

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

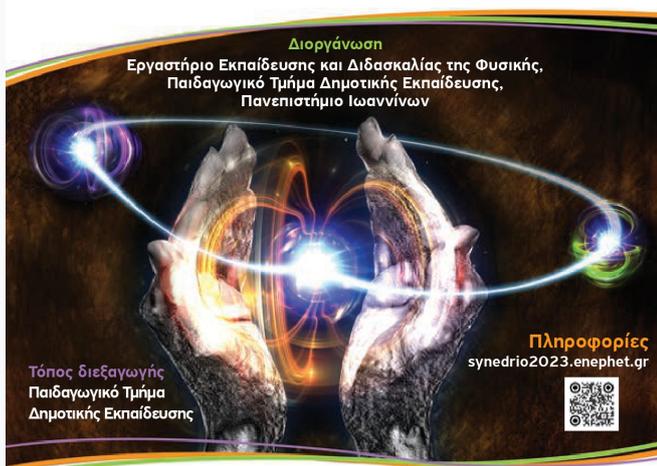
Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

13^ο 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



ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Επιμέλεια έκδοσης:

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης, Γεώργιος Στύλος,

Γεωργία Βακάρου, Λεωνίδα Γαβριλάς, Δημήτρης Πανάγου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ
ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ



Ιωάννινα
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023



Σχεδιασμός και ανάπτυξη εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για τη σύνδεση της υπεύθυνης έρευνας και καινοτομίας με το περιεχόμενο της νανοεπιστήμης-νανοτεχνολογίας

Ελισάβετ Γεωργάκη, Γιώργος Πέικος

doi: [10.12681/codiste.7389](https://doi.org/10.12681/codiste.7389)

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΗΣ ΥΠΕΥΘΥΝΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ ΜΕ ΤΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΝΑΝΟΕΠΙΣΤΗΜΗΣ-ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Ελισάβετ Γεωργάκη¹, Γιώργος Πέικος²

¹Εκπαιδευτικός Α/θμιας Εκπ/σης, ² Διδάκτορας ΠΤΔΕ ΠΔΜ

elisavetgewrgaki@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Νανοτεχνολογία-Νανοεπιστήμη (N-ET) αποτελεί ένα διεπιστημονικό και σύγχρονο πεδίο έρευνας. Παράλληλα, η Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία (ΥΕΚ) αποτελεί μια προσέγγιση για τη διαπραγμάτευση κοινωνικών προεκτάσεων της σύγχρονης έρευνας εστιάζοντας μεταξύ άλλων στην ενίσχυση της ενασχόλησης με το πεδίο των Φυσικών Επιστημών και στην ενεργό εμπλοκή σε ζητήματα έρευνας και καινοτομίας. Η συγκεκριμένη εργασία επικεντρώνεται στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων οι οποίες συνδέουν το περιεχόμενο της N-ET με δύο από τις ατζέντες πολιτικής της ΥΕΚ. Το περιεχόμενο της N-ET αφορά το μέγεθος των αντικειμένων (Μακρόκοσμος, Μικρόκοσμος, Νανόκοσμος) και τη διαδικασία των ιώσεων.

Λέξεις κλειδιά: N-ET, ΥΕΚ, Εκπαίδευση Φυσικών Επιστημών

DESIGN AND DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL ACTIVITIES FOR INTEGRATING THE RESPONSIBLE RESEARCH AND INNOVATION WITH NANOSCIENCE-NANOTECHNOLOGY CONTENT

Elisavet Georgaki¹, Giorgos Peikos²

¹Primary School Teacher, ² PhD, University of Western Macedonia

elisavetgewrgaki@gmail.com

ABSTRACT

Nanotechnology and Nanoscience (N-ST) is an interdisciplinary and modern field of research. In parallel, Responsible Research and Innovation (RRI) constitutes an approach to addressing social implications of contemporary research, aiming, among other goals, to foster engagement in Science Education and active involvement in research and innovation. This paper focuses on designing and developing educational activities that integrate N-ST content with two policy agendas of RRI. The N-ST content addresses the size of objects (Macroworld, Microworld, Nanoworld) and viral infections.

