

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

Τόμ. 14, Αρ. 2 (2026)

Πρακτικά 14ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

## ΠΡΑΚΤΙΚΑ

**14<sup>ο</sup>** ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ  
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
και ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ στην ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες  
στην Εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές

Στην μνήμη της Άννας Σπύριου



12-14 Απριλίου 2025

ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ  
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΔΠΘ  
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΔΠΘ

Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,  
Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών,  
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

[synedrio2025.enepnet.gr](http://synedrio2025.enepnet.gr)



**Αξιολόγηση Κατασκευής Επιστημονικών Ορισμών Μαθητριών και Μαθητών σε Θεματικές Περιοχές της Ρομποτικής και της Μηχανικής - Αξιοποίηση του Εικονογραφημένου Λεξικού Φυσικής για το Σχολείο (ΕΛεΦΥΣ)**

*Ελπίδα-Δικαία Καράμπαλη, Ιωάννης Λεύκος, Μαρία Μητσιάκη, Νικόλαος Φαχαντίδης*

doi: [10.12681/codiste.9867](https://doi.org/10.12681/codiste.9867)

## Αξιολόγηση Κατασκευής Επιστημονικών Ορισμών Μαθητριών και Μαθητών σε Θεματικές Περιοχές της Ρομποτικής και της Μηχανικής - Αξιοποίηση του Εικονογραφημένου Λεξικού Φυσικής για το Σχολείο (ΕΛεΦυΣ)

Ελπίδα-Δικαία Καράμπαλη<sup>1</sup>, Ιωάννης Λεύκος<sup>2</sup>, Μαρία Μητσιάκη<sup>3</sup> και Νικόλαος Φαχαντίδης<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, <sup>2</sup>Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό,

<sup>3</sup>Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, <sup>4</sup>Καθηγητής

<sup>1,2,4</sup>Τμήμα Εκπαιδευτικής & Κοινωνικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

<sup>3</sup>Τμήμα Ελληνικής Φιλολογίας, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

<sup>1</sup>ite21018@uom.edu.gr

### Περίληψη

Στην εργασία αυτή αξιολογούνται ορισμοί που έδωσαν μαθήτριες και μαθητές ενός δημοτικού σχολείου σχετικά με όρους της ρομποτικής και της μηχανικής, μέσα στο ευρύτερο πλαίσιο του επιστημονικού γραμματισμού, με αξιοποίηση του Εικονογραφημένου Λεξικού Φυσικής για το Σχολείο (ΕΛεΦυΣ), καθώς και με χρήση ρομποτικού εξοπλισμού. Πιο συγκεκριμένα, συνολικά 26 μαθητές (της Ε' και της Στ' τάξης) όρισαν 6 όρους από διαφορετικές οντολογικές κατηγορίες: αντικείμενα, ποιότητες και διαδικασίες. Οι ορισμοί που συλλέχθηκαν πριν και μετά από την παρέμβαση, αξιολογήθηκαν ως προς τη λεξική ακρίβεια, τη συντακτική πυκνότητα και την πληροφοριακότητα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να περισσότερο να ορίσουν τις αφηρημένες έννοιες, σε σχέση με τους ορισμούς των απτών αντικειμένων, ακόμη και μετά από την παρέμβαση.

**Λέξεις κλειδιά:** επιστημονικοί ορισμοί, επιστημονικός γραμματισμός, ολοκληρωμένη εκμάθηση περιεχομένου και γλώσσας, πρωτοβάθμια εκπαίδευση

## Assessment of Students' Construction of Scientific Definitions in Thematic Areas of Robotics and Engineering - Utilisation of the Illustrated Physics Dictionary for School (ELeFyS)

Elpida-Dikaia Karampali<sup>1</sup>, Ioannis Lefkos<sup>2</sup>, Maria Mitsiaki<sup>3</sup> and Nikolaos Fahantidis<sup>4</sup>

<sup>1</sup>MsC Student, <sup>2</sup>Laboratory Teaching Staff, <sup>3</sup>Associate Professor, <sup>4</sup>Professor

<sup>1,2,4</sup>Department of Educational & Social Sciences, University of Macedonia

<sup>3</sup>Department of Greek Philology, Democritus University of Thrace

<sup>1</sup>ite21018@uom.edu.gr

### Abstract

This paper evaluates definitions given by pupils of a primary school concerning terms of robotics and mechanics, within the broader context of scientific literacy by leveraging the illustrated dictionary of physics for school as well as by using robotic equipment. More specifically, a total of 26 students (grades 5 and 6) defined six terms from different ontological categories: objects, qualities and processes. The definitions collected before and after the intervention were evaluated in terms of lexical accuracy, syntactic density and informativeness. The results show that students have more difficulty defining abstract concepts than definitions of tangible objects, even after the intervention.

**Keywords:** content and language integrated learning, elementary education, scientific definitions, scientific literacy

## Θεωρητική Εισαγωγή

Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών παρουσιάζει μια σειρά από προκλήσεις τις οποίες πρέπει να διαχειριστούν οι εκπαιδευτικοί για να εμπλακούν αποτελεσματικά οι μαθητές στη μάθηση και να κατανοήσουν τις έννοιες και τα φαινόμενα.

