

# 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<sup>ο</sup> 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



Διαδικαστική γνώση και δεξιότητες στη διερευνητική διδασκαλία και μάθηση

Χρυσούλα Καραγιάννη, Δημήτριος Ψύλλος

doi: [10.12681/codiste.5703](https://doi.org/10.12681/codiste.5703)

## ΔΙΑΔΙΚΑΣΤΙΚΗ ΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ

**Καραγιάννη Χρυσούλα, Ψύλλος Δημήτριος<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Διδάκτορας ΠΤΔΕ ΑΠΘ εκπαιδευτικός ΠΕ70, 4<sup>ο</sup> Δ.Σ Περαίας

<sup>4</sup> Ομότιμος καθηγητής ΠΤΔΕ, ΑΠΘ

[kxea4@yahoo.gr](mailto:kxea4@yahoo.gr)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει την εφαρμογή καινοτομικής Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) βασισμένης στην διερεύνηση, η οποία ενσωματώνει εικονικά και πραγματικά εργαστήρια και συμβάλλει στην κατασκευή της διαδικαστικής γνώσης και των δεξιοτήτων σχετικά με την διατύπωση επιστημονικών ερωτήσεων και τον πειραματικό σχεδιασμό. Το δείγμα αυτής της έρευνας αποτελούσαν 30 μαθητές Ε' Δημοτικού. Κατά τη ΔΜΑ οι μαθητές διδάχτηκαν ρητά τη διατύπωση επιστημονικών ερωτήσεων και τον πειραματικό σχεδιασμό. Τα αποτελέσματα της παρέμβασης καταδεικνύουν βελτίωση της διαδικαστικής γνώσης και των αντίστοιχων δεξιοτήτων και για τις δύο πρακτικές της διερεύνησης.

Λέξεις κλειδιά: Διαδικαστική γνώση, δεξιότητες, ρητή διδασκαλία

## PROCEDURAL KNOWLEDGE AND SKILLS IN INQUIRY TEACHING AND LEARNING

**Karagianni Chrysoula<sup>1</sup>, Psillos Dimitrios<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Phd Pedagogical Department M.E., Aristotle Univ. Thessaloniki, 4<sup>th</sup> Primary Peraia School

<sup>2</sup> Professor emeritus, Pedagogical Department M.E.

[kxea4@yahoo.gr](mailto:kxea4@yahoo.gr)

### ABSTRACT

*The purpose of this paper is to investigate whether the implementation of an innovative inquiry-based Learning Sequence (TLS) that integrates virtual and real workshops contributes to the construction of procedural knowledge and skills related to question formulation and experimental design. The sample of this research consisted of 30 5th grade students. During the TLS, students were taught explicitly how to formulate scientifically oriented questions and experimental design. The results of the intervention demonstrate an improvement in procedural knowledge and corresponding skills for both inquiry practices.*

*Keywords:* Procedural knowledge, skills, inquiry teaching

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η βαθύτερη κατανόηση των Φυσικών Επιστημών περιλαμβάνει την κατανόηση νέας εννοιολογικής γνώσης, της διαδικαστικής γνώσης και την ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης. Ενώ υπάρχει διαρκές ενδιαφέρον για την νοηματοδοτημένη επικοινωνία της εννοιολογικής γνώσης οι έρευνες για την ενεργητική κατασκευή της διαδικαστικής γνώσης και των δεξιοτήτων, οι οποίες είναι απαραίτητες για τον σχεδιασμό και την διεξαγωγή πειραματικής διερεύνησης, είναι σχετικά περιορισμένες, ειδικά στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση (Vorholzer et al 2020). Ο όρος πρακτικές έχει προταθεί για να αναδείξει ότι η διαδικαστική γνώση καθώς και οι δεξιότητες είναι απαραίτητες για την αποτελεσματική πειραματική διερεύνηση. Μεταξύ των οκτώ πρακτικών της διερεύνησης που περιγράφονται στο πλαίσιο του NGSS, τέσσερις πρακτικές αφορούν κατά κύριο λόγο την διεξαγωγή της πειραματικής διερεύνησης: Διατύπωση επιστημονικών ερωτήσεων (ΔΕΕ), πειραματικός σχεδιασμός (ΠΣ), διεξαγωγή πειραμάτων, ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων. Στην παρούσα εργασία εστιάζουμε στην διδασκαλία και μάθηση των δύο πρώτων.

Πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι προσεκτικά σχεδιασμένες καθοδηγούμενες διερευνητικές δραστηριότητες ως μέρος ευρύτερων Διδακτικών Μαθησιακών Ακολουθιών (ΔΜΑ) (Psillos & Kariotoglou 2016) που αξιοποιούν εικονικά (ΕΕεργ.) και πραγματικά (ΠΕεργ.) εργαστηριακά περιβάλλοντα μάθησης μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη διαδικαστικής γνώσης και δεξιοτήτων (Taramopoulos & Psillos, 2022). Δεν έχει όμως μελετηθεί επαρκώς η ανάπτυξη της διαδικαστικής γνώσης και των δεξιοτήτων στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Επιπλέον, πρόσφατα βρέθηκε ότι η ρητή διερευνητική προσέγγιση μπορεί να υποστηρίξει την ανάπτυξη δεξιοτήτων πειραματισμού και διατύπωσης επιστημονικού ερωτήματος σε μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (Vorholzer et al 2020). Η ρητή προσέγγιση σε συνδυασμό με μια αναστοχαστική διαδικασία υποστηρίζεται από πολλά ερευνητικά αποτελέσματα. Σε αυτό το πλαίσιο, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει αν η εφαρμογή μιας καινοτομικής ΔΜΑ βασισμένης στην διερεύνηση, η οποία ενσωματώνει ΕΕεργ. και ΠΕεργ., συμβάλλει στην ενεργητική κατασκευή της διαδικαστικής γνώσης και των δεξιοτήτων σχετικά με την διατύπωση επιστημονικών ερωτήσεων και τον πειραματικό σχεδιασμό.

## **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

Το δείγμα αυτής της έρευνας αποτελούσαν 30 μαθητές Ε Δημοτικού οι οποίοι δεν είχαν εξοικείωση με διερευνητικές διδασκαλίες και πρακτικές. Η ΔΜΑ επικεντρώθηκε στην ευθύγραμμη διάδοση του φωτός (Α' μέρος- 7 ώρες) και την αλλαγή μεγέθους της σκιάς (Β' μέρος - 7 ώρες) τα οποία οι μαθητές δεν είχαν διδαχθεί, όπως έχει αναφερθεί αναλυτικά αλλού (Karagianni & Psillos, 2022). Κατά τη ΔΜΑ οι μαθητές διδάχτηκαν ρητά τη (ΔΕΕ) και τον (ΠΣ). Στο μέρος Α', οι μαθητές εργαζόμενοι σε ομάδες συμμετείχαν ενεργητικά σε ρητή-αναστοχαστική διερεύνηση για την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός ακολουθώντας ειδικά σχεδιασμένα φύλλα εργασίας τα οποία αφενός καθοδηγούσαν τους μαθητές κατά τη διερευνητική διαδικασία αφετέρου αναδείκνυαν τις διαστάσεις των πρακτικών (ΔΕΕ) και (ΠΣ) μέσα από αναστοχαστικές συζητήσεις. Στο μέρος Β' οι μαθητές υλοποίησαν ανοιχτά τη (ΔΕΕ) και τον (ΠΣ) εφαρμόζοντας τις διαστάσεις των αντίστοιχων πρακτικών που είχαν διδαχθεί κατά τη ρητή-αναστοχαστική διαδικασία του μέρους Α'. Η αποτίμηση της εξέλιξης των μαθητών έγινε πριν και μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης με γραπτό ερωτηματολόγιο, το οποίο περιείχε δύο ερωτήματα για κάθε μία πρακτική και ημιδομημένες συνεντεύξεις. Το πρώτο ερώτημα αφορούσε τη διαδικαστική γνώση και το δεύτερο τις αντίστοιχες δεξιότητες. Η διαμόρφωση και η εγκυρότητα του περιεχομένου των ερωτηματολογίων και συνεντεύξεων συζητήθηκε και συμφωνήθηκε από ομάδα εμπειρογνομώνων. Η ρουμπρίκα ανάλυσης των ερωτήσεων για την πρακτική της (ΔΕΕ) στηρίχθηκε σε σχήματα και τεχνικές οι οποίες αναπτύχθηκαν από τους Pedrosa-de-Jesus et al (2014) και περιελάμβανε τις εξής διαστάσεις 1. Καταιγισμός ιδεών, 2. Χρήση βοηθητικών λέξεων για τον εμπλουτισμό των ερωτήσεων (Ποιος, Πού, Πώς, Πότε, Γιατί, Τι, Αν) 3. Εντοπισμός λέξεων- κλειδιά 4. Αναγνώριση ή δημιουργία ερωτήσεων περιγραφής, σύγκρισης, αιτίας-αποτελέσματος, 5. Εντοπισμός