Keywords: NST, RRI, Science Education

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Υπευθυνότητα στην Έρευνα και την Καινοτομία (YEK) αποτελεί μια προσέγγιση για τη διαπραγμάτευση κοινωνικών προεκτάσεων της σύγχρονης έρευνας (Μιχαηλίδη & Σταύρου, 2016) στοχεύοντας στη σύνδεση μεταξύ επιστήμης και κοινωνίας (Sutcliffe, 2011). Αναγνωρίζονται έξι (6) ατζέντες πολιτικής της YEK οι οποίες είναι: Ηθική (Ethics), Ισότητα Φύλων (Gender Equality), Αρχές Διακυβέρνησης (Governance), Ανοιχτή Πρόσβαση (Open Access), Συμμετοχή του Κοινού (Public Engagement) και Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες-ΦΕ (Science Education). Πρόσφατες μελέτες διερευνούν τον ρόλο της YEK ως πλαίσιο για τη διαπραγμάτευση των κοινωνικών επιπτώσεων της σύγχρονης επιστημονικής έρευνας (Blonder et al., 2016).

Η Νανοτεχνολογία - Νανοεπιστήμη (N-ET) αποτελεί νέο πεδίο έρευνας το οποίο εξελίσσεται ταχύτατα, προσφέροντας πληθώρα εφαρμογών στην καθημερινή ζωή. Ωστόσο, η ανάπτυξη της N-ET εγείρει ζητήματα που περιλαμβάνουν μια αμφιλεγόμενη διάσταση, υποκινώντας συζητήσεις για τις κοινωνικές της επιπτώσεις (Levinson, 2006). Ως εκ τούτου, η ενσωμάτωση όψεων του περιεχομένου της N-ET σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης έχει εκπαιδευτική αξία καθώς μπορεί να συμβάλει στην καλλιέργεια του νανογραμματισμού των μαθητών (Lin et al., 2015; Spyrtou et al. 2021) παράλληλα με τη συζήτηση κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων (Jones et al., 2013).

Οι Mandrikas et al. (2020) μελέτησαν πώς οι μαθητές/τριες της Α/βαθμιας εκπαίδευσης προσεγγίζουν βασικές έννοιες της N-ET καθώς και θέματα σχετικά με την YEK. Καταγράφηκαν θετικά αποτελέσματα αφενός στην κατανόηση εννοιών της N-ET, αφετέρου σε ζητήματα σχετικά με την Ηθική, τη Συμμετοχή του Κοινού και την Εκπαίδευση στις ΦΕ.

Στόχος της εργασίας είναι η παρουσίαση του σχεδιασμού και της ανάπτυξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για τη σύνδεση της YEK με το περιεχόμενο της N-ET.

Εστιάζουμε σε δύο ζητήματα:

1. Στον σχεδιασμό και ανάπτυξη δραστηριοτήτων που αφορούν την YEK και το περιεχόμενο της N-ET.
2. Στη χρήση καινοτόμου διδακτικού υλικού με την βοήθεια της τεχνολογίας προκειμένου να κατανοήσουν οι μαθητές δύσκολα φαινόμενα και έννοιες.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

