

# 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




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.enepht.gr



## Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στο Δημοτικό Σχολείο για το Φαινόμενο του Λωτού με Στοιχεία Επαυξημένης Πραγματικότητας

*Μυρτώ Μπερίκου, Γιώργιος Πέικος, Άγγελος Σοφιανίδης, Άννα Σπύρτου†*

doi: [10.12681/codiste.9907](https://doi.org/10.12681/codiste.9907)

## **Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στο Δημοτικό Σχολείο για το Φαινόμενο του Λωτού με Στοιχεία Επαυξημένης Πραγματικότητας**

**Μυρτώ Μπερίκου<sup>1</sup>, Γιώργιος Πέικος<sup>2</sup>, Άγγελος Σοφιανίδης<sup>3</sup>, Άννα Σπύρτου<sup>†4</sup>**

<sup>1</sup>Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, <sup>2</sup>Διδάκτορας, <sup>3</sup>Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, Καθηγήτρια

<sup>1</sup>Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Επιστήμες της Αγωγής:

Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, το Περιβάλλον και την Τεχνολογία,

<sup>2,4</sup>Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, <sup>3</sup>Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών,

<sup>1,2,3,4</sup>Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

<sup>1</sup>*myrtoberikou@gmail.com*

### **Περίληψη**

Στόχος της εργασίας αποτελεί η ανάπτυξη και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού για το φαινόμενο του λωτού στην Α/θμια εκπαίδευση. Το εκπαιδευτικό υλικό συνίσταται σε δωμάτιο απόδρασης εμπλουτισμένο με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας. Για την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού ζητήθηκε από τέσσερις εκπαιδευτικούς να απαντήσουν σε γραπτό ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου που εστίαζαν στην εκτίμησή τους για την εφαρμοσιμότητά του. Τα δεδομένα αναλύθηκαν ποιοτικά, σύμφωνα με τη θεματική ανάλυση. Αναδείχθηκαν θετικά στοιχεία του εκπαιδευτικού υλικού, ενδεχόμενες δυσκολίες εφαρμογής και συγκεκριμένες προτάσεις για βελτίωση.

**Λέξεις κλειδιά:** δωμάτιο απόδρασης, επαυξημένη πραγματικότητα, φαινόμενο του λωτού

## **Development of Educational Materials about Lotus Effect in Primary School: An Augmented Reality-Enhanced Approach**

**Myrto Berikou<sup>1</sup>, Giorgos Peikos<sup>2</sup>, Angelos Sofianidis<sup>3</sup>, Anna Spyrtou<sup>†4</sup>**

<sup>1</sup>Postgraduate student, <sup>2</sup>PhD, <sup>3</sup>Laboratory Teaching Staff, <sup>4</sup>Professor,

<sup>1</sup>Master Program Educational Sciences: Science, Environment and Technology in Education,

<sup>2,4</sup>Department of Primary Education, <sup>3</sup>Department of Early Childhood Education,

<sup>1,2,3,4</sup>University of Western Macedonia

<sup>1</sup>*myrtoberikou@gmail.com*

### **Abstract**

The aim of this study is the development and evaluation of educational material on the lotus effect for primary education. The material consists of escape room enriched with elements of augmented reality. For its evaluation, teachers were asked to respond to a written questionnaire with open-ended questions focusing on their views regarding the material's applicability. The data were analyzed qualitatively using thematic analysis. The findings highlighted positive aspects of the educational material, potential implementation challenges, and specific suggestions for improvement.

**Keywords:** augmented reality, escape room, lotus effect

## Εισαγωγή

Η ραγδαία πρόοδος της επιστήμης και της τεχνολογίας στις αρχές του 21ου αιώνα έχει καταστήσει επιτακτική την ανάγκη εμπλουτισμού του περιεχομένου της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) στην υποχρεωτική εκπαίδευση. Στο πλαίσιο αυτό, η εισαγωγή σύγχρονων θεματικών πεδίων όπως η Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία (N-ET) θεωρείται σημαντική για την καλλιέργεια του επιστημονικού και τεχνολογικού γραμματισμού των πολιτών (Spyrtou et al., 2021).