Η έννοια του επιστημονικού γραμματισμού αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαίδευσης των Φ.Ε. και αναφέρεται στην ικανότητα εμπλοκής σε επιστημονικές διαδικασίες και απόκτησης των απαραίτητων γνώσεων για την κατανόηση επιστημονικών θεμάτων σε σχέση με την καθημερινή ζωή (Kawamoto et al., 2013 ` National Research Council [NRC], 2012 ` Yao & Guo, 2018). Βασική συνιστώσα του επιστημονικού γραμματισμού είναι η εξοικείωση των μαθητών με την επιστημονική ορολογία. Ένας ορισμός αποτελεί μια κεντρική γνωσιακή λειτουργία του λόγου (cognitive discourse function) με κοινά και επαναλαμβανόμενα σχήματα σε όλα τα σχολικά αντικείμενα (Dalton-Puffer, 2013).

Πολλές έννοιες της φυσικής επιστήμης δεν συμβαδίζουν με τις καθημερινές εμπειρίες των μαθητών, οδηγώντας σε δυσκολία σύνδεσης των εννοιών με τις πραγματικές παρατηρήσεις. Η πρόκληση έγκειται στο να βοηθηθούν οι μαθητές να γεφυρώσουν αυτό το χάσμα και να αναγνωρίσουν τη συνάφεια των επιστημονικών αρχών στην καθημερινή τους ζωή (Lederman & Abell, 2004). Παράλληλα, κατά τη διδασκαλία των Φ.Ε. χρειάζεται να χρησιμοποιούνται ποικίλοι τρόποι ορισμών και εξηγήσεων από τους εκπαιδευτικούς (Shulman, 1986), δηλαδή να χρησιμοποιούν κάθε φορά τον καταλληλότερο ορισμό, λαμβάνοντας υπόψη τους το δυναμικό των μαθητών και το επίπεδο κατανόησης του περιεχομένου (Wong et al., 2014).

Το Εικονογραφημένο Λεξικό Φυσικής για το Σχολείο (ΕΛεΦυΣ) είναι ένα εξαιρετικά ωφέλιμο εκπαιδευτικό εργαλείο που μπορεί να ενισχύσει σημαντικά την κατανόηση και το ενδιαφέρον των μαθητών για έννοιες της φυσικής. Ταυτόχρονα, επιτρέπει τη σύγκριση ανάμεσα στην επιστημονική και την καθημερινή χρήση των όρων των φυσικών επιστημών και μπορεί να αξιοποιηθεί στο πλαίσιο της ενοποιημένης προσέγγισης γλώσσας και περιεχομένου (Μητσιάκη & Λεύκος, 2019).

Η ενοποιημένη προσέγγιση γλώσσας και περιεχομένου, συνδυάζει τη διδασκαλία της γλώσσας (Γ1 ή Γ2) με άλλα γνωστικά μαθήματα όπως μαθηματικά, φυσική, γλώσσα, ιστορία, γεωγραφία κ.α. Αυτή η προσέγγιση στοχεύει στην ενεργοποίηση των κινήτρων και του ενδιαφέροντος των μαθητών, οδηγώντας στην ενεργό συμμετοχή τους στη μάθηση (Korosidou & Griva, 2013). Επιπλέον, συνδέει συγκεκριμένο λεξιλόγιο με το θέμα σε ένα αυθεντικό πλαίσιο για να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα το περιεχόμενο και να νοηματοδοτούν τις λέξεις.

Η εργασία που παρουσιάζεται εδώ, αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης έρευνας που διεξάχθηκε στο πλαίσιο μεταπτυχιακών σπουδών.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να αξιολογήσει τους ορισμούς που έδωσαν μαθήτριες και μαθητές του δημοτικού σχολείου σε όρους της ρομποτικής και της μηχανικής, πριν και μετά από μια διδακτική παρέμβαση με έμφαση τόσο στο επιστημονικό περιεχόμενο, όσο και στη γλώσσα.

## Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Το ΕΛΕΦΥΣ έχει χρησιμοποιηθεί σε παρεμβάσεις τόσο για την ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού, όσο και για την κατανόηση επιστημονικών εννοιών και φαινομένων. Ωστόσο η βιβλιογραφία δεν είναι εκτενής.

Η Παπουτσή (2024) μελέτησε την ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού μέσω της εφαρμογής διερευνητικών ψηφιακών σεναρίων και πιο συγκεκριμένα, το κατά πόσο βελτιώθηκε η ικανότητα των μαθητών να επεξηγούν φαινόμενα («Ηλεκτρομαγνητισμού») με

επιστημονικό τρόπο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας σημείωσαν μεγαλύτερη βελτίωση στην επιστημονική εξήγηση φαινομένων, σε σχέση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου που διδάχθηκαν το ίδιο κεφάλαιο χωρίς όμως την έμφαση στον επιστημονικό λόγο (Παπουτσή, 2024).