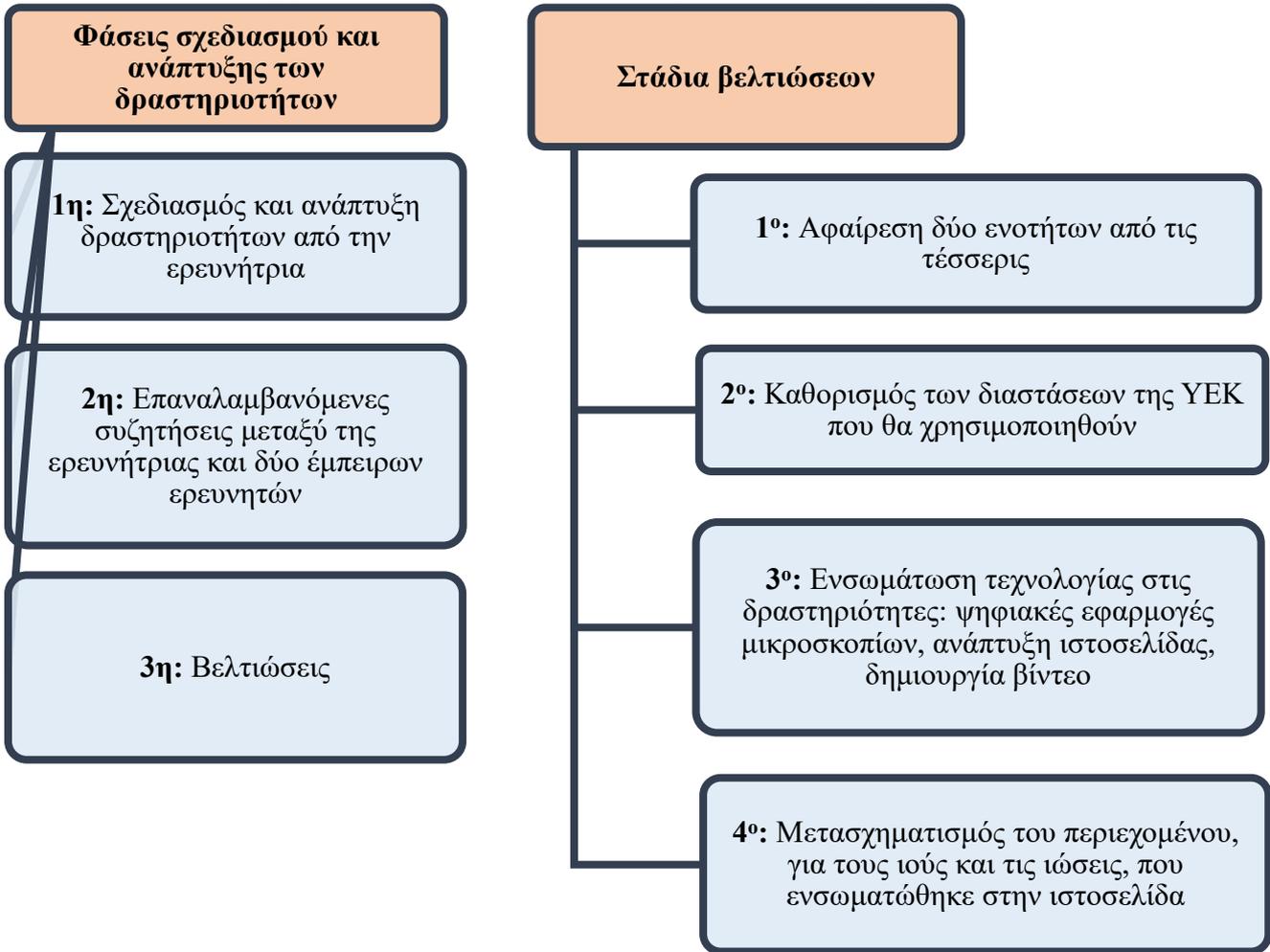
Στην παρούσα εργασία το περιεχόμενο των δραστηριοτήτων σχετίζεται με τέσσερις Μεγάλες Ιδέες της N-ET, οι οποίες μπορούν να προσεγγιστούν στην Α/θμια εκπαίδευση με ποιοτικό τρόπο: στο Μέγεθος των αντικειμένων, στα Όργανα παρατήρησης, στην Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία και στα Μοντέλα (Peikos et al., 2022). Παράλληλα, στηρίζεται σε δύο ατζέντες πολιτικής της YEK: στην Εκπαίδευση στις ΦΕ και στη Συμμετοχή του Κοινού (Mandrikas et al., 2020).

