ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

Τόμ. 14, Αρ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Συνόψεις

Ανάπτυξη, Εφαρμογή και Αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη Σημασία της Νανοτεχνολογίας στις Βιοιατρικές Επιστήμες σε Μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Ειρήνη-Ζαχαρούλα Ανδρεάκου, Γεώργιος Αμπατζίδης, Πηνελόπη Παπαδοπούλου

doi: 10.12681/codiste.7519

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 06/12/2025 09:28:39

Ανάπτυξη, Εφαρμογή και Αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη Σημασία της Νανοτεχνολογίας στις Βιοϊατρικές Επιστήμες σε Μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Ειρήνη – Ζαχαρούλα Ανδρεάκου[1], Γεώργιος Αμπατζίδης[2] και Πηνελόπη Παπαδοπούλου[3]

[1]Υποψήφια Διδάκτορας, [2]Επίκουρος Καθηγητής, [3]Καθηγήτρια,

[1,3]Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

[2]Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

[1]eandreakou@uowm.gr

Περίληψη

Σκοπός της έρευνας είναι η ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) σε μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, με θέμα τις εφαρμογές της νανοτεχνολογίας-νανοεπιστήμης στην ιατρική. Στόχος της ΔΜΑ είναι οι μαθητές να εξοικειωθούν με βασικές έννοιες, όπως το μέγεθος και η κλίμακα, ο λόγος επιφάνειας προς όγκο, καθώς και να κατανοήσουν τη σημασία της νανοτεχνολογίας στην ιατρική κυρίως στη διάγνωση και θεραπεία ασθενειών, όπως ο καρκίνος. Επιπλέον, δόθηκε η δυνατότητα στους μαθητές να ενημερωθούν για πιθανούς κινδύνους στην υγεία του ανθρώπου και στο περιβάλλον καθώς και για ηθικά ζητήματα που μπορεί να προκύψουν από τη χρήση της.

Λέξεις – κλειδιά: μέγεθος & κλίμακα, μοντελοποίηση, νανόκοσμος, νανοτεχνολογία, στοχευμένη θεραπεία

Development, Implementation, and Evaluation of a Teaching Learning Sequence about Nanotechnology's Impact on Bio-Medical Sciences for Secondary School Students

Eirini-Zacharoula Andreakou[1], Georgios Ampatzidis[2], and Penelope Papadopoulou[3]

[1]PhD Candidate, [2]Assistant Professor, [3]Professor,

[1,3]Department of Early Childhood Education, University of Western Macedonia

[2]Department of Preschool Education, University of Thessaly

[1]eandreakou@uowm.gr

Abstract

The aim of this research is the development, implementation, and evaluation of a Teaching Learning Sequence (TLS) for secondary school students, focusing on the applications of nanotechnology-nanoscience in medicine. Its goal of this TLS is to familiarize students with fundamental concepts such as size and scale, surface-to-volume ratio, and to help them understand the significance of nanotechnology in medicine, particularly in the diagnosis and treatment of diseases like cancer. Additionally, students were informed about potential risks to human health and the environment, as well as ethical issues that may arise from its use.

Keywords: modeling, nanotechnology, nanoworld, size & scale, targeted therapy

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7519

Εισαγωγή

Η Νανοεπιστήμη – Νανοτεχνολογία (Ν-ΕΤ) είναι ένα διεπιστημονικό πεδίο το οποίο μελετά υλικά νανοκλίμακας (1-100 nm). Το πεδίο όπου οι διαστάσεις νάνο συναντούν βιολογικά φαινόμενα που σχετίζονται με την υγεία, αποκαλείται Νανοϊατρική (Farokhzad & Langer, 2006). Η εκτεταμένη χρήση νανοσωματιδίων εγείρει ανησυχίες για την υγεία και το περιβάλλον, οδηγώντας στην ανάπτυξη της νανοτοξικολογίας (Hu et al., 2016). Παράλληλα, εγείρονται ηθικά ζητήματα, όπως οι παραβιάσεις της ιδιωτικότητας μέσω της χρήσης νανοκαμερών (Gökçay & Arda, 2015).

