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

Προώθηση των Δεξιοτήτων του 21ου Αιώνα μέσω μίας Διδακτικής Παρέμβασης για το Φαινόμενο της Υδροφοβίας στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Λάζαρος Πελέκας, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης, Ηρώ Κολιάκου

doi: 10.12681/codiste.7706

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 13/03/2026 05:26:57

Προώθηση των Δεξιοτήτων του 21ου Αιώνα μέσω μίας Διδακτικής Παρέμβασης για το Φαινόμενο της Υδροφοβίας στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Λάζαρος Πελέκας[1], Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης[2] και Ηρώ Κολιάκου[3]
[1]Υποψήφιος Διδάκτορας, [2]Καθηγητής
[1,2]Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
[3]Επικεφαλής STEM, Κολλέγιο Ανατόλια, Θεσσαλονίκη
[1]lpelekas@physics.auth.gr

Περίληψη
Το φαινόμενο της υδροφοβίας αναφέρεται στην ιδιότητα ορισμένων επιφανειών να απωθούν το νερό, ελαχιστοποιώντας την επαφή μαζί του λόγω χαμηλής επιφανειακής ενέργειας. Η εισαγωγή της νανοτεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία ενθαρρύνει τη διαθεματικότητα, την πρωτοβουλία και την καινοτομία, παρέχοντας μια ισχυρή βάση για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων των μαθητών που απαιτούνται στον 21ο αιώνα. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η προώθηση των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα μέσω μίας διδακτικής παρέμβασης για το φαινόμενο της υδροφοβίας στα πλαίσια ενός ομίλου STEM σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, εξετάζοντας παράλληλα τις γνώσεις και τις στάσεις τους απέναντι στην επιστήμη και την τεχνολογία.

Λέξεις κλειδιά: δεξιότητες του 21ου αιώνα, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, διδακτική μαθησιακή ακολουθία, νανοτεχνολογία, υδροφοβία

Promoting 21st Century Skills through a Teaching Intervention on the Hydrophobicity Phenomenon in Secondary Education

Lazaros Pelekas[1], Euripides Hatzikraniotis[2] and Iro Koliakou[3]
[1]PhD Student, [2]Professor
[1,2]Laboratory of Science Education & Educational Technology,
School of Physics, Aristotle University of Thessaloniki
[3]Head of STEM, Anatolia College, Thessaloniki
[1]lpelekas@physics.auth.gr

Abstract
The phenomenon of hydrophobicity refers to the property of certain surfaces to repel water, minimizing contact with it due to low surface energy. The introduction of nanotechnology in the educational process encourages interdisciplinary, initiative and innovation, providing a concrete foundation for the development of students' skills required in the 21st century. The purpose of this work is to promote 21st century skills through a teaching intervention on the phenomenon of hydrophobicity within the framework of a STEM club for secondary education students, while examining their knowledge and attitudes towards science and technology.

Keywords: 21st-century skills, hydrophobicity, nanotechnology, secondary education, teaching-learning sequence

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7706

Εισαγωγή

Τα 4C's (critical thinking, creativity, communication, collaboration) είναι θεμελιώδεις δεξιότητες που έχουν αναγνωριστεί ως κρίσιμης σημασίας για την επιτυχία στον 21ο αιώνα. Η ενσωμάτωση αυτών των δεξιοτήτων στην εκπαίδευση είναι απαραίτητη για να προετοιμάσει τους μαθητές, να ενθαρρύνει την καινοτομία και να διασφαλίσει την ομαλή προσαρμογή τους στην εργασιακή αγορά και στην κοινωνία (Hirsh-Pasek et al., 2020).

Η Νανοεπιστήμη και η Νανοτεχνολογία (N-ET), έχει αναδειχθεί ως ένας από τους πλέον πρωτοποριακούς και δυναμικά αναπτυσσόμενους τομείς της σύγχρονης επιστήμης και τεχνολογίας, καθώς συνδυάζει παραδοσιακά αντικείμενα όπως η χημεία, η φυσική και η μηχανική. Η ένταξη της N-ET στην εκπαιδευτική διαδικασία προσφέρει ένα πλαίσιο για την εξάσκηση και την εφαρμογή γνώσεων και δεξιοτήτων σε πραγματικά και σύνθετα προβλήματα. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με μία συστηματική βιβλιογραφική επισκόπηση των Πελέκας & Χατζηκρανιώτης (2025), τα θέματα της N-ET θεωρούνται κατάλληλα για την προώθηση των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, καθώς οι περισσότερες έρευνες χρησιμοποιούν την διερεύνηση για την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, ενώ η συζήτηση σε συνδυασμό με δραστηριότητες ενεργούς μάθησης και η αξιοποίηση ψηφιακών εργαλείων, ενισχύουν τη συνεργασία και την επικοινωνία μέσω της ομαδικής επίλυσης προβλημάτων. Τέλος, δραστηριότητες όπως η δημιουργία παρουσιάσεων ή poster συμβάλλουν στην προώθηση της δημιουργικότητας (Spyrtou et al., 2019).

