

Εισαγωγή της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: Συγκριτική μελέτη τριών Διδακτικών Μαθησιακών Ακολουθιών ως προς το περιεχόμενο

Περίληψη

Στην εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης Διδακτικών Μαθησιακών Ακολουθιών που ανέπτυξαν και υλοποίησαν τρεις εκπαιδευτικοί Α/θμιας Εκπαίδευσης στο περιεχόμενο της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας (N-ET). Οι εκπαιδευτικοί αρχικά επιμορφώθηκαν μέσα σε μια κοινότητα μάθησης πάνω στο εν λόγω αντικείμενο. Σχεδίασαν και ανέπτυξαν ο καθένας ξεχωριστά τις ΔΜΑ σε στενή συνεργασία με τους ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Αν και οι εκπαιδευτικοί εργάστηκαν αυτόνομα, στη σύγκριση των ΔΜΑ τους παρουσιάζουν ομοιότητες στους στόχους και σε πέντε θεματικές περιοχές.

Abstract

In this paper we present the results after comparing three Teaching Learning Sequences concerning the Nanoscience-Nanotechnology content that three primary teachers developed and implemented to their students. Initially, within a learning community, the teachers were trained on concepts and applications of this emerging field. Working independently, the teachers developed their own teaching approach. However, they collaborated closely with Science Education researchers. The results revealed similarities in the intended students' learning outcomes as well as in five thematic areas.

1. Εισαγωγή

Η διδασκαλία και μάθηση του περιεχομένου της N-ET θεωρείται μια από τις «μεγάλες προκλήσεις» στο ερευνητικό πεδίο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ). Τα πρώτα βήματα προς αυτή την κατεύθυνση έχουν ήδη ξεκινήσει καθώς εντοπίζονται εκπαιδευτικά υλικά και δραστηριότητες για μαθητές όλων των βαθμίδων (Feather & Aznar 2011). Ωστόσο, στη βιβλιογραφία καταγράφεται ότι η διδασκαλία και μάθηση της N-ET είναι δύσκολη γιατί οι έννοιες και τα φαινόμενα της νανοκλίμακας είναι μακριά από την αισθητηριακή μας αντίληψη (Magana et al. 2012). Η μοντελοποίηση καθώς και η διδασκαλία για τη φύση και το ρόλο των μοντέλων φαίνεται ότι «μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν σύνθετες και μη αναμενόμενες [counterintuitive] έννοιες της φυσικής...» (Vosniadou 2010:50).

Οι κοινότητες μάθησης αφορούν ομάδες διαφορετικών «πόλων», όπως είναι εκπαιδευτικοί, μαθητές, ερευνητές της εκπαίδευσης, ειδικοί επαγγελματίες, επιστήμονες κ.λπ. Θεμελιακή αξία των κοινοτήτων μάθησης αποτελεί η ανάπτυξη συνθηκών αναστοχασμού, οι οποίες είναι ικανές να επιδράσουν καταλυτικά στις αντιλήψεις, στις πρακτικές, στην αυτοεκτίμηση κ.α. των μελών τους (Δημητριάδου 2016). Στην περίπτωση των εκπαιδευτικών μπορούν να συμβάλλουν στην επαγγελματική τους εξέλιξη γιατί δίνεται η ευκαιρία να συνδυάσουν πρακτική εφαρμογή μιας νέας θεματικής, ουσιαστικό αναστοχασμό και αλληλεπίδραση διαφορετικών αντιλήψεων (Hunzicker 2011).

Υπό το πρίσμα του παραπάνω προβληματισμού δημιουργήσαμε μία κοινότητα μάθησης που αποτελείται από ερευνητές της Διδακτικής των ΦΕ, σχολικούς συμβούλους, εκπαιδευτικούς, φοιτητές και μαθητές. Επικεντρώνεται στην ανάπτυξη καινοτομιών τυπικής και μη τυπικής

