

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^ο

**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



**Αξιοποίηση της Νανοεπιστήμης-
Νανοτεχνολογίας στην Αντιμετώπιση της
Τυφλότητας Απέναντι στα Φυτά: Ανάπτυξη και
Αξιολόγηση Εκπαιδευτικού Υλικού στην
Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση**

*Ειρήνη Φουλίδου, Άννα Σπύριου†, Πηνελόπη
Παπαδοπούλου, Ιωάννης Λεύκος, Γιώργος Πέικος,
Αλέξανδρος Αμπράζης*

doi: [10.12681/codiste.9959](https://doi.org/10.12681/codiste.9959)

Αξιοποίηση της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας στην Αντιμετώπιση της Τυφλότητας Απέναντι στα Φυτά: Ανάπτυξη και Αξιολόγηση Εκπαιδευτικού Υλικού στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

**Ειρήνη Φουλίδου¹, Άννα Σπύρτου^{†2}, Πηνελόπη Παπαδοπούλου³,
Ιωάννης Λεύκος⁴, Γιώργος Πέικος⁵, Αλέξανδρος Αμπράζης⁶**

¹Εκπαιδευτικός ΠΕ70, ^{2,3}Καθηγήτρια, ⁴Μέλος ΕΔΙΠ,

⁵Διδάκτορας, ⁶Μεταδιδακτορικός Ερευνητής

¹Διεύθυνση Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης Δυτικής Θεσσαλονίκης

^{2,5}Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ^{3,6}Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας,

⁴Τμήμα Εκπαιδευτικής & Κοινωνικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

¹*eirinifouli@yahoo.gr*

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται η ανάπτυξη και η αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού με στόχο την καταπολέμηση του φαινομένου της Τυφλότητας Απέναντι στα Φυτά μέσα από την διδασκαλία του φαινομένου του λωτού στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Το εκπαιδευτικό υλικό εφαρμόστηκε σε 29 μαθητές/τριες της Ε' και ΣΤ' Δημοτικού Σχολείου μιας αστικής περιοχής. Από τα αποτελέσματα φάνηκε πως μετά την εφαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού οι μαθητές/τριες των δύο τάξεων αναγνώριζαν την αξία των φυτών, και εξηγούσαν το φαινόμενο του λωτού σε φυσικά και τεχνητά προϊόντα με αναφορά σε όρους της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας. Ωστόσο, μόνο οι μαθητές/τριες της ΣΤ' τάξης εστίαζαν την προσοχή τους πιο συχνά στους φυτικούς οργανισμούς.

Λέξεις κλειδιά: δημοτικό σχολείο, εκπαιδευτικό υλικό, νανοεπιστήμη-νανοτεχνολογία, τυφλότητα απέναντι στα φυτά, φαινόμενο του λωτού

Addressing Plant Blindness through Nanoscience- Nanotechnology: Development and Evaluation of an Educational Intervention in Primary Schools

**Eirini Foulidou¹, Anna Spyrtou^{†2}, Penelope Papadopoulou³, Ioannis Lefkos⁴,
Giorgos Peikos⁵, Alexandros Amprazis⁶**

¹Primary School Teacher, ^{2,3}Professor, ⁴Laboratory Teaching Staff,

⁵PhD, ⁶PostDoctoral Researcher

¹Directorate of Primary Education of Western Thessaloniki,

^{2,5}Department of Primary Education, ^{3,6}Department of Early Childhood Education,

University of Western Macedonia,

⁴Department of Educational & Social Policy, University of Macedonia

¹*eirinifouli@yahoo.gr*

Abstract

This paper describes the development and evaluation of teaching material on the lotus effect. The purpose was to mitigate Plant Blindness of Primary Education students. The teaching material was implemented to 29 students of the 5th and 6th grades of an urban primary school. The results showed

that the students of both grades recognized the value of plants, and explained the lotus effect on natural and artificial products by using terms of Nanoscience-Nanotechnology. However, it was shown that only 6th-grade students were able to observe plants around them more often.