Από το ευρύ φάσμα θεμάτων της N-ET, αυτό που ξεχωρίζει ως προς την διαθεματικότητα του στην εκπαίδευση είναι το φαινόμενο της υδροφοβίας, καθώς οι μαθητές έχουν την δυνατότητα να συνδυάσουν έννοιες από διαφορετικές επιστήμες για να εξηγήσουν φαινόμενα της καθημερινότητας (Pelekas & Hatzikraniotis, 2023). Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτού του φαινομένου είναι το φαινόμενο του λωτού, που χάρη στις μικρο- και νανοδομές της επιφάνειάς των φύλλων του, σε συνδυασμό με την παρουσία κηρωδών ουσιών, επιτρέπουν στο νερό να σχηματίζει σφαιρικές σταγόνες και να απομακρύνει τη σκόνη και τους ρύπους (Barthlott et al., 2016). Το φαινόμενο αυτό συναντάται αρκετά συχνά σε εκπαιδευτικές παρεμβάσεις στην βιβλιογραφία, καθώς θεωρείται πρόσφορο για την προώθηση των 4C's, αλλά και ανάπτυξη θετικών στάσεων απέναντι στην επιστήμη (Αρβανίτου & Πετρίδου, 2024˙ Ντεβετούδη & Χατζηκρανιώτης, 2024).

Για να διερευνηθεί το κεντρικό ερευνητικό ερώτημα της εργασίας, κατά πόσο προωθούνται οι δεξιότητες του 21ου αιώνα μέσα από θέματα N-ET, σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε μία διδακτική παρέμβαση για την κατανόηση του φαινομένου της υδροφοβίας, εστιάζοντας στην προώθηση των 4C's, εξετάζοντας παράλληλα τις στάσεις των μαθητών απέναντι στην επιστήμη. Τα ευρήματα της έρευνας αναμένεται να αναδείξουν τη σημασία της ανάπτυξης των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα μέσα από ένα σύγχρονο θέμα της επιστήμης στα πλαίσια της βιωματικής μάθησης.

Μεθοδολογία

Η διδακτική παρέμβαση που σχεδιάστηκε αποτελεί μία Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ), με έμφαση στη σταδιακή ανάπτυξη των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα από τους μαθητές μέσω της διερευνητικής και βιωματικής μάθησης, εφαρμόζοντας τη γνώση τους σε πραγματικά σενάρια. Η ΔΜΑ βασίζεται στο διδακτικό μοντέλο 5E - Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate (Duran & Duran, 2004), το οποίο θεωρείται κατάλληλο και αποτελεσματικό για την προώθηση των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα (Senan, 2013), αφού ακολουθεί μια εποικοδομητική προσέγγιση μάθησης και προάγει την ενεργό συμμετοχή των μαθητών συνδέοντας τη θεωρία με την πράξη. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιείται η συζήτηση ως κύρια μέθοδος για την προώθηση των δεξιοτήτων της συνεργασίας και της επικοινωνίας, ενώ οι δραστηριότητες πειραματισμού με την βοήθεια ψηφιακών εργαλείων και η δημιουργία poster ενισχύουν την κριτική σκέψη και δημιουργικότητα.

Η ΔΜΑ εφαρμόστηκε σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Γυμνασίου-Λυκείου) στο πλαίσιο του ομίλου STEM στο Κολλέγιο Ανατόλια και αποτελείται από 1 εισαγωγική και 3 διδακτικές ενότητες που θα διαρκέσουν στο σύνολο 8 διδακτικές ώρες (2 διδακτικές ώρες/εβδομάδα). Το μοντέλο 5Ε αναπτύσσεται σε κάθε διδακτική ενότητα ξεχωριστά.