Η N-ET αποτελεί σύγχρονο διεπιστημονικό πεδίο που εστιάζει στη μελέτη και χειρισμό της ύλης, στη νανοκλίμακα. Στη νανοκλίμακα, η ύλη εμφανίζει ιδιότητες που διαφοροποιούνται σημαντικά από εκείνες που παρατηρούνται στη μακροκλίμακα, γεγονός που έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη καινοτόμων εφαρμογών σε ποικίλους τομείς όπως η ιατρική, η ενέργεια, η ένδυση και η τεχνολογία. Για την εκπαιδευτική προσέγγιση της N-ET στην Α/θμια εκπαίδευση προτείνονται πέντε Μεγάλες Ιδέες (Μ.Ι.): «Μέγεθος», «Όργανα Παρατήρησης», «Ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος: το φαινόμενο του λωτού», «Εφαρμογές της N-ET» και «Μοντέλα και Μοντελοποίηση» (Peikos et al., 2022).

Σε πολλές περιπτώσεις, στη φύση παρατηρούνται φαινόμενα, η εξήγηση των οποίων δίνεται από τη N-ET. Ένα από τα φαινόμενα αυτά, με το οποίο ασχολούμαστε στην παρούσα εργασία, αποτελεί το φαινόμενο του λωτού. Το φαινόμενο του λωτού αφορά την υπερυδροφοβικότητα και τον αυτοκαθαρισμό, που παρουσιάζουν ορισμένα φυτά, όπως ο ασιατικός λωτός, από όπου πήρε το όνομά του και το φαινόμενο. Κατά την επαφή σταγόνων νερού με το φύλλο του λωτού, παρατηρήθηκε πως οι σταγόνες γίνονται σφαιρικές (υπερυδροφοβικότητα) ενώ κατά την κύλισή τους συμπαρασύρουν τα σωματίδια βρωμιάς που υπάρχουν στην επιφάνεια του φύλλου (αυτοκαθαρισμός) (Πέικος, 2022). Η επιφάνεια του φύλλου μπορεί να μοιάζει λεία με γυμνό μάτι, ωστόσο παρατηρώντας με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο αποκαλύπτεται μια διπλή ιεραρχική δομή. Σε πρώτο επίπεδο, η επιφάνεια του φύλλου καλύπτεται από προεξοχές που βρίσκονται σε διαστάσεις της μικροκλίμακας ενώ σε δεύτερο επίπεδο κάθε προεξοχή περιβάλλεται από εξογκώματα κηρωδών σωληνοειδών δομών διαστάσεων νανοκλίμακας. Ανάμεσα στις δομές της επιφάνειας του φύλλου και τη σταγόνα νερού, παγιδεύεται αέρας, ο οποίος συνεισφέρει στη μείωση της επαφής μεταξύ σταγόνας και επιφάνειας. Οι σταγόνες νερού που θα βρεθούν στην επιφάνεια του φύλλου του λωτού, στέκονται στις κορυφές των νανοεξογκωμάτων με αποτέλεσμα η επαφή τους με το φύλλο να είναι ελάχιστη (Πέικος, 2022).

Η επαυξημένη πραγματικότητα (ΕΠ) μπορεί να συνεισφέρει στη διδασκαλία τόσο των εννοιών της N-ET όσο και γενικότερα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, κάνοντας τις «αφηρημένες», σύνθετες έννοιες πιο προσιτές για τους μαθητές και τις μαθήτριες. Η προσέγγιση των εννοιών μέσω της ΕΠ, καθίσταται πιο απτή καθώς συμβάλλει στον εμπλουτισμό του πραγματικού κόσμου με ψηφιακά στοιχεία όπως τρισδιάστατα μοντέλα, βίντεο, εικόνες κ.ά., αξιοποιώντας φορητές συσκευές (Pedaste, et al., 2020). Ερευνητές υποστηρίζουν ότι στο πλαίσιο της διερευνητικής διδασκαλίας η ΕΠ μπορεί να διευκολύνει την επίτευξη γνωστικών στόχων και την ενίσχυση των κινήτρων των μαθητών (Arici et al., 2019, Peikos & Sofianidis, 2024).