Οι Καραγιάννη κ.ά. (2024), έπειτα από τη διδακτική παρέμβαση που διεξήγαγαν σχετικά με την ανάλυση και σύνθεση του φωτός, συμπέραναν ότι το ΕΛΕΦΥΣ είναι σημαντικός αρωγός για τον εκπαιδευτικό, καθώς οι μαθητές διευκολύνονται να διατυπώσουν επιστημονικά συμπεράσματα, επιλέγοντας τους ορισμούς βάσει του βαθμού κατανόησης.

Παρά τα ενθαρρυντικά ευρήματα των παραπάνω ερευνών, η σχετική βιβλιογραφία που αφορά τη συστηματική αξιολόγηση του ΕΛΕΦΥΣ σε συνδυασμό με διδακτικές παρεμβάσεις παραμένει περιορισμένη. Ιδιαίτερα σπάνιες είναι οι μελέτες που εστιάζουν στην κατανόηση εννοιών της Μηχανικής και της Ρομποτικής στο πλαίσιο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η παρούσα έρευνα επιχειρεί να καλύψει αυτό το κενό, εξετάζοντας με συστηματικό τρόπο την επίδραση του ΕΛΕΦΥΣ στην ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού, εστιάζοντας τόσο στην κατανόηση των επιστημονικών όρων όσο και στην ικανότητα των μαθητών να τους χρησιμοποιούν ορθά με τεκμηριωμένο λόγο.

## **Μεθοδολογία**

Το ερευνητικό ερώτημα που απασχολεί την εργασία είναι κατά πόσο μια διδακτική παρέμβαση με έμφαση τόσο στη γλώσσα όσο και στο επιστημονικό περιεχόμενο, βελτιώνει την ικανότητα των μαθητών να ορίζουν επιστημονικούς όρους, προωθώντας έτσι τον επιστημονικό τους γραμματισμό.

### **Συμμετέχοντες/ουσες**

Το δείγμα αποτέλεσαν 14 μαθητές της Ε' και 12 της Στ' τάξης ενός Δημοτικού Σχολείου του Κερατσινίου. Για τις ανάγκες της έρευνας οι μαθητές χωρίστηκαν σε δυάδες.

### **Εργαλεία της Έρευνας**

Υπήρχαν pre και post ερωτηματολόγια, ώστε να ελεγχθούν τα αποτελέσματα της παρέμβασης.

Η έρευνα είναι εμπειρική με διδακτική παρέμβαση. Για την επίτευξη των στόχων της έρευνας, σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε μια διδακτική παρέμβαση 6 ωρών για τη διδασκαλία εννοιών της μηχανικής και της ρομποτικής στο Δημοτικό Σχολείο, με την αξιοποίηση του εκπαιδευτικού υλικού και των λημμάτων που αναπτύχθηκαν στο Εικονογραφημένο Λεξικό Φυσικής «ΕΛεΦυΣ», ώστε να κατανοηθούν και να οριστούν από τους μαθητές οι έννοιες-στόχοι. Πριν από την παρέμβαση ζητήθηκε από τους μαθητές να ορίσουν 6 έννοιες (ρομπότ, ρομποτική, προγραμματισμός, αισθητήρας, ταχύτητα, πίεση), ώστε να αξιολογήσουμε το αρχικό τους επίπεδο κατασκευής ορισμών. Κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, οι παραπάνω έννοιες προσεγγίστηκαν μέσω πειραματικών δραστηριοτήτων, ρομποτικού εξοπλισμού και αξιοποίησης του εικονογραφημένου λεξικού ΕΛεΦυΣ. Στη συνέχεια, οι μαθητές κλήθηκαν να ορίσουν ξανά τις ίδιες έννοιες.

Οι ορισμοί αξιολογήθηκαν ως προς τη λεξική ακρίβεια (0 έως 4), τη συντακτική πυκνότητα (0 έως 4) και την πληροφοριακότητα (0 έως 2), λαμβάνοντας συνολικά 10 βαθμούς (το μέγιστο) (Galloway & Uccelli 2015). Η λεξική ακρίβεια αφορά την ικανότητα του μαθητή να επιλέγει γλωσσικά ακριβείς λέξεις, και συγκεκριμένα την επιλογή υπερκειμένων όρων (superordinate terms) για να ορίσει την έννοια (π.χ. «ρομπότ είναι μηχανήμα» και όχι απλώς «ρομπότ είναι κάτι που...»). Έτσι, η αξιολόγηση δεν βασίστηκε μόνο στην απλή ορθότητα της λέξης, αλλά στο κατά πόσο ο όρος χρησιμοποιήθηκε με εννοιολογική ακρίβεια και γενίκευση. Αντίστοιχα, η συντακτική πυκνότητα αναφέρεται στην πολυπλοκότητα της γλωσσικής δομής του ορισμού, ενώ η πληροφοριακότητα αφορά την ποιότητα και την πληρότητα των πληροφοριών που παρέχονται για τις ιδιότητες και λειτουργίες της έννοιας. Οι αρχικές κατηγορίες συγχωνεύτηκαν λόγω της μικρότερης ηλικίας των μαθητών. Συγκεκριμένα, οι διαβαθμίσεις της αρχικής κλίμακας ομαδοποιήθηκαν σε ευρύτερες κατηγορίες, επιτρέποντας

