

Εισαγωγή του Μαθήματος της Νανο-επιστήμης/τεχνολογίας στο Λύκειο

Κ. Αχιλλέως¹, Σ. Παπαδόπουλος², Σ. Φριλίγκος³, Α. Κουμαρά⁴, Δ. Ταρνανίδης⁵, Κ. Γρηγοριάδου⁶, Κ. Κεραμιδάς⁷, Χ. Πολάτογλου⁸.

¹ Φυσικός, καθηγήτρια 1^{ου} Π.Π. Λυκείου Θεσ/νίκης «Μανόλης Ανδρόνικος», cachilleosa@gmail.com,
² Φυσικός, καθηγητής 1^{ου} Π.Π. Λυκείου Θεσ/νίκης «Μανόλης Ανδρόνικος», stpapado@sch.gr, ³ Φυσικός-Ραδιοηλεκτρολόγος, Διευθυντής 1^{ου} Π.Π. Λυκείου Θεσ/νίκης «Μανόλης Ανδρόνικος», sfriligkos@sch.gr,
⁴ Φυσικός-Msc Νανοτεχνολογίας, anniekmr@gmail.com, ⁵ Τελειόφοιτος Φοιτητής Τμήματος Φυσικής Α.Π.Θ., mhtse.92@gmail.com, ⁶ Βιολόγος, Καθηγήτρια 1^{ου} Π.Π. Λυκείου Θεσ/νίκης «Μανόλης Ανδρόνικος», kgrigoriad@gmail.com, ⁷ Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ04, kkeramidas@sch.gr, ⁸ Αν. Καθηγητής Τμήματος Φυσικής Α.Π.Θ., hariton@physics.auth.gr

Περίληψη

Η νανο-επιστήμη/τεχνολογία βρίσκεται ήδη στην καθημερινότητά μας με πολλές εφαρμογές σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Έχει λύσει πάρα πολλά προβλήματα και παρουσιάζει προϋποθέσεις για παραπέρα εξέλιξη. Αναμένονται πολλές καινοτομίες που θα αλλάξουν γενικά τον τρόπο με τον οποίο ζούμε. Όλη αυτή η πρόοδος δεν είναι χωρίς προβλήματα. Αυτά σχετίζονται με το περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία και τις αρχές της ηθικής. Μια από τις προτεραιότητες σχετικά με την νανο-επιστήμη/τεχνολογία είναι η αντιμετώπιση των προβλημάτων από τα πρώτα στάδια της εξέλιξης της και όχι όταν εμφανιστούν αρνητικές επιπτώσεις από τις πρακτικές της εφαρμογές. Υπάρχει σοβαρό έλλειμμα στα αναλυτικά προγράμματα σχετικά με την νανο-επιστήμη/τεχνολογία, και για το λόγο αυτό, σε ευρωπαϊκό επίπεδο έχουν ξεκινήσει προσπάθειες για την ενσωμάτωση της νανο-επιστήμης/τεχνολογίας στην τυπική εκπαίδευση. Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε μια τέτοια προσπάθεια που έγινε στο πλαίσιο του προγράμματος NANOPINION της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, με υπεύθυνο φορέα το Ευρωπαϊκό Σχολικό Δίκτυο και με Εθνικό Φορέα-Συντονιστή για την Ελλάδα το 1ο Πρότυπο Πειραματικό Λύκειο Θεσσαλονίκης «Μανόλης Ανδρόνικος». Στο σχολείο μας προσπαθήσαμε αρχικά να παρουσιάσουμε στοιχεία της νανο-επιστήμης στο πλαίσιο του μαθήματος Ερευνητική Εργασία της Α΄ Τάξης κατά το σχολικό έτος 2011-12 (Α. Κουμαρά, 2013). Το εγχείρημα επαναλήφθηκε με την αξιοποίηση του εκπαιδευτικού υλικού και των συνεργειών του προγράμματος NANOPINION κατά το σχολικό έτος 2013-14. Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής η παρουσίαση των αρχών της νανο-επιστήμης πλαισιώθηκε από την παρουσίαση πολυμεσικού εκπαιδευτικού υλικού, πειραμάτων επίδειξης, την δημιουργία και παρουσίαση από τους μαθητές θεατρικού δρώμενου, αγώνα ρητορικής αντιπαράθεσης (αντιλογίας) και την παραγωγή τεχνημάτων. Η εμπειρία από την υλοποίηση της παραπάνω εκπαιδευτικής δραστηριότητας, οδήγησε στη διατύπωση μιας πρώτης πρότασης για την παρουσίαση των αρχών της νανο-επιστήμης μέσα από το αναλυτικό πρόγραμμα των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών στο Γυμνάσιο και το Λύκειο.

