ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

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.5429

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 11/12/2025 10:51:20

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

Ελισάβετ Γεωργάκη[1], Γιώργος Πέικος[2]

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

elisavetgewrgaki@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Νανοτεχνολογία-Νανοεπιστήμη (Ν-ΕΤ) αποτελεί ένα διεπιστημονικό και σύγχρονο πεδίο έρευνας ενώ η Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία (ΥΕΚ) αποτελεί μια νέα προσέγγιση που έχει δημιουργηθεί στην Ευρώπη τα τελευταία χρόνια. Οι δύο αυτοί τομείς στοχεύουν στην ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού, στην ενασχόληση 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 Ν-ΕΤ με δύο από τις ατζέντες πολιτικής της ΥΕΚ. Το περιεχόμενο της Ν-ΕΤ αφορά το μέγεθος των αντικειμένων (Μακρόκοσμος, Μικρόκοσμος, Νανόκοσμος) και τη διαδικασία της ίωσης.

Λέξεις κλειδιά: Ν-ΕΤ, ΥΕΚ, Εκπαίδευση Φυσικών Επιστημών

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

Elisavet Georgaki[1], Giorgos Peikos[2]

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

elisavetgewrgaki@gmail.com

ABSTRACT

Nanotechnology-Nanoscience (N-ST) is an interdisciplinary and modern field of research, while Responsible Research and Innovation (RRI) is a new approach that has been formed in Europe in recent years. These two areas aim at the development of scientific literacy, engagement with the field of Science Education and finally, active involvement in research and innovation issues. This paper focused on the design and development of educational activities which connect the content of N-ST with two of the policy agendas of RRI. The content of N-ST concerns the Size of objects (Macroworld, Microworld, Nanoworld) as well as the viral infection.

Keywords: N-ST, RRI, Science Education

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Υπευθυνότητα στην Έρευνα και την Καινοτομία (ΥΕΚ) αποτελεί μια προσέγγιση για τη διαπραγμάτευση κοινωνικών προεκτάσεων της σύγχρονης έρευνας. Αναγνωρίζονται έξι (6) ατζέντες πολιτικής της ΥΕΚ οι οποίες είναι: Ηθική, Ισότητα Φύλων, Αρχές Διακυβέρνησης (Governance), Ανοιχτή Πρόσβαση, Εμπλοκή του Κοινού και Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ). Πρόσφατες μελέτες διερευνούν τον ρόλο της ΥΕΚ ως πλαίσιο για τη διαπραγμάτευση των κοινωνικών επιπτώσεων της σύγχρονης επιστημονικής έρευνας (Blonder et al., 2016). Σύγχρονα επιστημονικά θέματα, όπως αυτά που σχετίζονται με τη Ν-ΕΤ, ενσωματώνουν ζητήματα που συνήθως περιλαμβάνουν μια αμφιλεγόμενη διάσταση, υποκινώντας έτσι συζητήσεις για τις κοινωνικές τους επιπτώσεις (Levinson, 2006). Ως εκ τούτου, η εισαγωγή θεμάτων της Ν-ΕΤ στα σχολικά προγράμματα σπουδών έχει εκπαιδευτική αξία καθώς μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού των μαθητών παράλληλα με τη συζήτηση κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων (Jones et al., 2013). Οι Mandrikas et al. (2020) μελέτησαν πώς οι μαθητές της Α/βθμιας εκπαίδευσης προσεγγίζουν βασικές έννοιες της Ν-ΕΤ και σε ποιο βαθμό μπορούν να προβληματιστούν θέματα σχετικά με την ΥΕΚ. Καταγράφηκαν θετικά αποτελέσματα αφενός στην κατανόηση εννοιών της Ν-ΕΤ αφετέρου σε ζητήματα σχετικά με την Ηθική, την Εμπλοκή του Κοινού και την Εκπαίδευση στις ΦΕ.

Στόχος της εργασίας είναι η παρουσίαση του σχεδιασμού και της ανάπτυξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για την σύνδεση της ΥΕΚ με το περιεχόμενο της Ν-ΕΤ.

Εστιάζουμε σε δύο ζητήματα:

