

# Δράσεις γνωριμίας μαθητών με τη нанοτεχνολογία στο Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. «Δημόκριτος»

## Περίληψη

Σε αυτή την εργασία παρουσιάζονται τις δράσεις γνωριμίας των μαθητών με τη нанοτεχνολογία που υλοποιήθηκαν κατά το σχολικό έτος 2015-2016 στο Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. "ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ". Κατά τη διάρκεια των εκπαιδευτικών επισκέψεων επιχειρήθηκε αρχικά μια εξοικείωση των μαθητών με την έννοια του μεγέθους και της σημασίας που αυτό έχει στην τεχνολογία, μέσα από βιώματα της καθημερινότητάς μας. Οι μαθητές είδαν επίσης σχετικά εκθέματα, όπως υπερ-υδροφοβες επιφάνειες, φωτοβολταϊκά κ.α. και ξεναγήθηκαν στους χώρους εργαστηρίων όπου κατασκευάζονται πολλές από αυτές τις τεχνολογίες αιχμής. Συνδυαστικά με τις επισκέψεις, δόθηκε στους μαθητές εκπαιδευτικό υλικό σχετικό με τα προηγμένα υλικά. Συμπερασματικά, επιχειρήθηκε μια πολύπλευρη, επιστημονικά ορθή, αλλά ταυτόχρονα απλουστευμένη γνωριμία των μαθητών με τη нанοτεχνολογία έτσι ώστε να κινητοποιηθεί το ενδιαφέρον τους και να δραστηριοποιηθούν γύρω από αυτό το αντικείμενο.

## Abstract

In this paper, the students' acquaintance with nanotechnology actions of the Institute of Nanoscience and Nanotechnology of National Centre for Scientific Research are presented. Through everyday objects, students are shown that (nano) size plays a crucial role in the observed behavior of the object and presented with the diverse applications of Nanotechnology through the Institute's exhibits. In addition to visits, educational material on advanced materials was provided to the students. Consequently, a multi-sided, scientifically correct, but simplified presentation of nanotechnology was given in order to promote interest on the field.

## 1. Εισαγωγή

Ως Νανοτεχνολογία ορίζεται η επιστήμη, η μηχανική και η τεχνολογία στην νανοκλίμακα, δηλαδή στην κλίμακα διαστάσεων από 1 έως 100nm [National Nanotechnology Initiative]. Από τον ορισμό, γίνεται άμεσα κατανοητή η ευρύτητα και η διεπιστημονικότητα του πεδίου – η Νανοτεχνολογία αξιοποιεί και συνδυάζει γνώση από τη Φυσική [Buot 1993, Sysoev et al. 2009], τη Χημεία [Toma & Araki 2009], την Επιστήμη Υλικών [de Miranda 2012], την Ηλεκτρονική [Yeh 2013] και την Επιστήμη Υπολογιστών [Neto 2014], αλλά ακόμη και τη Βιολογία [Perret et al. 2016] και την Ιατρική [Bertrand et al. 2014, Wong et al. 2013] για την παραγωγή νέων εμπορικών προϊόντων και γενικότερα την περαιτέρω βελτίωση της ποιότητας της ανθρώπινης ζωής [Fonseca et al. 2014, Wyser et al. 2016]. Τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όμως, εκτός από προκλήσεις για την ερευνητική διαδικασία, αυξάνουν και το βαθμό δυσκολίας σχεδιασμού οποιασδήποτε εκπαιδευτικής διαδικασίας, αφού οι μαθητές μέχρι και το πέρας της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δεν έχουν μάθει να συνδυάζουν τις γενικές γνώσεις που λαμβάνουν από τα σχετικά διδακτικά αντικείμενα (Φυσική, Χημεία, Βιολογία), πόσο μάλλον να το κάνουν αυτό για το μικρόκοσμο για τον οποίο στερούνται προσωπικών εμπειριών και φυσιολογικά δυσκολεύονται να κατανοήσουν ακόμη και το μέγεθος του [Ghattas and Carver 2015, Jones et al. 2013].

