3ο Συνέδριο Νέων Ερευνητών
στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στη Εκπαίδευση
27 -29 Αυγούστου, Διαδικτυακά

Τευχίδιο Πρακτικών

Ομάδα Α

Πέμπτη 27 Αυγούστου

Ζάχου Παναγιώτα *(Σπύρτου Άννα)* *... 3*

Διδασκαλία και μάθηση του περιεχομένου της νανοτεχνολογίας: εκπαιδευτικά προγράμματα σε κόμβους έρευνας και καινοτομίας

Μπατσιόλας Γιώργος *(Χατζηκρανιώτης Ευριπίδης)* *...7*

Μια πρόταση για την ένταξη του περιεχομένου Νανοεπιστήμης & Νανοτεχνολογίας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, μέσα από απλά πειράματα

Παρασκευή 28 Αυγούστου

Δορούκα Πανδώρα *(Καλογιαννάκης Μιχάλης)* *...11*

Η επίτευξη του νανο-γραμματισμού των μικρών παιδιών μέσα από την αξιοποίηση των δυνατοτήτων των νέων τεχνολογιών

Κοκολάκη Αθανασία - Αντωνία *(Σταύρου Δημήτρης)* *...15*

Ανάπτυξη διδακτικών ενοτήτων νανοτεχνολογίας με έμφαση στη σχέση επιστήμη – κοινωνία – τεχνολογία από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Σαββάτο 29 Αυγούστου

Νιπυράκης Αργύρης *(Σταύρου Δημήτρης)* *...21*

Προσεγγίσεις Εν Ενεργεία Εκπαιδευτικών Β/θμιας Εκπαίδευσης στον Σχεδιασμό & Ανάπτυξη STEM Διδασκαλιών σε Πλαίσιο Κοινότητας Μάθησης

Διδασκαλία και μάθηση του περιεχομένου της νανοτεχνολογίας: εκπαιδευτικά προγράμματα σε κόμβους έρευνας και καινοτομίας

Παναγιώτα Ζάχου[1], Άννα Σπύρτου[2]
Υποψήφια Διδάκτορας[1], Καθηγήτρια[2]
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Περίληψη
Η παρούσα διατριβή επικεντρώνεται στη μελέτη εκπαιδευτικών προγραμμάτων νανοτεχνολογίας τα οποία αναπτύσσονται μέσα από τη συνεργασία κόμβων έρευνας και καινοτομίας - όπως ερευνητικά κέντρα-, με ακαδημαϊκά εργαστήρια που μελετούν την εκπαιδευτική έρευνα στο ίδιο περιεχόμενο. Στο εμπειρικό στάδιο πρόκειται να αναπτυχθεί, εφαρμοστεί και αξιολογηθεί ένα αντίστοιχο καινοτόμο πρόγραμμα σε ερευνητικό κέντρο της Ελλάδας. Στο συνέδριο θα παρουσιαστεί ένα μέρος των αποτελεσμάτων της βιβλιογραφικής επισκόπησης σχετικά με το περιεχόμενο, τα εκθέματα και τις μεθόδους που αξιοποιούνται στα εν λόγω προγράμματα. Επιπλέον, θα αποτυπωθεί εάν τα προγράμματα που μελετήθηκαν συνάδουν με την απαίτηση για υπεύθυνη έρευνα και καινοτομία.

Abstract
The present thesis focuses on nanotechnology-related educational programs, being developed through the collaboration of research and innovation nodes - such as research centers - with academic laboratories that study educational research regarding the same content. At the empirical stage, a corresponding innovative program will be developed, implemented and evaluated at a research center in Greece. During the conference a part of the research results of the literature review will be presented, concerning the content, the exhibits and the methods used within the framework of such programs. In addition, it will be shown whether the programs studied are in accordance with any requirement for responsible research and innovation or not.

1. Εισαγωγή

Η νανοτεχνολογία αποτελεί ένα διεπιστημονικό κλάδο που μελετά και αξιοποιεί τις ιδιότητες και τη συμπεριφορά της ύλης σε διαστάσεις της νανοκλίμακας. Σε αυτό το μέγεθος, οι ιδιότητες των υλικών διαφέρουν σημαντικά από αυτές που εκδηλώνονται στη μακροκλίμακα (Jones et al. 2013). Τα τελευταία χρόνια ο κλάδος της νανοτεχνολογίας εξελίσσεται με ταχύ ρυθμό επηρεάζοντας σημαντικά τη σύγχρονη ζωή (Feather & Aznar 2010). Εύλογα, γίνονται προσπάθειες ένταξης του περιεχομένου της νανοτεχνολογίας στην εκπαίδευση στοχεύοντας στον «νανογραμματισμό» των μαθητών (Laherto 2011).
Παράλληλα, η έννοια της υπεύθυνης έρευνας και καινοτομίας (Responsible Research and Innovation – RRI) έχει γίνει ιδιαίτερα διαδεδομένη στον ακαδημαϊκό διάλογο. Η οπτική του RRI προάγει την ευθυγράμμιση της επιστήμης με τις κοινωνικές ανάγκες, την εξέταση δεοντολογικών ζητημάτων και την εφαρμογή συνειδητών διαδικασιών, τόσο από τους ερευνητές όσο και από την κοινωνία, ώστε οι καινοτομίες να διέπονται από υπευθυνότητα και έλεγχο (Coenen 2016).
Υπό το παραπάνω σκεπτικό, αφενός η ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων νανοτεχνολογίας, στο πλαίσιο της τυπικής (σχολεία) και μη τυπικής εκπαίδευσης (κόμβοι

έρευνας και καινοτομίας – ΚΕΚ κ.ά.) αποτελεί εκπαιδευτική αναγκαιότητα (Jones et al. 2013, Spyrtou et al. 2019), αφετέρου, η συνεργασία ερευνητών σε ΚΕΚ με στόχο να εφαρμοστεί η οπτική του RRI που επικεντρώνεται στη δημόσια κατανόηση των χαρακτηριστικών, των δυνατοτήτων και των συνεπειών της νανοτεχνολογίας αποτελεί διεθνή πρόκληση (Crone 2010, European Commission 2015, Stavrou et al. 2018).

2. Μεθοδολογία

Σκοπός της εργασίας είναι ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η υλοποίηση και η αξιολόγηση εκπαιδευτικού προγράμματος νανοτεχνολογίας σε ΚΕΚ υπό το πρίσμα του RRI. Στην έρευνα πρόκειται να συμμετάσχουν μαθητές πρωτοβάθμιας ή/και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.
Α φάση: Περιλαμβάνει εκτενή βιβλιογραφική επισκόπηση που αφορά την εισαγωγή περιεχομένου νανοτεχνολογίας στη μη τυπική εκπαίδευση.
Β φάση: Θα σχεδιαστεί εκπαιδευτικό πρόγραμμα νανοτεχνολογίας με γνώμονα τα παραπάνω ευρήματα.
Γ φάση: Θα γίνει καταγραφή και μελέτη προϋπάρχουσας γνώσης των συμμετεχόντων μέσω ερωτηματολογίου ή/και συνέντευξης (Laherto 2018).
Δ φάση: Το πρόγραμμα θα υλοποιηθεί σε κόμβους έρευνας και καινοτομίας. Η αξιολόγηση του προγράμματος θα γίνεται σε κάθε φάση με διάφορα μέσα: ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις, κλείδες παρατήρησης.
Η αξιολόγηση θα επικεντρωθεί σε συγκεκριμένους άξονες όπως:

- στην αποτελεσματικότητα των εμπειριών που βιώνουν οι μαθητές αναφορικά με την καθοδήγηση, το βαθμό διάδρασης και εξερεύνησης που προσφέρεται (Andre et al. 2017)
- στην αξιολόγηση των εκθεμάτων σε σχέση με τον σκοπό που επιτελούν, την αποτελεσματικότητα των στρατηγικών που αξιοποιούν, την παροχή επιλογών που προσφέρουν στον επισκέπτη αλλά και ως προς τις παρανοήσεις που ενδεχομένως δημιουργούν (Andre et al. 2017, Laherto 2018).
- στις όψεις του RRI που αναδεικνύονται.

3. Αποτελέσματα

Την περίοδο που διανύουμε, η έρευνα βρίσκεται στα πρώτα της βήματα. Πιο συγκεκριμένα, έχει ολοκληρωθεί ένα μέρος της βιβλιογραφικής επισκόπησης (Α φάση) που αφορά τα εκπαιδευτικά προγράμματα που έχουν λειτουργήσει διεθνώς σε ΚΕΚ για το περιεχόμενο της νανοτεχνολογίας. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων (Google Scholar, HEAL Link, Scopus) και έγκριτα επιστημονικά περιοδικά (Journal of Nano Education, Journal of Science Education and Technology, Nano Today) με φράσεις κλειδιά όπως: «nanotechnology, nano education, public understanding, communication research, science centers, science museums, exhibition». Τα αποτελέσματα που προέκυψαν συνοψίζονται στον πίνακα 1. Στο συνέδριο θα παρουσιαστούν εμπλουτισμένα αποτελέσματα ως προς τους στόχους της Α φάσης.