Keywords: lotus effect, nanoscience- nanotechnology, plant blindness, primary school, teaching material

Εισαγωγή

Η Τυφλότητα Απέναντι στα Φυτά (ΤΑΦΥ) είναι η τάση του ανθρώπου να αγνοεί την αισθητική (Dünser et al., 2024), βιολογική (Amprazis & Papadopoulou, 2024) και οικολογική (Torres-Porras et al., 2024) σημασία τους. Ωστόσο, η φυσική αλληλεπίδραση με τους φυτικούς οργανισμούς, η χρήση ψηφιακών μέσων (Eugenio - Gozalbo et al., 2024), η συμμετοχή σε διεπιστημονικά εκπαιδευτικά προγράμματα (Stagg et al., 2024) και η παροχή εξειδικευμένων γνώσεων για τα φυτά (Dünser et al., 2024) συμβάλλουν στην αντιμετώπιση του φαινομένου. Ένα παράδειγμα εξειδικευμένης γνώσης για τα φυτά προέρχεται από το πεδίο της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας (N-ET) και αφορά την υπερυδροφοβικότητα και τον αυτοκαθαρισμό που παρατηρείται στα φύλλα του ασιατικού λωτού. Το φαινόμενο του λωτού στην Α/θμια εκπαίδευση διδάσκεται μέσα από πειραματικές δραστηριότητες δοκιμής της υδροφοβικότητας και του αυτοκαθαρισμού επιφανειών φυτικών οργανισμών, την κατασκευή μοντέλων αναπαράστασης νανοδομημένων επιφανειών (π.χ. αναπαραστάσεις των νανοεξογκωμάτων υπερ- υδρόφοβης επιφάνειας) και τη χρήση ψηφιακών εργαλείων όπως προσομοιώσεις ηλεκτρονικού μικροσκοπίου (Peikos et al., 2022).

Μεθοδολογία

Σκοπός της έρευνας είναι η διερεύνηση της αλλαγής της στάσης των μαθητών/τριών των τελευταίων τάξεων της Α/θμιας εκπαίδευσης προς τα φυτά μέσα από τη διδασκαλία του φαινομένου του λωτού. Τα ερευνητικά ερωτήματα είναι: ΕΕ1 «Σε ποιο βαθμό εντοπίζεται το φαινόμενο της ΤΑΦΥ στους μαθητές/τριες, πριν και μετά την εφαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού;» και ΕΕ2 «Ποιο νόημα αποδίδουν οι μαθητές/τριες σε έννοιες και φαινόμενα σχετικά με τη Ν-ET, πριν και μετά την εφαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού;».

Συμμετέχοντες/ουσες

Στην έρευνα συμμετείχαν 29 μαθητές/τριες της Ε' (14 μαθητές/τριες) και ΣΤ' (15 μαθητές/τριες) τάξης δημοτικού μιας αστικής περιοχής της Κρήτης.

Περιγραφή εκπαιδευτικού υλικού

Οι δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού σχεδιάστηκαν με βάση το μοντέλο 5E (Bybee et al., 2006). Το εκπαιδευτικό υλικό περιλαμβάνει τρεις ενότητες (Πίνακας 1) κατά τη διάρκεια των οποίων αναπτύσσονται δραστηριότητες όπου οι μαθητές/τριες εργάστηκαν σε ομάδες, επεξεργάστηκαν πληροφορίες, παρατήρησαν και μοντελοποίησαν την δομή των φυτικών κυττάρων και το φαινόμενο του λωτού, ενώ χρησιμοποίησαν ψηφιακά εργαλεία και υλικά εργαστηρίου. Στη συνέχεια, περιγράφονται συνοπτικά οι δραστηριότητες, η χρονική διάρκειά τους και οι στόχοι κάθε ενότητας.