Abstract

Nanoscience and technology is already distinctly present in our everyday life through various applications in a host of human activities. Nanotechnology has so far solved many human problems and is in a constant process of evolution, bringing forth innovations promising to revolutionize social and individual lives as well. All this progress though has not appeared without problems and concerns which have to do with the environment, human health and ethics. One of the top priorities internationally, is to deal with those concerns the earliest possible and thus put nanotechnology under control, serving commonly accepted social priorities. A serious deficit in national school curricula has been recognized as far as nanoscience and technology is concerned. Thus a number of guided efforts have been made within the European Union framework, in order that nanotechnology should be incorporated in formal education curricula. An effort of such scope and philosophy, NANOPINION program, prepared by the European School Network under the European Union mandate, will be presented in this paper. Our school is the Greek National Coordinating Unit for NANOPINION program. At first, we tried to introduce nanoscience principles in

our school during 2011-12 school year within the Project Course framework. We reimplemented our plan taking advantage of NANOPINION educational materials and synergies during 2013-14 school year. Our teaching activities were accompanied by the implementation of a series of student activities and products including personal constructs, role-playing, discussion panels and debates. The experience arising from all these activities led us to formulate a first proposal for teaching nanoscience within secondary education science curriculum.

Εισαγωγή

Αποτελεί κοινή παραδοχή ότι στην Κοινωνία της Γνώσης, τα Αναλυτικά Προγράμματα θα πρέπει να διαπνέονται από μια φιλοσοφία οργάνωσης και πραγμάτευσης της γνώσης που να διασφαλίζει την καλλιέργεια του συνόλου των γνωστικών στόχων αλλά και την ανάπτυξη των δεξιοτήτων, των στάσεων και των αξιών που κρίνονται απαραίτητες για τους μαθητές. Μια βασική απαίτηση από τα σύγχρονα Αναλυτικά Προγράμματα στην κατεύθυνση αυτή, είναι η προώθηση της ολιστικής αντίληψης της γνώσης, η αντιμετώπιση της γνώσης ως ενιαίας ολότητας πέρα από τα όρια που καθορίζουν οι επιμέρους επιστημονικοί κλάδοι. Ο τρόπος αυτός προσέγγισης της γνώσης λαμβάνει υπόψη: 1.τη φύση της πραγματικότητας η οποία παρά τη φαινομενική της πολυπλοκότητα παρουσιάζει μια αδιάσπαστη ενότητα (Θεοφιλίδης, 1997:15) και, 2. την αυθεντικότητα η οποία χαρακτηρίζει τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων στην καθημερινή ζωή. Τα Αναλυτικά Προγράμματα στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση στη χώρα μας, χαρακτηρίζονται βάσει των προδιαγραφών τους ως κλειστά Προγράμματα (curricula), με πολύ συγκεκριμένη στοχοθεσία, περιεχόμενο, μεθοδολογικές κατευθύνσεις και μέσα ελέγχου εκπλήρωσης των στόχων. Στο πλαίσιο αυτό δεν είναι εύκολη η εισαγωγή νέων διδακτικών αντικειμένων όπως είναι οι αρχές της νανο-επιστήμης. Οι καινοτομίες αυτού του τύπου συμβαδίζουν με περισσότερο ευέλικτα προγράμματα σπουδών (B. Hingant, V. Albe, 2010 και A. Laherto, 2010). Το Σεπτέμβριο του 2011, θεσμοθετήθηκαν ως διακριτή ενότητα του Αναλυτικού Προγράμματος του Νέου Λυκείου οι Ερευνητικές Εργασίες-Project. Οι Ερευνητικές Εργασίες απαιτούν τη διεπιστημονική σύμπραξη περισσότερων επιστημονικών κλάδων. Μέσα στο εκπαιδευτικό πλαίσιο της διεπιστημονικής συνεργασίας, οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα πως είναι οργανωμένη η φυσική και η κοινωνική πραγματικότητα.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την υλοποίηση κατά το σχολικό έτος 2013-14 στο σχολείο μας του ευρωπαϊκού προγράμματος NANOPINION. Το αντικείμενο του προγράμματος αυτού είναι η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των μαθητών του Λυκείου, αλλά και της κοινωνίας ευρύτερα, για τις βασικές αρχές της νανο-επιστήμης και για τους τομείς εκείνους στους οποίους έχουν αναπτυχθεί οι εφαρμογές της νανοτεχνολογίας. Στόχος του προγράμματος είναι η καλλιέργεια των γνώσεων των μαθητών αλλά και η ανάπτυξη της κριτικής τους ικανότητας σχετικά με τη νανο-επιστήμη και τις εφαρμογές της. Το πρόγραμμα βασίζεται σε πλούσιο προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό διαφόρων μορφών και προβλέπει τη χρήση μεθόδων ενεργητικής και βιωματικής μάθησης. Η υλοποίηση του προγράμματος στις σχολικές μονάδες προβλέπει την ανάπτυξη παράλληλων δράσεων επιμόρφωσης των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών. Από την ομάδα εφαρμογής του προγράμματος στο σχολείο μας, κρίθηκε ότι η ερευνητική εργασία παρέχει το πλαίσιο διεπιστημονικής συνεργασίας αλλά και την ευρύτητα και την αυθεντικότητα που απαιτείται για την κατανόηση των θεωρητικών αρχών της νανο-επιστήμης και την ευαισθητοποίηση για τις επιπτώσεις της στους διάφορους τομείς της ανθρώπινης ζωής. Παράλληλα όμως θεωρήθηκε απαραίτητο το πλαίσιο αυτό να διευρυνθεί ώστε να γίνει δυνατή η ανάπτυξη του συνόλου των δράσεων του προγράμματος. Έτσι ο σχεδιασμός και η προετοιμασία των πειραμάτων εντάχθηκε στη λειτουργία του Ομίλου Πειραμάτων