Οι παραπάνω δυσκολίες ελήφθησαν υπόψη κατά το σχεδιασμό των εκπαιδευτικών δράσεων γνωριμίας με τη Νανοτεχνολογία του Ινστιτούτου Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας (INN) του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος». Στα πλαίσια των δράσεων σχεδιάστηκε μια εισαγωγική ομιλία, η οποία συνδυάζεται με παρουσίαση του εργαστηρίου του καθαρού χώρου του INN, αλλά και προϊόντων της Νανοτεχνολογίας που έχουν αναπτυχθεί στο Ινστιτούτο. Για το γενικότερο εκπαιδευτικό πλαίσιο των δράσεων, αξιοποιήθηκαν οι προτάσεις και η εμπειρία από το πρόγραμμα STIMULATE ("Stimulate: Stimulating public attitude towards advanced materials" - <http://www.materialsfuture.eu>). Η χρονική περίοδος που αφορούν οι παρουσιαζόμενες δράσεις αφορά το σχολικό έτος 2015-2016 και πιο συγκεκριμένα την περίοδο Ιανουαρίου-Απριλίου 2016 και αποτελεί την πιλοτική φάση λειτουργίας των συγκεκριμένων δράσεων.

## 2. Μεθοδολογία

Στις δράσεις συμμετείχαν 8 σχολεία με 220 μαθητές περίπου. Ο σχεδιασμός των δράσεων ακολουθεί τη μεθοδολογία για επισκέψεις σε ερευνητικά εργαστήρια που αναπτύχθηκε κατά την εκτέλεση του προγράμματος STIMULATE. Βάσει αυτής, η επίσκεψη σε έναν ερευνητικό χώρο δεν περιορίζεται στο χώρο και χρόνο διενέργειάς της, αλλά περιλαμβάνει μια προηγούμενη φάση προετοιμασίας με επιλεγμένο εκπαιδευτικό υλικό και μια επόμενη φάση αξιολόγησης και εκμετάλλευσης της προσλαμβανόμενης πληροφορίας, ενώ προτείνεται και εκπαιδευτικό υλικό για την κάθε φάση [Research Lab Educational Visits]. Με δεδομένο ότι στο πεδίο εφαρμογής της, η Νανοτεχνολογία βασίζεται στο τρίπτυχο «νέα προηγμένα υλικά- νέες διεργασίες κατασκευής-έξυπνος (επανα)σχεδιασμός διατάξεων» το ήδη διαθέσιμο υλικό του προγράμματος STIMULATE μπορεί να αξιοποιηθεί εμπλουτιζόμενο με υλικό σχετικό με τις διεργασίες και το σχεδιασμό.

Για τα 7 από τα 9 σχολεία που συμμετείχαν στις δράσεις κατά την εξεταζόμενη περίοδο, η φάση της προετοιμασίας είχε υπερκαλυφθεί λόγω της συμμετοχής τους σε εκπαιδευτικά προγράμματα/δίκτυα νανοτεχνολογίας (πρόγραμμα IRRESISTIBLE "Irresistible: Engaging the Young in Responsible Research and Innovation - <http://www.irresistible-project.eu/index.php/en/>, εκπαιδευτική κοινότητα νανοτεχνολογίας FLORINANO).