Δεδομένου ότι οι εφαρμογές της Ν-ΕΤ είναι πλέον διάχυτες στην καθημερινή μας ζωή, ο νανογραμματισμός είναι απαραίτητος για την αποφυγή παρερμηνειών (Laherto, 2010). Επιπλέον, η Ν-ΕΤ θεωρείται ένα διεπιστημονικό πεδίο που παρέχει τη δυνατότητα γεφύρωσης θεμελιωδών εννοιών από διάφορους επιστημονικούς κλάδους, όπως Χημεία, Βιολογία (Schank et al., 2009). Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση έχουν αναγνωριστεί "9 Μεγάλες Ιδέες" ως βασικές έννοιες (Stevens et al., 2009). Έχουν πραγματοποιηθεί σε παγκόσμιο επίπεδο αρκετές μελέτες που εξετάζουν την κατανόηση των μαθητών διαφορετικών βαθμίδων σχετικά με θέματα της Ν-ΕΤ μέσω διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων (Delgado et al., 2015˙ Peikos et al., 2022˙ Stavrou et al., 2015).

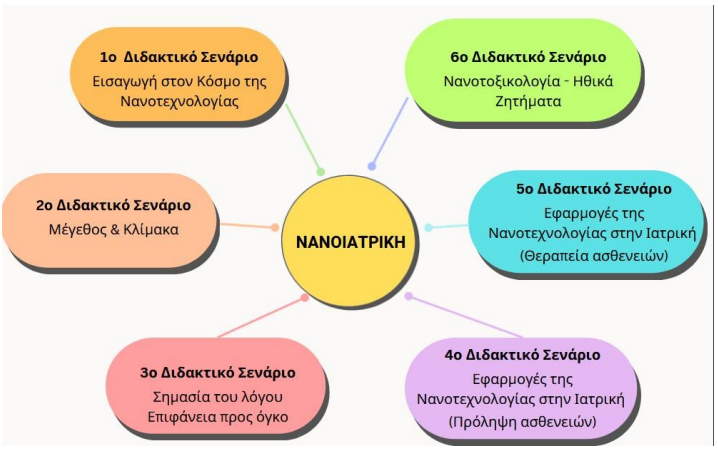
Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η εφαρμογή και η αξιολόγηση μιας Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ) σε μαθητές λυκείου, η οποία επικεντρώνεται σε τρεις Μεγάλες Ιδέες: Μέγεθος και Κλίμακα, Ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος και Επιστήμη- Τεχνολογία- Κοινωνία. Στόχος είναι να κατανοήσουν οι μαθητές τη σημασία της Ν-ΕΤ στον τομέα της ιατρικής, και συγκεκριμένα στη διάγνωση και θεραπεία ασθενειών.

Συμμετέχοντες/ουσες

Η Πιλοτική ΔΜΑ εφαρμόστηκε σε 20 μαθητές ενός Λυκείου της Περιφέρειας της Θεσσαλίας. Πραγματοποιήθηκαν έξι διδακτικά σενάρια, διάρκειας 90 λεπτών το καθένα (Εικόνα 1).

Εικόνα 1. Η δομή της Πιλοτικής ΔΜΑ



Εργαλεία της Έρευνας.

Ο σχεδιασμός της συγκεκριμένης ΔΜΑ στηρίχθηκε στο Μοντέλο Εκπαιδευτικής Επανοικοδόμησης. Μελετήθηκε το επιστημονικό περιεχόμενο της Ν-ΕΤ και της Νανοιατρικής, αποφασίστηκε ποιες επιστημονικές έννοιες εμφανίζουν παιδαγωγική αξία και πραγματοποιήθηκε διδακτικός μετασχηματισμός τους. Με τη βοήθεια της βιβλιογραφίας, αναζητήθηκαν προϋπάρχουσες ιδέες μαθητών για βασικές έννοιες και τέλος σχεδιάστηκαν οι δραστηριότητες.

Μερικά από τα διδακτικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι, κάρτες ως παιχνίδι σειροθέτησης και κόμικ με θέμα τη σημασία του λόγου επιφάνειας προς όγκο (αντίστροφη τάξη). Μέσω διερευνητικών και ομαδοσυνεργατικών μεθόδων, μελετήθηκε η σημασία της N-ET στη στοχευμένη θεραπεία του καρκίνου και στην πρόληψη ασθενειών, όπως στη δομή και λειτουργία των ράπιντ τεστ του κορωνοϊού. Χρησιμοποιώντας απλά υλικά, οι μαθητές κατασκεύασαν ένα μοντέλο που προσομοιώνει την ενεργητική στόχευση καρκινικού κυττάρου με τη βοήθεια νανοσωματιδίων, συγκεκριμένα του λιποσώματος (Εικόνα 2).