Η εφαρμογή των δραστηριοτήτων προτείνεται για μαθητές/τριες ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου καθώς σε αυτή την ηλικιακή ομάδα καταγράφεται στη βιβλιογραφία ότι έχουν διδαχθεί οι έννοιες της N-ET και οι διαστάσεις της YEK που επιλέχθηκαν, με θετικά αποτελέσματα (Mandrikas et al., 2020; Peikos et al., 2022).

Πραγματοποιήθηκαν τρεις (3) φάσεις σχεδιασμού και ανάπτυξης των δραστηριοτήτων (Σχήμα 1). Στην πρώτη φάση πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός και ανάπτυξη των δραστηριοτήτων από την ερευνήτρια εισάγοντας αρχικά τέσσερις θεματικές ενότητες, σχετικές με το περιεχόμενο της Ν-ΕΤ και τέσσερις από τις ατζέντες πολιτικής της ΥΕΚ. Στη δεύτερη φάση πραγματοποιήθηκαν επαναλαμβανόμενες συζητήσεις μεταξύ της ερευνήτριας και δύο έμπειρων ερευνητών της Διδακτικής των ΦΕ. Στις συζητήσεις, θίχτηκαν ζητήματα όπως η επεξεργασία λιγότερων θεματικών ενότητων σχετικών με τη Ν-ΕΤ καθώς και η ενασχόληση με λιγότερες διαστάσεις της ΥΕΚ. Αυτό συνέβη αφενός γιατί το περιεχόμενο της Ν-ΕΤ που συμπεριλαμβανόταν στις τέσσερις ενότητες απαιτούσε αρκετές ώρες διδασκαλίας. Αφετέρου σχετικά με τις διαστάσεις της ΥΕΚ επιλέχθηκαν αυτές, οι οποίες σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Mandrakas et al., 2020) μπορούν να γίνουν κατανοητές από μαθητές/τριες της Α/βαθμιας εκπαίδευσης και παράλληλα μπορούσαν να συνδεθούν με το περιεχόμενο προς διδασκαλία που αναπτύχθηκε. Η τρίτη φάση περιελάμβανε τις βελτιώσεις των δραστηριοτήτων σύμφωνα με τις παρατηρήσεις και τα σχόλια των δύο ερευνητών.

Υλοποιήθηκαν τέσσερα στάδια βελτιώσεων των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων (Σχήμα 1). Τα δύο πρώτα στάδια αφορούσαν τις ενότητες των δραστηριοτήτων. Κρίθηκε απαραίτητο να γίνει αφαίρεση των δύο ενότητων από τις τέσσερις που προτάθηκαν στον αρχικό σχεδιασμό. Έτσι, οι τελικές δραστηριότητες περιλάμβαναν δύο ενότητες: η πρώτη αφορούσε το μέγεθος των αντικειμένων (εστιάζοντας στην ταξινόμηση αντικειμένων στον μακρόκοσμο, μικρόκοσμο, νανόκοσμο) και η δεύτερη τις ιώσεις (Πίνακας 1). Επίσης, μετά την αφαίρεση των δύο ενότητων καθορίστηκαν οι διαστάσεις της ΥΕΚ που θα ενσωματώνονταν, δηλαδή η Εκπαίδευση στις ΦΕ και η Συμμετοχή του Κοινού. Το τρίτο στάδιο περιελάμβανε την ενσωμάτωση της τεχνολογίας όπως, τη χρήση ψηφιακών εφαρμογών οπτικού και ηλεκτρονικού μικροσκοπίου, τη δημιουργία ιστοσελίδας με πληροφορίες για τους ιούς και τις ιώσεις και τη δημιουργία βίντεο, το οποίο θα περιλάμβανε πληροφορίες σχετικές με τον μακρόκοσμο, τον μικρόκοσμο και τον νανόκοσμο, τους ιούς αλλά και τις ιώσεις. Μόλις ολοκληρωνόταν το βίντεο θα γινόταν ο διαμοιρασμός του στο κοινό για την ενημέρωση του ως προς τα υπό μελέτη θέματα. Το τέταρτο στάδιο περιλάμβανε τον μετασχηματισμό του περιεχομένου για τους ιούς και τις ιώσεις που ενσωματώθηκε στην ιστοσελίδα καθώς και τον καθορισμό της διάρκειας της εκάστοτε διδασκαλίας.