Από τα παραπάνω και θεωρώντας πως ο νανόκοσμος βρίσκεται μακριά από την αισθητηριακή αντίληψη η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να αποτελέσει ένα από τα μέσα που θα γεφυρώσουν το χάσμα μεταξύ ορατού και μη ορατού κόσμου. Ειδικότερα, τρισδιάστατα μοντέλα που αναπαριστούν αντικείμενα του νανόκοσμου μπορούν να αναπτυχθούν και να χρησιμοποιηθούν ως επαυξήσεις με τις οποίες οι μαθητές και οι μαθήτριες θα μπορέσουν να αλληλεπιδράσουν και να συλλέξουν πληροφορίες για τη δομή τους. Έτσι, οι αφηρημένες έννοιες γίνονται πιο συγκεκριμένες και απτές (Peikos et al., 2022).

Εκπαιδευτικές καινοτομίες όπως η ΕΠ και η εισαγωγή των εννοιών της N-ET στην εκπαίδευση, συνεπάγονται την υιοθέτηση διδακτικών προσεγγίσεων που καταλαμβάνουν την θέση των παραδοσιακών πρακτικών μάθησης και δημιουργούν κίνητρα εμπλοκής στους

μαθητές και τις μαθήτριες. Προς αυτή τη κατεύθυνση μπορεί να συμβάλει η μάθηση με βάση το παιχνίδι, η οποία αφορά δραστηριότητες που περιλαμβάνουν στοιχεία παιχνιδιού για μαθησιακούς σκοπούς. Ένα είδος παιχνιδιών με εκπαιδευτικό προσανατολισμό αποτελούν τα δωμάτια απόδρασης (Lathwesen & Belova, 2021). Τα δωμάτια απόδρασης, χαρακτηρίζονται ως παιχνίδια «ζωντανής δράσης», «βασισμένα σε ομάδες» και δύνανται να ενταχθούν σε μαθησιακές διαδικασίες. Περιλαμβάνουν διαδικασίες αναζήτησης στοιχείων και λύσης γρίφων, έχοντας συγκεκριμένους στόχους, σε ορισμένα χρονικά πλαίσια (Veldkamp et al., 2021). Στόχος του μετασχηματισμού των δωματίων σε περιβάλλοντα διδασκαλίας αποτελεί η αύξηση των κινήτρων των μαθητών, η ενεργή και αυτορρυθμιζόμενη μάθηση καθώς επίσης η ανάπτυξη δεξιοτήτων συνεργασίας και επικοινωνίας (Zhang et al., 2018).

Με βάση τα παραπάνω θεωρούμε ότι τα δωμάτια απόδρασης μπορούν να εμπλουτιστούν με στοιχεία ΕΠ, συνεισφέροντας αφενός στο να γίνει η μαθησιακή διαδικασία πιο ενδιαφέρουσα και αφετέρου στην προσέγγιση αφηρημένων εννοιών της Ν-ΕΤ, μέσα από την αλληλεπίδραση με τρισδιάστατα μοντέλα. Στόχος της εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός δωματίου απόδρασης εμπλουτισμένο με στοιχεία ΕΠ για την προσέγγιση του φαινομένου του λωτού στην Α/θμια εκπαίδευση. Ως εκ τούτου ερευνητικό ερώτημα της εργασίας αποτελεί: «Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών για την προσέγγιση του φαινομένου του λωτού, στο πλαίσιο ενός δωματίου απόδρασης εμπλουτισμένου με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας;»

## Μεθοδολογία

Το προτεινόμενο δωμάτιο απόδρασης οργανώθηκε στα πλαίσια της διαδοχικής δομής των δωματίων, με σκοπό την εκπαιδευτική αξιοποίηση του, ως εργαλείο μάθησης (Veldkamp et al., 2020). Επιδιώκεται η προσέγγιση της εξήγησης του φαινομένου του λωτού μέσω παιγνιωδών, δημιουργικών δραστηριοτήτων και επίλυση γρίφων ενώ παράλληλα χρησιμοποιούνται τρισδιάστατα μοντέλα επαυξημένης πραγματικότητας αλλά και φυσικά μοντέλα με απλά υλικά, που γεφυρώνουν το χάσμα μεταξύ ορατού και μη ορατού κόσμου. Οι έννοιες της Ν-ΕΤ που περιλαμβάνονται στο δωμάτιο απόδρασης αφορούν το μέγεθος των αντικειμένων, τα όργανα παρατήρησης αυτών, καθώς και τις ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος και συγκεκριμένα την υπερυδροφοβικότητα. Το δωμάτιο αποτελείται από τρεις σταθμούς και περιλαμβάνει γρίφους, επαυξησεις (τρειςδιάστατα μοντέλα για την ανάδειξη του ρόλου το αέρα και των νανοεξογκωμάτων στο φαινόμενο του λωτού), πειραματικές δραστηριότητες κ.ά. Κλειδί για την απόδραση από αυτό το δωμάτιο απόδρασης, αποτελεί η δημιουργία της «μακροσκοπικής και νανοσκοπικής ταυτότητας του λωτού». Δηλαδή οι μαθητές και οι μαθήτριες, καθώς συμμετέχουν στις δραστηριότητες συλλέγουν δεδομένα για τα μακροσκοπικά (Εικόνα 1) χαρακτηριστικά του φαινομένου καθώς και για την εξήγηση του φαινομένου που βρίσκεται στο νανοεπίπεδο (Εικόνα 2).