Εικόνα 2. Σχεδιασμός μοντέλων από μαθητές

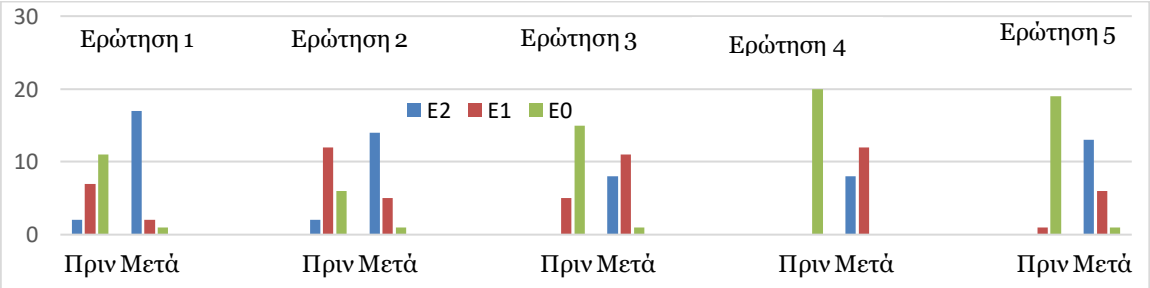
Η αξιολόγηση της ΔΜΑ πραγματοποιήθηκε μέσω ερωτηματολογίων (πριν και μετά την εφαρμογή της) και μέσω ημι-δομημένων συνεντεύξεων. Πιο συγκεκριμένα οι μαθητές συμπλήρωσαν ατομικά το ερωτηματολόγιο, το οποίο περιλάμβανε 15 ερωτήσεις ανοικτού τύπου, η πλειοψηφία των οποίων ήταν πρωτότυπες και σχεδιάστηκαν λαμβάνοντας υπόψη τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και τους στόχους μάθησης της ΔΜΑ, και μερικές αναπτύχθηκαν με βάση την υπάρχουσα βιβλιογραφία (Delgado et al., 2007˙ Magana et al., 2012).

Επιπλέον, διεξήχθησαν ημιδομημένες συνεντεύξεις με έξι μαθητές μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ με ερωτήσεις ίδιες με αυτές του ερωτηματολογίου, ενώ περιλαμβάνονταν και κάποιες διευκρινιστικές. Επιλέχθηκαν δύο μαθητές με υψηλές επιδόσεις και έντονη προθυμία, δύο μαθητές με μέτριες επιδόσεις και δύο μαθητές που δεν έδειξαν ιδιαίτερη προθυμία κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων.

Αποτελέσματα

Αρχικά, ελέγχθηκε η αξιοπιστία του ερωτηματολογίου (τιμή Cronbach's Alpha = 0,812). Η εγκυρότητα του ερωτηματολογίου αξιολογήθηκε από δύο ειδικούς στην εκπαίδευση για τη N-ET.

Διάγραμμα 1: Σύγκριση Απαντήσεων Πριν και Μετά την Παρέμβαση για 5 Ερωτήσεις



Σημείωση: **Ερώτηση 1:** Ποια ανήκουν στη Νανοκλίμακα: βακτήριο, ιός, λιπόσωμα, ερυθρό αιμοσφαίριο & DNA;
Ερώτηση 2: Να σειροθετήσετε από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο τα εξής: μέλισσα, ωάριο, ιός, DNA, βακτήριο
Ερώτηση 3: Γιατί ένα κύτταρο ΔΕΝ μπορεί να ξεπεράσει ένα συγκεκριμένο μέγεθος;
Ερώτηση 4: Χρησιμοποιούνται νανοσωματίδια χρυσού στα ράπιντ τεστ του κορωνοϊού;
Ερώτηση 5: Τα νανοσωματίδια χρησιμοποιούνται στη θεραπεία του καρκίνου;
Ε2: Επιστημονική άποψη Ε1: Μερικώς Επιστημονική άποψη Ε0: Καμία απάντηση / Άγνοια

