

# 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, Λεωνίδα Γαβρίλας, Δημήτρης Πανάγου, Κωνσταντίνος Τσουμάνης, Γεωργία Βακάρου



Ιωάννινα  
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023



**Εφαρμογή και αξιολόγηση διδακτικής μαθησιακής ακολουθίας σε μαθητές/τριες Δημοτικού σχολείου: Η περίπτωση του μεγέθους των αντικειμένων και των οργάνων παρατήρησης**

*Αναστασία Οικονόμου, Γιώργος Πέικος, Άννα Σπύρτου*

doi: [10.12681/codiste.5442](https://doi.org/10.12681/codiste.5442)

## **ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΗΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑΣ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ/ΤΡΙΕΣ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ**

Αναστασία Οικονόμου<sup>1</sup>, Γιώργος Πέικος<sup>2</sup>, Άννα Σπύρτου<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια ΠΔΜ, <sup>2</sup>Διδάκτορας ΠΤΔΕ ΠΔΜ, <sup>3</sup>Καθηγήτρια ΠΤΔΕ ΠΔΜ

[anastasioiko16@gmail.com](mailto:anastasioiko16@gmail.com)

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η παρούσα εργασία αφορά την εφαρμογή και αξιολόγηση μίας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) για το περιεχόμενο της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας, εστιάζοντας στο Μέγεθος των αντικειμένων και στα Όργανα παρατήρησης. Συμμετέχοντες ήταν 22 μαθητές/μαθήτριες Στ' Δημοτικού, οι οποίοι/οποίες συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ, μεγάλο μέρος των μαθητών/μαθητριών ταξινόμησε σωστά αντικείμενα του μακρόκοσμου, του μικρόκοσμου και του νανόκοσμου, αναφέροντας ως κριτήριο το όργανο παρατήρησής τους και σειροθέτησε σωστά τα αντικείμενα από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο.

Λέξεις κλειδιά: Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία, Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία, Δημοτικό Σχολείο

### **IMPLEMENTATION AND EVALUATION OF A TEACHING-LEARNING SEQUENCE FOR PRIMARY SCHOOL STUDENTS: THE CASE OF THE SIZE OF OBJECTS AND OBSERVATION TOOLS**

Anastasia Oikonomou<sup>1</sup>, Giorgos Peikos<sup>2</sup>, Anna Spyrtou<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Postgraduate Student UOWM, <sup>2</sup>PhD Department of Primary Education UOWM, <sup>3</sup> Professor Department of Primary Education UOWM

[anastasioiko16@gmail.com](mailto:anastasioiko16@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*This paper concerns the implementation and evaluation of a Teaching Learning Sequence (TLS) for the content of Nanoscience-Nanotechnology, focusing on the Size of objects and Observation tools. The participants were sixth grade primary school students, who completed a questionnaire before and after the implementation of the TLS. The results show that after the implementation of the TLS, a large part of the students classified correctly all the macro, micro and nanoworld objects mentioning the correct observation tool of each group of objects, as well as they ordered correctly the objects from the biggest to smallest.*

*Keywords: Nanoscience-Nanotechnology, Teaching Learning Sequence, Primary School*