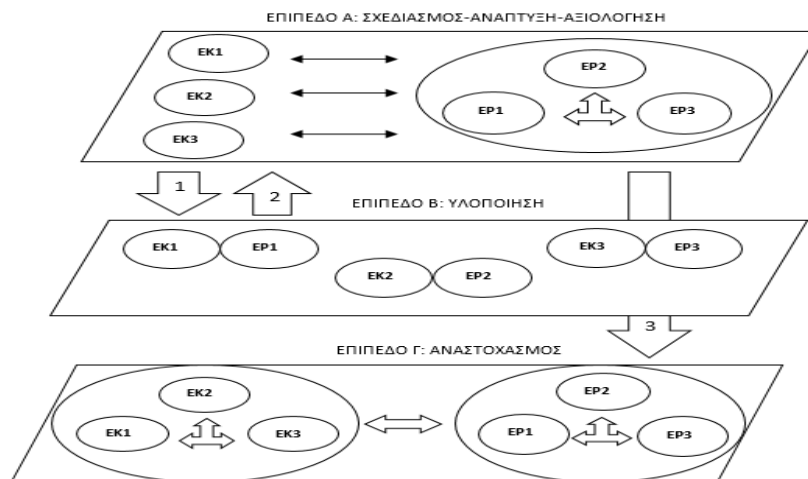
εκπαίδευσης, όπως είναι: (α) η εισαγωγή του περιεχομένου της Ν-ΕΤ στο Δημοτικό σχολείο, (β) η ανάπτυξη, ο σχεδιασμός, η εφαρμογή και η αξιολόγηση Διδακτικών Μαθησιακών Ακολουθιών (ΔΜΑ) διερευνητικής κατεύθυνσης, (γ) η υλοποίηση εξωσχολικών δραστηριοτήτων όπως είναι το Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας (ΦΕ/ΤΧ). Στην αναρτημένη αυτή εργασία περιγράφεται η αλληλεπίδραση τριών εκπαιδευτικών που ανήκουν στη συγκεκριμένη κοινότητα μάθησης με στόχο να προσεγγιστεί το ερώτημα: πώς ο βαθμός συνεργασίας εκπαιδευτικών-ερευνητών επιδρά στο διδακτικό σχεδιασμό και στη διδακτική πρακτική;

2. Μεθοδολογία

Το πλαίσιο της έρευνας

Σε πρώτο στάδιο οι εκπαιδευτικοί επιμορφώθηκαν σε φαινόμενα, ιδιότητες και έννοιες της κλίμακας του νάνο. Στο δεύτερο στάδιο συνεργάστηκαν συστηματικά με τους ερευνητές της Διδακτικής των ΦΕ για να σχεδιάσουν και να αναπτύξουν μια ΔΜΑ.

Σχήμα 1: Αλληλεπίδραση ερευνητών-εκπαιδευτικών



Στο σχήμα 1 περιγράφεται η διαδικασία αλληλεπίδρασης των εκπαιδευτικών με τους ερευνητές. Στο σχήμα ο κάθε ένας από τους τρεις εκπαιδευτικούς συμβολίζεται με (ΕΚ) και ο καθένας από τους τρεις ερευνητές συμβολίζεται με (ΕΡ). Η συνεργασία του κάθε εκπαιδευτικού με τους τρεις ερευνητές αναπτύχθηκε σε τρία επίπεδα. Στο πρώτο κάθε εκπαιδευτικός σχεδίασε και ανέπτυξε μόνος του μια ΔΜΑ, ενώ παράλληλα συναντήθηκε με το σύνολο των ερευνητών για να συζητήσουν τις απορίες τους, τις ιδέες, τα υλικά και τις δραστηριότητες της ΔΜΑ (διπλό βέλος στο επίπεδο Α). Παράλληλα οι τρεις ερευνητές, συνεργάστηκαν μεταξύ τους για να αναλύσουν σε βάθος τα θέματα που αναδείχθηκαν από τις συναντήσεις με τον κάθε εκπαιδευτικό.

Στο δεύτερο επίπεδο ο κάθε εκπαιδευτικός δίδαξε τη ΔΜΑ στην τάξη του, ενώ συγχρόνως ένας ερευνητής παρατήρησε την υλοποίησή της (εφαπτόμενοι κύκλοι).

Στη συνέχεια επαναλήφθηκε η αρχική διαδικασία αλληλεπίδρασης για την αξιολόγηση της εφαρμογής της ΔΜΑ (επίπεδο Α). Δηλαδή κάθε εκπαιδευτικός μαζί με τους τρεις ερευνητές συζήτησαν και αξιολόγησαν την υλοποίηση της διδασκαλίας τους. Παράλληλα οι ερευνητές, από τις δια ζώσης παρατηρήσεις που έκαναν, συζήτησαν και κατέληξαν σε βασικά συμπεράσματα σχετικά με την εφαρμογή της ΔΜΑ.

Στο τρίτο επίπεδο οι εκπαιδευτικοί δημιούργησαν για πρώτη φορά, ένα Υποσύνολο της κοινότητας μάθησης (Υποσύνολο Α) με σκοπό την μεταξύ τους αλληλεπίδραση και τον

αναστοχασμό. Ως Υποσύνολο *A* συζήτησαν με τους ερευνητές (Υποσύνολο *B*) για να συγκρίνουν τα σενάρια διδασκαλίας τους ως προς το περιεχόμενο.

