά να εξηγήσουν το λόγο γιατί ένας πειραματισμός είναι μη έγκυρος.

Παρά τα ενδιαφέροντα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την έρευνά μας, υπήρξαν αρκετοί περιορισμοί που επηρέασαν την αποτελεσματικότητά της. Ο κυριότερος ήταν ο μικρός αριθμός συμμετεχόντων, καθώς πολλοί μαθητές απουσίαζαν κατά τη δεύτερη ημέρα της παρέμβασης, μειώνοντας τους συμμετέχοντες σε λιγότερους από το μισό των αρχικών. Αυτό όχι μόνο περιόρισε τη στατιστική εγκυρότητα των αποτελεσμάτων αλλά δημιούργησε και σύγχυση στους παρόντες μαθητές.

Οι προεκτάσεις της έρευνας στοχεύουν στη βελτίωση της εγκυρότητας και της γενικευσιμότητας των αποτελεσμάτων, αντιμετωπίζοντας τους βασικούς περιορισμούς της. Προτείνεται η εφαρμογή της σε μεγαλύτερο αριθμό μαθητών και ταυτόχρονα σε διαφορετικά σχολεία, δημόσια και ιδιωτικά, για την εξάλειψη της επιρροής του εκπαιδευτικού και τη γενίκευση των συμπερασμάτων. Τέλος, προτείνεται η ενσωμάτωση προσομοιώσεων από το Phet Colorado στο 2ο ΦΕ της ΟΜΕΠ, ώστε όλοι οι μαθητές να έχουν ισότιμη εξοικείωση με το περιβάλλον προσομοίωσης πριν το κοινό ΦΕ, εφόσον υπάρχουν διαθέσιμες περισσότερες ώρες διδασκαλίας.

Βιβλιογραφία

Ταυλόπουλος Α. (2022). *Διδασκαλία και μάθηση της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών: εφαρμογή στο Λύκειο*. [Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία].

Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child development*, *70*(5), 1098-1120. https://doi.org/10.1111/1467-8624.00081

Randles, C., Overton, T., Galloway, R., & Wallace, M. (2018). How do approaches to solving open-ended problems vary within the science disciplines?. *International Journal of Science Education*, *40*(11), 1367-1390. https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1503432

Schwichow, M., Croker, S., Zimmerman, C., Höffler, T., & Härtig, H. (2016). Teaching the control-of-variables strategy: A meta-analysis. *Developmental Review*, *39*, 37-63. https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.12.001

Schwichow, M., Osterhaus, C., & Edelsbrunner, P. A. (2020). The relation between the control-of-variables strategy and content knowledge in physics in secondary school. *Contemporary Educational Psychology*, *63*, 101923. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101923