Στον Σταθμό 1, οι μαθητές και οι μαθήτριες έρχονται σε επαφή με το μέγεθος των αντικειμένων και ταξινομούν αντικείμενα στον μακρόκοσμο, στον μικρόκοσμο και στον νανόκοσμο με κριτήριο αν είναι ορατά με γυμνό μάτι, οπτικό μικροσκόπιο και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 3 δίνεται ένα οπτικό μικροσκόπιο και οδηγίες για τη χρήση του, καθώς και ένα ταμπλετ ενσωματωμένο σε μια κατασκευή μου αναπαριστά ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Με την κάμερα του τάμπλετ και εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας σάρωναν εικόνες αντικειμένων και παρατηρούν τη μεγέθυνσή τους από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Έπειτα, χρησιμοποιούν ένα άλλο τάμπλετ και σαρώνουν ένα QR code, που τους οδηγεί σε ένα περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας. Εκεί, εισέρχονται εικονικά στη «χώρα των λωτών» και λαμβάνουν ένα ηχητικό μήνυμα που τους εντάσσει στο αφηγηματικό πλαίσιο του δωματίου και τους αναθέτει την αποστολή που έχουν να φέρουν εις πέρας, δηλαδή την απόδρασή τους.

**Εικόνα 1.** Μακροσκοπική ταυτότητα του φύλλου του λωτού

|   |                         |                                    |  |
|---|-------------------------|------------------------------------|--|
| ΛΩΤΟΠΩΠΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ<br>ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ<br>ΑΡΧΗΓΕΙΟ ΛΩΤΩΝ |                         | ΔΕΛΤΙΟ ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗΣ<br>ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ |  |
| ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ  | ΜΕΡΗ                    | ΧΡΩΜΑΤΑ                            |  |
|   |                         |                                    |  |
| ΥΠΟΓΡΑΦΗ  | ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ<br>ΣΤΟ ΝΕΡΟ |                                    |  |
|   |                         |                                    |  |

**Εικόνα 2.** Νανοσκοπική ταυτότητα του φύλλου του λωτού

|   |   |                                   |  |
|---|---|-----------------------------------|--|
| ΛΩΤΟΠΩΠΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ<br>ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ<br>ΑΡΧΗΓΕΙΟ ΛΩΤΩΝ |   | ΔΕΛΤΙΟ ΝΑΝΟΣΚΟΠΙΚΗΣ<br>ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ |  |
| ΠΩΣ ΜΟΙΑΖΕΙ ΤΟ ΦΥΛΛΟ ΜΟΥ ΣΤΟΝ<br>ΝΑΝΟΚΟΣΜΟ                    | ΟΡΓΑΝΟ ΓΙΑ ΝΑ ΜΕ ΔΟΥΝ<br>ΣΤΟΝ ΝΑΝΟΚΟΣΜΟ | ΠΩΣ ΕΙΝΑΙ Η<br>ΥΠΕΡΑΥΝΑΜΗ ΜΟΥ;    |  |
|   |   |                                   |  |
| ΥΠΟΓΡΑΦΗ  | ΠΩΣ ΤΟ ΚΑΤΑΦΕΡΩ;                        |                                   |  |
|   |   |                                   |  |

