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

Φύση της Επιστήμης και Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών: Διασυνδέσεις και Εκπαιδευτικές Εφαρμογές

Βασίλειος Γκάγκας, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης

doi: 10.12681/codiste.7749

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 04/03/2026 09:27:48

Φύση της Επιστήμης και Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών: Διασυνδέσεις και Εκπαιδευτικές Εφαρμογές

Βασίλειος Γκάγκας[1] και Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης[2]
[1]Υποψήφιος διδάκτορας, [2]Καθηγητής
Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
[1]vgkagk@auth.gr

Περίληψη
Η έρευνα διερευνά τη σχέση της επιστημολογικής γνώσης (Nature of Science – NOS, Nature of Scientific Inquiry – NOSI) με την ανάπτυξη δεξιοτήτων στρατηγικής ελέγχου μεταβλητών (Control of Variables Strategy, CVS), μέσα από Hands-On διερευνητικές δραστηριότητες διάρκειας τεσσάρων μηνών σε μαθητές λυκείου. Τα ευρήματα έδειξαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στις επιστημολογικές γνώσεις και δεξιότητες CVS, καθώς και συσχετίσεις μεταξύ τους. Η έρευνα υπογραμμίζει τη σημασία της διερευνητικής μάθησης (Inquiry-Based Learning) για την ανάπτυξη επιστημολογικών πεποιθήσεων και διερευνητικών δεξιοτήτων στις φυσικές επιστήμες.

Λέξεις κλειδιά: φύση της επιστήμης, φύση της επιστημονικής διερεύνησης, στρατηγική ελέγχου μεταβλητών, διερευνητική μάθηση

Nature of Science and Control of Variables Strategy: Interconnections and Educational Applications

Vasileios Gkagkas[1], Evripides Hatzikraniotis[2]
[1]PhD Student, [2]Professor
Laboratory of Didactics of Physics & Educational Technology,
School of Physics, Aristotle University of Thessaloniki
[1]vgkagk@auth.gr

Abstract
The study explores the relationship between epistemological knowledge (Nature of Science – NOS, Nature of Scientific Inquiry – NOSI) and the development of control of variables strategy (CVS) skills through four-month Hands-On inquiry-based activities with high school students. The findings showed statistically significant improvements in epistemological knowledge and skills, as well as correlations between them. The study highlights the importance of inquiry-based learning for developing epistemological beliefs and inquiry skills in science education.

Keywords: nature of science, nature of scientific inquiry, control of variables strategy, inquiry-based learning

Εισαγωγή

Η διερεύνηση (Inquiry) αναφέρεται στις μεθόδους που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες για τη μελέτη του φυσικού κόσμου και τη διαμόρφωση ερμηνειών βασισμένων σε ισχυρές ενδείξεις. Αυτή η προσέγγιση, περιλαμβάνει τη συμμετοχή των μαθητών σε διαδικασίες που μιμούνται τις επιστημονικές (Alake-Tuenter et al., 2012), δίνοντας τους την ευκαιρία να αποκτήσουν γνώσεις επιστημονικού περιεχομένου. Παράλληλα λειτουργούν υποβοηθητικά για την

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7749

κατανόηση των χαρακτηριστικών της επιστημονικής γνώσης και την απόκτηση διερευνητικών δεξιοτήτων (Savery, 2015).

Η Φύση της Επιστήμης (Nature of Science, NOS) αναφέρεται στα χαρακτηριστικά της επιστημονικής γνώσης, εστιάζοντας στις επιστημολογικές και κοινωνιολογικές βάσεις αυτής. Περιλαμβάνει τις αξίες, τις υποθέσεις και τις διαδικασίες που καθοδηγούν τη σκέψη και την πρακτική της επιστημονικής κοινότητας (Lederman et al., 2002). Παράλληλα, η Φύση της Επιστημονικής Διερεύνησης (Nature of Scientific Inquiry, NOSI) αναφέρεται στις συστηματικές διαδικασίες μέσω των οποίων οι επιστήμονες απαντούν σε ερευνητικά ερωτήματα και παράγουν επιστημονικά αποδεκτή γνώση (Priemer & Lederman, 2021). Η τελευταία εστιάζει τόσο στις πρακτικές πλευρές της επιστημονικής έρευνας όσο και στην κριτική σκέψη και τη συλλογιστική που απαιτούνται για την κατανόηση και τη δημιουργία επιστημονικών εξηγήσεων.