Τα συγκεκριμένα σενάρια διδασκαλίας αποτελούν την πηγή των δεδομένων αυτής της εργασίας με στόχο να καταγραφούν οι ομοιότητες και οι διαφορές τους.

Επισημαίνεται ότι το πλαίσιο στο οποίο οι εκπαιδευτικοί εφάρμοσαν τη ΔΜΑ ήταν διαφορετικό ως προς: α) την περιοχή (ημιαστική ή αγροτική), β) την τάξη (Ε', Στ'), γ) τον αριθμό μαθητών και δ) τις ώρες διδασκαλίας.

3. Αποτελέσματα

Για να απαντηθεί το ερευνητικό ερώτημα έγινε συγκριτική ανάλυση του περιεχομένου των τριών ΔΜΑ. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1: Περιεχόμενα και στόχοι των τριών ΔΜΑ

Θεματικές Περιοχές	Περιεχόμενα	Στόχοι	Εκπ/κός 1	Εκπ/κός 2	Εκπ/κός 3
Μοντέλα-Μοντελοποίηση	Φύση-ρόλος-κατασκευή μοντέλων	Αναγνώριση των μοντέλων ως εργαλεία αναπαράστασης των τριών κόσμων	✓	✓	✓
Κόσμοι	Μακρόκοσμος	Ταξινόμηση και σειροθέτηση των αντικειμένων με βάση το όργανο παρατήρησής τους	✓	✓	✓
	Μικρόκοσμος		✓	✓	✓
	Νανόκοσμος		✓	✓	✓
Μέγεθος και Κλίμακα	Μακροκλίμακα	Χρήση μονάδων μέτρησης (m, μm, nm)	✓	✓	✓
	Μικροκλίμακα		✓	✓	✓
	Νανοκλίμακα		✓	✓	✓
Φαινόμενα	Φαινόμενο ίωσης	Αναγνώριση της επίδρασης του νανόκοσμου στον μακρόκοσμο	✓	-	✓
	Φαινόμενο λωτού		✓	✓	✓
	Φαινόμενο σαύρας		✓	-	-
Εφαρμογές	Νανόφιλτρο νερού	Χρησιμότητα των εφαρμογών της νανοτεχνολογίας	✓	✓	✓

Ως προς το περιεχόμενο αναγνωρίστηκαν συνολικά πέντε θεματικές περιοχές.

Ειδικότερα, αν και οι τρεις δίδαξαν τη φύση και το ρόλο των μοντέλων, διαφοροποιήθηκαν ως προς τη διαδικασία της μοντελοποίησης. Για παράδειγμα ο εκπαιδευτικός 1 χρησιμοποίησε έτοιμα μοντέλα όπως το μοντέλο του ηλιακού συστήματος για να εξηγήσει στους μαθητές την αναπαραστατική φύση των μοντέλων. Αντίστοιχη επίδειξη μοντέλου έγινε για να περιγράψει το φαινόμενο της σαύρας. Κατασκευή μοντέλων από τους μαθητές του έγινε στις θεματικές μικρόκοσμος, φαινόμενο ίωσης και λωτού.

Ο εκπαιδευτικός 2 ακολούθησε διαθεματική προσέγγιση των μοντέλων εμπλέκοντας τους μαθητές στην αναπαράσταση φυσικών φαινομένων (απορρόφηση θερμότητας), αντικειμένων της Μουσικής και της Ιστορίας (τύμπανο, τρούλος της Αγίας Σοφίας). Οι μαθητές κατασκεύασαν μοντέλα σε όλα τα περιεχόμενα που δίδαξε.

Ο εκπαιδευτικός 3 έδωσε έμφαση στην κατασκευή μοντέλων από τους μαθητές και στους τρεις κόσμους. Για παράδειγμα οι μαθητές κατασκεύασαν μοντέλα αντικειμένων του μακρόκοσμου π.χ. πέτρες, κουκουνάρια.

Όλοι οι εκπαιδευτικοί επικεντρώθηκαν στην διάκριση μεταξύ των τριών κόσμων με βάση τα όργανα παρατήρησης (μάτι για το μακρόκοσμο, οπτικό μικροσκόπιο για το μικρόκοσμο και ηλεκτρονικό για το νανόκοσμο).

Οι εκπαιδευτικοί για την προσέγγιση του μεγέθους και της κλίμακας στηρίχτηκαν θεωρητικά στην πρόταση της Magana et al. (2012). Αντιπροσωπευτικά για την κλίμακα του νάνο οι

εκπαιδευτικοί 1 και 3 συζήτησαν με τους μαθητές τα απόλυτα μεγέθη των αντικειμένων, π.χ. το DNA έχει πλάτος περίπου 2nm. Ο εκπαιδευτικός 2 επικεντρώθηκε στα απόλυτα μεγέθη στη μικροκλίμακα, π.χ. το ερυθρό αιμοσφαίριο έχει μέγεθος περίπου 5μm.