**Εικόνα 3.** Χρήση οργάνων παρατήρησης για ταξινόμηση αντικειμένων στον μακρόκοσμο, στον μικρόκοσμο και στον νανόκοσμο

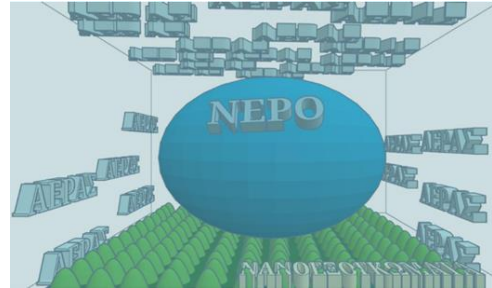


Στον Σταθμό 2, οι μαθητές και οι μαθήτριες καλούνται να συνεχίσουν την αποστολή τους εφοδιασμένοι με τις ταυτότητες, τις οποίες πρέπει να εμπλουτίσουν με πληροφορίες που θα συλλέξουν. Εξερευνούν την πειραματική γωνιά, έναν ειδικά διαμορφωμένο πάγκο εργασίας, όπου εκτελούν πειραματικές δραστηριότητες με υλικά όπως φύλλα μαρουλιού και μπρόκολου, απλό συμβατικό ύφασμα και ύφασμα που έχει εφαρμοστεί σε αυτό σπρέι νανοτεχνολογίας, για την αδιαβροχοποίηση της επιφάνειας. Παρατηρούν τη συμπεριφορά της σταγόνας νερού, ώστε να κατηγοριοποιήσουν τα υλικά σε αυτά που η σταγόνα όταν βρίσκεται πάνω τους γίνεται σφαιρική και εμφανίζουν το φαινόμενο του λωτού και σε αυτά που η σταγόνα απλώνεται (Εικόνα 4). Επιπλέον, χρησιμοποιούν εφαρμογή ΕΠ για να παρατηρήσουν ένα τρισδιάστατο μοντέλο το οποίο αναπαριστά ως παράγοντες που προκαλούν το φαινόμενο του λωτού τα νανοεξογκώματα και τον αέρα (Εικόνα 5). Για την λύση των γρίφων που ακολουθούν, αξιοποιούν τα δεδομένα που συνέλεξαν

**Εικόνα 4.** Γωνία πειραματισμού: ανακαλύπτοντας τα υλικά που εμφανίζουν το φαινόμενο του λωτού



**Εικόνα 5.** Τρισδιάστατο μοντέλο το οποίο αναπαριστά τους παράγοντες που προκαλούν το φαινόμενο του λωτού



Ο Σταθμός 3 αφορά την περαιτέρω επεξεργασία του φαινομένου του λωτού. Στην Εικόνα 6, φαίνεται το τελευταίο τρισδιάστατο μοντέλο επαυξημένης πραγματικότητας, το οποίο χρησιμοποιούν οι μαθητές και οι μαθήτριες. Το μοντέλο αναπαριστά τα νανοεξογκώματα σε μεγάλο μέγεθος και την σταγόνα του νερού σε ακόμα μεγαλύτερο μέγεθος και οι μαθητές έχουν την δυνατότητα να περιηγηθούν ανάμεσα από τα νανοεξογκώματα μέσω της ΕΠ. Έτσι έχουν την ευκαιρία να παρατηρήσουν τη μικρή επιφάνεια επαφής της σταγόνας με το φύλλο που οδηγεί στο να πάρει σφαιρικό σχήμα, καθώς το μεγαλύτερο μέρος της έρχεται σε επαφή με τον αέρα. Παράδειγμα γρίφου από τον τελευταίο σταθμό παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.

**Εικόνα 6.** Τρισδιάστατο μοντέλο που αναπαριστά τη νανοδομή του φύλλου του λωτού σε μεγάλο μέγεθος



**Εικόνα 7.** Παράδειγμα γρίφου

Κοιτάξτε ψηλά και θα με δείτε! Μπορείτε να συγκρίνετε το μέγεθός μου με αυτό των νανοεξογκωμάτων; Το μαθηματικό σύμβολο που συνδέει τα μεγέθη μας, θα σας δείξει τη μεριά του δωματίου που θα πρέπει να κινηθείτε. Αρκούν τόσα βήματα, όσες και οι συλλαβές μου προς τη μεριά αυτή, για να βρείτε τον επόμενο γρίφο!