Η Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών (Control of Variables Strategy, CVS), διαδικαστικά συνιστά μια δεξιότητα της επιστημονικής διερεύνησης η οποία επιτρέπει το σχεδιασμό και τη διεξαγωγή έγκυρων πειραμάτων (Chen & Klahr, 1999). Έτσι αποτελεί μια ανώτερη δεξιότητα επίλυσης προβλημάτων. Η στρατηγική αυτή απαιτεί τον έλεγχο όλων των ανεξάρτητων μεταβλητών, εκτός από μία, ώστε να διασφαλίζεται η μελέτη της αιτιακής σχέσης με την εξαρτημένη μεταβλητή. Η CVS αποτελείται από τέσσερις υπο-δεξιότητες: Σχεδιασμό (Planning), Αναγνώριση (Identifying), Ερμηνεία (Interpreting) και Κατανόηση (Understanding) (Schwichow et al., 2016).

Στη βιβλιογραφία εντοπίζονται περιορισμένες μελέτες σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης οι οποίες να χρησιμοποιούν την κατανόηση της λειτουργίας της επιστήμης (NOS) και της επιστημονικής διερεύνησης (NOSI) είτε ως προγνωστικό παράγοντα (Lin & Chiu, 2004) είτε ως συσχέτιση (Kremer et al., 2014) με τις ανώτερες δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων (μεταξύ άλλων και της CVS). Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει ότι οι δεξιότητες CVS δεν μπορούν να καλλιεργηθούν και μέσω άλλων προσεγγίσεων όπως π.χ. μέσω του μοντέλου της διερευνητικής μάθησης στο οποίο φαίνεται ότι οι μαθητές που εμπλέκονται με τη διερεύνηση βελτιώνουν σημαντικά την ικανότητά τους να εφαρμόζουν τη στρατηγική ελέγχου μεταβλητών (Petridou et al., 2022).

Σκοπός της παρούσης έρευνας είναι αρχικά να διερευνηθεί η ανάπτυξη της επιστημολογικής κατανόησης (NOS & NOSI), καθώς η ανάπτυξη διερευνητικών δεξιοτήτων (CVS), σε μαθητές/τριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, διερευνώντας παράλληλα πιθανές συσχετίσεις μεταξύ τους. Το πλαίσιο εφαρμογής της έρευνας είναι η διερευνητική μάθηση, υλοποιώντας μια σειρά παρεμβάσεων διερευνητικής φύσης. Τα ερευνητικά ερώτημα της έρευνας διαμορφώνονται ως εξής:

1. Ενισχύονται οι επιστημολογικές πεποιθήσεις (NOS & NOSI), καθώς και οι υπο-δεξιότητες της στρατηγικής ελέγχου Μεταβλητών (CVS), των μαθητών/τριών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης μέσω της εφαρμογής μιας σειράς παρεμβάσεων διερευνητικής φύσης;

2. Πώς συσχετίζεται η κατανόηση της φύσης της επιστήμης (NOS) και της φύσης της επιστημονικής διερεύνησης (NOSI) με την ανάπτυξη των δεξιοτήτων στρατηγικής ελέγχου μεταβλητών (CVS), σε μαθητές/τριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης μέσω της εφαρμογής μιας σειράς παρεμβάσεων διερευνητικής φύσης;

Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία της έρευνας περιλάμβανε Hands-On διερευνητικές δραστηριότητες στη Νευτώνεια Μηχανική, με τους μαθητές να ακολουθούν τα στάδια της επιστημονικής διερεύνησης (διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων, σχεδίαση και εκτέλεση της διερεύνησης, ανάλυση δεδομένων, και εξαγωγή συμπερασμάτων). Χρησιμοποιήθηκαν ασύρματα αμαξίδια, σετ μαζών και λογισμικό προσομοιώσεων, ενώ παρείχετο υποστήριξη μέσω φύλλων εργασίας και ρητής καθοδήγησης με σκοπό τη σταδιακή ενίσχυση της αυτονομίας των μαθητών. Οι παρεμβάσεις διήρκεσαν τέσσερις μήνες (18 συνεδρίες) και εφαρμόστηκε το μοντέλο της

διερευνητικής μάθησης με σταδιακά μειούμενη υποστήριξη, σύμφωνα με το συνεχές της διερεύνησης (Banchi & Bell, 2008). Το δείγμα αποτελούνταν από 22 μαθητές/τριες της Α' και Β' Λυκείου από τη Λάρισα που συμμετείχαν εθελοντικά σε Science Club Φυσικής.