Σχήμα 1: Φάσεις σχεδιασμού και στάδια βελτιώσεων των δραστηριοτήτων



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή αναπτύχθηκαν δραστηριότητες (Πίνακας 1) και εκπαιδευτικό υλικό για παράδειγμα ιστοσελίδα¹, παρουσίαση PPT και φύλλα εργασίας για την εκπαιδευτική προσέγγιση του περιεχομένου της N-ET και δύο ατζέντες πολιτικής της ΥΕΚ.

¹ <https://georgakielnanoioi.wixsite.com/website>

Πίνακας 1: Οι ενότητες, οι διαστάσεις της ΥΕΚ και οι δραστηριότητες

Ενότητες	Διαστάσεις της ΥΕΚ	Δραστηριότητες
1 ^η : Τρεις κόσμοι των αντικειμένων: Μακρόκοσμος, Μικρόκοσμος, Νανόκοσμος		1.1: Εισαγωγή στον μακρόκοσμο, μικρόκοσμο και νανόκοσμο.
		1.2: Μετρήσεις αντικειμένων με χάρακα των νανομέτρων.
		1.3: Χρήση ψηφιακών εφαρμογών οπτικού και ηλεκτρονικού μικροσκοπίου.
2 ^η : Πώς ο Νανόκοσμος επηρεάζει το Μακρόκοσμο; Η διαδικασία των ιώσεων.	Εκπαίδευση στις ΦΕ	2.1: Γνωριμία με τους ιούς και εξοικείωση με την ιστοσελίδα.
	Συμμετοχή του κοινού	2.2: Συζήτηση σχετικά με τη συμμετοχή κοινωνικών παραγόντων και φορέων στις διαδικασίες ερευνών σχετικών με τη Ν-ΕΤ. Δημιουργία Storyboard για τη δημιουργία βίντεο που αφορά το μέγεθος των αντικειμένων, τους ιούς και τις ιώσεις.
		2.3: Δημιουργία βίντεο, παρουσίαση και διαμοιρασμός του στο κοινό, ώστε να ενημερωθεί για τους ιούς και τις ιώσεις.

Στην 1^η ενότητα οι μαθητές/τριες προσεγγίζουν τις έννοιες: μακρόκοσμος, μικρόκοσμος, νανόκοσμος, οπτικό μικροσκόπιο, και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Αρχικά, δίνεται στους μαθητές/τριες ένα φύλλο εργασίας και εικόνες διαφόρων αντικειμένων και τους ζητείται να τα ταξινομήσουν όπως νομίζουν στους τρεις κόσμους (μακρόκοσμος, μικρόκοσμος, νανόκοσμος). Στη συνέχεια, πραγματοποιείται η προβολή παρουσίασης PPT (Εικόνα 1 και 2) κατά τη διάρκεια της οποίας παρέχεται η δυνατότητα στους μαθητές/τριες να αλλάξουν τα αντικείμενα από την αρχική θέση που τα έχουν ταξινομήσει όσες φορές το επιθυμούν. Στο τέλος της παρουσίασης, οι μαθητές/τριες ανακοινώνουν στην ολομέλεια την ταξινόμηση των αντικειμένων στην οποία καταλήγουν.

Εικόνα 1: Παρουσίαση PPT: Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.



