

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

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



Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων Εργασιών

Επιμέλεια έκδοσης:

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσος, Γεώργιος Σπύλος, Ελευθερία Τσιούρη, Έλλη Γκαλιτέμη, Κωνσταντίνος Γεωργόπουλος, Λεωνίδας Γαβρίλας, Δημήτρης Πανάγου, Κωνσταντίνος Τσουμάνης, Γεωργία Βακάρου



Ιωάννινα
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023



Εφαρμογές νανοτεχνολογίας για μαθητές Λυκείου

Ελένη Ντεβετουόδη, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης

doi: [10.12681/codiste.5508](https://doi.org/10.12681/codiste.5508)

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ ΛΥΚΕΙΟΥ

Ελένη Ντεβετούδη⁽¹⁾, Ευριπίδης Χατζικρανιώτης⁽²⁾

¹Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, ΠΜΣ «Διδακτική της Φυσικής και Εκπαιδευτική Τεχνολογία»,

²Καθηγητής, Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας

Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

enteveto@auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο αναδύομενος κλάδος της νανοτεχνολογίας και των νανοεπιστημών ασχολείται με τη μελέτη της ύλης στη νανοκλίμακα και στη δημιουργία νανοδομών. Η νανοτεχνολογία και οι νανοεπιστήμες (NET) έχουν εφαρμογές σε πολλούς τομείς και αναμένεται να συμβάλλουν καθοριστικά στη λειτουργικότητα της κοινωνίας και της καθημερινότητας για αυτό και η εκπαιδευτική τους αξία είναι μεγάλη. Στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ) σε 13 μαθητές Α και Β Λυκείου βασισμένη στις Μεγάλες Ιδέες της NET, ώστε να εντοπιστούν οι αντιλήψεις των μαθητών σε θέματα NET και να αποτιμηθεί το υλικό ως προς την ανάπτυξη δεξιοτήτων συνεργασίας και τα κίνητρα των μαθητών.

Λέξεις κλειδιά: Νανοεπιστήμη – Νανοτεχνολογία (NET), Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ)

NANOTECHNOLOGY APPLICATIONS FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

Eleni Ntevetoudi⁽¹⁾, Euripides Hatzikraniotis⁽²⁾

¹Graduate student, PGS “Didactics of Physics and Educational Technology”,

²Professor, Laboratory of Didactics of Physics and Educational Technology

School of Physics, Aristotle University of Thessaloniki

enteveto@auth.gr

ABSTRACT

The emerging area of science called nanotechnology and nanoscience is considered to deal with the study of matter in nanoscale and the nanostructure. NST has applications in a variety of fields and is considered to contribute in the functionality of our society and our daily life. This is the reason why their educational value is considerable. In this work, a Teaching Learning Sequence (TLS) was developed and applied to 13 High School students, based on the Big Ideas of NST, in order to identify the student's perceptions about NST and to evaluate the TLS in terms of the development of cooperation skills and student's motivations.