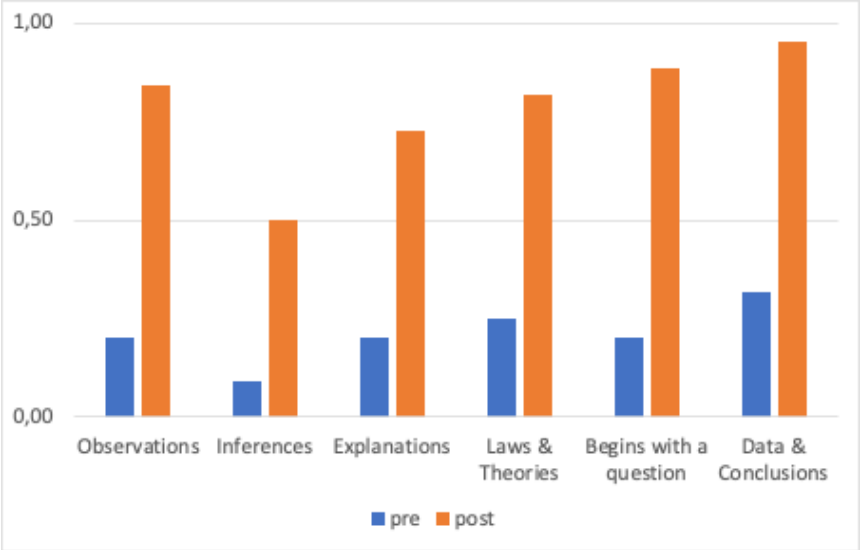
Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν δύο ερωτηματολόγια. Το πρώτο (Γκάγκας & Χατζηκρανιώτης, 2022), αξιολόγησε τις επιστημολογικές πεποιθήσεις των μαθητών σχετικά με τη φύση της επιστήμης (NOS) και της επιστημονικής διερεύνησης (NOSI), εξετάζοντας επιλεγμένες επιστημολογικές πτυχές της επιστημονικής γνώσης των μαθητών/τριών. Συγκεκριμένα αξιολόγησε τη διάκριση μεταξύ των Παρατηρήσεων, Συναγόμενων, και Εξηγήσεων (*Observations, Inferences & Explanations*), τη διάκριση των Νόμων από τις Θεωρίες (*Laws & Theories*), το ότι οι Έρευνες ξεκινούν με μια Διερευνήσιμη Ερώτηση (*Begins with a question*) και τη σχέση μεταξύ Δεδομένων & Συμπερασμάτων (*Data & Conclusions*). Οι απαντήσεις των μαθητών ήταν ανοιχτού τύπου και η αξιολόγηση τους πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μιας ρουμπρίκας τριών επιπέδων: από πλήρη άγνοια (επίπεδο 0, 0 βαθμοί) σε ικανοποιητική επιστημονική κατανόηση (επίπεδο 2, 1 βαθμός). Το δεύτερο εργαλείο, αξιολόγησε τις τέσσερεις υπό-δεξιότητες στρατηγικής ελέγχου μεταβλητών (CVS) των μαθητών (Chen & Klahr, 1999· Schwichow et al., 2016), με τους μαθητές να απαντούν σε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και ανοιχτού τύπου, και με την αξιολόγηση να πραγματοποιείται μέσω μιας ρουμπρίκας τεσσάρων επιπέδων. Τα ερωτηματολόγια χορηγήθηκαν πριν (pre-test) και μετά (post-test) την εκπαιδευτική παρέμβαση, συνδυάζοντας ποιοτικές και ποσοτικές προσεγγίσεις για την αποτύπωση των επιστημολογικών πεποιθήσεων και των δεξιοτήτων διερεύνησης των μαθητών.

Αποτελέσματα

Ενίσχυση των επιστημολογικών πεποιθήσεων (NOS & NOSI) και ανάπτυξη των υπό-δεξιοτήτων της στρατηγικής ελέγχου Μεταβλητών (CVS) μέσω της εκπαιδευτικής παρέμβασης

Η παρέμβαση που πραγματοποιήθηκε οδήγησε σε σημαντική βελτίωση των επιστημολογικών πεποιθήσεων NOS & NOSI των μαθητών, όπως αναδείχθηκε από την αύξηση των μέσων τιμών στις εξεταζόμενες επιστημολογικές πτυχές με το paired t-test να επιβεβαιώνει ότι οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές ($p < .001$) (Σχήμα 1). Επιπλέον, ο υπολογισμός του Hake Gain ανέδειξε υψηλά επίπεδα σε όλες τις επιστημολογικές πτυχές. Σημαντικές βελτιώσεις αναδείχθηκαν και στις υπό-δεξιότητες CVS, όπως φάνηκε από την αύξηση των μέσων τιμών στις τέσσερις υπό-δεξιότητες που αξιολογήθηκαν. Το paired t-test όπως και ο υπολογισμός του Hake Gain επιβεβαίωσαν την αποτελεσματικότητα της παρέμβασης.