Η πρώτη θεματική ενότητα, με τίτλο «Μακρόκοσμος» (4 διδακτικές ώρες) είχε ως στόχο: α) την κατηγοριοποίηση φυτών σε υδρόφιλα και υδρόφοβα φυτά, βάσει της συμπεριφοράς της σταγόνας νερού στην επιφάνειά τους, β) την παρατήρηση μορφολογικών χαρακτηριστικών τοπικών φυτικών ειδών, γ) την διερεύνηση της σημασίας των φυτών στην καθημερινότητα των μαθητών/τριών και δ) τον ορισμό του Μακρόκοσμου με βάση το όργανο παρατήρησής του (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Οι θεματικές ενότητες του εκπαιδευτικού υλικού και τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Ενότητα	Οι μαθητές αναμένεται να:	Χρονική διάρκεια
Μακρόκοσμος	1) Αναγνωρίζουν πειραματικά τις υδρόφοβες επιφάνειες. 2) Ταξινομούν επιφάνειες σε υδρόφιλες και υδρόφοβες. 3) Παρατηρούν τη μορφολογία και τα χαρακτηριστικά των φυτών της περιοχής τους. 4) Περιγράφουν τη σημασία των φυτών για τις καθημερινές υποθέσεις του ανθρώπου. 5) Ορίζουν τον μακρόκοσμο με βάση το όργανο παρατήρησης	4 διδακτικές ώρες
Μικρόκοσμος	1) Παρατηρούν φυτικά κύτταρα σε ψηφιακό οπτικό μικροσκόπιο μικροσκόπιο στον Η/Υ. 2) Περιγράφουν την δομή και την λειτουργία του φυτικού κυττάρου. 3) Μοντελοποιούν την δομή του φυτικού κυττάρου με απλά υλικά. 4) Ορίζουν τον μικρόκοσμο ως προς το όργανο παρατήρησης φυτικών κυττάρων.	2 διδακτικές ώρες
Νανόκοσμος	1) Περιγράφουν το φαινόμενο του λωτού. 2) Ορίζουν τον νανόκοσμο ως τον κόσμο που μπορούν να παρατηρήσουν με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο με αντικείμενο αναφοράς τα νανοεξογκώματα	2 διδακτικές ώρες

Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές/τριες, οργανωμένοι σε ομάδες, διερεύνησαν την υδροφοβικότητα διαφόρων φυτών ταξινομώντας τα σε τρεις κατηγορίες με κριτήριο το σχήμα και την συμπεριφορά της σταγόνας νερού: «Η σταγόνα γίνεται σφαιρική», «Η σταγόνα κυλά σαν μπίλια» και «Η σταγόνα απλώνεται» (Εικόνα 1). Στη συνέχεια, προσθέτοντας μικρή ποσότητα χρώματος στις ίδιες επιφάνειες, επανέλαβαν τη διαδικασία και κατέταξαν τα φυτά σε δύο επιπλέον κατηγορίες: «Το νερό κυλά σαν μπίλια και απομακρύνει το χρώμα» και «Το νερό απλώνεται μαζί με το χρώμα στην επιφάνεια» (Εικόνα 2).

Εικόνα 1. Στιγμιότυπο από το φύλλο εργασίας του Μακρόκοσμου

Βήμα 1.

- Να ρίξετε σταγόνες νερού, με το σταγονόμετρο, στην επιφάνεια των παρακάτω φύλλων.
- Να συμπληρώσετε στον πίνακα (με ένα Χ) σε ποια φύλλα φυτών η σταγόνα γίνεται σφαιρική, σε ποια κυλάει σαν μπίλια και σε ποια απλώνεται.

Φύλλα	Η σταγόνα γίνεται σφαιρική	Η σταγόνα κυλάει σαν μπίλια	Η σταγόνα απλώνεται
Ρόκας			
Μπρόκολου			
Μαρουλιού			
Κουνουπιδιού			

Εικόνα 2. Στιγμιότυπο από το φύλλο εργασίας του Μακρόκοσμου

Βήμα 2.