Φυσικών Επιστημών «Πειρ-Ομαδόν» του σχολείου, η οργάνωση αγώνα ρητορικής αντιπαράθεσης εντάχθηκε στη λειτουργία του Ομίλου Ρητορικής Τέχνης-Αντιλογίας, η προετοιμασία θεατρικού δρώμενου έγινε με τη συνεργασία του Ομίλου Θεάτρου και η παραγωγή τεχνημάτων για το διαγωνισμό του προγράμματος έγινε με τη συμμετοχή των μαθητών του μαθήματος επιλογής της Α΄ Τάξης «Αρχές Καλλιτεχνικής Παιδείας».

Πρόγραμμα NANOPINION

Το πρόγραμμα NANOPINION χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και εποπτεύεται επιστημονικά από το Ευρωπαϊκό Σχολικό Δίκτυο (EUN). Η λειτουργία του προγράμματος ξεκίνησε το Μάιο του 2012 με τη συμμετοχή δεκαεπτά (17) οργανισμών-εταίρων από έντεκα (11) ευρωπαϊκές χώρες. Το πρόγραμμα αυτό αποτελεί τη συνέχεια προηγούμενων ανάλογων εκπαιδευτικών δράσεων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής όπως ήταν το πρόγραμμα NANOYOU. Το πρόγραμμα στοχεύει να προάγει τον τεκμηριωμένο δημόσιο διάλογο μέσω του σχετικού ιστοτόπου (<http://www.nanopinion.eu/>) και να προσδιορίσει τις τάσεις που επικρατούν στην κοινή γνώμη με τη χρήση ερωτηματολογίων, δημοσκοπήσεων και ιστολογίων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται: 1. Εκτενής τράπεζα εκπαιδευτικού υλικού με περισσότερα από 150 στοιχεία. 2. Κανάλια μέσω ενημέρωσης με νέα και απόψεις σχετικά με τη νανοτεχνολογία που είναι δυνατό να βοηθήσουν τους πολίτες να διαμορφώσουν ολοκληρωμένη άποψη. 3. Σελίδες στα μέσα κοινων. δικτύωσης για την οργάνωση εκστρατειών ενημέρωσης του κοινού. 4. Εκπαιδευτικό υλικό για την πραγματοποίηση μαθημάτων μέσω της πλατφόρμας ασύγχρονης τηλεκπαίδευσης Moodle. Το υλικό αυτό δομείται στις παρακάτω τρεις θεματικές ενότητες: α. Nano Indoors με τις υποενότητες: α.1. Φίλτρα αέρα και καθαριστές, α.2. εύκαμπτα ηλεκτρονικά, α.3. έξυπνη συσκευασία τροφίμων, β. Nano Outdoors με τις υποενότητες: β.1. Βελτιωμένος αθλητικός εξοπλισμός, β.2. έξυπνες επιφάνειες, β.3. ηλιακοί συλλέκτες, γ. Nano Inside us με τις υποενότητες: γ.1. Τεχνητά οστά, γ.2. κυκλοφορία φαρμάκων στον οργανισμό. 5. Εκπαιδευτικό υλικό με τη μορφή δύο ψηφιακών video που παρουσιάζουν τις κατευθύνσεις της έρευνας στο χώρο της νανο-επιστήμης. 6. Εκπαιδευτικό υλικό για την πραγματοποίηση δύο εργαστηριακών πειραμάτων (αναλυτικός οδηγός εκπαιδευτικού, οδηγός μαθητή, φύλλο εργασίας μαθητή). 7. Λογισμικό για την πραγματοποίηση εικονικού πειράματος με την προσομοίωση της μελέτης της ύλης στη νανοκλίμακα με τη βοήθεια του μικροσκοπίου STM. 8. Εκπαιδευτικό υλικό και σχετικές οδηγίες για την υλοποίηση θεατρικού παιχνιδιού αλλά και αγώνα ρητορικής αντιπαράθεσης-αντιλογίας (debate) με αντικείμενο τις ηθικές, νομικές, κοινωνικές επιπτώσεις της νανοτεχνολογίας (Ethical Law Social Aspects-ELSA). Ως Εθνικός Φορέας-Συντονιστής για την Ελλάδα, επελέγη τον Ιανουάριο του 2013 το 1ο Πρότυπο Πειραματικό Λύκειο Θεσσαλονίκης «Μανόλης Ανδρόνικος». Το σχολείο μας προχώρησε στο συντονισμό του συνόλου των δράσεων του προγράμματος κατά το πρώτο εξάμηνο του 2013 και κατά το σχολικό έτος 2013-14. Η εποπτεία των λειτουργιών του προγράμματος γίνεται από τα μέλη του ΕΠΕΣ που πλαισιώνονται για το σκοπό αυτό από τους καθηγητές Χημείας και Βιολογίας του σχολείου (Ομάδα Εργασίας Προγράμματος NANOPINION).