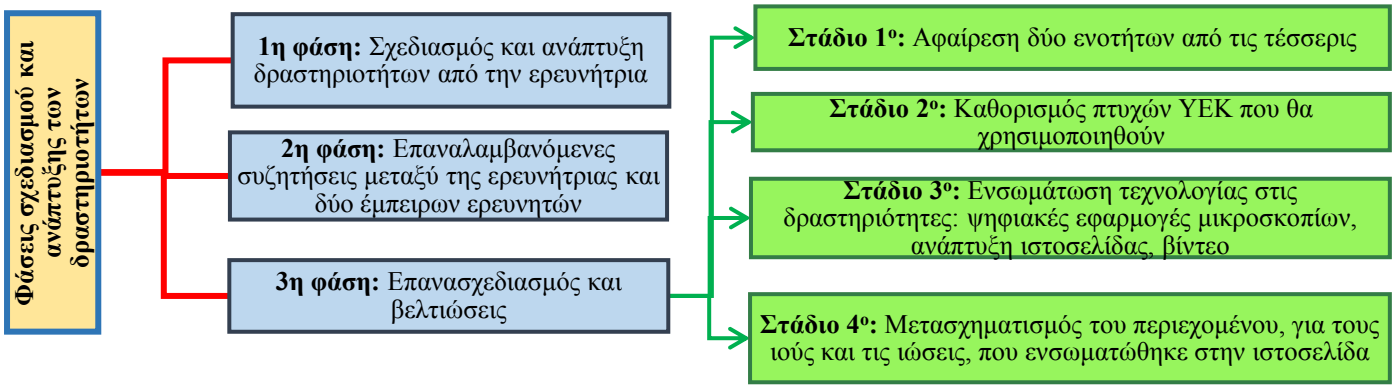
1. Στον σχεδιασμό και ανάπτυξη δραστηριοτήτων που αφορούν την ΥΕΚ και το περιεχόμενο της Ν-ΕΤ.
2. Στην χρήση καινοτόμου διδακτικού υλικού με την βοήθεια της τεχνολογίας προκειμένου να κατανοήσουν οι μαθητές δύσκολα φαινόμενα και έννοιες.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην παρούσα εργασία το περιεχόμενο των δραστηριοτήτων σχετίζεται με τέσσερις Μεγάλες Ιδέες της Ν-ΕΤ, 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 ΥΕΚ: στην Εκπαίδευση στις ΦΕ και στην Συμμετοχή του Κοινού.

Η εφαρμογή των δραστηριοτήτων προτείνεται για μαθητές ΣΤ΄ δημοτικού σχολείου καθώς σε αυτή την ηλικιακή ομάδα ήδη έχουν εισαχθεί οι έννοιες της Ν-ΕΤ και οι διαστάσεις της ΥΕΚ που επιλέχθηκαν με θετικά αποτελέσματα (Mandrikas et al., 2020˙ Peikos et al., 2022).

Σχήμα 1: Φάσεις σχεδιασμού και ανάπτυξης των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων και στάδια επανασχεδιασμού



Πραγματοποιήθηκαν τρείς (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. Στην 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 ενοτήτων 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 ήταν αρκετά μεγάλο και απαιτούνταν πολλές ώρες διδασκαλίας. Αφετέρου σχετικά με τις διαστάσεις της ΥΕΚ επιλέχθηκαν αυτές, οι οποίες σύμφωνα με την βιβλιογραφία (Mandrikas et al., 2020) μπορούν να γίνουν κατανοητές από μαθητές της Α/βθμιας εκπαίδευσης και παράλληλα μπορούσαν να συνδεθούν με το περιεχόμενο προς διδασκαλία που αναπτύχθηκε. Η τρίτη φάση περιελάμβανε τον επανασχεδιασμό και τις βελτιώσεις των δραστηριοτήτων σύμφωνα με τις παρατηρήσεις και τα σχόλια των δύο ερευνητών.

Πραγματοποιήθηκαν τέσσερα στάδια επανασχεδιασμού των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Τα δύο πρώτα στάδια αφορούσαν τις ενότητες των δραστηριοτήτων. Κρίθηκε απαραίτητο να γίνει αφαίρεση των δύο ενοτήτων από τις τέσσερις που προτάθηκαν στον αρχικό σχεδιασμό. Έτσι, οι τελικές δραστηριότητες σχετίζονταν με το μέγεθος των αντικειμένων (Μακρόκοσμος, Μικρόκοσμος, Νανόκοσμος) και με την διαδικασία της ίωσης (Πίνακας 1). Επίσης, μετά την αφαίρεση των δύο ενοτήτων καθορίστηκαν οι διαστάσεις της ΥΕΚ που θα ενσωματώνονταν (Εκπαίδευση ΦΕ, Συμμετοχή του Κοινού). Το τρίτο στάδιο περιελάμβανε την πρόταση για χρήση της τεχνολογίας όπως τη χρήση ψηφιακών εφαρμογών οπτικού και ηλεκτρονικού μικροσκοπίου, δημιουργία ιστοσελίδας με πληροφορίες για τους ιούς και τη διαδικασία της ίωσης και δημιουργία βίντεο, το οποίο θα περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικές με τους τρείς κόσμους των αντικειμένων (Μακρόκοσμο, Μικρόκοσμο, Νανόκοσμο), τους ιούς αλλά και με την διαδικασία των ιώσεων. Μόλις ολοκληρωνόταν το βίντεο θα γινόταν ο διαμοιρασμός του στο κοινό για την ενημέρωση τους 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 διδασκαλίας.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή αναπτύχθηκαν δραστηριότητες (Πίνακας 1) και εκπαιδευτικό υλικό (π.χ. ιστοσελίδα) για την εκπαιδευτική προσέγγιση περιεχομένου της Ν-ΕΤ και δύο διαστάσεων της ΥΕΚ. Το υλικό των ενοτήτων επιλέχθηκε καθώς μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση βασικών εννοιών της Ν-ΕΤ αλλά και στην επεξεργασία ενός φαινομένου που συναντούν οι μαθητές στην καθημερινότητα τους.