Για την αποτίμηση της ΔΜΑ, εξετάζονται οι γνώσεις, οι δεξιότητες, καθώς και οι στάσεις των μαθητών μέσα από: α) ερωτηματολόγια με ερωτήσεις γνωστικού περιεχομένου, β) το ερωτηματολόγιο «4C1P» (Hwang et al., 2018) που εξετάζει την ανάπτυξη των 4c's και μίας επιπλέον δεξιότητας για την επίλυση προβλημάτων και γ) το ερωτηματολόγιο «Test of Science Related Attitudes - TOSRA» (Fraser, 1978) για τις στάσεις των μαθητών απέναντι στην επιστήμη.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται συνοπτικά οι διδακτικές ενότητες και οι αντίστοιχοι στόχοι της ΔΜΑ.

Πίνακας 1. Οι διδακτικές ενότητες της ΔΜΑ και οι αντίστοιχοι στόχοι

Διδακτικές Ενότητες	Διδακτικοί Στόχοι
Εισαγωγική Ενότητα	• Οι μαθητές να **αναγνωρίζουν** τις δυνάμεις συνοχής και συνάφειας και το ρόλο τους στον σχηματισμό σταγονιδίων σε μία επιφάνεια.
1η Διδακτική Ενότητα	• Οι μαθητές να **αναγνωρίζουν** ότι η δομή της επιφάνειας συμβάλει καθοριστικά στο φαινόμενο της υδροφοβίας. • Οι μαθητές να **συσχετίζουν** το φαινόμενο της υδροφοβίας με τις δυνάμεις συνοχής και συνάφειας.
2η Διδακτική Ενότητα	• Οι μαθητές να **αναγνωρίζουν** ότι οι φυσικές υδατοαπωθητικές επιφάνειες, όπως αυτή του φύλλου του λωτού, έχουν ιεραρχική δομή. • Οι μαθητές να **εξηγούν** το ρόλο των μικροσκοπικών δομών της επιφάνειας στην ενίσχυση του φαινομένου της υδροφοβίας.
3η Διδακτική Ενότητα	• Οι μαθητές να **αναγνωρίζουν** τη γωνία επαφής και τον τρόπο μέτρησης της μέσω ψηφιακών εργαλείων. • Οι μαθητές να **κατατάσσουν** τις επιφάνειες σε υδρόφιλες, υδρόφοβες και υπερυδρόφοβες με βάση τη γωνία επαφής τους.

Η εισαγωγική ενότητα με τίτλο «Το πρόβλημα της πευκοβελόνας», έχει ως σκοπό να εισάγει τους μαθητές στην λογική της διερεύνησης και της επίλυσης προβλημάτων, υπό την καθοδήγηση του καθηγητή. Οι μαθητές διερωτώνται για τον σχηματισμό σταγονιδίων στην επιφάνεια πευκοβελόνων, σε συνθήκες ομίχλης. Διερευνούν τον ρόλο των δυνάμεων συνοχής και συνάφειας, που αποτελούν το θεωρητικό πλαίσιο για την εισαγωγή στο φαινόμενο της υδροφοβίας. Οι μαθητές εισάγονται στην επιστημονική μέθοδο, μέσα από συζήτηση και αναστοχασμό.

Σκοπός της πρώτης διδακτικής ενότητας με τίτλο «Υδροφοβία στην φύση και τη τεχνολογία» είναι η παρουσίαση του φαινομένου της υδροφοβίας, κατευθύνοντας τους μαθητές να κατανοήσουν ότι η επιφάνεια ενός υλικού καθορίζει την συμπεριφορά του νερού πάνω του, μέσα από παραδείγματα της φύσης και της τεχνολογίας. Ακόμη, προσπαθούν να ερμηνεύσουν το φαινόμενο με τις δυνάμεις συνοχής και συνάφειας που έμαθαν στην προηγούμενη ενότητα. Όσον αφορά την ανάπτυξη των δεξιοτήτων, σκοπός της ενότητας είναι η βασική απόκτηση των 4C's, ενώ για την ανάπτυξη θετικών στάσεων απέναντι στην επιστήμη γίνονται συζητήσεις ως προς την κοινωνική διάσταση της επιστήμης.

Σκοπός της δεύτερης διδακτικής ενότητας με τίτλο «Το φαινόμενο του λωτού» είναι η προώθηση γνώσεων για την ιεραρχική δομή των μικροσκοπικών δομών της επιφάνειας των φύλλων του λωτού και του ρόλου της στην ενίσχυση της υδροφοβίας. Όσον αφορά την ανάπτυξη των δεξιοτήτων, σκοπός της ενότητας είναι η ανάπτυξη ακρίβειας και συντονισμού, ενώ για την ανάπτυξη θετικών στάσεων απέναντι στην επιστήμη γίνονται συζητήσεις για τον ρόλο της τεχνολογίας στην επιστήμη.