Τύποι Αναλυτικών Προγραμμάτων στις χώρες της Ευρώπης

Η πρώτη δράση στο πλαίσιο του προγράμματος NANOPINION ήταν η πραγματοποίηση μελέτης των Αναλυτικών Προγραμμάτων των εκπαιδευτικών συστημάτων της βαθμίδας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στις συμμετέχουσες χώρες. Η μελέτη αυτή είχε ως στόχο την εξακρίβωση της δυνατότητας συνδυασμού των προτεινόμενων εφαρμογών και δραστηριοτήτων

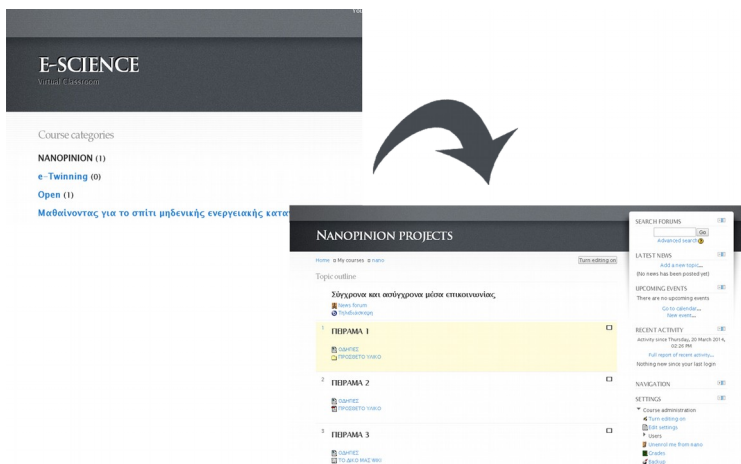
με τα διάφορα τμήματα των Αναλυτικών Προγραμμάτων. Τα Αναλυτικά Προγράμματα κατατάχθηκαν σε διαφορετικές ομάδες σύμφωνα με το κριτήριο της ευελιξίας, δηλαδή της δυνατότητας τους να υποδεχθούν μια νέα θεματική ενότητα. Ως δείκτες του κριτηρίου της ευελιξίας θεωρήθηκαν: 1. ο βαθμός αυτονομίας των περιφερειακών και τοπικών αρχών, των σχολείων και των εκπαιδευτικών στη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη διδασκόμενη ύλη, 2. ο τρόπος κατανομής του διδακτικού χρόνου, 3. το μέρος του χρόνου που διατίθεται για τη διδασκαλία γνωστικών αντικειμένων που επιλέγει το σχολείο ή ο εκπαιδευτικός, 4. ο βαθμός του ελέγχου του περιεχομένου της διδασκαλίας από τις εκπαιδευτικές αρχές. Η ευελιξία επιλέχθηκε ως κριτήριο για τη μελέτη των Αναλυτικών Προγραμμάτων καθώς αυτή θεωρήθηκε ότι θα καθορίσει τη στρατηγική εισαγωγής των δράσεων του προγράμματος NANOPINION στα συμμετέχοντα σχολεία. Τελικό προϊόν της παραπάνω μελέτης ήταν η Αναφορά Χαρτογράφησης Σχολικών Μονάδων (European Platform on Nano Outreach and Dialogue-NODE, 2013). Στο πλαίσιο της Αναφοράς οι συμμετέχουσες χώρες και περιφέρειες, με βάση το κριτήριο της ευελιξίας του Αναλυτικού Προγράμματος χωρίστηκαν σε τρεις διαφορετικές ομάδες: α. Ομάδα 1, χώρες και περιφέρειες με μεγάλο βαθμό ευελιξίας (Δανία, Φιλανδία, Ιταλία, Ισπανία Καταλονία, Ισπανία Asturias). β. Ομάδα 2, χώρες με μέτριο βαθμό ευελιξίας (Βουλγαρία, Γερμανία Βαυαρία, Λιθουανία, Ρουμανία, Τσεχία). γ. Ομάδα 3, χώρες με μικρό βαθμό ευελιξίας (Ελλάδα, Τουρκία).