- Να ρίξετε λίγο χρώμα, με το κουτάλακι, στην επιφάνεια των παρακάτω φύλλων.
- Να ρίξετε, με το σταγονόμετρο, σταγόνες νερού στην επιφάνεια των φύλλων που έχουν χρώμα.
- Να συμπληρώσετε (με ένα Χ) σε ποια φύλλα το νερό κυλάει σαν μπίλια και απομακρύνει το χρώμα και σε ποια φύλλα το νερό απλώνεται μαζί με το χρώμα στην επιφάνεια:

Φύλλα	Το νερό κυλάει σαν μπίλια και απομακρύνει το χρώμα	Το νερό απλώνεται μαζί με το χρώμα στην επιφάνεια
Ρόκας		
Μπρόκολου		
Μαρουλιού		
Κουνουπιδιού		

Έπειτα, οι μαθητές/τριες βγήκαν από την τάξη, αναζήτησαν και συνέλλεξαν φυτά της περιοχής τους με κριτήριο τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους (Εικόνα 3). Μελέτησαν τις ιδιότητες των φυτών αυτών και ταξινόμησαν τους φυτικούς οργανισμούς σε κατηγορίες με κριτήριο την χρήση τους στην ανθρώπινη ζωή (καλλωπιστικά, φαρμακευτικά, φυτά στην βιομηχανία και στην μαγειρική), ενώ εντόπισαν ότι κάποια φυτά είναι τοξικά και επιβλαβή για τον άνθρωπο. Τέλος, δοκίμασαν την υδροφοβικότητα των φυτών που συνέλλεξαν και τα χαρακτήρισαν ως υδρόφοβα ή υδρόφιλα (Εικόνα 4).

Εικόνα 3. Αναζήτηση και αντιστοιχία φυτών του περιβάλλοντος χώρου

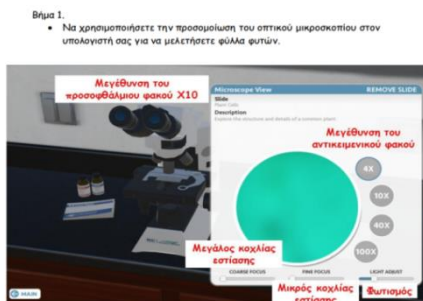


Εικόνα 4. Δοκιμή της υδροφοβικότητας των συλλεχθέντων φυτών

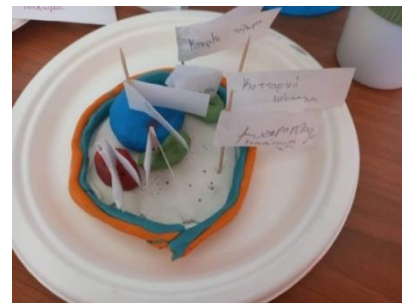


Η δεύτερη θεματική ενότητα, με τίτλο «Μικρόκοσμος» (2 διδακτικές ώρες) είχε ως στόχο: α) την παρατήρηση φυτικών κυττάρων, β) την περιγραφή της δομής και της λειτουργίας τους, γ) την μοντελοποίηση σχετικών φαινομένων και διαδικασιών και δ) τον εννοιολογικό προσδιορισμό του Μικρόκοσμου με κριτήριο το όργανο παρατήρησης του (Πίνακας 1). Συγκεκριμένα, οι μαθητές/τριες μελέτησαν οπτικοακουστικό υλικό αναφορικά με την δομή και την λειτουργία των φυτικών κυττάρων. Παρατήρησαν φυτικά κύτταρα σε μια ψηφιακή προσομοίωση οπτικού μικροσκοπίου (Εικόνα 5) και μοντελοποίησαν τη δομή τους χρησιμοποιώντας απλά υλικά (π.χ. πλαστελίνη) (Εικόνα 6). Τέλος, παρουσίασαν τα μοντέλα τους στην ολομέλεια.

Εικόνα 5. Οδηγίες χρήσης της ψηφιακής προσομοίωσης του οπτικού μικροσκοπίου



Εικόνα 6. Μοντελοποίηση της δομής του φυτικού κυττάρου



Η ενότητα του «Νανόκοσμου» (2 διδακτικές ώρες) είχε ως στόχο α) την περιγραφή του φαινομένου του λωτού και β) τον ορισμό του νανόσκομου με βάση το όργανο παρατήρησης του (Πίνακας 1). Συγκεκριμένα, οι μαθητές/τριες μελέτησαν οπτικοακουστικό υλικό και μια αφίσα σχετικά με το φαινόμενο του λωτού στη νανοκλίμακα και παρατήρησαν τα νανοεξογκώματα της επιφάνειας μέσω ψηφιακής προσομοίωσης ηλεκτρονικού μικροσκοπίου (Εικόνες 7, 8). Στη συνέχεια, διατύπωσαν τον ορισμό του φαινομένου με επιστημονική ορολογία, εισάγοντας τους όρους: ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, νανοεξογκώματα και αυτοκαθαρισμός.