- \_\_\_\_\_ > νανοεξογκώματα
- \_\_\_\_\_ < νανοεξογκώματα
- \_\_\_\_\_ = νανοεξογκώματα

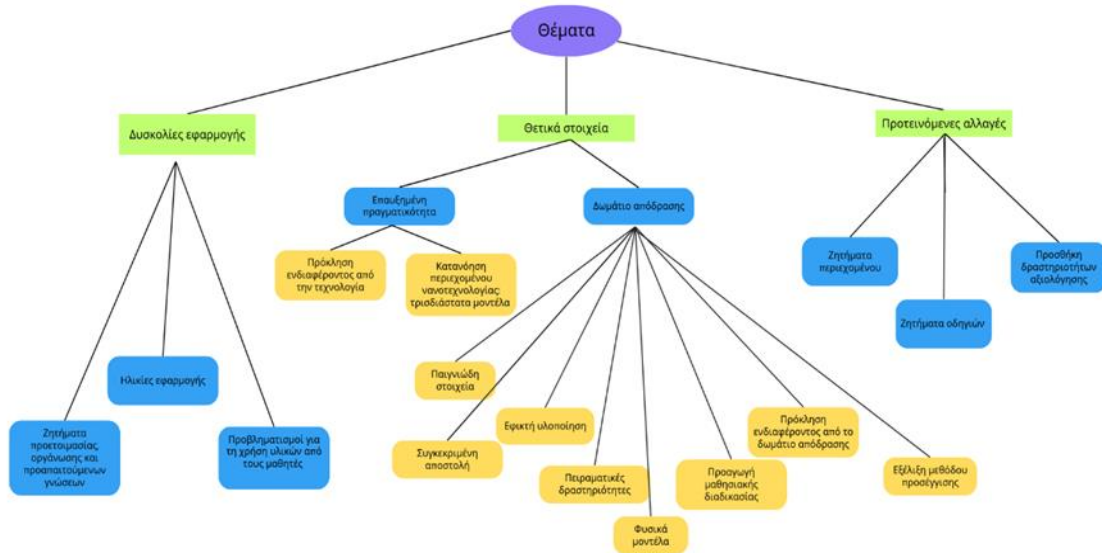
### Συμμετέχοντες/ουσες, Συλλογή και Κωδικοποίηση Δεδομένων

Με σκοπό να αξιολογηθεί το δωμάτιο απόδρασης πριν εφαρμοστεί σε μαθητές, ζητήθηκε από τέσσερις έμπειρους εκπαιδευτικούς στην διδασκαλία εννοιών της Ν-ΕΤ να αξιολογήσουν το εκπαιδευτικό υλικό. Για τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκε ένα βίντεο, το οποίο παρουσίαζε τη ροή του δωματίου, καθώς και τα στοιχεία ΕΠ που αναπτύχθηκαν, τους γρίφους και τις πειραματικές δραστηριότητες. Με βάση αυτά, οι εκπαιδευτικοί συμπλήρωσαν ένα γραπτό ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, οι οποίες ζητούσαν να καταγράψουν τις απόψεις τους για την εφαρμοσιμότητα του εκπαιδευτικού υλικού. Παραδείγματα των ερωτήσεων αποτελούν: «Θεωρείτε κατάλληλο το δωμάτιο απόδρασης για την παιγνιώδη εμπλοκή του μαθητικού πληθυσμού με το φαινόμενο του λωτού; Να εξηγήσετε τη σκέψη σας», «Θεωρείτε ότι οι μαθητές μπορούν να προσεγγίσουν το φαινόμενο του λωτού με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας; Να εξηγήσετε την σκέψη σας». Για την κωδικοποίηση των δεδομένων εφαρμόστηκε η θεματική ανάλυση.

## Αποτελέσματα

Αναδείχθηκαν τρία θέματα, οκτώ κατηγορίες και δέκα υποκατηγορίες οι οποίες συνοψίζουν τις απόψεις των εκπαιδευτικών (Εικόνα 8).