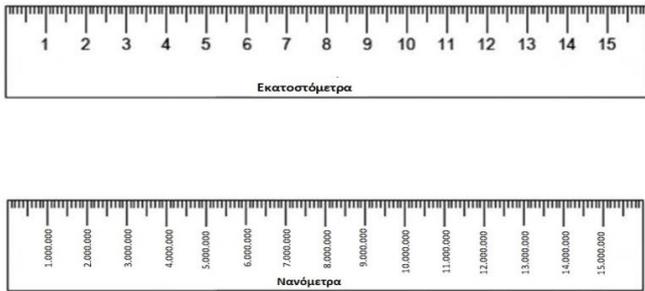
Εικόνα 2: Παρουσίαση PPT: Αντικείμενα του νανόκοσμου.



Στην επόμενη δραστηριότητα οι μαθητές/τριες πραγματοποιούν μετρήσεις αντικειμένων με δύο χάρακες. Στον πρώτο χάρακα περιλαμβάνονται τα εκατοστόμετρα και στον δεύτερο χάρακα καταγράφεται η μετατροπή των εκατοστών σε νανόμετρα (Εικόνα 3). Στη συνέχεια, οι μαθητές/τριες

καταγράφουν τις απαντήσεις τους σε φύλλα εργασίας (Εικόνα 4). Στο φύλλο εργασίας καταγράφονται αρχικά οι μετρήσεις των αντικειμένων σε εκατοστόμετρα και έπειτα σε νανόμετρα.

Εικόνα 3: Χάρακας: μέτρηση σε εκατοστόμετρα και σε νανόμετρα.



Εικόνα 4: Φύλλο Εργασίας: Δραστηριότητα μέτρησης αντικειμένων με χάρακα των νανομέτρων.

2. Να συλλέξετε αντικείμενα από την αυλή του σχολείου. Να μετρήσετε με τους χάρακες το μήκος των αντικειμένων και να συμπληρώσετε τα κενά.

Όνομα αντικείμενου	⇒	Μακρόκοσμος _____ Εκατοστόμετρα	Νανόκοσμος _____ Νανόμετρα
Όνομα αντικείμενου	⇒	Μακρόκοσμος _____ Εκατοστόμετρα	Νανόκοσμος _____ Νανόμετρα
Όνομα αντικείμενου	⇒	Μακρόκοσμος _____ Εκατοστόμετρα	Νανόκοσμος _____ Νανόμετρα

Τέλος, χρησιμοποιούν δύο ψηφιακές προσομοιώσεις, οπτικού και ηλεκτρονικού μικροσκοπίου για να παρατηρήσουν αντικείμενα του μικρόκοσμου και του νανόκοσμου και να τα συγκρίνουν. Για τη χρήση των ψηφιακών προσομοιώσεων αναπτύχθηκε φύλλο εργασίας με οδηγίες δίνοντας αναλυτικά τα βήματα τα οποία χρειάζεται να ακολουθήσουν οι μαθητές/τριες για να πραγματοποιήσουν την παρατήρηση (Εικόνα 5 και 6).

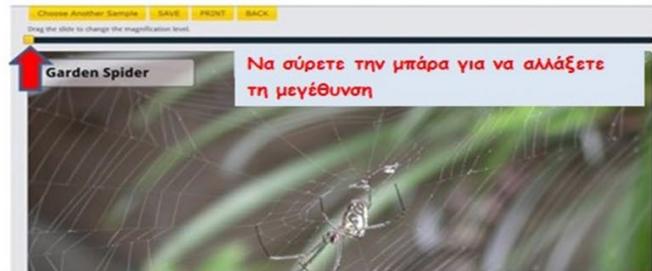
Εικόνα 5: Φύλλο εργασίας: ψηφιακή εφαρμογή οπτικού μικροσκοπίου.

Βήμα 4^ο: Να επιλέξετε το **Spider-Αράχνη** όπως δείχνει το βελάκι.



Εικόνα 6: Φύλλο εργασίας: ψηφιακή εφαρμογή ηλεκτρονικού μικροσκοπίου.

Βήμα 3^ο: Να σύρετε την μπάρα προς τα δεξιά για να παρατηρήσετε την αράχνη με μεγαλύτερη μεγέθυνση φτάνοντας στον Νανόκοσμο.