παρόμοιων ερωτήσεων και αντικατάστασή τους με μία ερώτηση, 6. Προσδιορισμός των άσχετων ερωτήσεων, τις ερωτήσεις που δεν είχαν καμία σχέση με το επιστημονικό περιεχόμενο, 7. Αναγνώριση των μη διερευνήσιμων ερωτήσεων. Η ρουμπρίκα ανάλυσης της πρακτικής του (ΠΣ) στηρίχτηκε στις διαστάσεις του πειραματικού σχεδιασμού που αναπτύχθηκαν από τους Lefkos, Psillos and Hatzikraniotis (2011), (1.Πρόβλεψη, 2.Αρχικές συνθήκες, 3.Προσδιορισμός φαινομένων, 4.Μεταβλητές, 5.Υλικά, 6.Τρόπος χρήσης των υλικών, 7.Πηγές, 8.Περιγραφή διαδικασίας). Η ανάλυση περιεχομένου πριν και μετά πραγματοποιήθηκε με τα δεδομένα από το ερωτηματολόγιο και την απομαγνητοφώνηση των συνεντεύξεων, για κάθε μαθητή. Επί πλέον, χρησιμοποιήθηκε και μη παραμετρικός στατιστικός έλεγχος χρησιμοποιώντας τη δοκιμασία Wilcoxon signed-rank test καθώς το δείγμα δεν ήταν μεγάλο (N = 30).

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Διαδικαστική γνώση: Τα αποτελέσματα των pre tests αναφορικά με τη διαδικαστική γνώση και για τις δύο πρακτικές (διατύπωση ερωτήματος και πειραματικός σχεδιασμός) κατέδειξαν ότι οι μαθητές δεν γνωρίζουν κάποια μέθοδο, διαδικασία ή σειρά βημάτων για να διατυπώσουν ένα επιστημονικό ερώτημα ή για να σχεδιάσουν ένα πείραμα. Στα post tests φάνηκε ότι οι μαθητές κατανόησαν τις διαστάσεις των παραπάνω πρακτικών. Ειδικότερα τα ερωτήματα που διερευνούσαν τη διαδικαστική γνώση που σχετίζονταν με την πρακτική (ΔΕΕ) εμφάνισαν πολύ υψηλά ποσοστά: Καταιγισμός ιδεών: 29/30, Χρήση βοηθητικών λέξεων: 28/30, Λέξεις κλειδιά: 24/30, Εντοπισμός ερωτημάτων περιγραφής, σύγκρισης και αιτίας αποτελέσματος: 20/30, Απόρριψη άσχετων ερωτήσεων: 26/30, Απόρριψη ερωτήσεων που δεν μπορούν να διερευνηθούν: 28/30, Εντοπισμός παρόμοιων ερωτήσεων: 23/30. Για τη διαπίστωση της ύπαρξης ή όχι στατιστικά σημαντικής διαφοροποίησης pre-post εφαρμόστηκε μη παραμετρικός προσημικός στατιστικός έλεγχος σε συζευγμένα δείγματα (Wilcoxon signed ranks test). Στην περίπτωση της αξιολόγησης της διαδικαστικής γνώσης του (ΠΣ) τα αποτελέσματα του στατιστικού ελέγχου κατέδειξαν στατιστικά σημαντική βελτίωση της επίδοσης (Πίν.1).