Εικόνα 8. Αποτελέσματα θεματικής ανάλυσης δεδομένων



Αναφορικά με τα θετικά στοιχεία οι εκπαιδευτικοί αναφέρθηκαν σε θετικά στοιχεία για την Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ) και για το δωμάτιο απόδρασης. Όσον αφορά την ΕΠ θεωρήθηκε καθοριστική για την κατανόηση αφηρημένων εννοιών και την προσέλκυση του ενδιαφέροντος των μαθητών και των μαθητριών. Για παράδειγμα, ένας από τους εκπαιδευτικούς είπε: «...Είναι ελκυστικό διότι γίνεται χρήση της τεχνολογίας που την αποζητά σήμερα ο μαθητής αλλά δίνονται και απαντήσεις σε ερωτήματα που ακούει από παντού στην καθημερινή του ζωή», ενώ ένας άλλος προσέθεσε: «Μπορούν να προσεγγίσουν την νανοκλίμακα και να δουν τη δομή του φύλλου καθώς και τη λειτουργία του, ευχάριστα και εύκολα». Επιπλέον, το περιβάλλον του δωματίου απόδρασης εκτιμήθηκε θετικά για τη συμβολή του στην ενεργοποίηση της ομάδας και την ενίσχυση της συνεργασίας και της αυτενέργειας. Παραδείγματα τοποθετήσεων των εκπαιδευτικών αποτελούν: «...οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι με δωμάτια απόδρασης και τους αρέσουν αρκετά», «...Ελκυστικό είναι σίγουρα μια και άπτεται των ενδιαφερόντων των μαθητών», «...Έχουν μια αποστολή να φέρουν εις πέρας, συνήθως εμφανίζουν ομαδικότητα σε τέτοιου είδους δραστηριότητες».

Ωστόσο, πέρα από τα θετικά στοιχεία, επισημάνθηκαν και δυσκολίες. Οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι η εφαρμογή του συγκεκριμένου υλικού απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό σε σχέση με τη διάταξη του χώρου, τη διαχείριση του χρόνου και τη διαθεσιμότητα ψηφιακών μέσων. Για παράδειγμα ένας εκπαιδευτικός ανέφερε: «...να ενταχθεί στο μάθημα έπειτα από σωστή προετοιμασία, οργάνωση χώρου και χρόνου όπως και γνώση των πρότερων ιδεών». Επιπλέον, εντοπίστηκε η ανάγκη διαφοροποίησης του υλικού ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα και το μαθησιακό επίπεδο των μαθητών. Παράδειγμα από εκπαιδευτικό που τοποθετήθηκε αντιστοίχως: «...Είναι υλοποιήσιμο κυρίως σε παιδιά των δύο μεγαλύτερων τάξεων του δημοτικού».

Τέλος, διατυπώθηκαν προτάσεις βελτίωσης, όπως η ενσωμάτωση αναλυτικότερων οδηγιών για τους εκπαιδευτικούς, καθώς επίσης και η πρόβλεψη εναλλακτικών δραστηριοτήτων για μαθητές και μαθήτριες με διαφορετικά μαθησιακά στυλ ή αισθητηριακές ιδιαιτερότητες. Για παράδειγμα, ένας εκπαιδευτικός είπε: «...Ίσως θα θέλει λίγο προσοχή στον γρίφο δεκάδων

μονάδων, ώστε να καταλάβουν ακριβώς τι ζητάμε, για να κρατήσουμε αυξημένο το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών καθ' όλη τη διάρκεια της παρουσίασης». Ιδιαίτερη αναφορά έγινε στην ανάγκη δημιουργίας συνοδευτικού εκπαιδευτικού υλικού (π.χ. φύλλα εργασίας, επεξηγηματικά βίντεο) που θα διευκολύνει την υλοποίηση των δραστηριοτήτων καθώς και την προσθήκη δραστηριοτήτων αξιολόγησης. Αντίστοιχη τοποθέτηση από εκπαιδευτικό αποτελεί: «...θα ζητούσα από τους μαθητές, όταν φτάσουν στο μοντέλο των νανοπροεσοχών, να δημιουργήσουν ένα υπόμνημα για να γίνει έλεγχος από τον εκπαιδευτικό αν έχουν καταλάβει το φαινόμενο».

### Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία είχε ως στόχο να παρουσιάσει εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε και αποτελείται από ένα δωμάτιο απόδρασης εμπλουτισμένο με στοιχεία ΕΠ για το φαινόμενο του λωτού. Το εκπαιδευτικό υλικό παρουσιάστηκε σε έμπειρους εκπαιδευτικούς από τους οποίους ζητήθηκε η άποψή τους για την εφαρμοσιμότητά του.