Στις χώρες και περιφέρειες της ομάδας α, θεωρήθηκε δυνατός ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ξεχωριστής σειράς μαθημάτων για τη νανο-επιστήμη και τις εφαρμογές της. Στις χώρες της ομάδας β επιλέχθηκε η στρατηγική της πραγμάτευσης των εννοιών και των εφαρμογών της νανο-επιστήμης στο πλαίσιο των μαθημάτων του υπάρχοντος αναλυτικού προγράμματος. Πρόκειται για τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών αλλά και μαθήματα όπως η Ηθική, η Φιλοσοφία και η Κοινωνιολογία για τη μελέτη των επιπτώσεων της νανοτεχνολογίας στον άνθρωπο και την κοινωνία. Για την ομάδα γ προτάθηκε αρχικά η αξιοποίηση της ζώνης καινοτόμων δράσεων και προγραμμάτων των σχολείων. Ιδιαίτερα για την Ελλάδα και για τη βαθμίδα του Λυκείου, προτάθηκε η αξιοποίηση του θεσμού της Ερευνητικής Εργασίας για την Α΄ και Β΄ τάξη. Ειδική επισήμανση ωστόσο γίνεται στην Αναφορά για τα Πρότυπα Πειραματικά Σχολεία και τη δυνατότητα που έχουν να τροποποιούν με την ευθύνη των ΕΠΕΣ το υφιστάμενο αναλυτικό πρόγραμμα. Για το πρώτο έτος λειτουργίας του προγράμματος NANOPINION στο 1^ο Π.Π. Λύκειο Θεσ/νίκης «Μανόλης Ανδρόνικος», επιλέχθηκε η επεξεργασία του εκπαιδευτικού υλικού και η ανάπτυξη των σχετικών δράσεων στο πλαίσιο του μαθήματος της ερευνητικής εργασίας της Α΄ Τάξης. Ωστόσο οι δράσεις του προγράμματος συνδέθηκαν στενά με μια σειρά άλλες εκπαιδευτικές δράσεις όπως είναι οι δράσεις των Ομίλων Αριστείας και Ενδιαφερόντων που λειτουργούν στο σχολείο και συγκεκριμένα των Ομίλων Πειραμάτων Φυσικών Επιστημών, Θεάτρου, Ρητορικής Τέχνης-Αντιλογίας.

Επιμόρφωση καθηγητών

Στο πλαίσιο των δράσεων του προγράμματος NANOPINION, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε με τη μέθοδο της σύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και με ευθύνη της Ομάδας Εργασίας του Προγράμματος του σχολείου, επιμορφωτικό σεμινάριο με τη συμμετοχή καθηγητών ειδικότητας ΠΕ04 της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Η θεματολογία του σεμιναρίου ήταν: 1. Το Ευρωπαϊκό Σχολικό Δίκτυο και οι δράσεις του, 2. πρόγραμμα NANOPINION: στόχοι, οργάνωση, μεθοδολογία, 3. νανο-επιστήμη στην εκπαίδευση και καλλιέργεια ικανοτήτων-κλειδιών, 4. παρουσίαση του ιστοτόπου του προγράμματος, 5. παρουσίαση των πειραμάτων Α και Β,

ανάπτυξη και συζήτηση διδακτικών προτάσεων, 6. δράσεις του προγράμματος για την ανάπτυξη της κριτικής προσέγγισης των εφαρμογών της νανοτεχνολογίας.



Σχήμα 1: Wiki σελίδα για την ανάπτυξη δράσεων εξ αποστάσεως επιμόρφωσης εκπαιδευτικών.