Εικόνα 7. Στιγμιότυπο από το φύλλο εργασίας του Νανόκοσμου

Βήμα 1.

Για να απαντήσετε το παραπάνω ερώτημα να συλλέξετε πληροφορίες:

- Από την αφίσα με τίτλο «Το φαινόμενο του Λωτού»
- Από το βίντεο με τίτλο «Το φαινόμενο του Λωτού»
- Από την εφαρμογή με τίτλο «Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο»
[https://scratch.mit.edu/projects/698197951/](https://scratch.mit.edu/projects/698197951)

Να συζητήσετε με την ομάδα σας και να καταγράψετε πώς καταφέρνουν ορισμένα φυτά να κάνουν τη σταγόνα νερού σφαιρική και να αυτοκαθαρίζονται.

Οι επιστήμονες παρατήρησαν με το
ότι η του φύλλου του λωτού είναι καλυμμένη με

Τα δεν επιτρέπουν στις και στα
να μπουν ανάμεσα τους.

Καθώς η σταγόνα τις βρομίες.

Εικόνα 8. Παρατήρηση της νανοδομής της επιφάνειας φύλλου λωτού σε προσομοίωση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου



Ακολούθως, κατασκεύασαν μοντέλα αναπαράστασης του φαινομένου (Εικόνα 9), τα οποία παρουσίασαν στην ολομέλεια. Τέλος, δημιούργησαν αφίσες, στις οποίες ταξινόμησαν αντικείμενα στον μακρόκοσμο, τον μικρόκοσμο και το νανόκοσμο αντιστοιχίζοντας τον κάθε κόσμο με το αντικείμενο αναφοράς που μελέτησαν και το όργανο παρατήρησής του (Εικόνα 10).

Εικόνα 9. Κατασκευή μοντέλου αναπαράστασης του φαινομένου του λωτού στον νανόκοσμο



Εικόνα 10. Κατασκευή αφίσας τριών κόσμων



Εργαλεία της έρευνας

Η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού έγινε μέσα από ερωτηματολόγια τα οποία περιλάμβαναν ανοιχτές και κλειστές ερωτήσεις για την στάση και τις γνώσεις των μαθητών/τριών για την αξία των φυτών, τη νοηματοδότηση της Ν-ΕΤ και την εξήγηση του φαινομένου του λωτού. Η διαμόρφωση του ερευνητικού εργαλείου βασίζεται σε προγενέστερες έρευνες (Αμπράζης, 2021· Ρεϊκος et al., 2022) και συμπληρώθηκε από τους/τις μαθητές/τριες πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση (Πίνακας 2). Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών βασίστηκε στην ανάλυση περιεχομένου για τις ανοιχτές ερωτήσεις και την περιγραφική στατιστική για τις ερωτήσεις κλειστού τύπου.

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου και η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών/τριών. Για τις ερωτήσεις σχετικά με την ΤΑΦΥ, η αναφορά σε φυτά αναλύθηκε βάσει της αριθμητικής τους αναφοράς (Κ0-Κ6 για 0-6 φυτά). Η συχνότητα παρατήρησης κατηγοριοποιήθηκε ως εξής: Κ0 (Καθόλου), Κ1 (Λίγο), Κ2 (Ούτε λίγο ούτε πολύ), Κ3 (Πολύ) και Κ4 (Πάρα πολύ). Οι ερωτήσεις Σωστού – Λάθους αναλύθηκαν ακολούθως: Κ0 (ΣΩΣΤΟ), Κ1 (ΛΑΘΟΣ) και Κ2 (ΔΕΝ ΓΝΩΡΙΖΩ).