Σκοπός της τρίτης διδακτικής ενότητας με τίτλο «Η γωνία επαφής ως μέτρο της υδροφοβίας» είναι η προώθηση των γνώσεων σχετικά με τη μέτρηση της γωνίας επαφής μέσω ψηφιακών εργαλείων και η σύνδεση της με την κατάταξη των επιφανειών ως προς το μέτρο

της υδροφοβίας τους. Όσον αφορά την ανάπτυξη των δεξιοτήτων, σκοπός της ενότητας είναι η εκτέλεση με αυθορμητισμό και καινοτομία, ενώ για την ανάπτυξη θετικών στάσεων απέναντι στην επιστήμη γίνονται αναστοχαστικές συζητήσεις για τις εντυπώσεις των μαθητών ως προς τις επιστημονικές διαδικασίες σε όλη την διάρκεια της ΔΜΑ.

Αποτελέσματα & Συμπεράσματα

Η εφαρμογή της ΔΜΑ που βρίσκεται σε εξέλιξη, αναμένεται να επιτύχει την κατανόηση των δυσνόητων εννοιών του μικρόκοσμου από τους μαθητές, αλλά και την καλλιέργεια θετικών στάσεων απέναντι στην επιστήμη και την τεχνολογία. Έχει σχεδιαστεί με τις αρχές της βιωματικής μάθησης και προωθεί την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και της δημιουργικότητας, προσφέροντας παράλληλα ευκαιρίες για συνεργασία και επικοινωνία στο πλαίσιο της εφαρμογής της επιστημονικής γνώσης σε πραγματικά προβλήματα. Τα αποτελέσματα της παρέμβασης θα παρουσιαστούν στο συνέδριο.

Βιβλιογραφία

Αρβανίτου Ε., Πετρίδου Ε. (2024). Ανάπτυξη διδακτικής σειράς για την εισαγωγή μαθητών στις καταστάσεις διαβροχής και στη μοντελοποίηση. *Πρακτικά του 13ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, Ιωάννινα, ΕΚΤ. ISBN: 978-618-82063-2-8. https://doi.org/10.12681/codiste.6931

Ντεβετούδη, Ε., & Χατζηκρανιώτης, Ε. (2024). Εφαρμογές νανοτεχνολογίας για μαθητές Λυκείου. *Πρακτικά του 13ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, 269-277. https://doi.org/10.12681/codiste.6883

Πελέκας Λ., & Χατζηκρανιώτης, Ε. (2025). Πως προάγουν οι παρεμβάσεις σε θέματα νανοτεχνολογίας τις δεξιότητες του 21ου αιώνα?: Μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. *Πρακτικά του 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Νέων Ερευνητών και Ερευνητριών στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*. Πρέσπες 2024 (υπό δημοσίευση).

Barthlott, W., Mail, M., & Neinhuis, C. (2016). Superhydrophobic hierarchically structured surfaces in biology: evolution, structural principles and biomimetic applications. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2073), 20160191. https://doi.org/10.1098/rsta.2016.0191

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. Ανακτήθηκε στις 19/02/2025 από: https://eric.ed.gov/?id=EJ1058007

Fraser, B. J. (1978). Development of a test of science-related attitudes. *Science Education*, *62*(4), 509–515. https://doi.org/10.1002/sce.373062041

Hirsh-Pasek, K., Hadani, H. S., Blinkoff, E., & Golinkoff, R. M. (2020). A new path to education reform: playful learning promotes 21st century skills in school and beyond. *Policy Brief*. Ανακτήθηκε στις 19/02/2025, από: https://www.researchgate.net/publication/3452095-02_A_new_path_to_education_reform_Playful_learning_promotes_21st–century_skills_in_schools_and_beyond_POLICY_BIG_IDEAS_About_the_Authors

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

Pelekas, L., & Hatzikraniotis, E. (2023). Teaching learning sequence for the introduction of superhydrophobicity in secondary education. *Proceedings of 11th International Conference of the Balkan Physical Union* (σ. 261). https://doi.org/10.22323/1.427.0261

Senan, C. D. (2013). Infusing BSCS 5E Instructional Model with Multimedia: A Promising Approach to Develop 21st Century Skills. I-Manager's *Journal on School Educational Technology, 9*(2), 1–7. https://doi.org/10.26634/jsch.9.2.2494

Spyrtou, A., Manou, L., Peikos, G., & Zachou, P. (2019). Facilitating Primary Student Teachers' Development of Critical Thinking Through a Nanotechnology Module. *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education,* 137–152. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4_10