Σχήμα 1. Εφαρμογές Νανοτεχνολογίας (ομιλία)



Η επίσκεψη αποτελείται από μια εισαγωγική ομιλία με συμμετοχή των μαθητών και την ξενάγηση στα εργαστήρια και τα εκθέματα. Η ομιλία σχεδιάστηκε με γνώμονα τα βασικά χαρακτηριστικά του πεδίου (ευρύτητα, διεπιστημονικότητα) και εστιάζεται κυρίως σε δυο τομείς την Νανοηλεκτρονική και την Νανοφωτονική που αποτελούν κύριες κατευθύνσεις έρευνας στο INN, αλλά επιπλέον έχουν τα πλεονεκτήματα ότι (1) κάνουν πιο εύκολα

κατανοητή την εξάρτηση της συμπεριφοράς της διάταξης από το μέγεθός της, και (2) είτε έχουν ήδη κατασκευαστεί γνωστά εμπορικά προϊόντα ή υπάρχουν φυσικά παραδείγματα χρήσης (Σχήμα 1). Επίσης, έγινε προσπάθεια ώστε να επιτευχθεί η συνειδητοποίηση του μεγέθους των νανοδιατάξεων από τους μαθητές. Στα πλαίσια αυτά επιδείχθηκε και το κείμενο της Οδύσσειας που έχει κατασκευαστεί στον καθαρό χώρο του INN σε δείγμα πυριτίου επιφάνειας  $0,06\text{mm}^2$  και το οποίο διαβάζεται μόνο με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. (Σχήμα 2)

Για τη συνέχεια ενασχόλησης των μαθητών με τη νανοτεχνολογία έχει προταθεί στους μαθητές κατάλληλης ηλικίας το εκπαιδευτικό παιχνίδι «Κυνηγός Υλικών» που κατασκευάστηκε στα πλαίσια του προγράμματος STIMULATE.

Η επίδραση των δράσεων στους μαθητές δε μετρήθηκε ποσοτικά, τόσο για οργανωτικούς λόγους (δεν υπήρχε επαρκής χρόνος και η αναγκαία εξειδίκευση για το σχεδιασμό μιας αξιόπιστης ποσοτικής έρευνας της επίδρασης των δράσεων), όσο και για τον αντικειμενικό λόγο ότι οι συμμετέχοντες μαθητές δεν αποτελούν τυχαίο δείγμα του πληθυσμού των μαθητών, έχοντας προηγούμενη συμμετοχή σε πρόγραμμα ή δίκτυο σχετιζόμενο με τη Νανοτεχνολογία. Έτσι, η επίδραση στους μαθητές αξιολογήθηκε μόνο ποιοτικά με βασικό μας εργαλείο την αναφορά (άμεση ή έμμεση) στα εκθέματα των μαθητών στο υλικό που επιδείχθηκε κατά την επίσκεψή τους. Περαιτέρω, αξιολογήθηκαν άλλες παράμετροι όπως η συμμετοχή κατά τη διάρκεια της ομιλίας, το πλήθος ερωτήσεων μετά το τέλος αυτής και τις αντιδράσεις των μαθητών κατά τη διάρκεια της επίδειξης των εκθεμάτων.

### 3. Αποτελέσματα

Η υλοποίηση των εκπαιδευτικών δράσεων κρίνεται ως θετική. Σε εκθέματα 5 σχολείων υπήρξε άμεση ή έμμεση αναφορά στην πληροφορία που έλαβαν κατά την επίσκεψή τους στο Δημόκριτο, ενώ η συμμετοχή των μαθητών στη συζήτηση κατά τη διάρκεια της παρουσίασης ήταν ικανοποιητική και σε τουλάχιστον 2 περιπτώσεις υπήρξε τελικά πίεση χρόνου λόγω της διάρκειας της συζήτησης. Τέλος, αξιοσημείωτο είναι ότι 4 από τα σχολεία που είχαν επισκεφθεί το INN συμμετείχαν και στην Βραδιά του Ερευνητή, τον ετήσιο θεσμό επικοινωνίας των ερευνητικών Κέντρων με το ευρύ κοινό.

**Σχήμα 2.** Κατανόηση του μεγέθους (α) Η ανθρώπινη τρίχα και αντίγραφα γνωστών αντικειμένων σε νανοδιαστάσεις (β) Μερικές λέξεις από την Οδύσσεια. Κάθε γράμμα έχει διάσταση  $20\text{nm} \times 20\text{nm}$ .