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ραγδαία ανάπτυξη της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας (N-ET), έχει επιφέρει πληθώρα προϊόντων που χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα. Υποστηρίζεται ότι οι πολίτες χρειάζεται να αναπτύξουν τον νανογραμματισμό τους, για να παίρνουν αποφάσεις και να συμμετέχουν στο δημόσιο διάλογο για θέματα σχετικά με τη N-ET (Laherto, 2010). Επιστήμονες και σχεδιαστές αναλυτικών προγραμμάτων, υπογραμμίζουν ότι μία πρόκληση του 21<sup>ου</sup> αιώνα αποτελεί η ενσωμάτωση στην υποχρεωτική εκπαίδευση του περιεχομένου της N-ET (Blonder & Sakhnini, 2016). Έχουν ήδη αρχίσει να αναπτύσσονται και να εφαρμόζονται εκπαιδευτικά προγράμματα για μαθητές του Δημοτικού Σχολείου, που περιλαμβάνουν έννοιες τις N-ET με θετικά αποτελέσματα (Peikos et al., 2022·Mandrikas et al., 2020). Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την παρουσίαση της εφαρμογής και την αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) για το περιεχόμενο της N-ET σε μαθητές/μαθήτριες Δημοτικού Σχολείου.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σε προγενέστερη εργασία (Peikos et al., 2022) αναπτύχθηκε, εφαρμόστηκε και αξιολογήθηκε μία ΔΜΑ για το περιεχόμενο της N-ET σε μαθητές/μαθήτριες Στ' Δημοτικού, η οποία περιλάμβανε πέντε Μεγάλες Ιδέες: Μέγεθος των αντικειμένων, Όργανα παρατήρησης, Ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος, Επιστήμη-Τεχνολογίας-Κοινωνία: Εφαρμογές της N-ET, Μοντέλα και μοντελοποίηση, οι οποίες αναπτύσσονται σε επτά δίωρα μαθήματα. Τα τρία πρώτα εστιάζουν στην ταξινόμηση και σειροθέτηση αντικειμένων του μακρόκοσμου, του μικρόκοσμου, και του νανόκοσμου, το τέταρτο στη διαδικασία της ίωσης, το πέμπτο και έκτο στο φαινόμενο του λωτού και το έβδομο στην καθαρισμό του νερού με φίλτρα νανοτεχνολογίας.

Η πρώτη συγγραφέας της εργασίας, μελέτησε το υλικό της ΔΜΑ και σε στενή συνεργασία με ερευνητή της Διδακτικής των Φ.Ε., εξοικειώθηκε με την εφαρμογή των εκπαιδευτικών υλικών. Συγκεκριμένα, για κάθε δίωρη ενότητα, οργάνωνε και παρουσίαζε το εκπαιδευτικό υλικό στον ερευνητή, και πραγματοποιούνταν συζητήσεις για την εφαρμοσιμότητά του. Έπειτα, εφάρμοσε τη ΔΜΑ στην τάξη. Η παρούσα εργασία εστιάζει στις τρεις πρώτες ενότητες, που αφορούν το Μέγεθος των αντικειμένων και τα Όργανα παρατήρησης. Στόχος ήταν οι μαθητές/μαθήτριες να είναι ικανοί/ικανές να: (α) ταξινομήσουν αντικείμενα στον μακρόκοσμο, στον μικρόκοσμο και στον νανόκοσμο με κριτήριο το όργανο παρατήρησής τους, (β) να σειροθετούν αντικείμενα διαφορετικών μεγεθών από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο με ποιοτικά κριτήρια (π.χ. ποιο αντικείμενο αποτελεί μέρος του άλλου). Τα ερευνητικά ερωτήματα ήταν τα εξής: (α) Ποιο αντικείμενο θεωρούν οι μαθητές/μαθήτριες ως το μικρότερο που υπάρχει πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ; (β) Με ποιο με ποιο όργανο νομίζουν ότι μπορούν να παρατηρήσουν το μικρότερο αντικείμενο που νομίζουν ότι υπάρχει πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ; (γ) Πώς ταξινομήσουν αντικείμενα διαφορετικών μεγεθών πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ; (δ) Πώς σειροθετούν αντικείμενα διαφορετικών μεγεθών πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ;

Ως εργαλείο συλλογής των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το γραπτό ερωτηματολόγιο και η συνέντευξη, που έχει εφαρμοστεί σε προγενέστερη έρευνα (Peikos et al., 2022). Η ερευνήτρια ανέπτυξε ένα επιπλέον έργο που αφορά την ταξινόμηση των αντικειμένων. Δημιούργησε κάρτες με έξι αντικείμενα, του μακρόκοσμου, του μικρόκοσμου και του νανόκοσμου (που δεν περιλαμβάνονταν στη ΔΜΑ) και πληροφορίες για αυτά, όπως για παράδειγμα με ποιο όργανο είναι ορατά. Οι μαθητές/μαθήτριες καλούνταν να ταξινομήσουν τα αντικείμενα στον μακρόκοσμο, μικρόκοσμο, νανόκοσμο και να αιτιολογήσουν την απάντησή τους.