Πίνακας 1: Δείγμα δημοσιεύσεων που μελετήθηκαν κατά την Α φάση της έρευνας

Άρθρο	Εκπ. Πρόγραμμα - ΚΕΚ	Περιεχόμενο	RRI
Batt et al. 2004	It's a Nanoworld Nanobiotechnology Center National Science Foundation Technology Center Ithaca	Μελέτη της κατανόησης της νανο-κλίμακας αλλά και των παρανοήσεων. Μακροσκοπικά μοντέλα και αναλογίες για την αισθητοποίηση των αντικειμένων της νανοκλίμακας.	-

	New York's Science center	Μεγάλο εύρος ηλικιών	
Murriello et al. 2009	NanoAventura Museu Explatorio de Ciencias University of Campinas – UNICAMP Βραζιλία	Διαδραστικά βίντεο-παιχνίδια, εικονικές αναπαραστάσεις για την αισθητοποίηση των αντικειμένων της νανοκλίμακας και τη δομή της ύλης. Ηλικία επισκεπτών 8-14	-
Filipponi & Sutherland 2010	Nanoyou Interdisciplinary Nanoscience center (iNANO) Aarhus Universiry Δανία	Εστίασε στη στοιχειώδη κατανόηση της νανοτεχνολογίας και σε ζητήματα δεοντολογίας και νομιμότητας Μεγάλο εύρος ηλικιών	✓
Winkelmann et al. 2014	NISENET: Nanoworld disc. center Discovery world museum - Milwaukee University of Wisconsin Madison Materials Research Science & Engineering center Science center in Ithaka NY Odario Science center in Canada European Union-nanodialogue.org Latin America University and laboratorio Nacional de Luz Sncrotron Sangari institute Ριο Ντε Τζανέιρο, Πόρτο Αλέγκρε, Καμπίνας	Ευρύ δίκτυο, πάνω από 100 εκπαιδευτικά προγράμματα, με στόχο την κινητοποίηση του ενδιαφέροντος και της περιέργειας του κοινού σε θέματα νανοκλίμακας. Δημόσια συζήτηση των κοινωνικών και ηθικών προεκτάσεων της νανοτεχνολογίας Ποικιλία δραστηριοτήτων (θεατρικές παραστάσεις, διαδραστικές εκθέσεις, hands-on δραστηριότητες, πολυμεσικά υλικά κ.ά.). Μεγάλο εύρος ηλικιών	✓
Schönborn et al. 2016	Swedish Research Council Linköping University Σουηδία	Αλληλεπίδραση με εικονικά νανοαντικείμενα για τη μάθηση στον τομέα της νανοκλίμακας. Τα σενάρια συμπεριλάμβαναν περιπτώσεις που εστίαζαν στους κινδύνους και τα οφέλη του κλάδου. Μεγάλο εύρος ηλικιών	✓
Saidi & Sigauke 2017	Sci-Bono Science Center Γιοχάνεσμπουργκ Department of Human Biology Faculty of Humanities University of Cape Town	Διαδραστικά εκθέματα για το μέγεθος, μετρήσεις στην νανοκλίμακα, νανοδομές και προϊόντα. Ηλικία επισκεπτών 11-13	-

4. Συμπεράσματα

Από τα πρώτα αποτελέσματα διαπιστώνεται έντονο ενδιαφέρον για την εισαγωγή της νανοτεχνολογίας σε κόμβους έρευνας και καινοτομίας σε πολλές χώρες. Τα θέματα στα οποία φαίνεται να εστιάζουν τα περισσότερα προγράμματα είναι η ενίσχυση των γνώσεων και των αντιλήψεων των επισκεπτών για τη νανοκλίμακα. Ταυτόχρονα όμως φαίνεται να επιχειρείται η γνωριμία και ο προβληματισμός του κοινού για θέματα που σχετίζονται με κινδύνους και οφέλη του κλάδου της νανοτεχνολογίας.

5. Βιβλιογραφία

Andre, L., Durksen, T., & Volman, M. L. (2017). Museums as avenues of learning for children: A decade of research. *Learning Environments Research*, 20(1), 47-76.

Batt, C., Waldron, A., & Trautmann, C. (2004). It's a nanoworld: A study of use. Retrieved from https://www.informalscience.org/sites/default/files/report_121.pdf

Coenen, C. (2016). Broadening Discourse on Responsible Research and Innovation (RRI). *Nanoethics* 10, 1–4.

Crone, W. C. (2010). Bringing nano to the public: A collaboration opportunity for researchers and museums. *Journal of Nano Education*, 2, 102–116.

European Commision (2015). *Science Education for Responsible Citizenship*, European Union, Luxembourg.

Feather, J. L. & Aznar, M. F. (2010). *Nanoscience Education: Workforce Training, and K-12 Resources*, CRC Press.

Filipponi, L. & Sutherland, D., (2010). Introduction to Nanoscience and Nanotechnologies. Chapter 1, http://nanoyou.eu/attachments/188_Module-1-chapter-1.pdf (Προσπελάστηκε στις 5/2/2020)

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, 1490-1512.

Laherto, A. (2011). Incorporating nanoscale science and technology into secondary school curriculum: Views of nano-trained science teachers. *NorDina* 7(2), 126-139.

Laherto, A. (2018). Research - based exhibition development: Illustrating the invisible nanoworld. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*.

Murriello, S., Contier, D., & Knobel, M. (2009). NanoAventura: An interactive exhibition on nanoscience and nanotechnology as an educational tool. *Journal of Nano Education*, 1, 96–105.

Saidi, T., & Sigauke, E. (2017). The use of Museum Based Science Centres to Expose Primary School Students in Developing Countries to Abstract and Complex Concepts of Nanoscience and Nanotechnology. *Journal of Science Education and Technology*, 26(5), 470-480.

Schönborn, K. J., Höst, G. E., & Palmerius, K. E. L. (2016). Nano education with interactive visualization. *Nano Today*, 11(5), 543-546.

Spyrtou A., Manou L., Peikos G., Zachou P., (2019). Facilitating Primary Student Teachers' Development of Critical Thinking Through a Nanotechnology Module, *Communications in Computer and Information Science*, 993, 137-152.

Stavrou, D., Michailidi, E., & Sgouros, G. (2018). Development and dissemination of a teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology in a context of communities of learners. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1065-1080.

Winkelmann, K., Bernas, L., & Saleh, M. (2014). A review of nanotechnology learning resources for K-12, college and informal educators. *Journal of Nano Education*, 6(1), 1-11.

Μια πρόταση για την ένταξη του περιεχομένου Νανοεπιστήμης & Νανοτεχνολογίας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, μέσα από απλά πειράματα

Γεώργιος Μπατσιόλας[1], Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης[2]

[1]Μεταπτυχιακός Φοιτητής, [2]Καθηγητής
ΠΜΣ 'Διδακτική της Φυσικής και Εκπαιδευτική Τεχνολογία'
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη
Μια σύγχρονη πρόκληση για την εκπαιδευτική κοινότητα αποτελεί η ενσωμάτωση περιεχομένου Νανοεπιστήμης – Νανοτεχνολογίας (N-ET) σε όλες τις βαθμίδες, καθώς η N-ET αποτελεί τομέα με ταχεία ανάπτυξη και έντονο κοινωνικό αντίκτυπο που απασχολεί ιδιαίτερα την επιστημονική κοινότητα. Η παρούσα εργασία αποτελεί μια πρόταση για την ένταξη του περιεχομένου N-ET στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, μέσω απλών δραστηριοτήτων και πειραμάτων επίδειξης, βασιζόμενη σε βασικές έννοιες που στην βιβλιογραφία ονομάζονται «Μεγάλες Ιδέες» (ΜΙ). Περιγράφεται συνοπτικά η πορεία, η μεθοδολογία και το στάδιο στο οποίο βρίσκεται η εργασία, ενώ παρουσιάζονται ιδέες για τα επόμενα στάδια της έρευνας.

Abstract
A modern challenge for education is the integration of Nanoscience and Nanotechnology (N-ST) concepts across all levels, as N-ST intensely preoccupies the scientific community, with rapid development and social impact. The present work is a proposal for the integration of N-ST concepts in secondary education, based on core elements, called "Big Ideas", through simple activities and demonstration experiments. This paper describes the current stage and the methodology of the research, while ideas for the next steps are presented.

1. Εισαγωγή

Η N-ET αποτελεί κλάδο αιχμής για την επιστήμη και την κοινωνία ενώ η ικανοποίηση για μελλοντικές ανάγκες σε νανο-ειδικευμένο εργατικό δυναμικό προϋποθέτει οι μαθητές να εκτίθενται σε έννοιες της N-ET από το σχολείο (Schönborn et al., 2016). Επιπλέον οι εφαρμογές της N-ET, άμεσα συνδεδεμένες με την καθημερινότητα των μαθητών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσο αύξησης του ενδιαφέροντος για την επιστήμη (Sakhnini & Blonder, 2016).
Η καλλιέργεια του «νανο-γραμματισμού», αποσκοπεί στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και της γνώσης των σχετιζόμενων κοινωνικών ζητημάτων, ενώ απαιτεί προσεκτικά σχεδιασμένες παρεμβάσεις νανο-εκπαίδευσης. Προς αυτή την κατεύθυνση, έχουν γίνει προτάσεις ώστε η νανο-εκπαίδευση να βασίζεται στην διαπραγμάτευση βασικών εννοιών της N-ET (Hignant & Albe, 2010), τις «Μεγάλες Ιδέες» της νανοκλίμακας, θεμελιώδεις έννοιες, που επιτρέπουν στους μαθητές να αποκτήσουν το θεωρητικό υπόβαθρο έτσι ώστε στη συνέχεια να επεξεργαστούν νοητικά το αντικείμενο της N-ET.

Οι Μεγάλες Ιδέες που αποτελούν τον πυρήνα της Ν-ΕΤ και κατ' επέκταση βάση για κάθε προσπάθεια ένταξής της στην εκπαίδευση είναι: 1) το μέγεθος και η κλίμακα, 2) η δομή της ύλης, 3) οι ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος, 4) οι δυνάμεις και οι αλληλεπιδράσεις, 5) τα κβαντικά φαινόμενα, 6) η αυτο-οργάνωση, 7) τα εργαλεία, 8) τα μοντέλα και οι προσομοιώσεις, 9) η σχέση νανοεπιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας (Stevens et al, 2009).
Η παρούσα εργασία, πραγματεύεται την ένταξη περιεχομένου Ν–ΕΤ στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, βασιζόμενη σε επιλεγμένες μεγάλες ιδέες για την νανοκλίμακα, κάνοντας χρήση απλών δραστηριοτήτων που μπορούν να εκτελέσουν οι μαθητές και πειραμάτων επίδειξης, ενώ αποτελεί τμήμα διπλωματικής εργασίας.