Πίνακας 2. Ενδεικτικές ερωτήσεις ερωτηματολογίου και ανάλυση των απαντήσεων

Ερωτήσεις ερωτηματολογίου	Ανάλυση απαντήσεων
Σημείωσε 6 ζωντανούς οργανισμούς που μπορείς να σκεφτείς.	Κ0 – Κ6 (0 – 6 φυτά)
Πόσο συχνά παρατηρείς τα φυτά που βρίσκονται γύρω σου;	Κ0 (Καθόλου), Κ1 (Λίγο), Κ2 (Ούτε λίγο ούτε πολύ), Κ3 (Πολύ), Κ4 (Πάρα πολύ)
Τα φυτά εμπνέουν τους επιστήμονες για να δημιουργήσουν χρήσιμα προϊόντα π.χ. παπούτσια που δε βρέχονται και δε λερώνονται.	Κ0 (ΣΩΣΤΟ), Κ1 (ΛΑΘΟΣ), Κ2 (ΔΕΝ ΓΝΩΡΙΖΩ)
...Γιατί νομίζεις ότι οι σταγόνες στα φύλλα του μπρόκολου έγιναν σφαιρικές; Αιτιολόγησε την απάντησή σου με λόγια και σχέδιο. ...Γιατί νομίζεις ότι το ένα παπούτσι δε λερώθηκε; Αιτιολόγησε την απάντησή σου με λόγια και σχέδιο.	Κ0 (Κενές/ ασαφείς απαντήσεις) Κ1 (Αναφορά σε χαρακτηριστικά της επιφάνειας ή της σύστασης του νερού) Κ2 (Αναφορά στα νανοεξωγκώματα της επιφάνειας ή στην υδροφοβικότητα της επιφάνειας)

Σημείωση: Το ερωτηματολόγιο βασίστηκε σε προϋπάρχουσες έρευνες (Αμπράζης, 2021 · Peikos et al., 2022)

Τέλος, από την ανάλυση του περιεχομένου των απαντήσεων σχετικά με τη Ν-ΕΤ και το φαινόμενο του λωτού αναγνωρίστηκαν τρεις κατηγορίες με βάση προγενέστερη έρευνα (Peikos et al., 2022). Στο επίπεδο Κ0 περιλαμβάνονται οι κενές απαντήσεις ή οι απαντήσεις με ασαφές περιεχόμενο. Στο επίπεδο Κ1 κατατάσσονται οι απαντήσεις που αναφέρονται σε χαρακτηριστικά της επιφάνειας ή του νερού. Τέλος, στο επίπεδο Κ3 ανήκουν οι απαντήσεις με αναφορές σε επιστημονικούς όρους σχετικούς με το φαινόμενο του λωτού (π.χ. νανοεξωγκώματα).

Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την ΤΑΦΥ. Παρατηρούμε ότι μετά την παρέμβαση το ποσοστό των μαθητών/τριών που ανέφεραν περισσότερα φυτά αυξήθηκε και στις δύο τάξεις, ενώ στις απαντήσεις τους καταγράφηκε και ο λωτός. Επίσης, πριν την παρέμβαση, το 45,5% των μαθητών της ΣΤ' τάξης παρατηρούσε «Λίγο» τα φυτά, ενώ μετά το 81,8% τα παρατηρούσε «Πολύ». Τέλος, πριν την παρέμβαση οι μαθητές/τριες της Ε' τάξης ενδιαφέρονταν «Πολύ» για τα φυτά (66,7%), ενώ μετά την παρέμβαση «Λίγο» (50%). Αντίστοιχα, οι μαθητές/τριες της ΣΤ' τάξης ενδιαφέρονταν «Πολύ» για τα φυτά (72,7%) ενώ μετά την παρέμβαση ενδιαφέρονταν «Λίγο» (45,5%).