Το σεμινάριο υλοποιήθηκε με δύο δίωρες συναντήσεις μέσω της πλατφόρμας σύγχρονης τηλεκπαίδευσης Webex. Σε αυτό συμμετείχαν 17 εκπαιδευτικοί Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης από σχολικές μονάδες της πόλης της Θεσσαλονίκης. Μεγάλο μέρος των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών εξέφρασε την άποψη ότι το εκπαιδευτικό υλικό του προγράμματος NANOPINION μπορεί να αξιοποιηθεί για την ικανοποίηση των αναγκών των μαθητών τους. Ιδιαίτερα θετικά αντιμετωπίστηκαν τα υλικά για τα μαθήματα εξ αποστάσεως μέσω της πλατφόρμας Moodle, τα οποία όμως θεωρήθηκε ότι μπορούν να παρουσιαστούν και μέσα στο πλαίσιο της σχολικής τάξης. Επίσης θετικά αντιμετωπίστηκαν τα ψηφιακά video του προγράμματος για παρακολούθηση τόσο από τους μαθητές του Γυμνασίου όσο και από τους μαθητές του Λυκείου. Σχετικά με τα πειράματα εκφράστηκε η άποψη ότι έχουν σχετικά υψηλό οικονομικό κόστος και παρουσιάζουν ορισμένες δυσκολίες κατά την υλοποίηση.

Σύμφωνα με το σχεδιασμό της Ομάδας Εργασίας και σε συνεργασία με το Τμήμα Φυσικής του Α.Π.Θ., δημιουργήθηκε μια wiki σελίδα η οποία θα αποτελέσει στη συνέχεια του προγράμματος την πλατφόρμα επιπλέον δράσεων εξ αποστάσεως επιμόρφωσης εκπαιδευτικών. Η μορφή της σελίδας αυτής παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.

Νανο-δρώμενο

Στο πλαίσιο των δράσεων του προγράμματος NANOPINION, οργανώθηκε θεατρικό δρώμενο με στόχο την ενημέρωση των μαθητών για τη νανοτεχνολογία και τις εφαρμογές της. Το θεατρικό δρώμενο οργανώθηκε και παρουσιάστηκε από τους μαθητές που συμμετείχαν στο Τμήμα Ερευνητικής Εργασίας της Α΄ τάξης για τη Νανοτεχνολογία. Για την παρουσίαση δόθηκε στο σχολείο μας η δυνατότητα να οργανώσει ειδικό εργαστήριο (workshop) στο πλαίσιο του μαθητικού επιστημονικού συνεδρίου ACSTAC στη Θεσσαλονίκη. Η προετοιμασία των μαθητών για την παρουσίαση έγινε ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα: 1. Παρακολούθηση αναλυτικής διάλεξης ώστε να κατανοήσουν βαθύτερα ορισμένα σημεία σχετικά με τη νανο-επιστήμη και τις εφαρμογές της. 2. Συμπληρωματική ενημέρωση από έντυπες και ηλεκτρονικές πηγές

πληροφόρησης. 3. Χωρισμός σε ομάδες εργασίας για τους διαφορετικούς τομείς της νανοτεχνολογίας. 4. Σχεδιασμός, συγκρότηση ερωτηματολογίων για τη νανοτεχνολογία. Τα ερωτηματολόγια μοιράστηκαν σε μαθητές του Γυμνασίου και του Λυκείου. Οι απαντήσεις αναλύθηκαν και με τον τρόπο αυτόν οι μαθητές διαπίστωσαν τι γνωρίζουν οι συμμαθητές τους σχετικά με το θέμα. Σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό θα υπάρξει και δεύτερη φάση διερεύνησης των γνώσεων των υπόλοιπων μαθητών μετά την ενημέρωσή τους μέσω του θεατρικού δρώμενου. 5. Διοργάνωση επίσκεψης στο Εργαστήριο Νανοτεχνολογίας του Τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ. 6. Δημιουργία wiki σελίδας με το σύνολο των πληροφοριών που συγκεντρώθηκαν (πληροφοριακό υλικό γενικού τύπου, ερωτηματολόγια, αποδελτίωση ερωτηματολογίων κ.α.). 7. Διεξαγωγή πειραμάτων σχετικών με τη νανοτεχνολογία.