Keywords: Nanoscience, Nanotechnology (NST), Teaching Learning Sequence (TLS)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Νανοεπιστήμη και η Νανοτεχνολογία (NET) αποτελούν ένα σύγχρονο και αναδυόμενο διεπιστημονικό πεδίο που επικεντρώνεται στον χειρισμό της ύλης και στην εκμετάλλευση των υλικών (Lin et al., 2015). Οι νέες ιδιότητες που εμφανίζουν τα υλικά στην κλίμακα του νάνο (1-100nm), χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων και εφαρμογών σε μια πληθώρα πεδίων, με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων (Stevens et al., 2009). Τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για την εισαγωγή σύγχρονων θεμάτων φυσικής στην εκπαίδευση, όπως η νανοεπιστήμη και η νανοτεχνολογία. Δεδομένου ότι η πρόοδος της NET είναι αλματώδης, η ενσωμάτωσή της στην εκπαίδευση κρίνεται αναγκαία, διότι οι κοινωνικές ανάγκες για έναν νάνο-εγγράμματο πολίτη όλο και μεγαλώνουν (Stevens et al., 2009). Επίσης, έρευνες έχουν δείξει ότι το ενδιαφέρον των μαθητών για τέτοια σύγχρονα θέματα φυσικής είναι μεγάλο, ωστόσο η ενσωμάτωσή τους στην εκπαίδευση αποτελεί μία πρόκληση, λόγω της ελλιπούς κατάρτισης των εκπαιδευτικών (Jones et al., 2013). Αυτός είναι ο λόγος που αναπτύχθηκαν οι εννέα Μεγάλες Ιδέες των NET, (Stevens et al., 2009). Ωστόσο, δεδομένου ότι οι NET αποτελούν σύγχρονο θέμα φυσικής, οι έρευνες γύρω από αυτές και την εκπαίδευση είναι σχετικά λίγες τόσο στην Ελλάδα, όσο και διεθνώς. Όπως φάνηκε από την βιβλιογραφική επισκόπηση που πραγματοποιήθηκε, οι έρευνες στην Ελλάδα, εστιάζουν περισσότερο στην Α-βάθμια, παρά στη Β-βάθμια εκπαίδευση, και ιδιαίτερα στο Λύκειο. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, θα πρέπει να γίνει εκτενέστερη μελέτη σχετικά με τις δυσκολίες που εμφανίζουν οι μαθητές κατά τη διδασκαλία θεμάτων NET, τις στάσεις τους και τα κίνητρά τους. Σε αυτή την εργασία, σχεδιάστηκε, και εφαρμόστηκε εκπαιδευτικό υλικό με περιεχόμενο NET για μαθητές Λυκείου που μπορεί να εφαρμοστεί σε ομίλους ή science club. Πρόκειται για μία ΔΜΑ που βασίζεται στις μεγάλες Ιδέες της NET. Σκοπός της εργασίας είναι η αποτίμηση του υλικού ως προς τα εγγενή κίνητρα των μαθητών και την ανάπτυξη δεξιοτήτων συνεργασίας. Άλλος σκοπός της εργασίας είναι να εντοπίσει τις αντιλήψεις των μαθητών σε θέματα NET.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Διδακτική μαθησιακή ακολουθία (ΔΜΑ)

Οι Διδακτικές Μαθησιακές Ακολουθίες (ΔΜΑ) είναι διδακτικές παρεμβάσεις οι οποίες εφαρμόζονται σε λίγες διδακτικές ώρες και αποτελούν εργαλεία βελτίωσης της διδασκαλίας και της μάθησης σε θέματα Φυσικών Επιστημών (Kariotoglou et al., 2003). Η διαδικασία της ανάπτυξης μιας ΔΜΑ είναι σταδιακή και εξελικτική (Psillos & Méheut, 2001).

Το μοντέλο της διδακτικής αναδόμησης MER

Το μεθοδολογικό πλαίσιο που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία για το διδακτικό μετασχηματισμό του επιστημονικού περιεχομένου που αφορά τη νανοτεχνολογία, είναι το μοντέλο της διδακτικής αναδόμησης (MER – Model of Educational Reconstruction) (Duit et al., 2012). Το μοντέλο αποτελείται από τρεις βασικές συνιστώσες, την ανάλυση του επιστημονικού περιεχομένου, την έρευνα για τη διδασκαλία και τη μάθηση και τον σχεδιασμό και αξιολόγηση του διδακτικού περιβάλλοντος.

Οι μεγάλες ιδέες της NET

Οι εννέα μεγάλες ιδέες της NET συμβάλλουν στο να κατανοήσουν οι μαθητές θέματα NET και είναι το μέγεθος και η κλίμακα, η δομή της ύλης, οι δυνάμεις και οι αλληλεπιδράσεις, τα κβαντικά φαινόμενα, οι ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος, η αυτο-οργάνωση (Self-Assembly), τα όργανα και οργανολογία, τα μοντέλα και οι προσομοιώσεις, η επιστήμη, η τεχνολογία και η κοινωνία (Stevens et al., 2009).