**Πίνακας 1:** Pre-Post απαντήσεις διαδικαστικής γνώσης για τον πειραματικό σχεδιασμό

Test Statistics <sup>a</sup>								
	a_prediccion_ post - a_prediction_ pre	a_initial_cond itions_post - a_initial_cond itions_pre	a_variables_ post - a_variables_ pre	a_phenomen a_post - a_phenomen a_pre	a_sourses_p ost - a_sources_pre	a_materials_ post - a_materials_ pre	a_use_post - a_use_pre	a_procedure_ post - a_procedure_ pre
Z	-4,359 <sup>b</sup>	-5,000 <sup>b</sup>	-5,477 <sup>b</sup>	-5,196 <sup>b</sup>	-4,796 <sup>b</sup>	-4,243 <sup>b</sup>	-4,583 <sup>b</sup>	-4,899 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Δεξιότητες: Τα αποτελέσματα των pre tests αναφορικά με τις δεξιότητες και για τις δύο πρακτικές κατέδειξαν ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν μικρό αριθμό διαστάσεων για τη ΔΕΕ και για τον ΠΣ. Τα post tests κατέδειξαν ότι οι μαθητές υλοποίησαν την ανοιχτή διερευνητική διαδικασία χρησιμοποιώντας το σύνολο σχεδόν των διαστάσεων και για τις δύο πρακτικές. Ειδικότερα τα ερωτήματα που διερευνούσαν τις δεξιότητες που σχετίζονταν με την πρακτική ΔΕΕ εμφάνισαν πολύ υψηλά ποσοστά: Καταιγισμός ιδεών: 29/30, Χρήση βοηθητικών λέξεων: 27/30, Λέξεις κλειδιά: 19/30, Εντοπισμός ερωτημάτων περιγραφής, σύγκρισης και αιτίας αποτελέσματος: 18/30, Απόρριψη άσχετων ερωτήσεων: 26/30, Απόρριψη ερωτήσεων που δεν μπορούν να διερευνηθούν: 24/30, Εντοπισμός παρόμοιων ερωτήσεων: 17/30. Για τη διαπίστωση της ύπαρξης ή όχι στατιστικά σημαντικής διαφοροποίησης αξιολόγηση των δεξιοτήτων εφαρμόστηκε Wilcoxon signed ranks test. Στην περίπτωση του ΠΣ τα αποτελέσματα κατέδειξαν στατιστικά σημαντική βελτίωση της επίδοσης για τις δεξιότητες (Πίν.2).