Πίνακας 3. Αποτελέσματα pre-test και post-test για την ΤΑΦΥ

Άξονες έρευνας	Ε' τάξη				ΣΤ' τάξη			
	Pre –test	%	Post-test	%	Pre-test	%	Post-test	%
Ανάκληση φυτών	Κ1	50%	Κ2	83,3%	Κ2	36,4%	Κ2	72,7%
Ενδιαφέρον για τα φυτά	Κ4	66,7%	Κ3	50%	Κ3	72,7%	Κ2	45,5%
Παρατήρηση φυτών	Κ3	50%	Κ2, Κ3	33,3%	Κ1	45,5%	Κ3	81,8%
Μάθηση για τα φυτά	Κ3	83,3%	Κ4	50%	Κ3, Κ4	36,4%	Κ2	45,5%

Αναφορικά με την εξήγηση του φαινομένου του λωτού (Πίνακας 4), πριν την παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές/τριες και των δυο τάξεων αναφέρθηκαν σε χαρακτηριστικά της επιφάνειας π.χ. «Μάλλον επειδή υπάρχει κάποιο είδους στρώματος στο φύλλο το οποίο είναι σκληρό», ενώ μετά την παρέμβαση όλοι εξηγούσαν το φαινόμενο με όρους σχετικούς με τη Ν-ΕΤ π.χ. «Το φύλλο αυτό είναι υδρόφοβο γιατί μέσα του έχει νανοεξωγκώματα τα οποία είναι κοντά [το ένα με το άλλο] και δεν αφήνει το νερό να απλωθεί».

Αναφορικά με την εξήγηση της υπερ – υδροφοβικότητας και του αυτοκαθαρισμού του παπουτσιού, η πλειοψηφία των μαθητών/τριών και των δυο τάξεων, πριν την παρέμβαση, απέδιδε το φαινόμενο σε χαρακτηριστικά της επιφάνειας του παπουτσιού ή της σύστασης του νερού (Κ1) (Πίνακας 5) π.χ. «Το μπολ που δεν λερώθηκε να είχε λιγότερο χρώμα» (Κ1). Ωστόσο, μετά την παρέμβαση, όλοι αναφέρονταν στο φαινόμενο του λωτού (Πίνακας 5) π.χ. «Το 1 παπούτσι είναι υδρόφοβο. Όπως είπα και πριν (εννοεί στην προηγούμενη ερώτηση) αυτό το παπούτσι πάνω του έχει νανοεξωγκώματα αλλά δεν υπήρχαν πριν διότι το ψέκασαν με νανο-σπρέι» (Κ2).

Πίνακας 4. Αποτελέσματα pre-test και post-test για την εξήγηση της υπερ-υδροφοβικότητας του φύλλου μπρόκολου

Άξονες έρευνας	Ε' τάξη				ΣΤ' τάξη			
	Pre -test	%	Post-test	%	Pre-test	%	Post-test	%
Κενές/ άσχετες απαντήσεις (Κ0)	2	33,34%	0	100%	5	45,5%	0	0%
Αναφορά σε χαρακτηριστικά της επιφάνειας ή της σύστασης του νερού (Κ1)	4	66,66%	0	100%	6	54,5%	0	0%
Αναφορά στα νανοεξωγκώματα της επιφάνειας ή στην υδροφοβικότητα της επιφάνειας (Κ2)	0	0%	6	100%	0	0%	11	100%

Πίνακας 5. Αποτελέσματα pre-test και post-test για την εξήγηση της υπερ-υδροφοβικότητας και του αυτοκαθαρισμού του παπουτσιού

Άξονες έρευνας	Ε' τάξη				ΣΤ' τάξη			
	Pre -test	%	Post-test	%	Pre-test	%	Post-test	%
Κενές/ άσχετες απαντήσεις (Κ0)	2	33,34%	0	0%	1	9,1%%	0	0%
Αναφορά σε χαρακτηριστικά της επιφάνειας ή της σύστασης του νερού (Κ1)	4	66,66%	0	0%	10	90,9%%	0	0%
Αναφορά στα νανοεξωγκώματα της επιφάνειας ή στην υδροφοβικότητα της επιφάνειας (Κ2)	0	0%	6	100%	0	0%	11	100%

Τέλος, αναφορικά με τον ορισμό της Νανοτεχνολογίας, η πλειοψηφία των μαθητών/τριών και των δυο τάξεων, πριν την παρέμβαση, νοηματοδοτούσε τη Ν-ΕΤ μέσα από γενικές αναφορές σε εφαρμογές της καθημερινής ζωής (Πίνακας 6) π.χ. «Νανοτεχνολογία είναι οι μικρές τεχνολογικές εφευρέσεις οι οποίες μας βοηθούν στην ζωή μας...» ή χρησιμοποιούσε ανθρωπομορφικούς όρους π.χ. «Η τεχνολογία για νάνους». Ωστόσο, μετά την παρέμβαση, όλοι αναφέρονταν στο φαινόμενο του λωτού (Πίνακας 6) π.χ. «Νανοτεχνολογία είναι μια επιστήμη που μελετάνε οι επιστήμονες το φαινόμενο του λωτού».