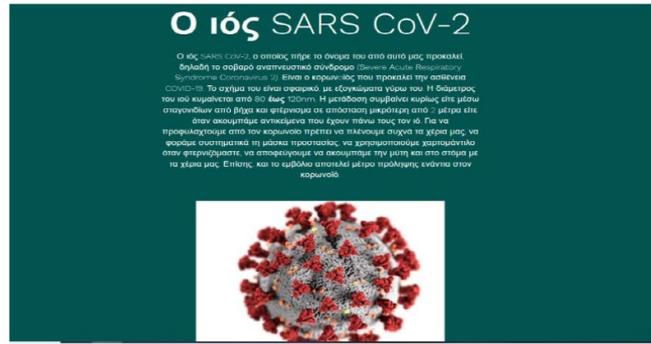


Στη 2^η ενότητα οι μαθητές/τριες μελετούν τη διαδικασία των ιώσεων. Συλλέγουν πληροφορίες για του ιούς, που είναι αντικείμενα του νανόκοσμου, μέσα από μια ιστοσελίδα που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο αυτής της εργασίας (Εικόνα 7 και 8). Η ιστοσελίδα περιλαμβάνει πληροφορίες για τρεις ιούς (ιός της γρίπης, ιός της ανεμοβλογιάς, ιός SARS CoV-2).

Εικόνα 7: Η αρχική σελίδα της ιστοσελίδας



Εικόνα 8: Ιστοσελίδα: Πληροφορίες για τον ιό SARS CoV-2.



Οι μαθητές/τριες καταγράφουν σε φύλλα εργασίας πληροφορίες π.χ. για το μέγεθος, τον τρόπο μετάδοσης των ιών καθώς και τους τρόπους αντιμετώπισης τους (Εικόνα 9).

Εικόνα 9: Φύλλο εργασίας: Δραστηριότητα συλλογής πληροφοριών για τους ιούς από την ιστοσελίδα.

1. Να αναζητήσετε τα στοιχεία στις πληροφορίες που δίνονται στην ιστοσελίδα και να συμπληρώσετε τον πίνακα.

Όνομα ιού	Ποιο είναι το μέγεθος του ιού;	Ποιος είναι ο τρόπος μετάδοσης;	Πώς μπορούμε να προφυλαχτούμε;	Υπάρχει εμβόλιο για τον ιό;

Έπειτα, οι μαθητές/τριες καταγράφουν και αναπαριστούν με ζωγραφιές τα αντικείμενα των τριών κόσμων που επηρεάζουν το ένα το άλλο κατά τη διαδικασία των ιώσεων (νανόκοσμος: ιός, μικρόκοσμος: κύτταρα, μακρόκοσμος: ανθρώπινο σώμα) ώστε να αναγνωρίζουν την επίδραση του νανόκοσμου στον μικρόκοσμο και στον μακρόκοσμο.

Σχετικά με την ΥΕΚ, και ειδικότερα με την ατζέντα πολιτικής της Συμμετοχής του Κοινού, η οποία αναπτύσσεται αφενός καλώντας τους/τις μαθητές/τριες να δημιουργήσουν ένα βίντεο το οποίο διαμοιράζεται στο κοινό για την ενημέρωσή του σχετικά με τους ιούς και τις ιώσεις, π.χ. «πώς μπορούμε να προστατευτούμε από τους ιούς;», θεωρώντας έτσι ότι οι μαθητές/τριες επικοινωνούν ένα μέρος της επιστημονικής γνώσης με την τοπική κοινωνία (Μιχαηλίδη κ.α., 2015). Για τον σκοπό αυτό