### 4. Συμπεράσματα

Παρουσιάστηκαν οι εκπαιδευτικές δράσεις γνωριμίας με τη νανοτεχνολογία του INN για το περασμένο σχολικό έτος. Βασικός στόχος ήταν η κατανόηση του μεγέθους των διατάξεων

που αφορούν την Νανοτεχνολογία, καθώς και του ρόλου του στις παρατηρούμενες ιδιότητες [Sanjay & Pandey (2017)]. Αυτό επιδιώχθηκε με το συνδυασμό μιας ομιλίας με συμμετοχή των μαθητών, συνδεδεμένης με την παρουσίαση εκθεμάτων στην Βιβλιοθήκη του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε «Δημόκριτος» και στις προθήκες του Ινστιτούτου INN και την παρουσίαση του εργαστηρίου Καθαρού Χώρου του INN. Η γνώση αυτή χρησίμευσε στους μαθητές που συμμετείχαν στο ερευνητικό πρόγραμμα IRRESISTIBLE, ώστε να κατασκευάσουν και παρουσιάσουν το έκθεμα που είχαν αναλάβει, στα πλαίσια του προγράμματος.

## 5. Βιβλιογραφία

Bertrand, N., Wu, J., Xu, X. Y., Kamaly, N., Farokhzad, O. C. (2014) “Cancer nanotechnology: The impact of passive and active targeting in the era of modern cancer biology” *Advanced Drug Delivery Reviews* 66, pp. 2-25

Buot, F. A. (1993), “MESOSCOPIC PHYSICS AND NANOELECTRONICS - NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY” *Physics Reports-Review Section of Physics Letters* 234 (2-3), pp. 73-174

de Miranda, P. E. V. (2012) “Nanotechnology and the Science and Engineering of Materials” *Materia-Rio De Janeiro* 17 (2), pp. 2

Fonseca, N. A., Gregorio, A. C., Valerio-Fernandes, A., Simoes, S., Moreira, J. N. (2014) “Bridging cancer biology and the patients' needs with nanotechnology-based approaches” *Cancer Treatment Reviews* 40 (5), pp. 626-635

Ghattas, N. I., Carver, J. S. (2015) “Integrating nanotechnology into school education: a review of the literature” *Research in Science & Technological Education* 30 (3), pp. 271-284

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* 35 (9), pp. 1490-1512

National Nanotechnology Initiative site: <http://www.nano.gov/nanotech-101/what/definition>

Neto, O. P. V. (2014) “Intelligent Computational Nanotechnology: The Role of Computational Intelligence in the Development of Nanoscience and Nanotechnology” *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience* 11 (4), pp. 928-944

Research Lab Educational Visits: <http://www.materialsfuture.eu/media/214349/research-lab-educational-visits.pdf>

Sanjay, S.S., Pandey, A.C. (2017) “A brief manifestation of nanotechnology” *Advanced Structured Materials* 62, pp. 47-63

Sysoev, N. N., Osipov, A. I., Uvarov, A. V. (2009) “Nanotechnology and molecular physics” *Moscow University Physics Bulletin* 64 (1), pp. 1-9

Toma, H. E., Araki, K. (2009) “Exploring the Supramolecular Coordination Chemistry-Based Approach for Nanotechnology” *Book Section in “Progress in Inorganic Chemistry” Vol 56*, pp. 379-485

Wong, I. Y., Bhatia, S. N., Toner, M. (2013) “Nanotechnology: emerging tools for biology and medicine” *Genes & Development* 27 (22), pp. 2397-2408

Wyser, Y., Adams, M., Avella, M., Carlander, D., Garcia, L., Pieper, G., Rennen, M., Schuermans, J., Weiss, J. (2016) “Outlook and Challenges of Nanotechnologies for Food Packaging” *Packaging Technology and Science* 29 (12), pp. 615-648

Yeh, N. C. (2013) “Nanotechnology for electronics & photonics” *Technovation* 33 (4-5), 108