2. Μεθοδολογία

Πορεία έρευνας

Αφετηρία της έρευνας ήταν η βιβλιογραφική επισκόπηση και αναζήτηση δραστηριοτήτων, με έμφασή στο περιεχόμενο της Ν-ΕΤ μέσα από τις Μεγάλες Ιδέες. Αρχικά έγινε καταγραφή 136 δραστηριοτήτων ενώ στην συνέχεια έγινε αντιστοίχιση και ταξινόμηση σε θεματικές περιοχές και σύνδεση με τις Μ.Ι. Λαμβάνοντας υπόψη τις γνωστικές διαδικασίες και τα επίπεδα κατανόησης των μαθητών, όπως παρουσιάζονται διεξοδικά στο έργο «The 'big ideas' of nanoscale science and engineering: A guidebook for secondary teacher (Stevens et al, 2009)», επιλέχθηκαν οι μεγάλες ιδέες στις οποίες θα βασιστεί η παρέμβαση, με τις δραστηριότητες που θα τις πλαισιώνουν, κατάλληλα τροποποιημένες όπου χρειάζεται για το εγχείρημα.
Για την αξιολόγηση των παραπάνω επιλογών και την καταγραφή των στάσεων απέναντι σε αυτές, σχεδιάστηκαν και πραγματοποιήθηκαν 3 εργαστήρια (Πίνακας 1), προς εν ενεργεία εκπαιδευτικούς.
Κάθε workshop είχε μια σειρά δραστηριοτήτων με αντίστοιχα φύλλα εργασίας, με χειραπτικό (χρήση οργάνων – πειραματισμός) και νοητικό φορτίο (ταξινόμηση, επεξεργασία δεδομένων, γραφικές παραστάσεις κλπ.).
Σκοπός ήταν τα workshop να αποτελούνται από ολοκληρωμένες αλλά και αυτόνομες ενότητες με κλιμακωτή διάρθρωση και στόχο την οικοδόμηση επιστημονικά ορθού θεωρητικού υποβάθρου, ώστε οι συμμετέχοντες να κατανοήσουν τα φαινόμενα που πραγματεύονται στην νανοκλίμακα σε αφετηριακό επίπεδο αναγνωρίζοντας στοιχεία όπως π.χ. το μέγεθος του αντικειμένου, η μέτρηση μεγεθών με την βοήθεια οργάνων κ.λπ.
Στην κατεύθυνση αυτή χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο το Μοντέλο της Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (Model of Educational Reconstruction – MER), όπως προτείνεται από τους Duit (2007) και Duit et al (2012). Βασικό στοιχείο του μοντέλου είναι η διαδικασία μετατροπής της επιστημονικής γνώσης σε «γνώση προς διδασκαλία», μέσω ανάλυσης στα στοιχεία της (elementarization), προσδιορισμού των κεντρικών ιδεών (core elements) και δόμησης του περιεχομένου προς διδασκαλία λαμβάνοντας υπόψη τις ιδέες και δυσκολίες των μαθητευόμενων. Σύμφωνα με το MER, ο μετασχηματισμός γίνεται με 3 αλληλεπιδρώσες συνιστώσες: (α) ανάλυση του επιστημονικού περιεχομένου, (β) έρευνα για τη διδασκαλία και τη μάθηση, (γ) σχεδιασμό και αξιολόγηση του διδακτικού/μαθησιακού περιβάλλοντος.

Περιγραφή των εργαστηρίων (workshop)

Το πρώτο workshop πραγματοποιήθηκε δια ζώσης, ενώ τα υπόλοιπα δυο εξ' αποστάσεως. Οι μεγάλες ιδέες στις οποίες βασίστηκαν οι ενότητες ήταν (i) το μέγεθος και κλίμακα, (ii) ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος, (iii) εργαλεία και όργανα, (iv) ιεραρχική δομή. Για κάθε μια από αυτές τις μεγάλες ιδέες επιλέχθηκαν μια ή περισσότερες δραστηριότητες ή πειράματα επίδειξης, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1 : Περιεχόμενο - δραστηριότητες των workshop και σύνδεση με τις Μ.Ι. στην Νανοκλίμακα (σε παρένθεση)

Workshop 1 (δια ζώσης)	**Workshop 2** (τηλεδιάσκεψη)	**Workshop 3** (τηλεδιάσκεψη)
1. Προσδιορισμός αντικειμένων με χρήση κλίμακας - από τον μακρόκοσμο στον νανόκοσμο *(μέγεθος και κλίμακα)*	5. Πείραμα επίδειξης: Δημιουργία κολλοειδούς διαλύματος νανοσωματιδίων	7. Υπερυδροφοβικότητα – χαρακτηρισμός επιφανειών *(ιεραρχική δομή)*
2. Διάλυση δισκίου σε νερό *(ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος & κλίμακα)*		
3. Εργαλεία μελέτης του νανόκοσμου *(εργαλεία & όργανα)*	6. Το χρώμα των NPs και ερμηνεία φασμάτων διαλυμάτων NPs *(ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος)*	8. Μελέτη φωτογραφιών επιφανειών υπερυδρόφοβων υλικών με ψηφιακά εργαλεία *(ιεραρχική δομή)*
4. Ανίχνευση νανοσωματιδίων μέσω αλληλεπίδρασης με το φως *(μέγεθος και κλίμακα, ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος)*		

Ερευνητικά εργαλεία και μέθοδος συλλογής δεδομένων

Για την αξιολόγηση του εγχειρήματος χρησιμοποιήθηκαν:

(i) ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο προσανατολισμού που συμπλήρωσαν οι εκπαιδευτικοί πριν το πρώτο workshop,
(ii) έντυπα και ηλεκτρονικά φύλλα εργασίας δραστηριοτήτων τα οποία συμπλήρωναν οι εκπαιδευτικοί κατά την διάρκεια των workshop,
(iii) ηχογράφηση ομάδων του 1ου workshop και καταγραφή (βιντεοσκόπηση) του 2ου και 3ου workshop που πραγματοποιήθηκαν εξ' αποστάσεως,
(iv) ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια εντυπώσεων - αξιολόγησης για κάθε workshop.

Συμμετέχοντες

Ο συνολικός αριθμός των συμμετεχόντων, που συμπλήρωσαν το εισαγωγικό ερωτηματολόγιο πριν το 1ο Workshop ήταν 30, ενώ οι συμμετέχοντες στις τηλεσυναντήσεις του 2ου και 3ου Workshop ήταν 10 και 9 αντίστοιχα. Από το σύνολο των συμμετεχόντων, το τελικό δείγμα περιορίστηκε στους 6 εν ενεργεία εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, με εμπειρία στην διδασκαλία Φυσικών Επιστημών - 5 εκπαιδευτικοί ειδικότητας ΠΕ04.01 Φυσικοί και 1 εκπαιδευτικός ΠΕ04.04 Βιολόγος, με έτη υπηρεσίας από 15 έως 28 έτη – οι οποίοι συμπλήρωσαν το σύνολο του υλικού, δηλαδή το ερωτηματολόγιο προσανατολισμού, τα φύλλα εργασίας των δραστηριοτήτων καιτα ερωτηματολόγια εντυπώσεων - αξιολόγησης.

3. Αποτελέσματα και συζήτηση

Αναλυτικά τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν στο 3ο Συνέδριο Νέων Ερευνητών. Συνοπτικά μπορούμε να πούμε ότι με βάση το αρχικό ερωτηματολόγιο προσανατολισμού και την καταγραφή των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών, είναι αναγκαία η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών πριν να επιχειρηθεί το εγχείρημα της διδασκαλίας περιεχομένου Ν-ΕΤ στους μαθητές, καθώς παρουσιάστηκαν αδυναμίες όσον αφορά την περιγραφή εννοιών και ερμηνεία φαινομένων που εμφανίζονται στον νανόκοσμο, θέματα όμως που αποσαφηνίστηκαν και καλύφθηκαν κατά την διάρκεια των workshop, όπως προκύπτει από τη συμπλήρωση των

ηλεκτρονικών φύλλων εργασίας και την αξιολόγηση στο ερωτηματολόγιο εντυπώσεων-αξιολόγησης. Θετική φαίνεται να είναι η στάση των εκπαιδευτικών ως προς το περιεχόμενο ενώ αποτίμησαν θετικά το υλικό (Εικόνα 1) και γενικά έδειξαν μεγάλο ενδιαφέρον για το σύνολο των εργαστηρίων, όπως προκύπτει από την απομαγνητοφώνηση των workshops. Για το περιεχόμενο του 2ου workshop, ήταν επιφυλακτικοί όσον αφορά την πραγματοποίηση εντός της τάξης του πειράματος επίδειξης δημιουργίας κολλοειδούς διαλύματος νανοσωματιδίων, το οποίο απαιτεί τόσο εργαστηριακό εξοπλισμό χημείου, όσο και σχετική προετοιμασία και ακρίβεια κατά την παρασκευή.
Επόμενο στάδιο της έρευνας, αποτελεί ο επανα-σχεδιασμός του εκπαιδευτικού υλικού που απευθύνεται σε μαθητές, με σκοπό να πραγματοποιηθεί πιλοτική εφαρμογή σε σχολικό περιβάλλον δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Εικόνα 1: Δεδομένα από την αξιολόγηση των workshop από τους εκπαιδευτικούς.

Υπόμνημα: Τα ερωτήματα αξιολόγησης επισημαίνονται στη λεζάντα του κάθε γραφήματος.
Η κλίμακα των απαντήσεων είναι 5-βάθμια και κυμαίνεται από το «καθόλου» (1) στο «πάρα πολύ» (5).

4. Βιβλιογραφία

Duit, R. (2007). Science Education Research Internationally: Conceptions, Research Methods, Domains of Research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education,* 3(1), 3-15.

Duit R., GropengießerH., Kattmann U., Komorek M., Parchmann I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a framework for improving teaching and learning science. In: Jorde D., Dillon J. (eds) *Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective,* 13–37.

Hignant, 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.

Sakhnini, S., & Blonder, R. (2016). Nanotechnology applications as a context for teaching the essential concepts of NST. *International Journal of Science Education, 38*(3), 521–538. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1152518

Schönborn, K. J., Höst, G. E., & Palmerius, K. E. L. (2016). Nano education with interactive visualization. *Nano Today, 11*(5), 543–546. https://doi.org/10.1016/j.nantod.2015.10.006

Stevens, S. Y., Sutherland L. M. & Krajcik J. S. (2009). *The 'big ideas' of nanoscale science and engineering: A guidebook for secondary teachers.* Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.