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Βιβλιογραφική επισκόπηση

Πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική επισκόπηση των πρόσφατων μελετών σχετικά με την εισαγωγή της N-ET στη δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, στις βάσεις δεδομένων ERIC, Google Scholar και SCOPUS. Η έρευνα ανέδειξε θέματα που άπτονται της εννοιολόγησης των μαθητών που σχετίζονται με την έννοια του «νάνο», τη χρήση εργαλείων για τη διδασκαλία της N-ET, και την επαγγελματική ανάπτυξη για τους εκπαιδευτικούς. Μια συνθετική επισκόπηση παρουσιάζεται από τους Hingant & Albe (2010). Στη συνέχεια έγινε βιβλιογραφική αναζήτηση, στις ίδιες βάσεις δεδομένων, με λέξεις κλειδιά «misconceptions in nanotechnology», «students preconceptions about NST» κτλ. Ενδεικτικά, οι κύριες ιδέες που εντοπίστηκαν

είναι ότι οι μαθητές πιστεύουν πως τα αντικείμενα που είναι πολύ μικρά για να παρατηρηθούν με γυμνό μάτι έχουν περίπου το ίδιο μέγεθος (Stevens et al., 2009), ότι οι μαθητές ενδέχεται να μην σκεφτούν την ύπαρξη ιεραρχίας στη δομή του φύλλου του λωτού (Peikos et al., 2020) κ.α. Προκειμένου να εντοπιστούν έρευνες που διεξήχθησαν στην Ελλάδα και σχετίζονται με την ένταξη των N-ET στην εκπαίδευση και να μελετηθούν τα αποτελέσματά τους, αναζητήθηκαν εργασίες στα πρακτικά των Συνεδρίων της ENEΦET και εντοπίστηκαν: 4 εργασίες που περιγράφουν έννοιες προς διδασκαλία, 7 εργασίες που περιγράφουν παρεμβάσεις σε διάφορες βαθμίδες της εκπαίδευσης και 4 εργασίες που αναφέρονται στην ανάπτυξη υλικού. Οι έρευνες που εντοπίστηκαν, αφορούν μόλις στην τελευταία δεκαετία, δεδομένου ότι στα πρακτικά της ENEΦET δεν εντοπίστηκαν εργασίες σε θέματα N-ET πριν το 2013. Επιπλέον, όσον αφορά τις έρευνες που στηρίζονται σε ανάπτυξη υλικού και παρεμβάσεις, παρατηρήθηκε ότι είναι περισσότερες αυτές που απευθύνονται σε μαθητές Δημοτικού με τις λιγότερες έρευνες να αφορούν εφαρμογές σε μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου, ενώ κάποιες αποτελούν προτάσεις διδασκαλίας.

Οι παρεμβάσεις

Οι παρεμβάσεις έλαβαν χώρα στο Πειραματικό Λύκειο του Α.Π.Θ., την περίοδο Απριλίου- Μαΐου 2023, στο πλαίσιο του Εκπαιδευτικού Ομίλου με συμμετέχοντες 13 μαθητές Α και Β Λυκείου. Η διδακτική σειρά περιλάμβανε έξι συναντήσεις (μία ανά εβδομάδα) διάρκειας ενός διδακτικού δίωρου έκαστη. Για την ανάπτυξη του υλικού, αρχικά μελετήθηκε το επιστημονικό περιεχόμενο που σχετίζεται με τις NET και στη συνέχεια, ερευνήθηκαν οι δυσκολίες που είναι πιθανό να εμφανίσουν οι μαθητές κατά τη διδασκαλία. Ακολούθως, το επιστημονικό περιεχόμενο μετασχηματίστηκε σε περιεχόμενο κατάλληλο για διδασκαλία με το μοντέλο MER και σχεδιάστηκαν οι παρεμβάσεις, οι οποίες βασίστηκαν στις Μεγάλες Ιδέες της NET, ενώ χωρίστηκαν τρεις διδακτικές ενότητες όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1. Οι διδακτικές ενότητες

Παρέμβαση	Διδακτική ενότητα	Άμεσα σχετιζόμενη Μεγάλη Ιδέα της N-ET
1 ^η , 2 ^η , 3 ^η , 4 ^η	Το μέγεθος, η κλίμακα, οι τρεις κόσμοι στη φύση και τα όργανα μελέτης τους	Μέγεθος και κλίμακα, όργανα και οργανολογία
5 ^η	Η ιεραρχική δομή και το φαινόμενο του λωτού	Δομή της ύλης, επιστήμη, τεχνολογία και κοινωνία, μέγεθος και κλίμακα
6 ^η	Επίσκεψη στο SEM του ΑΠΘ	Μέγεθος και κλίμακα, όργανα μέτρησης, μικρό-νάνο-δομή