Τα αποτελέσματα της έρευνας υποδεικνύουν μια θετική εφαρμοσιμότητα του εκπαιδευτικού υλικού. Ειδικότερα, οι εκπαιδευτικοί ανέδειξαν την ενδεχόμενη θετική συμβολή της ΕΠ στην κατανόηση περιεχομένου της Ν-ΕΤ μέσα από την αλληλεπίδραση με τρισδιάστατα μοντέλα αντικειμένων των μη ορατών κόσμων, όπως ήδη καταγράφεται στη βιβλιογραφία (Arici et al. 2019). Η δυνατότητα παρατήρησης των νανοδομών της επιφάνειας του φύλλου του λωτού μέσα από τρισδιάστατα ψηφιακά μοντέλα θεωρήθηκε από τους εκπαιδευτικούς ως σημαντικός παράγοντας για την κατανόηση του φαινομένου. Για το δωμάτιο απόδρασης, οι εκπαιδευτικοί φαίνεται ότι θεωρούν πως μπορεί να συνεισφέρει στην την καλλιέργεια συνεργατικών δεξιοτήτων, στην ενίσχυση της δημιουργικής σκέψης και της επίλυσης προβλημάτων, καθώς και ανάπτυξη εσωτερικών κινήτρων μάθησης (Veldkamp et al., 2021). Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί εντόπισαν πιθανές δυσκολίες στην εφαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού και πρότειναν τροποποιήσεις. Σε μελλοντική έρευνα προτείνεται η βελτίωση του εκπαιδευτικού υλικού με βάση τα αποτελέσματα και η εκ νέου μελέτη της εφαρμοσιμότητάς του, έπειτα από την εφαρμογή του σε μαθητές και μαθήτριες δημοτικού σχολείου.

### Βιβλιογραφία

- Πέικος, Γ. (2022). Φαινόμενα και έννοιες στην κλίμακα του νάνο: θέματα μάθησης και διδασκαλίας στο Δημοτικό Σχολείο (Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας). <https://doi.org/10.12681/eadd/51234>
- Arici, F., Yildirim, P., Caliklar, Ş., & Yilmaz, R. M. (2019). Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis. *Computers & Education*, 142, 103647. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647>
- Lathwesen, C., & Belova, N. (2021). Escape rooms in STEM teaching and learning—Prospective field or declining trend? A literature review. *Education Sciences*, 11(6), 308. <https://doi.org/10.3390/educsci11060308>
- Lin, S.-Y., Wu, M.-T., Cho, Y.-I., & Chen, H.-H. (2015). The Effectiveness of a Popular Science Promotion Program on Nanotechnology for Elementary School Students in I-Lan City. *Research in Science & Technological Education*, 33(1), 22–37. <https://doi.org/10.1080/02635143.2014.971733>
- 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., & Sofianidis, A. (2024). What Is the Future of Augmented Reality in Science Teaching and Learning? An Exploratory Study on Primary and Pre-School Teacher Students' Views. *Education Sciences*, 14(5), 480. <https://doi.org/10.3390/educsci14050480>
- 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>

- Pedaste, M., Mitt, G., & Jürivete, T. (2020). What is the effect of using mobile augmented reality in K12 inquiry-based learning?. *Education Sciences*, 10(4), 94. <https://doi.org/10.3390/educsci10040094>
- Spyrtou, A., Manou, L., & Peikos, G. (2021). Educational significance of nanoscience–nanotechnology: Primary school teachers' and students' voices after a training program. *Education Sciences*, 11(11), 724. <https://doi.org/10.3390/educsci11110724>
- Veldkamp, A., Knippels, M. C. P. J., & van Joolingen, W. R. (2021). Beyond the early adopters: Escape rooms in science education. *Frontiers in Education*, 6, 622860. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.622860>
- Veldkamp, A., van de Grint, L., Knippels, M.C. P.J, van Joolingen, W. R. (2020). Escape education: A systematic review on escape rooms in education. *Educational Research Review*, 31, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100364>
- Zhang, X. C., Lee, H., Rodriguez, C., Rudner, J., Chan, T. M., & Papanagnou, D. (2018). Trapped as a group, escape as a team: Applying gamification to incorporate team-building skills through an 'escape room' experience. *Cureus*, 10(3), e2256. <https://doi.org/10.7759/cureus.2256>