Η επίτευξη του νανο-γραμματισμού των μικρών παιδιών μέσα από την αξιοποίηση των δυνατοτήτων των νέων τεχνολογιών

Πανδώρα Δορούκα[1], Μιχαήλ Καλογιαννάκης[2]
[1]MSc Εκπαιδευτικός ΠΕ, Υποψήφια Διδάκτορας
[2]Αναπληρωτής Καθηγητής
Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη
Η Νανοτεχνολογία είναι ένας διεπιστημονικός τομέας που υπόσχεται να δώσει λύσεις σε παγκόσμιες προκλήσεις. Σκοπός της έρευνας είναι η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων της διδασκαλίας με τη βοήθεια εφαρμογών για υπολογιστές και ταμπλέτες και της θεματικής διδασκαλίας στο πεδίο της Νανοτεχνολογίας σε μικρά παιδιά. Τρεις ομάδες παιδιών πρώτης σχολικής ηλικίας υποστηρίζονται από μία κατάλληλη διδακτική παρέμβαση. Η ομάδα ελέγχου ακολουθεί την παραδοσιακή μέθοδο, η πρώτη πειραματική ομάδα αξιοποιεί εκπαιδευτικό λογισμικό που τρέχει σε υπολογιστές και η δεύτερη πειραματική ομάδα χρησιμοποιεί λογισμικό που στοχεύει σε ταμπλέτες. Πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση όλες οι ομάδες αξιολογούνται με ατομικές ημι-δομημένες συνεντεύξεις.

Abstract
Nanotechnology is an interdisciplinary field that promises to solve global challenges. The purpose of the research is to examine the effectiveness of tablet-based teaching in comparison to desktop alternatives and the established traditional method for young children in the field of Nanotechnology. Three groups of children from the early-primary school stages go through a teaching session. The control group follows the traditional method, the first experimental group is allowed computer-based educational software and the second one will use software that targets tablets. Prior and subsequent to the teaching session, all groups are evaluated through individual semi-structured interviews.

1. Εισαγωγή

Αρκετές είναι οι έρευνες που έχουν εξετάσει την αποτελεσματικότητα των ψηφιακών τεχνολογιών στη μαθησιακή διαδικασία (Dorouka et al. 2020a; Gianakopoulos et al. 2018) σε ένα πλαίσιο σύγκρισης με τις ευκαιρίες μάθησης που παρέχουν στα μικρά παιδιά οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας (Aladé et al. 2016; Papadakis et al. 2017). Εξαιτίας των ριζικών αλλαγών που έχουν συντελεστεί σε στοιχεία της μορφής των τεχνολογιών, πολλοί ερευνητές έχουν προχωρήσει σε ονομαστικό διαχωρισμό, κάνοντας λόγο για παλιές ή μη ψηφιακές (για παράδειγμα επιτραπέζιοι υπολογιστές) και νέες ή ψηφιακές τεχνολογίες (για παράδειγμα ταμπλέτες) (Kucirkova 2017).
Η εκπαιδευτική αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών προσφέρει νέες ευκαιρίες στα παιδιά πρώιμης παιδικής ηλικίας για την αποτελεσματική ενασχόλησή τους με μαθηματικές έννοιες (Clements & Sarama 2013; Couse & Chen 2010; Papadakis, et al. 2016; Schacter & Jo 2017). Στην έρευνά τους οι Rogowsky et al. (2018) χρησιμοποίησαν τις ταμπλέτες για να ελέγξουν πώς αυτές επιδρούν στην ανάπτυξη της αριθμητικής ικανότητας παιδιών προσχολικής ηλικίας λόγω της ευκολίας χρήσης τους, σε αντίθεση με τα ποντίκια που χρησιμοποιούμε στους κλασικούς υπολογιστές και τα οποία δημιουργούν προβλήματα συντονισμού χεριών-ματιών. Επίσης, οι Papadakis et al. (2018) διερεύνησαν την επίδραση των νέων και των παραδοσιακών

τεχνολογιών στη διδασκαλία των Μαθηματικών, και διαπίστωσαν τη μοναδικότητα των χαρακτηριστικών των νέων ψηφιακών συσκευών τύπου ταμπλέτας που τις καθιστά αναπτυξιακά καταλληλότερες και μαθησιακά αποτελεσματικότερες για τα μικρά παιδιά σε σχέση με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα αυτών των συσκευών στο πλαίσιο της αξιοποίησής τους από τα μικρά παιδιά είναι τα μοναδικά χαρακτηριστικά τους, όπως το μέγεθος, η φορητότητα και η έλλειψη περιφερειακών συσκευών, που εκτός από αναπτυξιακά κατάλληλες, τις καθιστούν και ιδιαίτερα ελκυστικές για τα μικρά παιδιά (Papadakis et al. 2018).

Όμως, υπάρχουν τομείς γνώσης στους οποίους δεν έχει ακόμη διερευνηθεί ο αντίκτυπος των ψηφιακών τεχνολογιών στα μικρά παιδιά. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι αυτό της Νανο-Επιστήμης και της νανο-Τεχνολογίας (N-ET) (Dorouka et al. 2020b). Η N-ET είναι ένα νέο επιστημονικό πεδίο έρευνας που έχει αναπτυχθεί ραγδαία σε ολόκληρο τον κόσμο τις τελευταίες δύο δεκαετίες (Stavrou et al. 2018; Τζιώλη 2019). Συνδυάζει γνώσεις από τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, την Μηχανική, την Τέχνη, τα Μαθηματικά κλπ. Είναι ένας σημαντικός τομέας ανάπτυξης, καθώς η ύλη σε αυτή την κλίμακα μεγέθους εμφανίζει ιδιότητες με σπουδαίες δυνατότητες που μπορεί να φέρουν επανάσταση σε διάφορους τομείς όπως η ενέργεια και η ιατρική (Schank et al. 2009).

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη ότι η N-ET αφορά σε στοιχεία που δεν μπορούν να παρατηρηθούν με γυμνό μάτι, αναμφίβολα, η κατανόησή τους από τα μικρά παιδιά απαιτεί κατάλληλους τρόπους διδασκαλίας. Αυτές οι ξεχωριστές πτυχές της N-ET ευθυγραμμίζονται καλά με τις δυνατότητες των έξυπνων κινητών συσκευών, το βασικό χαρακτηριστικό της οποίας είναι η ικανότητά τους να εμφανίζουν διαδραστικές και τρισδιάστατες προσομοιώσεις (Zydney & Warner 2016). Μέσω της οπτικοποίησης, τα παιδιά μπορούν εύκολα να αντιληφθούν τη σχετική διαφορά διαφορετικών αντικειμένων στο μέγεθος (Swarat et al. 2011). Αλλά ποια είναι τα κατάλληλα εργαλεία για την οπτικοποίηση και την εξερεύνηση του νανο-κόσμου (Dorouka et al. 2020b).

2. Μεθοδολογία

Αξιοποιώντας αναπτυξιακά κατάλληλα ψηφιακά εργαλεία θα επιδιώξουμε να εισάγουμε βασικές έννοιες N-ET σε παιδιά πρώτης σχολικής ηλικίας. Πιο συγκεκριμένα, η έρευνά μας θα εξετάσει και θα συγκρίνει τα αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης με τη χρήση αναπτυξιακά κατάλληλων εκπαιδευτικών εφαρμογών υπό μορφή ψηφιακών παιχνιδιών οι οποίες θα εκτελούνται σε υπολογιστές και σε έξυπνες φορητές συσκευές για την εισαγωγή των μικρών παιδιών σε στοιχεία του νανόκοσμου, τη σύγκριση, ταξινόμηση και σειριοθέτηση στοιχείων του μακρόκοσμου, του μικρόκοσμου και του νανόκοσμου, σε σχέση με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας. Οι ερευνητικές υποθέσεις διαμορφώνονται ως εξής:

1η ερευνητική υπόθεση: Οι ψηφιακές τεχνολογίες είναι καταλληλότερες αναπτυξιακά σε σχέση με τις πιο παραδοσιακές τεχνολογίες για να εισαχθούν τα παιδιά πρώτης σχολικής ηλικίας στη N-ET.

2η ερευνητική υπόθεση:

2.1. Οι επιδόσεις των δύο πειραματικών ομάδων θα διαφέρουν σημαντικά μετά την παρέμβαση, ανάλογα με την τεχνική διδασκαλίας ακόμα και μετά τον έλεγχο της ηλικίας των παιδιών.

2.2. Οι επιδόσεις των δύο πειραματικών ομάδων θα διαφέρουν σημαντικά μετά την παρέμβαση, ανάλογα με την τεχνική διδασκαλίας ακόμα και μετά τον έλεγχο του φύλου των παιδιών.

2.3. Οι επιδόσεις των δύο πειραματικών ομάδων θα διαφέρουν σημαντικά μετά την παρέμβαση, ανάλογα με την τεχνική διδασκαλίας ακόμα και μετά τον έλεγχο του επιπέδου της γλωσσικής ικανότητας των παιδιών.

2.4. Οι επιδόσεις των δύο πειραματικών ομάδων θα διαφέρουν σημαντικά μετά την παρέμβαση, ανάλογα με την τεχνική διδασκαλίας ακόμα και μετά τον έλεγχο του επιπέδου της μαθηματικής ικανότητας των παιδιών.

Για την διερεύνηση των ερευνητικών υποθέσεων θα πραγματοποιηθεί μια διδακτική παρέμβαση. Ειδικότερα, θα δημιουργηθούν τρεις ισοδύναμες ομάδες οι οποίες θα προσεγγίσουν θεμελιώδη στοιχεία της Ν-ΕΤ. Η ομάδα με την παραδοσιακή διδασκαλία (ομάδα ελέγχου) και οι άλλες δύο, δηλαδή η πρώτη πειραματική ομάδα με την χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού μέσω υπολογιστή και η δεύτερη πειραματική ομάδα με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού για έξυπνες φορητές συσκευές (ταμπλέτες). Πριν και μετά το τέλος των διδακτικών παρεμβάσεων, θα εξεταστούν και οι τρεις ομάδες προκείμενου να διαπιστωθεί αν υπήρχαν διαφορές ως προς το επίπεδο «νανογραμματισμού» των παιδιών. Ειδικότερα, η κάθε ομάδα θα περάσει από τρεις φάσεις. Η πρώτη και τρίτη φάση θα περιλαμβάνει ατομική ημιδομημένη συνέντευξη με τις ίδιες ερωτήσεις για κάθε παιδί, ενώ η δεύτερη φάση θα είναι αυτή της διδασκαλίας στοιχείων Ν-ΕΤ. Στο πλαίσιο της συνέντευξης θα δοθεί στα παιδιά ένα κατάλληλα διαμορφωμένο τεστ το οποίο θα μετράει τις γνώσεις τους στη σύγκριση, σειροθέτηση και ταξινόμηση στοιχείων του μακρόκοσμου και του νανόκοσμου.