Κατά τη διάρκεια των παρεμβάσεων χρησιμοποιήθηκε συμβατικός εργαστηριακός εξοπλισμός (χάρακες, μοιρογνωμόνια, παχύμετρα, οπτικό μικροσκόπιο, πιπέτες κ.λ.π.), αλλά και η εφαρμογή ImageMeter, την οποία εγκατέστησαν οι μαθητές στο κινητό τους προκειμένου να λάβουν μετρήσεις από φωτογραφίες. Επιπροσθέτως, χρησιμοποιήθηκε το εικονικό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM) myscore-explore για την παρατήρηση εικόνων ηλεκτρονικής μικροσκοπίας, τον εντοπισμό διαφορών με το οπτικό μικροσκόπιο, αλλά και τη λήψη μετρήσεων από τους μαθητές. Η προσέγγιση που ακολουθήθηκε στις παρεμβάσεις ήταν εποικοδομητική ώστε να δίνεται έμφαση στις αντιλήψεις των μαθητών και το μοντέλο που υιοθετήθηκε ήταν το 5E: Εμπλοκή, Εξερεύνηση, Εξήγηση, Επέκταση και Εκτίμηση (Duran & Duran, 2004). Κάθε παρέμβαση ξεκινούσε με ένα ερώτημα ή ένα βίντεο που λειτουργούσε ως αφορμή (εμπλοκή), στη συνέχεια, οι μαθητές εργαζόνταν σε ομάδες 3-4 ατόμων ώστε να εμπλακούν με ενεργητικές δραστηριότητες (hands-on activities) και να εκτελέσουν πειράματα (εξερεύνηση) και ακολούθως οι μαθητές δομούσαν επεξηγήσεις εννοιών και διαδικασιών (επεξήγηση). Σε επόμενο στάδιο, οι μαθητές εφάρμοσαν αυτά που έχουν μάθει, εκτελώντας νέες δραστηριότητες και δίνοντας νέες ερμηνείες (επέκταση) και τέλος, απαντώντας στα τελικά ερωτηματολόγια που αναπτύχθηκαν, αξιολογήθηκαν από τον εκπαιδευτικό αλλά και αυτό-αξιολογήθηκαν για όσα έμαθαν (εκτίμηση). Στο τέλος των παρεμβάσεων στην τάξη, έλαβε χώρα επίσκεψη στο Α.Π.Θ. (6^η παρέμβαση), όπου οι μαθητές ξεναγήθηκαν στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM), προκειμένου να δουν από κοντά την λειτουργία του και να απευθύνουν ερωτήσεις στο εξειδικευμένο προσωπικό.

Για τις ανάγκες της έρευνας, σχεδιάστηκαν φύλλα εργασίας καθώς και αρχικά και τελικά ερωτηματολόγια, τα οποία απαντούσαν οι μαθητές σε κάθε συνάντηση. Τα ερωτηματολόγια περιλάμβαναν ερωτήσεις γνωστικού περιεχομένου που βασιζόνταν στις λανθασμένες αντιλήψεις των μαθητών σε θέματα NET, ώστε