αναπτύσσεται ένα εικονογραφημένο σενάριο (Storyboard), το οποίο έχει βοηθητικό ρόλο στην δημιουργία του βίντεο καθώς περιλαμβάνει πληροφορίες και σκίτσα σχετικά με το μέγεθος των αντικειμένων και τη διαδικασία των ιώσεων. Αφετέρου η ίδια ατζέντα πολιτικής της ΥΕΚ αναπτύσσεται στη συζήτηση με τους μαθητές/τριες σχετικά με τη σημαντικότητα της συμμετοχής των κοινωνικών παραγόντων και διάφορων φορέων στις διαδικασίες ερευνών. Η συμμετοχή των κοινωνικών παραγόντων στις διαδικασίες ερευνών είναι απαραίτητη προκειμένου να εξασφαλιστούν αποτελέσματα που συνάδουν με τις αξίες, τις ανάγκες και τις προσδοκίες της κοινωνίας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κύριο άξονα της συγκεκριμένης έρευνας αποτελεί ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων στις οποίες υιοθετήθηκαν δύο ατζέντες πολιτικής της ΥΕΚ καθώς και τέσσερις Μεγάλες Ιδέες της N-ET.

Οι δραστηριότητες και τα εκπαιδευτικά υλικά παρόλο που αναπτύχθηκαν μετά από επαναλαμβανόμενες συζητήσεις και αρκετές βελτιώσεις δεν εφαρμόστηκαν στη σχολική τάξη. Αυτό οφείλεται στη δυσκολία εύρεσης δείγματος εξαιτίας της πανδημίας του COVID-19, κατά την οποία υλοποιήθηκε η εργασία.

Σε περαιτέρω έρευνα είναι σημαντικό να πραγματοποιηθεί μια πιλοτική εφαρμογή σε μαθητές/τριες δημοτικού σχολείου προκειμένου να μελετηθεί η εφαρμοσιμότητα του εκπαιδευτικού υλικού και τα σημεία που χρειάζονται βελτιώσεις. Επιπλέον, μέσω της πιλοτικής εφαρμογής θα μπορούσε να μελετηθεί η κατανόηση εννοιών της N-ET και των ατζεντών πολιτικής της ΥΕΚ που επιλέχθηκαν. Προς αυτή τη κατεύθυνση, θα μπορούσαν να επιλεγθούν από τη βιβλιογραφία ή να σχεδιαστούν κατάλληλα εργαλεία αξιολόγησης π.χ. ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Μιχαηλίδη, Έ., Σγουρός, Γ., Σταύρου, Δ., Αλεξόπουλος, Γ., Τρουμπετάρη, Χ., Βελέντζας, Α., Δημητριάδη, Κ., Μανδρίκας, Α., Μαργαρίτης, Α., Σάλτα, Κ., Κυριακίδης, Γ., Μπίνας, Β., Βορεάδου, Κ. (2015). *Εφαρμογές της Νανοεπιστήμης και της Νανοτεχνολογίας. Οδηγός Εκπαιδευτικού*. Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών- ΠΤΔΕ- Πανεπιστήμιο Κρήτης & Ίδρυμα Ευγενίδου. http://irresistible-greece.edc.uoc.gr/images/Modules/Greece_Irresistible_Teacher_Guide_Greek_Final.pdf
- Μιχαηλίδη, Α., & Σταύρου, Δ. (2016). Έρευνα Αιχμής και Κοινωνικοεπιστημονικά Ζητήματα στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. *Επιστήμες Αγωγής*, 4, 73-95. <https://doi.org/10.26248/v2016i4.352>
- Blonder, R., Zemler, E., & Rosenfeld, S. (2016). The story of lead: a context for learning about responsible research and innovation (RRI) in the chemistry classroom. *Chemistry Education Research and Practice*, 17 (4), 1145-1155. <https://doi.org/10.1039/C6RP00177G>
- Jones, G., Blonder, R., Gardner, G., Albe, V., Falvo, M., Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*. 35 (9), 1490-1512. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.771828>
- Levinson, R., (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues, *Int. J. Sci. Educ.*, 28 (10), 1201–1224. <https://doi.org/10.1080/09500690600560753>.

- 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., 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>.
- 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>.
- Sutcliffe, H. (2011). *A report on responsible research and innovation*. Brussels: Matter.