Οι δύο εκπαιδευτικοί (1 και 3) προσέγγισαν το φαινόμενο της ίωσης με σκοπό να δείξουν την επίδραση των αντικειμένων του νανόκοσμου (ιός) στον μακρόκοσμο (άνθρωπος).

Και οι τρεις διερεύνησαν το φαινόμενο του λωτού για να ερμηνεύσουν τις ιδιότητες των υπερ-υδρόφοβων επιφανειών, φαινόμενο που η νανοτεχνολογία εκμεταλλεύεται για την αδιαβροχοποίηση διαφόρων υλικών.

Διαπιστώνουμε ότι το φαινόμενο της σαύρας διδάχτηκε μόνο από έναν εκπαιδευτικό (1).

Δύο από αυτούς (1 και 2) εστίασαν στις εφαρμογές της νανοτεχνολογίας που δίνουν λύσεις σε μεγάλα προβλήματα όπως είναι ο καθαρισμός του νερού με νανόφιλτρο σε υποανάπτυκτες περιοχές του κόσμου.

Πέρα από τις ΔΜΑς ο εκπαιδευτικός 3 συμμετείχε με τους μαθητές του σε Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Οι μαθητές κατασκεύασαν επιτραπέζιο παιχνίδι με θεματική περιεχόμενο της N-ET (αντικείμενα των τριών κόσμων, φαινόμενα λωτού και ίωσης) στο οποίο ενεπλάκησαν επισκέπτες-μαθητές του Φεστιβάλ.

Αναδεικνύεται ότι και οι τρεις εκπαιδευτικοί είχαν θέσει ως στόχους οι μαθητές να: (α) αναγνωρίσουν ότι τα μοντέλα αποτελούν εργαλεία αναπαράστασης των τριών κόσμων, (β) ταξινομήσουν και να σειροθετούν αντικείμενα στους τρεις κόσμους με κριτήριο το όργανο παρατήρησής τους (μάτι, οπτικό μικροσκόπιο, ηλεκτρονικό μικροσκόπιο), (γ) χρησιμοποιούν τις μονάδες μέτρησης των τριών κόσμων (m, μm, nm), (δ) αναγνωρίσουν ότι ο νανόκοσμος επηρεάζει τον μακρόκοσμο, (ε) γνωρίσουν το νανόφιλτρο ως μια εφαρμογή της νανοτεχνολογίας για τον καθαρισμό του νερού.

4. Συμπεράσματα

Από τη συγκριτική ανάλυση του περιεχομένου των διδακτικών σεναρίων των ΔΜΑ αναγνωρίστηκαν ως κοινά χαρακτηριστικά: (α) οι στόχοι και (β) πέντε θεματικές περιοχές. Ερμηνεύουμε τη διαπίστωση αυτή υποστηρίζοντας ότι οι εκπαιδευτικοί, αν και σχεδίασαν ο καθένας μόνος του τη ΔΜΑ, φαίνεται να επηρεάστηκαν ισχυρά από τους ερευνητές της Διδακτικής των ΦΕ. Αυτό σημαίνει ότι υιοθέτησαν το περιεχόμενο του προγράμματος εκπαίδευσής τους με επιμέρους τροποποιήσεις. Γενικά, το *Υποσύνολο Β* φαίνεται ότι επηρεάζει ισχυρά το *Υποσύνολο Α*, τουλάχιστον ως προς τα δύο παραπάνω χαρακτηριστικά.

5. Βιβλιογραφία

Δημητριάδου, Α. (2016). *Νέοι Προσανατολισμοί της Διδακτικής*. Αθήνα: GUTENBERG.

Feather, J., L. & Aznar, M., F. (2011). *Nanoscience Education, Workforce Training, and K-12 Resources*. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group.

Hunzicker, J (2011). Characteristics of Effective Professional Development: a checklist. *Professional Development in Education*, 37(2), 177–179.

Magana, A., Brophy, S., Bryan, L. (2012) An Integrated Knowledge Framework to Characterize and Scaffold Size and Scale Cognition (FS2C). *International Journal of Science Education*, 34(14), 2181-2203.

Vosniadou, S. (2010). Instructional considerations in the use of external representations. In L. Verschaffel, et al. (Eds.), *Use of representations in reasoning and problem solving* (pp. 36–54). New York, NY: Routledge.