να ελεγχθεί αν οι συμμετέχοντες στην έρευνα είχαν παρόμοιες αντιλήψεις με αυτές που εντοπίστηκαν στη βιβλιογραφία. Προκειμένου να αποτιμηθούν τα εγγενή κίνητρα των μαθητών, χρησιμοποιήθηκε το εγκυροποιημένο ερωτηματολόγιο SMQII (Glynn et al., 2011) μεταφρασμένο (Salta & Koulougliotis, 2014) και για την ανάπτυξη δεξιοτήτων συνεργασίας, το επίσης εγκυροποιημένο και μεταφρασμένο (Κουσιλόγλου κ.α., 2023) ερωτηματολόγιο 4C1P (Hwang et al., 2018). Οι ερωτήσεις των τελευταίων ερωτηματολογίων απαντήθηκαν πριν την έναρξη της πρώτης παρέμβασης και μετά το πέρας της τελευταίας, και όχι σε κάθε συνάντηση. Στο τέλος της ΔΜΑ πραγματοποιήθηκαν ατομικές ημιδομημένες συνεντεύξεις.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αναφορικά με τα αποτελέσματα της έρευνας, αναμένεται ότι τα κίνητρα των μαθητών θα επηρεάσουν και οι δεξιότητες συνεργασίας τους θα ενισχυθούν, διότι καλούνται να δράσουν στο πλαίσιο της ομάδας. Σύμφωνα με τα πρώτα δεδομένα, παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές έχουν παρόμοιες αντιλήψεις σε θέματα NET με αυτές που εντοπίστηκαν στην βιβλιογραφία, ενώ παρατηρήθηκε και ότι δυσκολεύονται να υπολογίσουν τις πραγματικές διαστάσεις ενός αντικειμένου χρησιμοποιώντας την κλίμακα σε φωτογραφία. Επιπλέον, όπως ήταν αναμενόμενο, οι μαθητές δίνουν ερμηνείες με βάση μια αναγνωρίσιμη αιτία, χωρίς να κάνουν συνδέσεις με τη μικρό και νάνο δομή. Το σύνολο των αποτελεσμάτων θα παρουσιαστούν στο συνέδριο.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Κουσιλόγλου, Μ., Πετρίδου, Ε., Μολοχίδης, Α., Χατζηκρανιώτης, Ε. (2023) *Ανάπτυξη δεξιοτήτων 21ου αιώνα σε μαθητές Γυμνασίου, μέσα από εφαρμογή διερευνητικών εργαστηρίων Φυσικής με ασύρματους αισθητήρες και κινητά τηλέφωνα/tablets (IB-mLab)*. 13ο Συνέδριο ΕΤΠΕ, Καβάλα, 29/9 – 1/10/2023
- Duran, L. B., & Duran, E. (2004). The 5E instructional model: A learning cycle approach for inquiry-based science teaching. *Science Education Review*, 3(2), 49-58.
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction—A framework for improving teaching and learning science. In *Science education research and practice in Europe* (pp. 13-37). Brill. <https://brill.com/view/book/edcoll/9789460919008/BP000003.xml>
- Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N., & Taasobshirazi, G. (2011). Science motivation questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1159–1176. <https://doi.org/10.1002/tea.20442>
- Hingant, B., & Albe, V. (2010). *Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: A review of literature*. *Studies in Science Education*, 46 (2), 121-152. <https://doi.org/10.1080/03057267.2010.504543>
- Hwang, G. J., Lai, C. L., Liang, J. C., Chu, H. C., & Tsai, C. C. (2018). A long-term experiment to investigate the relationships between high school students' perceptions of mobile learning and peer interaction and higher-order thinking tendencies. *Educational Technology Research and Development*, 66, 75-93. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9540-3>
- Jones, M. G., Blonder, R., Gardner, G. E., Albe, V., Falvo, M., & Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.771828>
- Kariotoglou, P., Psillos, D., & Tselfes, V. (2003). Modelling the Evolution of Teaching—Learning Sequences: from Discovery to Constructivism. *Science education research in the knowledge-based society*, 259-268. DOI: 10.1007/978-94-017-0165-5_28
- Lin, S. F., Chen, J. Y., Shih, K. Y., Wang, K. H., & Chang, H. P. (2015). Science teachers' perceptions of nanotechnology teaching and professional development: A survey study in Taiwan. *Nanotechnology Reviews*, 4(1), 71–80. <https://doi.org/10.1515/ntrev-2014-0019>
- Peikos, G., Spyrtou, A., Pnevmatikos, D., & Papadopoulou, P. (2020). Nanoscale science and technology education: primary school student's preconceptions of the lotus effect and the concept of size. *Research in Science & Technological Education*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1841149>
- Psillos, D., & Méheut, M. (2001). Teaching-learning sequences as a means for linking research to development. In *Proceedings of the third international conference on science education research in the knowledge based society* (Vol. 1, p. 226). Thessaloniki: Aristotle University of Thessaloniki, Dept of Primary Education.
- Salta, K., & Koulougliotis, D. (2014). Assessing motivation to learn chemistry: adaptation and validation of Science Motivation Questionnaire II with Greek secondary school students. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(2), 168–183.
- Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). *The big ideas of nanoscale science and engineering*. NSTA press.