την αξιόπιστη αξιολόγηση των ορισμών, λαμβάνοντας υπόψη τις γνωστικές και γλωσσικές ικανότητες των μαθητών του δημοτικού. Στις Εικόνες 1, 2 και 3 φαίνονται οι 3 αυτές συνιστώσες, όπως αξιολογήθηκαν για τους όρους «ταχύτητα», «ρομπότ», «αισθητήρας», «πίεση», «προγραμματισμός» και «ρομποτική». Πιο συγκεκριμένα, οι κλίμακες εκτίμησης δίνονται στους Πίνακες 1,2,3,4:

**Πίνακας 1.** Κλίμακα εκτίμησης–λεξική ακρίβεια (γένος ορισμού)

Λεξική ακρίβεια (γένος ορισμού)	Παράδειγμα	Βαθμός
χωρίς γένος	ρομποτική: με ρομπότ και κώδικες	0
υπώνυμο	ταχύτητα: η ταχύτητα είναι η κινητική ενέργεια	1
γενικός όρος	ταχύτητα: η ταχύτητα είναι ένας όρος που μας βοηθάει να κάνουμε κάτι	2
μη ακριβές υπερώνυμο	ρομπότ: το ρομπότ είναι μηχανικό αντικείμενο που λειτουργεί σαν άνθρωπος, ακούει και κάνει ό,τι του λέμε	3
ακριβές γένος	ρομπότ: το ρομπότ είναι ένα μηχανήμα που συχνά έχει μορφή ανθρωποειδές, η χρησιμότητα του είναι ανάλογα με το τι είναι προγραμματισμένο να κάνει με τους ανάλογους κώδικες	4

**Πίνακας 2.** Κλίμακα εκτίμησης–συντακτική πυκνότητα

Συντακτική πυκνότητα	Παράδειγμα	Βαθμός
ανύπαρκτη δομή ορισμού, περιγραφικοί ή λαϊκοί ορισμοί	πίεση: το νερό έχει πίεση	0
ελάχιστη δομή ορισμού (Χ=Ψ)	πίεση: πίεση είναι η δυναμική ενέργεια	1
απλή συντακτική δομή (προτροποποιητής + ΟΥΣ-ΚΕΦΑΛΗ/ ΟΥΣ-ΚΕΦΑΛΗ + ΠρΦ/ΓΕΝ)	αισθητήρας: είναι οι αισθήσεις του όπως να μπορούν να βλέπουν, να ακούν, να αισθάνονται	2
πλήρης συντακτική δομή (ΟΥΣ-ΚΕΦΑΛΗ + ΑναφΠ)	προγραμματισμός: ο προγραμματισμός είναι ο έλεγχος των ρομπότ γιατί τα προγραμματίζουμε να κινούνται	3
πλήρης ακαδημαϊκή δομή, συνδυασμός απλής & πλήρους	προγραμματισμός: ο προγραμματισμός είναι κώδικες που πραγματοποιούν κινήσεις και ανάλογα με τον κώδικα και η κίνηση που θα πραγματοποιήσει το ρομπότ.	4

Ως προς την πληροφοριακότητα, εκτιμήθηκαν πληροφορίες σχετικά με τις ιδιότητες και τη λειτουργία των ορισμών. Για καθεμιά από τις παραμέτρους η κλίμακα εκτίμησης ήταν 0–2.

**Πίνακας 3.** Κλίμακα εκτίμησης–Πληροφοριακότητα ως προς τις ιδιότητες

Πληροφοριακότητα		
Ιδιότητες	Παράδειγμα	Βαθμός
μη κατάλληλη πληροφορία	πίεση: όταν ένα σώμα πιέζεται	0
μερικώς κατάλληλη	προγραμματισμός: προγραμματισμός είναι όταν προγραμματίζεις το ρομπότ να εκτελέσει κάποιες οδηγίες, π.χ. προχώρα 5 βήματα μπροστά.	1
κατάλληλη	αισθητήρας: οι αισθητήρες βοηθάνε το ρομπότ να "αισθάνεται" τι βρίσκεται μπροστά του ώστε να σταματάει και να μην χτυπάει πάνω του.	2