Σχήμα 1. Σύγκριση μέσων τιμών των επιστημολογικών πεποιθήσεων (NOS & NOSI) των μαθητών, pre -test και post -test



Συσχετίσεις επιστημολογικών πεποιθήσεων NOS & NOSI και υπό-δεξιοτήτων της CVS

Οι επιστημολογικές πεποιθήσεις NOS & NOSI παρουσίασαν μέτριες προς ισχυρά στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις με σχεδόν όλες τις υπό-δεξιότητες της CVS, τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση. Τα πλήρη αποτελέσματα, η ανάλυση τους καθώς και η συζήτηση θα παρουσιαστούν στο συνέδριο.

Συσχετίσεις επιστημολογικών πεποιθήσεων NOS & NOSI και υπό-δεξιοτήτων της CVS

Οι επιστημολογικές πεποιθήσεις NOS & NOSI παρουσίασαν μέτριες προς ισχυρά στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις με σχεδόν όλες τις υπό-δεξιότητες της CVS, τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση. Τα πλήρη αποτελέσματα, η ανάλυση τους καθώς και η συζήτηση θα παρουσιαστούν στο συνέδριο.

Βιβλιογραφία

Γκάγκας, Β., & Χατζηκρανιώτης, Ε. (2022). Επιστημολογικές πτυχές της Φύσης της Επιστήμης και της Φύσης της Επιστημονικής Διερεύνησης, προς διδασκαλία σε μαθητές/τριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στο μάθημα της Φυσικής: Στο Α. Ζουπίδης, Ι. Λεύκος, Α. Μολοχίδης, Ε. Πετρίδου (Επιμ.) *Πρακτικά 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών και Ερευνητριών,* σ. 73- 80. 16–18 Σεπτεμβρίου 2022. *Αλεξανδρούπολη*. https://doi.org/10.12681/nrcodiste.5966

Alake-Tuenter, E., Biemans, H. J., Tobi, H., Wals, A. E., Oosterheert, I., & Mulder, M. (2012). Inquiry-based science education competencies of primary school teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards. *International Journal of Science Education, 34*(17), 2609–2640. http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2012.669076

Banchi, H., & Bell, R.L. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children, 46*(2), 26-29. Ανακτήθηκε στις 17/3/2022, από https://api.semanticscholar.org/CorpusID:150760967

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

Kremer, K., Specht, C., Urhahne, D., & Mayer, J. (2014). The relationship in biology between the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Biological Education, 48*(1), 1–8. https://doi.org/10.1080/00219266.2013.788541

Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L., & Schwartz, R.S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(6), 497–521. https://doi.org/10.1002/tea.10034

Lin, H.-S., & Chiu, H.-L. (2004). Student understanding of the nature of science and their problem-solving strategies. *International Journal of Science Education, 26*(1), 101–112. https://doi.org/10.1080/0950069032000070289

Petridou, E., Molohidis, A., & Hatzikraniotis, E. (2022). Assessing students' ability to apply the control of variables strategy when engaged with inquiry-based worksheets during the COVID era. *Education Sciences, 12*(10), 668. https://doi.org/10.3390/educsci12100668

Priemer, B., & Lederman, N. G. (2021). Nature of scientific knowledge and nature of scientific inquiry in physics lessons. Στο H. E. Fischer & R. Girwidz (Επιμ.), *Physics education: Challenges in physics education,* σ. 113–150. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87391-2_5

Savery, J. R. (2015). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. Στο A. E. Walker, H. Leary, C. E. Hmelo-Silver, & P. A. Ertmer (Επιμ.), *Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows*. σ. 5–15. Purdue University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctt6wq6fh.6

Schwichow, M., Christoph, S., Boone,W. J., & Härtig, H. (2016). The impact of sub-skills and item content on students' skills with regard to the control-of-variables strategy. *International Journal of Science Education, 38*(2), 216–237. https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1137651