Σε όσες διδασκαλίες απαιτηθεί η χρήση ψηφιακών τεχνολογιών, θα δημιουργήσουμε αναπτυξιακά κατάλληλο για παιδιά πρώτης σχολικής ηλικίας εκπαιδευτικό λογισμικό το οποίο θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από τις παραδοσιακές τεχνολογίες (υπολογιστές), όσο και από τις έξυπνες φορητές συσκευές. Ειδικότερα, το εν λόγω λογισμικό θα πρέπει να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: (α) να είναι φιλικό στη χρήση, ώστε να μπορούν άνετα να το χειριστούν μικρά παιδιά χωρίς ιδιαίτερη βοήθεια από κάποιον ενήλικα, (β) να είναι κατάλληλο για παιδιά πρώτης σχολικής ηλικίας, και (γ) να συνδυάζει κίνηση και ήχο. Κατ' αυτόν τον τρόπο θα μπορέσουμε να συγκρίνουμε με ακρίβεια τον βαθμό της αποτελεσματικότητας των παλιών και νέων τεχνολογιών στην εκμάθηση στοιχείων Ν-ΕΤ από τα μικρά παιδιά.

3. Αποτελέσματα

Η παρούσα μελέτη, η οποία αποτελεί μέρος διδακτορικής έρευνας για τις ΤΠΕ στην εκπαίδευση και τη μάθηση των μικρών παιδιών βρίσκεται σε αρχικό στάδιο και με ιδιαίτερο ενδιαφέρον αναμένονται τα πρώτα αποτελέσματά της από την πιλοτική εφαρμογή της.

4. Συμπεράσματα

Παρόλο που η βιβλιογραφία δεν έχει προτείνει την κινητή μάθηση ως τρόπο προσέγγισης των εννοιών Ν-ΕΤ από μικρά παιδιά, η μελέτη αυτή αναδεικνύει τη σκοπιμότητα της εμπειρικής διερεύνησης του εν λόγω θέματος. Το επόμενο βήμα προς αυτήν την κατεύθυνση είναι η εισαγωγή εννοιών Ν-ΕΤ στην εκπαίδευση των μικρών παιδιών μέσω της χρήσης των κατάλληλα σχεδιασμένων ψηφιακών εργαλείων.

5. Βιβλιογραφία

Τζιώλη, Μ. (2019) *Μια αφήγηση για την εξοικείωση των παιδιών της προσχολικής ηλικίας με τον νανόκοσμο: η άποψη των Νηπιαγωγών* (Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία). Ανακτήθηκε από http://dspace.uowm.gr/xmlui/handle/123456789/1644

Aladé, F., Lauricella, A.R., Beaudoin-Ryan, L. and Wartella, E. (2016). Measuring with Murray: touchscreen technology and preschoolers' STEM learning, *Computers in Human Behavior*, Vol. 62, pp.433–441. Doi: 10.1016/j.chb.2016.03.080.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2013). Rethinking early mathematics: What is research based curriculum for young children? In L. D. English & J. T. Mulligan (Eds.), Reconceptualizing early mathematics learning (pp. 121–147). Dordrecht: Springer.

Couse, L.J. and Chen, D.W. (2010). A tablet computer for young children? Exploring its viability for early childhood education, *Journal of Research on Technology in Education*, Vol. 43, No. 1, pp.75–98. Doi: 15391523.2010.10782562.

Dorouka, P., Papadakis, S. and Kalogiannakis, M. (2020a). Tablets and apps for promoting robotics, mathematics, STEM education and literacy in early childhood education, *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, Vol. 14, No. 2, pp.255–274.
Doi: 10.1504/IJMLO.2020.10026334.

Dorouka, P., Papadakis, St., & Kalogiannakis, M. (2020b). Nanotechnology and Mobile Learning: Perspectives and Opportunities in Young Children's Education, *International Journal of Technology Enhanced Learning, International Journal of Technology Enhanced Learning (IJTEL)*, https://www.inderscience.com/info/ingeneral/forthcoming.php?jcode=ijtel

Giannakopoulos, G., Tatlas, N.A., Giannakopoulos, V., Floros, A. and Katsoulis, P. (2018) Accessible electronic games for blind children and young people, *British Journal of Educational Technology*, Vol. 49, No. 4, pp.608–619. Doi: 10.1111/bjet.12628.

Kucirkova, N. (2017) Personalized learning with digital technologies at home and school: where is children's agency?, *Mobile Technologies in Children's Language and Literacy: Innovative Pedagogy in Preschool and Primary Education*, pp.133–153. Doi: 10.1108/978-1-78714-879-620181009.

Papadakis, S., Kalogiannakis, M. and Zaranis, N. (2016) Comparing tablets and PCs in teaching mathematics: an attempt to improve mathematics competence in early childhood education, *Preschool and Primary Education*, Vol. 4, No. 2, 241–253. Doi: 10.12681/ppej.8779.

Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2017). Designing and creating an educational app rubric for preschool teachers, *Education and Information Technologies*, Vol. 22, No. 6, 3147-3165. DOI 10.1007/s10639-017-9579-0.

Papadakis, S., Kalogiannakis, M. and Zaranis, N. (2018) The effectiveness of computer and tablet assisted intervention in early childhood students' understanding of numbers. an empirical study conducted in Greece, *Education and Information Technologies*, Vol. 23, No. 5, pp.1849-1871.

Rogowsky, B.A., Terwilliger, C.C., Young, C.A. and Kribbs, E.E. (2018) Playful learning with technology: the effect of computer-assisted instruction on literacy and numeracy skills of preschoolers, *International Journal of Play*, Vol. 7, No. 1, pp.60–80. Doi: 10.1080/21594937.2017.1348324.

Schacter, J. and Jo, B. (2017) Improving preschoolers' mathematics achievement with tablets: a randomized controlled trial, *Mathematics Education Research Journal*, Vol. 29, No. 3, pp.313–327. Doi: 10.1007/s13394-017-0203-9.

Schank, P., Wise, A., Stanford, T. and Rosenquist, A. (2009) Can high school students learn nanoscience? An evaluation of the viability and impact of the Nanosense curriculum, *SRI International*, pp.1–54. http://nanosense.sri.com/documents/reports/FinalEvaluationReport.pdf

Stavrou, D., Michailidi, E. and Sgouros, G. (2018) Development and dissemination of a teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology in a context of communities of learners, *Chemistry Education Research and Practice*, Vol. 19, No. 4, pp.1065–1080.Doi: 10.1039/c8rp00088c.

Swarat, S., Light, G., Park, E.J. and Drane, D. (2011) A typology of undergraduate students' conceptions of size and scale: identifying and characterizing conceptual variation, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 48, No. 5, pp.512–533. Doi: 10.1002/tea.20403.

Zydney, J.M. and Warner, Z. (2016) Mobile apps for science learning: review of research, *Computers and Education*, Vol. 94, pp.1–17. Doi: 10.1016/j.compedu.2015.11.001.

Ανάπτυξη διδακτικών ενοτήτων νανοτεχνολογίας με έμφαση στη σχέση επιστήμη – κοινωνία – τεχνολογία από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Αθανασία Κοκολάκη[1], Δημήτρης Σταύρου[2]
[1]Υποψήφια διδάκτορας, [2]Καθηγητής
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη
Η ενσωμάτωση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων (ΚΕΖ) στα μαθήματα των φυσικών επιστημών (ΦΕ) μέσα από σύγχρονα επιστημονικά αντικείμενα κρίνεται απαραίτητη, δεδομένης της επικράτησης επιστημονικών και τεχνολογικών καινοτομιών στην καθημερινή ζωή. Η διαπραγμάτευση όμως ΚΕΖ κατά τη διδασκαλία είναι περιορισμένη λόγω των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί. Συνεπώς, η παρούσα έρευνα εστιάζει στη διαδικασία ανάπτυξης διδακτικών ενοτήτων, από έξι μελλοντικούς εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, με στόχο τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ που εγείρονται από εφαρμογές της νανοτεχνολογίας. Αρχικά, οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί εξοικειώνονται με επιστημονικές και κοινωνικές διαστάσεις της νανοτεχνολογίας και έπειτα αναπτύσσουν διδακτικές ενότητες επικεντρωμένες στα ΚΕΖ.

Abstract
The integration of socioscientific issues (SSI) in science courses through contemporary scientific subjects is argued to be necessary given the scientific and technological innovations that prevail in everyday life. However, the negotiation of SSI in science lessons is limited due to the difficulties teachers face. Based on this, in the present work, we focus on the process of SSI teaching modules development concerning nanotechnology, by six pre-service primary teachers. Initially, pre – service teachers get familiar with the scientific and the social aspects of nanotechnology and subsequently they develop a module on SSI.