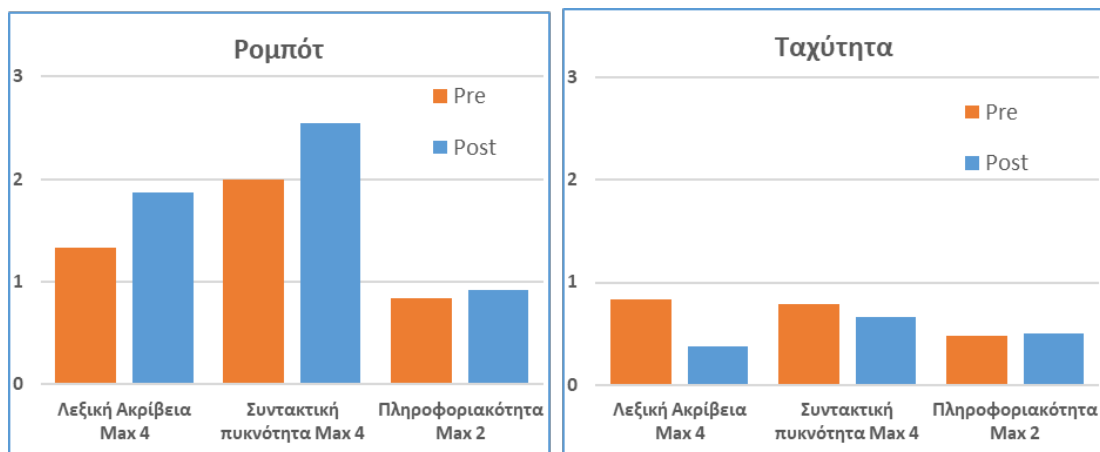
**Πίνακας 4.** Κλίμακα εκτίμησης–Πληροφοριακότητα ως προς τη λειτουργία

Πληροφοριακότητα		
Λειτουργία	Παράδειγμα	Βαθμός
μη κατάλληλη πληροφορία	προγραμματισμός: κάνεις κώδικες	0
μερικώς κατάλληλη	πίεση: όταν ένα σώμα πιέζεται	1
κατάλληλη	προγραμματισμός: ο προγραμματισμός είναι ο έλεγχος των ρομπότ γιατί τα προγραμματίζουμε να κινούνται	2

### Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των ορισμών φαίνεται ότι οι μαθητές παράγουν σε μεγαλύτερο βαθμό ορισμούς περιγραφικούς, π.χ. «Το ρομπότ είναι διάφορα καλώδια μαζί που μας βοηθάνε καθημερινά», «Η ταχύτητα είναι όταν ένα σώμα κινείται γρήγορα», «Όταν πιέζεις κάτι πολύ όπως όταν πιέζουμε την μπάλα στη θάλασσα», ή λειτουργικούς, π.χ. «το ρομπότ χρησιμεύει στο να μας βοηθάει», «Η ταχύτητα είναι πόσο γρήγορα ή αργά τρέχει κάτι, π.χ. το αυτοκίνητο», «Το νερό έχει πίεση», με αποτέλεσμα τα χαρακτηριστικά του ακαδημαϊκού λόγου που αξιολογήθηκαν, η λεξική ακρίβεια, η συντακτική πυκνότητα και η πληροφοριακότητα, να εμφανίζουν χαμηλούς Μ.Ο. (Εικόνα 1.) Η απουσία αφηρημένων εννοιολογικών αναφορών, η χαμηλή λεξική ακρίβεια, η περιορισμένη συντακτική πυκνότητα και η χαμηλή πληροφοριακή πληρότητα αναδεικνύουν τη δυσκολία των μαθητών να συγκροτήσουν επιστημονικά έγκυρους ορισμούς.

**Εικόνα 1.** Αποτελέσματα των Μ.Ο. πριν και μετά την παρέμβαση για τον ορισμό των όρων «ταχύτητα» και «ρομπότ», ως προς τη λεξική ακρίβεια, τη συντακτική πυκνότητα και την πληροφοριακότητα