Ύστερα από στατιστική ανάλυση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου με μη παραμετρικό έλεγχο Wilcoxon και ανάλυση των συνεντεύξεων με τη μέθοδο ανάλυσης

περιεχομένου, καταγράφηκαν 3 επίπεδα κατανόησης (Ε0, Ε1, Ε2). Σε όλες τις ερωτήσεις που παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 1, είχαμε στατιστικά σημαντική βελτίωση μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ (ερώτηση 1: z= -3,494, p< 0,001, ερώτηση 2: z = -3,589, p < 0,001, ερώτηση 3: z = -3,947, p < 0,001, ερώτηση 4: z = -4,053, p < 0,001, ερώτηση 5: z = -3,963, p < 0,001).

Συζήτηση

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μέσω διερευνητικής μάθησης, οι μαθητές κατανόησαν βασικές έννοιες, όπως το μέγεθος και η κλίμακα, καθώς και τη σημασία του λόγου επιφάνειας προς όγκο. Αναγνώρισαν επίσης τον ρόλο της N-ET σε καθημερινές εφαρμογές, όπως τα ράπιντ τεστ του κορωνοϊού. Επιπλέον, η κατασκευή τρισδιάστατου μοντέλου θεραπείας καρκίνου με τη χρήση λιποσωμάτων τους βοήθησε να κατανοήσουν την έννοια του βιομιμητισμού και τα πλεονεκτήματα του σχεδιασμού νανοσωματιδίων στη στοχευμένη θεραπεία του καρκίνου. Τέλος, παρατηρήθηκε ενίσχυση της κριτικής σκέψης και της συνεργασίας των μαθητών.

Βιβλιογραφία

Delgado, C., Stevens, S., Shin, N. & Krajcik, J. (2015). A middle school instructional unit for size and scale contextualized in nanotechnology. *Nanotechnology Reviews*, *4*(1), 51-69. https://doi.org/10.1515/ntrev-2014-0023

Delgado, C., Stevens, S. Y., Shin, N., Yunker, M., & Krajcik, J. (2007). *The development of students' conceptions of size*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA. Ανακτήθηκε στις 29 Απριλίου 2018 από: https://public.websites.umich.edu/~hiceweb/presentations/documents/Delgado_etal_NARST2007.pdf

Farokhzad, O.C., & Langer, R. (2006). Nanomedicine: Developing smarter therapeutic and diagnostic modalities. *Advanced Drug Delivery Reviews*, *58*(14), 1456-1459. https://doi.org/10.1016/j.addr.2006.09.011

Gökçay, B. & Arda, B. (2015). Nanotechnology, nanomedicine: Ethical aspects. *Revista Romana de Bioetica, 13*(3), 423-432. Ανακτήθηκε στις 15 Ιουνίου 2023 από: https://www.researchgate.net/publication/291831841_Gokcay_B_Arda_B_Nanotechnology_nanomedicine_Ethical_aspects_Revista_Romana_de_Bioetica133_423-432_2015

Hu, X., Li, D., Gao, Y., Mu, L., & Zhou, Q. (2016). Knowledge gaps between nanotoxicological research and nanomaterial safety. *Environment International, 94*, 8-23. https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.001

Laherto, A. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy. *Science Education International, 21*(2), 160-175. Ανακτήθηκε στις 29 Απριλίου 2018 από: https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ904866.pdf

Magana, A. J., Brophy, S. P., & Bryan, L. (2012). An integrated knowledge framework to characterize and scaffold size and scale cognition (FS2C). *International Journal of Science Education, 34*(14), 2181-2203. https://doi.org/10.1080/09500693.2012.715316

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

Schank, P., Wise, P., Stanford, T., & Rosenquist, A. (2009). *Can high school students learn nanoscience? An evaluation of the viability and impact of the NanoSense curriculum*. SRI International. Ανακτήθηκε στις 28 Ιουνίου 2018 από: https://nanosense.sri.com/documents/reports/FinalEvaluationReport.pdf

Stavrou, D., Michailidi, E., Sgouros, G., & Dimitriadi, K. (2015). Teaching high-school students nanoscience and nanotechnology. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, *3*(4), 501–511. https://doi.org/10.31129/lumat.v3i4.1019

Stevens, S., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *The big ideas of nanoscale science and engineering: A guidebook for secondary teachers*. NSTA Press. ISBN 978-1-935155-07-2