Συμμετέχοντες της έρευνας ήταν 22 μαθητές/μαθήτριες Στ' Δημοτικού, που συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ. Εννέα συμμετείχαν στη διαδικασία της συνέντευξης. Η κωδικοποίηση των δεδομένων ακολουθεί την παραγωγική ανάλυση περιεχομένου, με βάση τα επίπεδα κατανόησης που αναπτύχθηκαν σε προγενέστερη έρευνα (Peikos et al., 2022), τα οποία για οικονομία χώρου παρουσιάζονται μαζί με τα αποτελέσματα.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στους πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τα γραπτά ερωτηματολόγια. Παρατηρούμε ότι μετά τη ΔΜΑ, στο υψηλότερο επίπεδο κατανόησης για κάθε ερώτημα, εντοπίζεται το υψηλότερο ποσοστό απαντήσεων.

Πίνακας 1.1 Ποσοστό απαντήσεων ανά επίπεδο κατανόησης για το μικρότερο αντικείμενο που υπάρχει

Επίπεδο	ΠΡΙΝ Ποσ.%	ΜΕΤΑ Ποσ.%
E3: Αντικείμενα του νανόκοσμου ή του ατομικού/υποατομικού κόσμου	36,36	81,82
E2: Αντικείμενα του μικρόκοσμου	18,18	9,09
E1: Αντικείμενα του μακρόκοσμου	40,91	9,09
E0: Ασαφής ή κενή απάντηση	4,55	0,00
Σύνολο	100	100

Πίνακας 1.2 Ποσοστό απαντήσεων ανά επίπεδο κατανόησης για τη συνέπεια μεταξύ οργάνου παρατήρησης και του μικρότερου αντικείμενου

Επίπεδο	ΠΡΙΝ Ποσ.%	ΜΕΤΑ Ποσ.%
E3: Σωστό όργανο για την παρατήρηση ενός αντικειμένου του νανόκοσμου ή του ατομικού κόσμου	0	50,00
E2: Σωστό όργανο για την παρατήρηση ενός αντικειμένου του μικρόκοσμου	18,18	9,09
E1: Σωστό όργανο για την παρατήρηση ενός αντικειμένου του μακρόκοσμου	13,64	4,55
E0: Λάθος όργανο/ασαφείς/κενές απαντήσεις	68,18	36,36
Σύνολο	100	100

Πίνακας 1.3 Ποσοστό απαντήσεων ανά επίπεδο κατανόησης για την ταξινόμηση αντικειμένων ανάλογα το μέγεθός τους

Επίπεδο	ΠΡΙΝ Ποσ.%	ΜΕΤΑ Ποσ.%
E3: Σωστή κατηγοριοποίηση	0	36,36
E2: Μερικώς σωστή κατηγοριοποίηση των μη ορατών αντικειμένων	0	22,73
E1: Μη ορατά αντικείμενα: όμοια σε μέγεθος	22,73	22,73
E0: Αφελής κατηγοριοποίηση	77,27	18,18
Σύνολο	100	100

Πίνακας 1.4 Ποσοστό απαντήσεων ανά επίπεδο κατανόησης για τη σειροθέτηση αντικειμένων ανάλογα το μέγεθός τους

Επίπεδο	ΠΡΙΝ Ποσ.%	ΜΕΤΑ Ποσ.%
E3: Σωστή σειροθέτηση όλων των αντικειμένων	0	54,55
E2: Σωστή σειροθέτηση των αντικειμένων του μακρόκοσμου και του μικρόκοσμου	4,55	4,55
E1: Σωστή σειροθέτηση των αντικειμένων του μακρόκοσμου	50,00	22,73
E0: Λάθος σειροθέτηση των αντικειμένων του μακρόκοσμου	45,45	18,18
Σύνολο	100	100