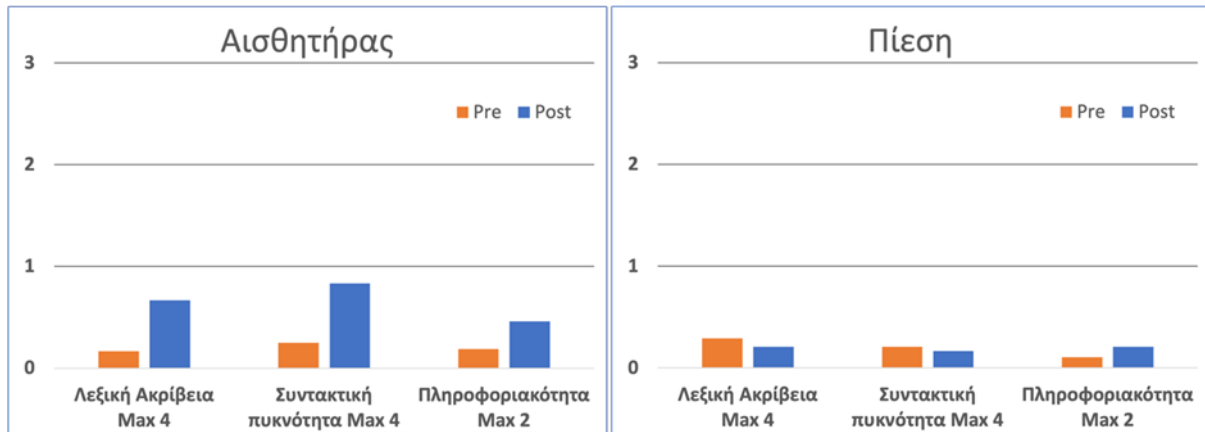


Η σύγκριση των μέσων όρων για τον όρο ρομπότ δείχνει μικρή εννοιολογική πρόοδο. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 1, η λεξική ακρίβεια αυξάνεται, ενώ η συντακτική πυκνότητα καταγράφει ήπια βελτίωση. Αντιθέτως, η πληροφοριακότητα παραμένει σχεδόν στάσιμη. Η οριακή αύξηση στη συνολική ποιότητα υποδηλώνει μερική ενσωμάτωση νέων στοιχείων, κυρίως μέσα από περιγραφικές προσεγγίσεις, χωρίς όμως ουσιαστική εννοιολογική εμβάθυνση.

Στον όρο «ταχύτητα» δεν παρατηρείται ουσιαστική διδακτική απόδοση. Παρά την εμφάνιση αναφορών στο post test σε μονάδες μέτρησης (π.χ. «η ταχύτητα είναι πόσο γρήγορα κινείται κάτι, π.χ. χιλιόμετρα την ώρα»), ενώ στο pre test, επικρατούν γενικοί ορισμοί όπως «η ταχύτητα είναι να πηγαίνεις γρήγορα», η λεξική ακρίβεια μειώνεται, όπως και η

συντακτική πυκνότητα (Εικόνα 1.). Η πληροφοριακότητα εμφανίζει ελάχιστη αύξηση. Οπότε, η συνολική ποιότητα του ορισμού μειώνεται. Η αναφορά σε παραδείγματα της καθημερινότητας, αν και καθιστά την έννοια πιο προσιτή, φαίνεται ακόμη να δυσκολεύει τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν ένα πιο επιστημονικά αποδεκτό ορισμό για την έννοια.

**Εικόνα 2.** Αποτελέσματα των Μ.Ο. πριν και μετά την παρέμβαση για τον ορισμό των όρων «αισθητήρας» και «πίεση», ως προς τη λεξική ακρίβεια, τη συντακτική πυκνότητα και την πληροφοριακότητα

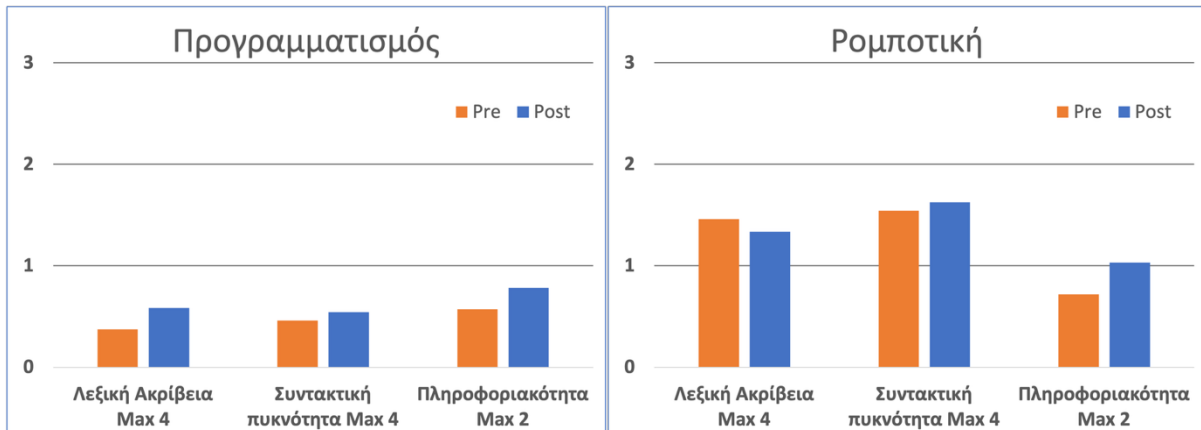


Όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 2 για τον όρο «αισθητήρας», οι μαθητές στο pre test εμφανίζουν σημαντική αδυναμία, με απαντήσεις τύπου «δεν ξέρω» ή «είναι για να προχωράει το ρομπότ». Η λεξική ακρίβεια, η συντακτική πυκνότητα, αλλά και η πληροφοριακότητα είναι σχεδόν μηδενικές. Στο post test παρατηρείται μικρή βελτίωση, καθώς εμφανίζονται ορισμοί όπως «ο αισθητήρας καταλαβαίνει αν έχει εμπόδιο», αυξάνοντας τη λεξική ακρίβεια και την πληροφοριακότητα. Η συντακτική πυκνότητα παραμένει χαμηλή, αλλά αυξάνεται, επίσης. Η σύγκριση δείχνει ότι, παρά τη μικρή πρόοδο, η έννοια παραμένει εννοιολογικά απαιτητική για τους περισσότερους μαθητές.