Αποφασίστηκε να παρουσιαστεί θεατρικό δρώμενο στο οποίο να υπάρχει αλληλεπίδραση με το κοινό. Το θεατρικό δρώμενο πλαισιώθηκε με παρουσίαση πληροφοριακού υλικού και τη διατύπωση ερωτήσεων προς το κοινό. Στις ερωτήσεις το κοινό έδινε την απάντηση με τη χρήση clickers παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα άμεσης εκτίμησης της κατανομής των απαντήσεων καθώς στην οθόνη παρουσιάζονταν οι απαντήσεις και η κατανομή τους με τη μορφή ιστογραμμάτων. Αποστολή των ηθοποιών ήταν ανάλογα με το αποτέλεσμα να επιβιβάζουν, διορθώνουν, να συμπληρώνουν ή να ενθαρρύνουν τους θεατές. Παράλληλα κατά τη διάρκεια του workshop γίνονταν πειράματα και παρουσιάστηκαν video ώστε οι θεατές να κατανοήσουν καλύτερα τα φαινόμενα και τις έννοιες της νανο-επιστήμης. Το αρχικό σενάριο του δρώμενου και η παρουσίαση γράφτηκαν από τους υπεύθυνους καθηγητές.

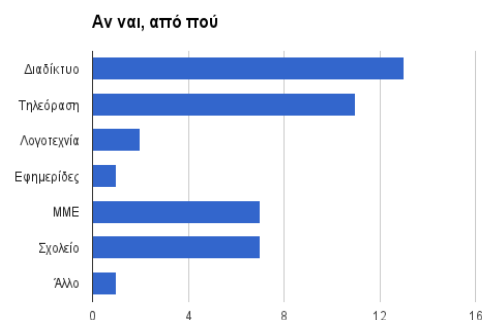
Για την καλύτερη προετοιμασία του workshop οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες για την εκπλήρωση των παρακάτω καθηκόντων: 1. Δημιουργία αφίσας. 2. Δημιουργία δίπτυχου. Αποστολή του δίπτυχου ήταν να προϋδεάσει τους θεατές για τα βασικότερα σημεία της παρουσίασης αλλά και να θέσει προβληματισμούς για τη νανοτεχνολογία και τις επιπτώσεις της. 3. Δημιουργία ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο είχε δύο μέρη. Με το πρώτο ελέγχονται οι γνώσεις των θεατών μετά την παρουσίαση του δρώμενου. Το δεύτερο μέρος περιείχε ερωτήσεις αξιολόγησης για το ίδιο το workshop. 4. Διανομή των ρόλων και εκτέλεση του σεναρίου. 5. Πραγματοποίηση βοηθητικών εργασιών (μοίρασμα δίπτυχου πριν την έναρξη του workshop, ερωτηματολογίου μετά τη λήξη, πραγματοποίηση πειραμάτων και επιδείξεων).



Εικόνες 1,2,3: Στις εικόνες 1 και 2 οι μαθητές που παρουσιάζουν το δρώμενο ενώ στην εικόνα 3 φαίνονται οι θεατές με τα clickers στα χέρια έτοιμοι να δώσουν την απάντησή τους.

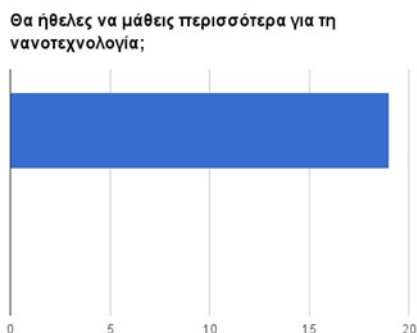
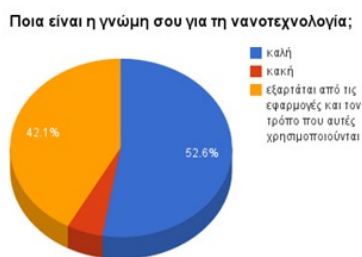
Το σενάριο συγκροτήθηκε γύρω από μια σειρά χαρακτηριστικά στοιχεία τα οποία βοηθούν να γίνουν κατανοητές οι βασικές έννοιες της νανο-επιστήμης. Το κάρβουνο και ο γραφίτης προσωποποιούνται και είναι οι βασικοί πρωταγωνιστές. Ακόμη στο δρώμενο εμφανίζονται τέσσερις μαθητές που παίζουν δευτερο ρόλο. Το Κάρβουνο και ο Γραφίτης αφού συστηθούν στο κοινό αναπτύσσουν διαλόγους που αναφέρονται και σχολιάζουν τα παρακάτω:

Α. την νανοκλίμακα, Β. τα νανοϋλικά και τις ιδιαίτερες ιδιότητές τους, Γ. βραβείο Nobel του 2010, Δ το γραφένιο, το γραφίτη, τη δομή και τις ιδιότητες τους, Ε. τις πρώτες νανοκατασκευές, Στ. το φαινόμενο του Λωτού, Ζ. την αδιαβροχοποίηση, Η. τις σαύρες γκέκο (πώς περπατάνε ανάποδα στα ταβάνια), Θ. τα μύδια (πώς προσκολλώνται στα βράχια), Ι. τα νανοϋφάσματα και την μόδα που αναπτύσσεται με αυτά. Τέλος τα πειράματα που επιδεικνύονται στο κοινό σχετίζονται με την αγωγιμότητα του γραφίτη, το φαινόμενο του Λωτού σε φύλλα από λάχανο, την αδιαβροχοποίηση σε κεραμικά υλικά και την αδιαβροχοποίηση σε γυψοσανίδα.