Τα αποτελέσματα από τις συνεντεύξεις, σχετικά με το έργο της ταξινόμησης αντικειμένων που δεν περιλαμβάνονταν στη ΔΜΑ, δείχνουν ότι επτά από τους/τις εννιά μαθητές/μαθήτριες, μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ, μπορούσαν να εφαρμόσουν το ποιοτικό κριτήριο της ταξινόμησης. Συγκεκριμένα ταξινόμησαν σωστά όλα τα αντικείμενα (που δεν περιλαμβάνονταν στη ΔΜΑ) στον μακρόκοσμο, στον μικρόκοσμο και στον νανόκοσμο, αναφέροντας το όργανο παρατήρησης ως κριτήριο για την ταξινόμηση του κάθε αντικειμένου. Για παράδειγμα, ένας μαθητής ανέφερε: «Το σαλιγκάρι και την πασχαλίτσα τα έβαλα στον μακρόκοσμο, γιατί τα βλέπουμε με το μάτι, το λευκό αιμοσφαίριο και το βακτήριο της φυματίωσης στον μικρόκοσμο, γιατί δεν μπορούμε να τα δούμε με γυμνό μάτι και χρησιμοποιούμε το οπτικό μικροσκόπιο και τον κορονοϊό και τον ιό που προκαλεί την ιλαρά στον νανόκοσμο, γιατί τα βλέπω με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο».

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι εμφανές ότι μετά την παρέμβαση, το σύνολο των απαντήσεων των μαθητών/μαθητριών περιλάμβανε

ως το μικρότερο αντικείμενο, ένα αντικείμενο του νανόκοσμου. Η συνέπεια μεταξύ του οργάνου παρατήρησης και του αντικειμένου μετά την παρέμβαση ήταν αυξημένη, καθώς οι μισοί/μισές μαθητές/μαθήτριες ανέφεραν σωστά το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο ως όργανο παρατήρησης. Μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ, μεγάλο μέρος των μαθητών/μαθητριών ταξινόμησε σωστά όλα τα αντικείμενα, αναφέροντας σωστά ως κριτήριο το όργανο παρατήρησης της κάθε ομάδας αντικειμένων. Μάλιστα, από τις συνεντεύξεις φάνηκε ότι οι μαθητές/μαθήτριες, μετά την παρέμβαση, μπορούσαν να εφαρμόσουν ένα ποιοτικό κριτήριο, δηλαδή το όργανο παρατήρησης, για να ταξινομήσουν αντικείμενα που δεν αποτελούσαν περιεχόμενο της διδασκαλίας στους τρεις κόσμους. Επίσης, περισσότεροι από τους/τις μισούς/μισές μαθητές/μαθήτριες σειροθέτησαν σωστά όλα τα αντικείμενα του μακρόκοσμου, μικρόκοσμου και νανόκοσμου. Τα θετικά αποτελέσματα της εφαρμογής της ΔΜΑ σχετικά με την κατανόηση εννοιών N-ET είναι σε συμφωνία με έρευνες που εντοπίζονται στη βιβλιογραφία (Peikos et al., 2022·Mandrikas et al., 2020).

## **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- Blonder, R., & Sakhnini, S. (2016). What Are the Basic Concepts of Nanoscale Science and Technology (NST) that Should Be Included in NST Educational Programs? Στο Kurt Winkelmann & B. Bhushan (Επιμ.), *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education* (σσ 117–127). Springer
- Laherto, A. (2010). An Analysis of the Educational Significance of Nanoscience and Nanotechnology in Scientific and Technological Literacy. *Science Education International*, 21(3), 160–175
- Mandrikas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2020). Teaching nanotechnology in primary education. *Research in Science & Technological Education*, 38(4), 377-395. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1631783>
- Peikos, G., Spyrtou, A., Pnevmatikos, D., & Papadopoulou, P. (2022). A teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology content at primary school level: evaluation of students' learning. *International Journal of Science Education* <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2105976>