**Πίνακας 2:** Pre-Post απαντήσεις δεξιότητες για τον πειραματικό σχεδιασμό

Test Statistics <sup>a</sup>								
	a_prediccion_ post- a_prediction_ pre	a_initial_cond itions_ post- a_initial_cond itions_ pre	a_variables_ post- a_variables_ pre	a_phenomen a_ post- a_phenomen a_ pre	a_sourses_p ost- a_sources_ pr e	a_materials_ post- a_materials_ pre	a_use_post- a_use_ pre	a_procedure_ post- a_procedure_ pre
Z	-4,359 <sup>b</sup>	-5,000 <sup>b</sup>	-5,477 <sup>b</sup>	-5,196 <sup>b</sup>	-4,796 <sup>b</sup>	-4,243 <sup>b</sup>	-4,583 <sup>b</sup>	-4,899 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά την ρητή-αναστοχαστική διδασκαλία (μέρος Α') οι μαθητές βελτίωσαν τη διαδικαστική τους γνώση και συμμετέχοντας ενεργά στην καθοδηγούμενη διερεύνηση της ευθύγραμμης διάδοσης του φωτός εφάρμοσαν τις διαστάσεις των πρακτικών ΔΕΕ και ΠΣ. Αυτό βελτίωσε τις δεξιότητες ΔΕΕ και ΠΣ και τους βοήθησε να κατανοήσουν τη διαφορά ανάμεσα στη διαδικαστική γνώση και τις δεξιότητες. Στο μέρος Β' οι μαθητές εφάρμοσαν τις περισσότερες διαστάσεις των πρακτικών ΔΕΕ και ΠΣ χωρίς καθοδήγηση, μέσα από μία ανοιχτή διερευνητική διαδικασία για την αλλαγή μεγέθους της σκιάς. Η ΔΜΑ είχε σαν αποτέλεσμα την βελτίωση των πρακτικών της ΔΕΕ και του ΠΣ. καθώς στα post tests κατέγραψαν μεγάλο αριθμό διαστάσεων ΔΕΕ και ΠΣ.

Η παρούσα έρευνα καταδεικνύει ότι η μετάβαση από μία καθοδηγούμενη και ρητή-αναστοχαστική διερευνητική διαδικασία για τις διαστάσεις της διαδικαστικής γνώσης και των αντίστοιχων δεξιοτήτων σε μία ανοιχτή διερευνητική διαδικασία εφαρμογής των δύο πρακτικών χωρίς καθοδήγηση έχει σημαντικά αποτελέσματα. Το θέμα αυτό χρειάζεται να διερευνηθεί σε μεγαλύτερα δείγματα και άλλα γνωστικά πεδία.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Lefkos, I., Psillos, D. & Hatzikraniotis, E. (2011). Designing experiments on thermal interactions by secondary students in a simulated laboratory environment, *Research in Science & Technological Education* 29(2), 189- 204
- Karagianni, H., & Psillos, D. (2022). Investigating the effectiveness of Explicit and Implicit Inquiry-Oriented Instruction on Primary Students views about the non-linear nature of inquiry. *International Journal of Science Education*, DOI: [10.1080/09500693.2022.2050486](https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2050486)
- Kuhn, D., Arvidsson, T. S., Lesperance, R., & Corprew, R. (2017). Can engaging in science practices promote deep understanding of them? *Science Education*, 101(2), 232–250. <https://doi.org/10.1002/scs.21263>
- Pedrosa-de-Jesus, H. & Aurora Moreira, Betina Lopes & Mike Watts (2014). So much more than just a list: exploring the nature of critical questioning in undergraduate sciences. *Research in Science & Technological Education*, 32(2), 115-134. DOI: [10.1080/02635143.2014.902811](https://doi.org/10.1080/02635143.2014.902811)
- Psillos, D., & Kariotoglou, P. (2016). Theoretical Issues Related to Designing and Developing Teaching-Learning Sequences. In D.Psillos and P. Kariotoglou ( Eds.), *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences*, 11 – 34, [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_2) .
- Taramopoulos, Athanasios & Psillos, Dimitris. (2022). Developing procedural knowledge in secondary education students. *Journal of Physics: Conference Series*. 2297.012010. DOI: [10.1088/1742-6596/2297/1/012010](https://doi.org/10.1088/1742-6596/2297/1/012010)
- Vorholzer, A., von Aufschnaiter, C. & Boone, W.J. (2020). Fostering Upper Secondary Students' Ability to Engage in Practices of Scientific Investigation: a Comparative Analysis of an Explicit and an Implicit Instructional Approach, *Res Sci Educ*, 50, 333 – 359. DOI: [10.1007/s11165-018-9691-1](https://doi.org/10.1007/s11165-018-9691-1)