1. Εισαγωγή

Η ραγδαία ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στην εμφάνιση ποικίλων προβληματισμών στους οποίους η σύγχρονη κοινωνία καλείται να δώσει απαντήσεις και οι οποίοι σχετίζονται με ζητήματα όπως είναι η κλιματική αλλαγή, η γενετική τροποποίηση, η διαχείριση της ενέργειας, η μόλυνση του περιβάλλοντος κλπ. Κρίνεται επομένως απαραίτητο, οι μαθητές, ως μελλοντικοί πολίτες, να καλλιεργήσουν δεξιότητες επιχειρηματολογίας, λήψης αποφάσεων και επίλυσης προβλημάτων ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν στις σύγχρονες απαιτήσεις (Roberts 2007). Αυτές οι δεξιότητες θεωρείται ότι μπορούν να καλλιεργηθούν κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών μέσα από τη διαπραγμάτευση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων (ΚΕΖ). Λέγοντας ΚΕΖ εννοούνται προβληματικές καταστάσεις στις οποίες εμπλέκονται ταυτόχρονα αμφιλεγόμενες πληροφορίες και οι οποίες δεν επιδέχονται μονοσήμαντα μια ορθή απάντηση (Sadler et al. 2007). Τέτοιου είδους προβληματικές καταστάσεις συνοδεύουν συχνά τα αντικείμενα έρευνας αιχμής δεδομένης της έμφυτης αμφιλεγόμενης και αβέβαιης φύσης τους (Wan & Bi 2019). Παράδειγμα ενός τέτοιου

σύγχρονου αντικειμένου αποτελεί ο τομέας της νανοεπιστήμης - νανοτεχνολογίας (ΝΕΤ). Η ΝΕΤ, αξιοποιώντας τις μοναδικές ιδιότητες της ύλης στη νανοκλίμακα, δημιουργεί νέα προϊόντα και τεχνολογίες με πολλά υποσχόμενες δυνατότητες αλλά και πιθανές αρνητικές επιπτώσεις. Δεδομένης της όλο και αυξανόμενης επίδρασης των εφαρμογών της ΝΕΤ στη ζωή του ανθρώπου αλλά και των πιθανών ηθικών προβληματισμών που εγείρονται από την αξιοποίησή τους, η ΝΕΤ θεωρείται ότι αποτελεί ένα κατάλληλο πλαίσιο για τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ κατά την εκπαιδευτική διαδικασία (πχ. Jones et al. 2013).

Για την υποστήριξη των εκπαιδευτικών αναφορικά με τη ανάπτυξη ΚΕΖ διδακτικών ενοτήτων έχει προταθεί από τον Sadler και τους συνεργάτες του (2017) ένα μοντέλο, σύμφωνα με το οποίο μια ΚΕΖ διδασκαλία έχει ως αφετηρία ένα κεντρικό ζήτημα με επιστημονικές και κοινωνικές διαστάσεις. Για την ανάλυση αυτού του ζητήματος οι μαθητές καλούνται να εμπλακούν με σχετικές θεμελιώδεις ιδέες επιστημονικού περιεχομένου, επιστημονικές πρακτικές αλλά και με πρακτικές ανάλυσης - ερμηνείας ΚΕΖ. Τέτοιες πρακτικές αφορούν για παράδειγμα στην ανάλυση των ποικίλων οπτικών ενός ζητήματος, στην αξιολόγηση της εγκυρότητας των σχετικών πληροφοριών, στον καθορισμό των πλεονεκτημάτων και των πιθανών κινδύνων που μπορεί ελλοχεύουν κλπ. (Sadler et al. 2007). Έπειτα, οι μαθητές καλούνται να διαμορφώσουν την προσωπική τους θέση αναφορικά με το κεντρικό ζήτημα, βασιζόμενοι στις επιστημονικές και κοινωνικές διαστάσεις του ζητήματος με τις οποίες έχουν εμπλακεί.

Ο σχεδιασμός διδακτικών ενοτήτων από τους εκπαιδευτικούς αποτελεί μια διαρκή «αλληλεπίδραση» ανάμεσα στον εκάστοτε εκπαιδευτικό και τα διαθέσιμα σε αυτόν μέσα και υλικά. Ο εκπαιδευτικός φέροντας τους προσωπικούς του πόρους, δηλαδή τη γνώση του πάνω στο εκάστοτε αντικείμενο, την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου σχετικά με το πώς να διδάξει το συγκεκριμένο αντικείμενο, καθώς και τους προσωπικούς του στόχους και πεποιθήσεις για τη διδασκαλία των ΦΕ «αλληλεπιδρά» με τα διαθέσιμα σε αυτόν μέσα όπως είναι τα αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ, ήδη διαμορφωμένες διδακτικές ενότητες, υλικά από δράσεις επαγγελματικής ανάπτυξης κλπ. και διαμορφώνει το δικό του προσωπικό διδακτικό υλικό (πχ. Brown & Edelson 2003).

Βασιζόμενοι στα παραπάνω, και με δεδομένο ότι η έρευνα σχετικά με το πώς οι εκπαιδευτικοί αναπτύσσουν ΚΕΖ διδακτικές ενότητες αξιοποιώντας αντικείμενα έρευνας αιχμής είναι αρκετά περιορισμένη, ειδικά όσο αναφορά στους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, (πχ. Evagorou & Puig 2017), η παρούσα έρευνα εστιάζει στη διαδικασία με την οποία μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναπτύσσουν διδακτικές ενότητες για τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ που εγείρονται από εφαρμογές της ΝΕΤ. Συγκεκριμένα, το κεντρικό ερευνητικό ερώτημα της εργασίας είναι:

Με ποιον τρόπο μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχεδιάζουν και αναπτύσσουν διδακτικές ενότητες επικεντρωμένες στα κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα που εγείρονται από εφαρμογές της νανοτεχνολογίας;

Το ερώτημα αυτό μπορεί να αναλυθεί στα εξής υποερωτήματα:

α. Πώς μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αξιοποιούν τους προσωπικούς τους πόρους για να σχεδιάσουν ΚΕΖ διδακτικές ενότητες αναφορικά με εφαρμογές της νανοτεχνολογίας;

β. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των δραστηριοτήτων που αναπτύσσουν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με στόχο τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ;

2. Μεθοδολογία

Ερευνητικός σχεδιασμός

Προκειμένου να απαντηθεί το ερευνητικό ερώτημα της διατριβής, έχει ήδη λάβει χώρα η πιλοτική έρευνα (χειμερινό εξάμηνο 2018 -2019), ενώ την τρέχουσα περίοδο βρίσκεται σε εξέλιξη η κυρίως έρευνα. Συγκεκριμένα:
Πιλοτική Έρευνα. Η πιλοτική έρευνα, στην οποία συμμετείχαν δώδεκα φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (ΠΤΔΕ) του Πανεπιστημίου Κρήτης, πραγματοποιήθηκε σε δώδεκα τρίωρες συναντήσεις με σκοπό οι φοιτητές να διαμορφώσουν σχέδια μαθήματος για τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ που εγείρονται από τη χρήση μικροπλαστικών. Η επιλογή αυτού του αντικειμένου οφείλεται στο γεγονός ότι πρόκειται για ένα σύγχρονο θέμα, με κοινωνικές και περιβαλλοντικές προεκτάσεις και με το οποίο οι φοιτητές είναι εξοικειωμένοι. Κατά τη διάρκεια των πρώτων έξι συναντήσεων οι φοιτητές εξοικειώθηκαν α. με το επιστημονικό περιεχόμενο γύρω από το πεδίο των μικροπλαστικών, β. με την προσωρινή φύση της επιστημονικής γνώσης και γ. με τις κοινωνικές προεκτάσεις και τους κινδύνους που απορρέουν από τη χρήση των μικροπλαστικών. Οι ακόλουθες έξι συναντήσεις αφορούσαν στην ανάπτυξη ενός σχεδίου μαθήματος για τη διαπραγμάτευση των ΚΕΖ που εγείρονται από τη χρήση μικροπλαστικών.
Κυρίως Έρευνα. Στην κυρίως έρευνα συμμετέχουν έξι φοιτητές του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Κρήτης, οι οποίοι εκπονούν την πτυχιακή τους εργασία στον τομέα της διδακτικής ΦΕ. Η διάρκεια της έρευνας είναι εννέα μήνες και πραγματοποιείται μέσα από τρίωρες συναντήσεις, όπως αποτυπώνεται στον πίνακα 1:

Πίνακας 1: Η διαδικασία ανάπτυξης διδακτικών ενοτήτων για ΚΕΖ

Φάση της έρευνας	Συναντήσεις	Περιγραφή
Φάση 1	Συναντήσεις 1 - 6	Εξοικείωση φοιτητών με: ▪ Τις θεμελιώδεις ιδέες της ΝΕΤ ▪ Τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για τις θεμελιώδεις ιδέες της ΝΕΤ ▪ Την προσωρινή φύση της επιστημονικής γνώσης ▪ Τις κοινωνικές πτυχές της ΝΕΤ (2 συναντήσεις)
Φάση 2	Συναντήσεις 7 - 14	Σχεδιασμός και ανάπτυξη των διδακτικών ενοτήτων
Φάση 3	Συναντήσεις 15 - 17	Εφαρμογή των διδακτικών ενοτήτων – Αναστοχασμός

Αναλυτικότερα, η φάση 1 αφορούσε στην αντιμετώπιση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί σχετικά με τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ κατά τη διδασκαλία, όπως αυτές αναφέρονται στη βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα, αρχικά οι φοιτητές εξοικειώθηκαν με θεμελιώδεις έννοιες και καινοτόμες εφαρμογές της ΝΕΤ μέσα από διερευνητικές δραστηριότητες που είχαν αναπτυχθεί από την ερευνητική μας ομάδα στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προγράμματος "IRRESISTIBLE" (http://www.irresistible-project.eu). Στην

συνέχεια, οι φοιτητές μέσα από την εμπλοκή τους σε μια “Mystery Box” δραστηριότητα συζήτησαν σχετικά με τις αβεβαιότητες αντικειμένων έρευνας αιχμής και την προσωρινότητα της επιστημονικής γνώσης. Τέλος, εξοικειώθηκαν με τις κοινωνικές πτυχές της επιστήμης και συνέδεσαν τις πτυχές αυτές με εφαρμογές της ΝΕΤ. Στη φάση 2 οι φοιτητές σχεδίασαν και ανέπτυξαν μια διδακτική ενότητα για τη διαπραγμάτευση των ΚΕΖ που εγείρονται από εφαρμογές της ΝΕΤ βασιζόμενοι στο μοντέλο των Sadler et al. (2017). Στην φάση 3, θα εφαρμόσουν τη διδακτική ενότητα που ανέπτυξαν με μαθητές Ε’ και ΣΤ΄ δημοτικού και θα αναστοχαστούν επί της διαδικασίας.