Στην 1η ενότητα οι μαθητές προσεγγίζουν έννοιες όπως: Μακρόκοσμος, Μικρόκοσμος, Νανόκοσμος, Οπτικό Μικροσκόπιο, Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο. Με την υποστήριξη παρουσιάσεων PPT, οι μαθητές ταξινομούν αντικείμενα διαφορετικών μεγεθών στους τρείς κόσμους. Έπειτα, πραγματοποιούν μετρήσεις με χάρακα πάνω στον οποίο καταγράφεται η μετατροπή των εκατοστών σε νανόμετρα. Τέλος, χρησιμοποιούν δύο ψηφιακές προσομοιώσεις οπτικού και ηλεκτρονικού μικροσκοπίου για να παρατηρήσουν αντικείμενα του Μικρόκοσμου και του Νανόκοσμου.

Στην 2η ενότητα οι μαθητές μελετούν τη διαδικασία της ίωσης. Συλλέγουν πληροφορίες για του ιούς, που είναι αντικείμενα του Νανόκοσμου, μέσα από μια ιστοσελίδα που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο αυτής της εργασίας. Η ιστοσελίδα περιλαμβάνει πληροφορίες για τρεις ιούς (ιός της γρίπης, ιός της ανεμοβλογιάς, ιός SARS CoV-2). Οι μαθητές καταγράφουν σε φύλλα εργασίας πληροφορίες π.χ. για το μέγεθός, τον τρόπο μετάδοσης των ιών καθώς και τους τρόπους αντιμετώπισης τους. Έπειτα, οι μαθητές καταγράφουν και

αναπαριστούν με ζωγραφιές τα αντικείμενα των τριών κόσμων που επηρεάζουν το ένα το άλλο κατά τη διαδικασία της ίωσης (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 τη Συμμετοχή του Κοινού, πραγματοποιείται συζήτηση με τους μαθητές σχετικά με την σημαντικότητα της συμμετοχής των κοινωνικών παραγόντων και διάφορων φορέων στις διαδικασίες ερευνών προκειμένου να εξασφαλιστούν αποτελέσματα που συνάδουν με τις αξίες, τις ανάγκες και τις προσδοκίες της κοινωνίας Στη συνέχεια, οι μαθητές καλούνται να δημιουργήσουν ένα βίντεο το οποίο θα διαμοιραστεί 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 επικοινωνούν ένα μέρος της επιστημονικής γνώσης με την τοπική κοινωνία (Μιχαηλίδη κ.α., 2015). Για τον σκοπό αυτό αναπτύσσουν 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.

Πίνακας 1: Πίνακας δραστηριοτήτων που αναπτύχθηκαν και σχεδιάστηκαν.

Τίτλος Ενότητας	**Διαστάσεις της ΥΕΚ**	**Δραστηριότητες σχετικές με τη Ν-ΕΤ και την ΥΕΚ**
Ενότητα 1η: Τρεις κόσμοι των αντικειμένων- Μακρόκοσμος, Μικρόκοσμος, Νανόκοσμος	Εκπαίδευση στις ΦΕ	**Δραστηριότητα 1η:** Εισαγωγή στον Μακρόκοσμο, Μικρόκοσμο και Νανόκοσμο
		Δραστηριότητα 2η: Μετρήσεις αντικειμένων με χάρακα των νανομέτρων
		Δραστηριότητα 3η: Χρήση ψηφιακών εφαρμογών οπτικού και ηλεκτρονικού μικροσκοπίου.
Ενότητα 2η: Πώς ο Νανόκοσμος επηρεάζει τον Μακρόκοσμο; Η διαδικασία της ίωσης.	Εκπαίδευση στις ΦΕ Συμμετοχή του κοινού	**Δραστηριότητα 1η** : Γνωριμία με τους ιούς και εξοικείωση με την ιστοσελίδα
		Δραστηριότητα 2η: Συζήτηση σχετικά με το αν κρίνεται αναγκαία η συμμετοχή των κοινωνικών παραγόντων και φορέων στις διαδικασίες ερευνών σχετικών με την Ν-ΕΤ, προκειμένου να εξασφαλιστεί καλύτερη ποιότητα αποτελεσμάτων. Δημιουργία Storyboard το οποίο έχει βοηθητικό ρόλο στη δημιουργία βίντεο που αφορά το μέγεθος των αντικειμένων, τους ιούς και τις ιώσεις.
		Δραστηριότητα 4η: Δημιουργία βίντεο, παρουσίαση και διαμοιρασμός του.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

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

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

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