Συμπεράσματα

Το προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό φαίνεται πως συμβάλλει μερικώς στην καταπολέμηση της ΤΑΦΥ. Αναφορικά με το ΕΕ1, οι δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού φαίνεται πως

ενίσχυσαν την ανάκληση των φυτών ως ζωντανούς οργανισμούς, την συχνότερη παρατήρηση τους στον περιβάλλοντα χώρο των μαθητών/τριών της ΣΤ' τάξης καθώς και το ενδιαφέρον για μάθηση για τα φυτά των μαθητών/τριών της Ε' τάξης. Τέλος, αναφορικά με το ΕΕ2, μετά την ολοκλήρωση του εκπαιδευτικού υλικού, οι μαθητές/τριες ήταν ικανοί να εξηγούν το φαινόμενο του λωτού χρησιμοποιώντας όρους σχετικούς με τη Ν-ΕΤ.

Πίνακας 6. Αποτελέσματα pre-test και post-test για τον ορισμό της Νανοτεχνολογίας

Άξονες έρευνας	Ε' τάξη				ΣΤ' τάξη			
	Pre-test	%	Post-test	%	Pre-test	%	Post-test	%
Κενές/ άσχετες απαντήσεις (Κ0)	2	33,3%	1	16,7%	3	27,23 %	2	18,2 %
Αναφορά σε χαρακτηριστικά της επιφάνειας ή της σύστασης του νερού (Κ1)	4	66,7%	1	16,7%	8	72,72 %	0	0%
Αναφορά στα νανοεξωγκόματα της επιφάνειας ή στην υδροφοβικότητα της επιφάνειας (Κ2)	0	0%	4	66,6%	0	0%	9	81,8%

Βιβλιογραφία

- Αμπράζης, Α. (2021). *Καταγραφή των γνώσεων και της βασικής στάσης (Τυφλότητα/PlantBlindness) απέναντι στα Φυτά: Μια διηλικιακή μελέτη του φαινομένου σε εκπαιδευόμενους πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης* (Doctoral dissertation, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Σχολή Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Επιστημών, Τμήμα Παιδαγωγικό Νηπιαγωγών). <https://doi.org/10.12681/eadd/48799>
- Amprazis, A., & Papadopoulou, P. (2024). Plant awareness: at the dawn of a new era. *Journal of Biological Education*, 1–11. <https://doi.org/10.1080/00219266.2024.2420018>.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, Co: BSCS, 5(8898). <https://fremonths.org/ourpages/auto/2008/5/11/1210522036057/bscs5efullrepor t2006.pdf>
- Dünser, B., Möller, A., Fondriest, V., Boeckle, M., Lampert, P., & Pany, P. (2024). Attitudes towards plants – exploring the role of plants' ecosystem services. *Journal of Biological Education*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/00219266.2024.2308293>
- Eugenio-Gozalbo, M., Ortega-Cubero, I., & Suárez-López, R. (2024). Mind maps for eliciting and assessing plant awareness: A preliminary study on pre-service teachers. *Plants, People, Planet*. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10605>
- 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*, 44(12), 1932–1957. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2105976>
- Stagg, B. C., Hetherington, L., & Dillon, J. (2024). Towards a model of plant awareness in education: a literature review and framework proposal. *International Journal of Science Education*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2342575>
- Torres-Porras, J., Ramos-Miras, J. J., & Alcántara-Manzanares, J. (2024). The plant blindness and the humans-as-non-animals bias cycles in the educational system. The need to overcome them. *Journal of Biological Education*, 1–12. <https://doi.org/10.1080/00219266.2024.2365668>