Συλλογή και Ανάλυση Δεδομένων

Δεδομένα συλλέγονται από α. μια αρχική συνέντευξη στους φοιτητές για τη διερεύνηση των απόψεων τους αναφορικά με τη διαπραγμάτευση ΚΕΖ στα μαθήματα ΦΕ, β. τις ηχογραφήσεις των συναντήσεων με τους φοιτητές, γ. τη διδακτική ενότητα που ανέπτυξαν και δ. μια τελική συνέντευξη που θα λάβει χώρα στο τέλος της διαδικασίας με κάθε ένα από τους συμμετέχοντες φοιτητές. Λόγω της διερευνητικής φύσης της έρευνας και του μικρού αριθμού του δείγματος θα αξιοποιηθούν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου (Mayring 2015). Η ανάλυση των δεδομένων πρόκειται να επικεντρωθεί στην ανάλυση των πόρων των εκπαιδευτικών (Brown & Edelson 2003) και στη συσχέτιση αυτών των πόρων με τα χαρακτηριστικά των ΚΕΖ διδακτικών ενοτήτων που αναπτύχθηκαν.

3. Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Από τα αποτελέσματα της πιλοτικής έρευνας φάνηκε ότι οι φοιτητές αναπτύσσουν διδακτικό υλικό επικεντρωμένο στο επιστημονικό περιεχόμενο, παρόλο που περιλαμβάνουν σε αυτό δραστηριότητες διαπραγμάτευσης ΚΕΖ. Χρησιμοποιούν τα ΚΕΖ ως κίνητρο για την εμπλοκή των μαθητών στη διδασκαλία ενώ η σύνδεση του επιστημονικού περιεχομένου με τα αντίστοιχα ΚΕΖ είναι αποσπασματική (Tidemand & Nielsen 2017). Με βάση αυτά, η κυρίως έρευνα αναμένεται να δώσει περισσότερα στοιχεία αναφορικά α. με τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί διαχειρίζονται την αλληλεπίδραση μεταξύ του επιστημονικού περιεχομένου και των κοινωνικών προεκτάσεων ενός ζητήματος, β. με τον τρόπο με τον οποίο αποτυπώνουν αυτή την αλληλεπίδραση στις διδακτικές ενότητες που αναπτύσσουν και γ. με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν κατά το σχεδιασμό και την ανάπτυξη ΚΕΖ διδακτικών ενοτήτων.

4. Ευχαριστίες

Η ερευνητική εργασία υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «Υποτροφίες ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. Υποψηφίων Διδακτόρων» (Αριθμός Υποτροφίας: 1490).

5. Βιβλιογραφία

Brown M. W. & Edelson D., (2003). *Teaching as design: Can we better understand the ways in which teachers use materials so we can better design materials to support their changes in practice?* Evertson: Center for Learning Technologies in Urban Schools.

Evagorou, M., & M, B. Puig. (2017). Engaging elementary school pre-service teachers in modeling a socioscientific issue as a way to help them appreciate the social aspects of science. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 5*(2), 113-123

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), 1490-1512.

Mayring, P. (2015). Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. In A. Bikner-Ahsbahs, C. Knipping, & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education (pp. 365-380)*. Dordrecht: Springer Netherlands.

Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education (pp. 729–780).* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education, 37*(4), 371-391.

Sadler, T. D., Foulk, J. A., & Friedrichsen, P. J. (2017). Evolution of a model for socio-scientific issue teaching and learning. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology, 5*(2), 75-87.

Tidemand & Nielsen (2017). The role of socioscientific issues in biology teaching: from the perspective of teachers. *International Journal of Science Education, 39* (1), 44-61

Wan, Y., & Bi, H. (2019). What major "socio-scientific topics" should the science curriculum focused on? A Delphi study of the expert community in China. *International Journal of Science and Mathematics Education,* 1-17. https://doi.org/10.1007/s10763-018-09947-y.

Προσεγγίσεις Εν Ενεργεία Εκπαιδευτικών Β/θμιας Εκπαίδευσης κατά τον Σχεδιασμό & Ανάπτυξη STEM Διδασκαλιών σε Πλαίσιο Κοινότητας Μάθησης

Νιπυράκης Αργύρης[1], Δημήτρης Σταύρου[2]
[1]Υποψήφιος Διδάκτορας, [2]Καθηγητής
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη
Η παρούσα έρευνα στοχεύει να μελετήσει τις διαφορετικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία STEM που έχουν εν ενεργεία εκπαιδευτικοί Β/θμιας Εκπαίδευσης των S-T-E-M πεδίων (Φυσικές Επιστήμες-Τεχνολογία-Μηχανική-Μαθηματικά), καθώς και τον βαθμό ενοποίησης των πεδίων που αυτοί υλοποιούν. Οι εκπαιδευτικοί (ν=26) μαζί με ερευνητές θα κληθούν σε ομάδες να σχεδιάσουν και να αναπτύξουν STEM διδακτικό υλικό μέσω δια ζώσης και online συναντήσεων. Οι συζητήσεις θα αναλυθούν με τη χρήση ποιοτικής ανάλυσης περιεχομένου, ενώ παράλληλα, η επίδραση του συνεργατικού πλαισίου της Κοινότητας Μάθησης κατά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη του διδακτικού υλικού, αλλά και στον βαθμό ενοποίησης των πεδίων θα μελετηθεί κάνοντας χρήση ανάλυσης δικτύων.

Abstract
The present study aims to investigate the different views about STEM Education that in-service secondary teachers of the S-T-E-M fields (Science-Technology-Engineering-Mathematics) have, as well as the level of integration that they implement. Teachers (n=26), along with researchers will be called upon to design and develop STEM teaching material in groups through in-person and online meetings. Discussions will be analysed with qualitative content analysis, whilst the extent to which the collaborative Learning Community framework will effect the design and development of the teaching material, as well as the level of integration will be also studied with the use of network analysis.

1. Εισαγωγή

Η Εκπαίδευση STEM ορίζεται ως "μια διδακτική προσέγγιση που ενοποιεί (integrates) εξειδικευμένες γνώσεις και δεξιότητες από τα πεδία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), Τεχνολογίας, Μηχανικής & Μαθηματικών" (Martín-Páez et al. 2019). Οι λόγοι που συνιστούν μια τέτοια προσέγγιση είναι ότι δύναται να συνεισφέρει σε βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα σε γνώσεις περιεχομένου (Martín-Páez et al. 2019, Toma & Greca 2018), καθώς οι μαθητές ωθούνται στο να κάνουν διασυνδέσεις μεταξύ των πεδίων, καθώς και διασυνδέσεις με γενικότερα θέματα & έννοιες, αλλά και να αποκτήσουν επίγνωση των διαφορετικών οπτικών και εννοιολογικών/γλωσσολογικών διενέξεων μεταξύ των πεδίων (Kähkönen et al. 2016). Παράλληλα, μέσω της Εκπαίδευσης STEM, αυξάνεται το ενδιαφέρον των μαθητών για τις ΦΕ (Toma & Greca 2018), ενώ βελτίωση παρατηρείται και σε διαδικαστικές/πρακτικές δεξιότητες (Martín-Páez et al. 2019).
Οι δύο κεντρικοί πυλώνες της Εκπαίδευσης STEM είναι η μάθηση μέσω διερεύνησης, καθώς και η μάθηση μέσω ρεαλιστικών προβλημάτων (Martín-Páez et al. 2019). Παρ' όλ' αυτά, οι εκπαιδευτικοί, παρουσιάζουν δυσκολίες στην αφομοίωση των παραπάνω στρατηγικών, εξαιτίας ελλείψεων σε γνώσεις περιεχομένου, εμπειριών στη διδασκαλία μέσω

πρακτικών/πειραματικών διαδικασιών (Kelley & Knowles 2016), αλλά και αρνητικών στάσεων (Toma & Greca 2018).
Ακόμα όμως και όταν οι εκπαιδευτικοί επιχειρούν ενοποιημένες διδασκαλίες, προκύπτουν δυσκολίες ως προς τη ισότιμη συμπερίληψη των πεδίων, καθώς κρίνεται μάλλον απαιτητική η ενσωμάτωση των Μαθηματικών (Martín-Páez et al. 2019), ενώ συχνά δεν επιτελείται ουσιαστική ενσωμάτωση της Τεχνολογίας (Νιπυράκης & Σταύρου 2019). Πιο αναλυτικά, προκύπτουν διάφορα μοντέλα ενοποίησης από τους εκπαιδευτικούς, με διαφορετική βαρύτητα και είδος διασυνδέσεων μεταξύ των πεδίων (Ring et al. 2017).
Προκειμένου να επιτελεστούν ενοποιημένες προσεγγίσεις, συνιστώνται συνεργατικές μέθοδοι, όπως το μοντέλο της Κοινότητας Μάθησης (ΚΜ), έτσι ώστε εκπαιδευτικοί με διαφορετικές προσλαμβάνουσες και γνώσεις να αποκτήσουν επίγνωση των ομοιοτήτων και διαφορών των απαιτούμενων γνώσεων και δεξιοτήτων από κάθε πεδίο (Kelley & Knowles 2016), να μπορέσουν να καλλιεργήσουν την "επάρκεια πεδίου" (discipline adequacy), δηλαδή ένα στοιχειώδες επίπεδο κατανόησης και εξοικείωσης με συναφή επιστημονικά πεδία, αλλά και να καλλιεργήσουν κοινωνικές δεξιότητες, όπως η ομαδικότητα και η καθοδήγηση (leadership) (Kähkönen et al. 2016).
Συνεπώς, η παρούσα έρευνα αποσκοπεί αφενός στο να διερευνήσει τις προσεγγίσεις στη διδασκαλία STEM εν ενεργεία εκπαιδευτικών των S-T-E-M πεδίων, καθώς και το βαθμό ενοποίησης που αυτοί πραγματοποιούν και αφετέρου να μελετήσει την επίδραση που έχει η συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών διαφορετικών πεδίων στον βαθμό ενοποίησης που πραγματοποιούν και στην παραγωγή STEM διδακτικού υλικού.
Η έρευνα αυτή πραγματοποιείται στα πλαίσια μιας επιμόρφωσης εκπαιδευτικών Β/θμιας Εκπαίδευσης, όπου 26 εκπαιδευτικοί θα εργαστούν σε ΚΜ προκειμένου να παράξουν STEM τεχνουργήματα & δραστηριότητες και θα τις εφαρμόσουν σε STEM διδασκαλίες στις σχολικές τάξεις και κατά την πραγματοποίηση έκθεσης σε χώρο άτυπης μάθησης. Παράλληλα, γίνεται χρήση αρχών διεπιστημονικότητας όπως αυτές διατυπώνονται στο ευρωπαϊκό πρόγραμμα Identities.