Διάγραμμα 1: Διερεύνηση προηγούμενης γνώσης

Διάγραμμα 2: Προέλευση προηγούμενης γνώσης



Διάγραμμα 3: Καταγραφή απόψεων μαθητών

Διάγραμμα 4: Επιθυμία για περισσότερη γνώση

Στο διάγραμμα 3 φαίνονται οι απαντήσεις των μαθητών, που παρακολούθησαν το δρώμενο στο workshop, στην ερώτηση «Τι γνώμη έχετε για την Νανοτεχνολογία». Το 52% περίπου των μαθητών έχουν καλή γνώμη για την νανοτεχνολογία, το 42% δεν έχουν καλή γνώμη ενώ μόνο το 5,3% απαντά ότι εξαρτάται από τη χρήση της. Τα ποσοστά των απαντήσεων είναι ενδεικτικά της ανάγκης οι μαθητές μας να γνωρίσουν όσο πιο ολοκληρωμένα γίνεται την Νανοτεχνολογία. Έτσι θα είναι ώριμοι να απαντήσουν σωστά σε ερωτήματα σαν το προηγούμενο.

Συζήτηση-Συμπεράσματα

Η νανοτεχνολογία αναπτύσσεται ραγδαία, βρίσκοντας τεχνολογικές εφαρμογές στην ενέργεια, στη κατασκευή κτηρίων, στη κατασκευή ρούχων, στη φαρμακοβιομηχανία αλλά και στην Ιατρική. Οι εφαρμογές αυτές δεν έχουν γίνει όλες ευρέως γνωστές, όμως απ' ότι φαίνεται οι μαθητές μας γνωρίζουν γι' αυτές κυρίως από το διαδίκτυο και την τηλεόραση ενώ μικρότερη είναι η πληροφόρηση που προσφέρει το Σχολείο (διάγραμμα 2). Η Ευρωπαϊκή Ένωση επιθυμεί να στηρίξει τα κράτη – μέλη της, ώστε οι μαθητές, δηλαδή οι αυριανοί πολίτες, να γνωρίσουν καλύτερα την νανοεπιστήμη και τις εφαρμογές της και μέσα από την Εκπαίδευση. Άλλωστε επιθυμία των μαθητών είναι να μάθουν περισσότερα για την νανοτεχνολογία (διάγραμμα 4).

Το αναλυτικό πρόγραμμα των Ελληνικών Σχολείων είναι αυστηρά καθορισμένο, ωστόσο τα Πρότυπα Πειραματικά Σχολεία έχουν την δυνατότητα τροποποίησής του. Είναι έτσι δυνατό να «εισάγουν» διδακτικές ενότητες για τη νανο-επιστήμη, σε κατάλληλα επιλεγμένα σημεία της διδασκόμενης ύλης των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών στο Γυμνάσιο και το Λύκειο στα πρότυπα της διεθνούς εμπειρίας (Wells, J.G., 2013).

Βιβλιογραφία

Θεοφιλίδης, Χ. (1997). *Διαθεματική προσέγγιση της διδασκαλίας*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρης.
Ματσαγγούρας, Ηλ. (2004). *Η διαθεματικότητα στη σχολική γνώση: εννοιοκεντρική αναπλαισίωση και Σχέδια Εργασίας*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρης.

Antti Laherto, *Science Education International*, Vol.21, No.3, September 2010, 160-175.

Bénédicte Hingant and Virginie Albe, *Studies in Science Education*, Vol. 46, No. 2, September 2010, 121–152.

European Platform on Nano Outreach and Dialogue-NODE, 2013, (D4.1. School Mapping Report, February 2013).

Wells, Jennifer Gayle, "Negotiating the Inclusion of Nanoscience Content and Technology in Science Curriculum: An Examination of Secondary Teachers' Thinking in a Professional Development Project" (2013). *Dissertations and Theses*. Paper 1424.

Νανοτεχνολογία στην Εκπαίδευση: Είναι εφικτή; (Α. Κουμαρά, http://nn.physics.auth.gr/newsletter/Newsletter_January_2013.pdf, Ιανουάριος 2013).