Από την άλλη πλευρά, η έννοια της «πίεσης» αναδεικνύεται ως η πιο δυσνόητη. Στο pre test καταγράφονται λειτουργικοί και ελλιπείς ορισμοί, π.χ. «όταν ένα σώμα πιέζεται» ή «όταν πιέζουμε την μπάλα στη θάλασσα». Στο post test εμφανίζονται ελάχιστα πιο σύνθετες απαντήσεις, όπως «η πίεση είναι όταν ασκείται δύναμη σε ένα σώμα». Παρά τη μικρή διαφοροποίηση των μαθητικών απαντήσεων στο post test, οι δείκτες λεξικής ακρίβειας και συντακτικής πυκνότητας μειώνονται. Μόνο η πληροφοριακότητα παρουσιάζει μικρή αύξηση. Η συνολική ποιότητα παραμένει σε πολύ χαμηλά επίπεδα, υποδηλώνοντας ότι η αφηρημένη φύση της έννοιας αποτελεί ουσιαστικό εμπόδιο κατανόησης, καθώς και ότι υπάρχει ανάγκη περαιτέρω διδακτικής ενίσχυσης στον συγκεκριμένο όρο (Εικόνα 2).

Ο όρος «προγραμματισμός» φαίνεται να είναι δύσκολος, αν και σημειώνεται σχετική βελτίωση στο post test. Στο pre test, οι απαντήσεις είναι εξαιρετικά γενικές («είναι όταν το βάζουμε να κάνει κάτι»), ενώ στο post test, αναδεικνύονται προσπάθειες εννοιολογικής εμβάθυνσης, π.χ. «ο προγραμματισμός είναι να γράφεις εντολές στον υπολογιστή για να κάνει κάτι». Όπως φαίνεται στην Εικόνα 3, η λεξική ακρίβεια, η συντακτική πυκνότητα, όπως και η πληροφοριακότητα βελτιώνονται. Ως επακόλουθο αυξάνεται και η συνολική ποιότητα, υποδηλώνοντας ότι οι μαθητές κατέκτησαν βασικά στοιχεία της έννοιας, αν και η εννοιολογική εμβάθυνση παραμένει ατελής.

**Εικόνα 3.** Αποτελέσματα των Μ.Ο. πριν και μετά την παρέμβαση για τον ορισμό των όρων «προγραμματισμός» και «ρομποτική», ως προς τη λεξική ακρίβεια, τη συντακτική πυκνότητα και την πληροφοριακότητα



Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά καταγράφονται στον όρο «ρομποτική». Στο pre test, οι ορισμοί είναι γενικοί, π.χ. «ένα μάθημα που κάνουμε στο σχολείο», ενώ στο post test, οι μαθητές ενσωματώνουν επιπλέον στοιχεία, π.χ. «η ρομποτική είναι ο τομέας που φτιάχνεις ρομπότ και τα προγραμματίζεις». Παρά τη μικρή μείωση στη λεξική ακρίβεια, η συντακτική πυκνότητα και η πληροφοριακότητα εμφανίζουν αύξηση. Η συνολική ποιότητα των ορισμών βελτιώνεται (Εικ. 3). Η πρόοδος αυτή δείχνει ότι οι μαθητές αφομοίωσαν καλύτερα την έννοια μέσα από τη διδακτική παρέμβαση.

Παρατηρείται, λοιπόν, ότι οι μαθητές δείχνουν να δυσκολεύονται, γενικότερα, να ορίσουν αφηρημένες έννοιες π.χ. «ταχύτητα» (οντολογικά: ποιότητα), ενώ υπάρχει μεγαλύτερη ευκολία στην κατανόηση απτών αντικειμένων, π.χ. «ρομπότ» (οντολογικά: αντικείμενο) (Εικ. 1). Η διάκριση αυτή παρατηρείται τόσο πριν, όσο και μετά από την παρέμβαση, εμφανίζοντας μικρή μόνο βελτίωση σε μερικές από τις έννοιες. Μετά από διερεύνηση με το Mann-Whitney U test προέκυψε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιδόσεων πριν και μετά.

### Συμπεράσματα και συζήτηση

Η παρούσα εργασία εντάσσεται στο ευρύτερο πλαίσιο ερευνών που αξιολογούν τη χρήση του ΕΛεΦΥΣ ως εργαλείο για την προαγωγή του επιστημονικού γραμματισμού σε μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Όπως και σε προηγούμενες μελέτες (Παπουτσή, 2024· Καραγιάννη κ.ά., 2024), τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η χρήση ψηφιακών σεναρίων και ενοποιημένων διδακτικών παρεμβάσεων με το ΕΛεΦΥΣ ενισχύει τη δυνατότητα των μαθητών να κατανοούν και να εξηγούν επιστημονικά φαινόμενα και να χρησιμοποιούν επιστημονική ορολογία.

Ωστόσο, όπως και στις προαναφερθείσες έρευνες, εντοπίζονται προκλήσεις, κυρίως σχετικά με την ακριβή χρήση της ορολογίας και την ικανότητα αιτιολόγησης των απαντήσεων, που απαιτούν περαιτέρω στοχευμένες παρεμβάσεις.