Ερευνητικά ερωτήματα

Συμπερασματικά, τα ερευνητικά ερωτήματα είναι:
- Ποιες είναι οι διαφορετικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία STEM που έχουν οι εκπαιδευτικοί των τεσσάρων S-T-E-M πεδίων και ποιος ο βαθμός ενοποίησης των πεδίων που πραγματοποιούν;
- Ποια είναι η επίδραση της Κοινότητας Μάθησης στην ανάπτυξη του STEM διδακτικού υλικού και στον βαθμό ενοποίησης των πεδίων;

2. Μεθοδολογία

Μεθοδολογικό πλαίσιο της παρούσας έρευνας αποτελεί το Μοντέλο Διδακτικής Αναδόμησης για την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών (Van Dijk & Kattmann 2007), προσαρμοσμένο στην Εκπαίδευση STEM. Συγκεκριμένα, το μοντέλο αποτελείται από τρία δυναμικώς αλληλεπιδρώντα πεδία: α) εμπειρικές έρευνες που αφορούν την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών, όπως έρευνες για την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, την Εκπαίδευση STEM και την ενοποίηση των πεδίων S-T-E-M από τους εκπαιδευτικούς, β) τη διαδικασία σχεδιασμού περιβαλλόντων μάθησης STEM από τους εκπαιδευτικούς και γ) τον σχεδιασμό Επιμορφώσεων Εκπαιδευτικών στη Εκπαίδευση STEM.

Υλοποίηση της έρευνας

Η έρευνα διεξάγεται στα πλαίσια μιας Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών στην Εκπαίδευση STEM που διοργανώνει ακαδημαϊκό ίδρυμα. Το δείγμα αποτελείται από 26 εκπαιδευτικούς Β/θμιας εκπαίδευσης των πεδίων S-T-E-M, συγκεκριμένα 10 εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών, 5 Πληροφορικής, 6 Μηχανικής και 5 Μαθηματικών. Οι εκπαιδευτικοί, μαζί με ερευνητές Διδακτικής των ΦΕ συγκροτούν μια ΚΜ, η οποία χωρίζεται επιπλέον σε 4 υποομάδες εκπαιδευτικών των 6-7 ατόμων, βάσει της βαθμίδας εκπαίδευσης (Γυμνάσιο/Λύκειο) και του γεωγραφικού νομού.
Στόχος των ομάδων είναι η παραγωγή STEM διδακτικού υλικού, όπως STEM τεχνουργήματα & συνοδευτικές δραστηριότητες, καθώς και η εφαρμογή STEM διδασκαλιών που θα αξιοποιούν το παραχθέν διδακτικό υλικό. Ως γνωστικό αντικείμενο της επιμόρφωσης επιλέχθηκε η ΝανοΕπιστήμη-Τεχνολογία (NET), όντας εκ φύσεως ένα διεπιστημονικό πεδίο (Kähkönen et al. 2016). Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, η επιμόρφωση αποτελείται από τρεις κύριες φάσεις: α) μια αρχική φάση επιμόρφωσης στο αντικείμενο της NET και στο θεωρητικό πλαίσιο της Εκπαίδευσης STEM, β) τη φάση σχεδιασμού και υλοποίησης του STEM διδακτικού υλικού, καθώς και διαμοιρασμού γνώσεων και δεξιοτήτων στα S-T-E-M πεδία και γ) τη φάση επίδειξης & εφαρμογής του υλικού στις σχολικές τάξεις και κατά την διεξαγωγή έκθεσης σε χώρο άτυπης μάθησης.

Πίνακας 1: Περιγραφή του προγράμματος

Συνάντηση	Μέθοδος	Περιεχόμενο
1η	Δια ζώσης	Εισαγωγική συνάντηση
2η	Εξ αποστάσεως	NET & Διδακτική της NET
3η	Εξ αποστάσεως	Εκπαίδευση STEM & Ενοποίηση των πεδίων
4η - 8η	Εξ αποστάσεως	Σχεδιασμός STEM τεχνουργημάτων
9η - 10η	Δια ζώσης / εξ αποστάσεως	Υλοποίηση STEM τεχνουργημάτων & Διαμοιρασμός γνώσεων & δεξιοτήτων
11η - 12η	Εξ αποστάσεως	Σχεδιασμός STEM διδασκαλιών
13η	Δια ζώσης	Διαμοιρασμός / Επίδειξη STEM τεχνουργημάτων
Εφαρμογή στις σχολικές τάξεις & Διεξαγωγή έκθεσης		

Συλλογή & Ανάλυση Δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων περιλαμβάνει: α) τις απομαγνητοφωνήσεις των συναντήσεων της ΚΜ, καθώς και των ασύγχρονων συζητήσεων στην διαδικτυακή πλατφόρμα/forum, β) το παραχθέν διδακτικό υλικό και γ) αρχικό ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου σχετικά με την ενοποίηση των πεδίων δ) συνεντεύξεις αναστοχασμού.
Για την ανάλυση των συζητήσεων, των συνεντεύξεων καθώς και του παραγόμενου διδακτικού υλικού/σχεδίων STEM διδασκαλιών, θα χρησιμοποιηθούν ποιοτικές μεθόδους ανάλυσης περιεχομένου (Mayring 2014), με σκοπό να αναγνωριστούν μοτίβα με επαγωγικό τρόπο σχετικά με τις προσεγγίσεις στη διδασκαλία STEM από τους εκπαιδευτικούς. Αναφορικά με την ενοποίηση των πεδίων, θα γίνει ποιοτική ανάλυση με απαγωγικό τρόπο χρησιμοποιώντας τα μοντέλα ενοποίησης των Ring et al. (2017). Παράλληλα, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των εκπαιδευτικών στις σύγχρονες / ασύγχρονες συζητήσεις θα κωδικοποιηθούν και θα ποσοτικοποιηθούν κάνοντας χρήση της Επιρροής (Νιπυράκης & Σταύρου 2018) ως μονάδα ανάλυσης και θα αναλυθούν χρησιμοποιώντας Ανάλυση Δικτύων (Borgatti et al.2018).

3. Αποτελέσματα

Η έρευνα είναι σε εξέλιξη και βρίσκεται στο στάδιο της συλλογής δεδομένων, το οποίο αναμένεται να έχει λήξει τον Ιούνιο 2020. Κατά τη χρονική περίοδο διεξαγωγής του 3ου Συνεδρίου Νέων Ερευνητών θα παρουσιαστεί μια πρώτη αποτίμηση από τα ερευνητικά δεδομένα και ενδεικτικά αποτελέσματα.

4. Συμπεράσματα

Εκτιμάται ότι το γνωσιακό υπόβαθρο των εκπαιδευτικών και ο επιστημολογικός προσανατολισμός τους, θα επηρεάσει σε σημαντικό βαθμό τις προσεγγίσεις τους στην Εκπαίδευση STEM αλλά και το βαθμό ενοποίησης των πεδίων που πραγματοποιούν. Επιπλέον, εκτιμάται ότι θα υπάρξει κάποια συσχέτιση του βαθμού καθοδήγησης (leadership) των μελών στην ΚΜ με τον βαθμό ενοποίησης των πεδίων που πραγματοποιούν τα αντίστοιχα μέλη και με συγκριτικά πιο ενημερωμένες διεπιστημονικές STEM προσεγγίσεις.

5. Βιβλιογραφία

Νιπυράκης, Α., & Σταύρου, Δ. (2018): *Μελέτη των Αλληλεπιδράσεων Φοιτητών σε Κοινότητα Μάθησης με αντικείμενο την Εκπαίδευση σε Εργαστήρια με Μικροϋπολογιστικά Συστήματα.* Πρακτικά 2ου Συνεδρίου Νέων Ερευνητών Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Αγριά Βόλου, 2-4 Απριλίου, 2018

Νιπυράκης, Α., & Σταύρου, Δ. (2019, υπό δημοσίευση): *Παραγωγή Διδακτικού Υλικού σε Εργαστήρια με Μικροϋπολογιστικά Συστήματα από Μελλοντικούς Εκπαιδευτικούς Α/θμιας Εκπαίδευσης.* Πρακτικά 11ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Φλώρινα, 19-21 Απριλίου 2019

Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2018). *Analyzing social networks*. Sage Publications Ltd.

Kähkönen, A. L., Laherto, A., Lindell, A., & Tala, S. (2016). Interdisciplinary Nature of Nanoscience: Implications for Education. In: Winkelmann K., Bhushan B. (eds) *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education* (pp. 35-81). Springer, Cham.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education, 3*(1), 11.

Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education, 103* (4).

Mayring, P. (2014). Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution. Monograph, Klagenfurt, Austria.

Ring, E. A., Dare, E. A., Crotty, E. A., & Roehrig, G. H. (2017). The evolution of teacher conceptions of STEM education throughout an intensive professional development experience. *Journal of Science Teacher Education, 28*(5), 444-467.

Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14*(4), 1383-1395.

Van Dijk, E. M., & Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education, 23*(6), 885-897.

Index Νέων Ερευνητών

Δορούκα Πανδώρα, εκπαιδευτικός Α/θμιας, υποψ. διδ., pandora.dorouka@gmail.com
Ζάχου Παναγιώτα, καθηγήτρια Β/θμιας, υποψ. διδ., zachou.yo@gmail.com
Μπατσιόλας Γιώργος, μεταπτυχιακός φοιτητής, gmpatsio@physics.auth.gr
Κοκολάκη Αθανασία – Αντωνία, υποψ. διδ., akokolaki@edc.uoc.gr
Νιπυράκης Αργύρης, υποψ. διδ., agnipyrakis@edc.uoc.gr

Index Επιβλεπόντων

Καλογιαννάκης Μιχάλης, αναπλ. καθηγητής, ΠΤΠΕ Παν. Κρήτης, mkalogian@edc.uoc.gr
Σπύρτου Άννα, καθηγήτρια, ΠΤΔΕ Παν. Δυτ. Μακεδονίας, aspirtou@uowm.gr
Σταύρου Δημήτρης, καθηγητής, ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης, dstavrou@edc.uoc.gr
Χατζηκρανιώτης Ευριπίδης, καθηγητής, Τμ. Φυσικής ΑΠΘ, evris@physics.auth.gr