Η εκπαιδευτική παρέμβαση συνέβαλε στη βελτίωση της κατανόησης επιστημονικών εννοιών σε μαθητές δημοτικού. Παρόλα αυτά, η ακριβής χρήση της επιστημονικής ορολογίας και η τεκμηρίωση των απαντήσεων χρήζουν βελτίωσης. Τα συμπεράσματα μας υπόκεινται βέβαια σε ορισμένους περιορισμούς, όπως το μικρό μέγεθος του δείγματος, το οποίο και περιορίζει τη γενικευσιμότητά τους, αλλά και ο περιορισμένος χρόνος της παρέμβασης, τους οποίους καλό είναι να λάβουν υπόψιν οι σχετικές μελλοντικές έρευνες.

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας θεωρούμε ότι μπορούν να συμβάλλουν στην εφαρμογή διδακτικών παρεμβάσεων προς την κατεύθυνση της ενοποιημένης προσέγγισης

γλώσσας και περιεχομένου με συγκεκριμένη στόχευση στους ορισμούς των όρων που εμφανίζουν αυξημένη δυσκολία. Βάσει των ευρημάτων, προκύπτει ότι η διδασκαλία των επιστημονικών όρων χρειάζεται να περιλαμβάνει στοχευμένες γλωσσικές στρατηγικές, ειδικά για αφηρημένες έννοιες. Η χρήση πολυτροπικών εργαλείων, όπως το εικονογραφημένο λεξικό ΕΛεΦυΣ και ο ρομποτικός εξοπλισμός, βοηθά στην κατανόηση, αλλά δεν αρκεί για τη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να ορίζουν επιστημονικούς όρους. Απαιτείται περισσότερος διδακτικός χρόνος, πρακτικές δραστηριότητες και έμφαση στη λεξική ακρίβεια και τη συντακτική δομή των ορισμών.

## Βιβλιογραφία

- Καραγιάννη, Χ., Λεύκος, Ι., Μητσιάκη, Μ., & Ψύλλος, Δ. (2024). Διδασκαλία της ανάλυσης-σύνθεσης του φωτός με δραστηριότητες που αξιοποιούν το εικονογραφημένο λεξικό Φυσικής για το σχολείο – ΕΛεΦυΣ. Στο Κ.Θ. Κώτσης, Γ. Στύλος, Γ. Βακάρου, Α. Γαβρίλας και Δ. Πανάγου (Επιμ.) Πρακτικά 13ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. <https://doi.org/10.12681/codiste.6949>
- Μητσιάκη Μ., & Λεύκος Ι. (2019). Εικονογραφημένο Λεξικό Φυσικής για το Σχολείο (ΕΛΕΦΥΣ): Ένα πολυλειτουργικό εργαλείο για τη Διδασκαλία της Γλώσσας με βάση το Περιεχόμενο. *Φιλολόγος*, 174/175, ΜΑ΄.
- Παπουτσή, Ε. (2024). Σχεδιασμός και εφαρμογή ψηφιακών σεναρίων για την ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού μαθητών της ΣΤ΄ Δημοτικού σε μια συνδυαστική προσέγγιση Γλώσσας και Φυσικών Επιστημών [Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας]. DSpace – Πανεπιστήμιο Μακεδονίας. <http://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/30566>
- Dalton-Puffer, C. (2013). A construct of cognitive discourse functions for conceptualizing content-language integration in CLIL and multilingual education. *European Journal of Applied Linguistics*, 1(2), 216–253. <https://doi.org/10.1515/eujal-2013-0011>
- Galloway, E. P., & Uccelli, P. (2015). Modeling the relationship between lexico-grammatical and discourse organization skills in middle grade writers: Insights into later productive language skills that support academic writing. *Reading and Writing*, 28, 797–828. <https://doi.org/10.1007/s11145-015-9550-7>
- Gee, J. P. (2015). *Literacy and education*. Routledge.
- Kawamoto, S., Nakayama, M., & Saijo, M. (2013). A survey of scientific literacy to provide a foundation for designing science communication in Japan. *Public Understanding of Science*, 22(6), 674–690. <https://doi.org/10.1177/0963662511418893>
- Korosidou, E., & Griva, E. (2013). My country in Europe: A content-based project for teaching English as a foreign language to young learners. *Journal of Language Teaching and Research*, 4(2), 229–243. <https://doi.org/10.4304/jltr.4.2.229-243>
- Lederman, N. G., & Abell, S. K. (Eds.). (2004). *Handbook of research on science education* (τ. 1). Lawrence Erlbaum Associates.
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://www.jstor.org/stable/1175860>
- Wong, C. L., Chu, H., & Yap, K. C. (2014). Developing a framework for analyzing definitions: A study of the Feynman Lectures. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2481–2513. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.893594>
- Yao, J.-X., & Guo, Y.-Y. (2018). Core competences and scientific literacy: The recent reform of the school science curriculum in China. *International Journal of Science Education*, 40(15), 1913–1933. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1514544>