



FeDia

Διδασκαλία της Νανοεπιστήμης- Νανοτεχνολογίας στο δημοτικό σχολείο: μελέτη του ενδιαφέροντος των μαθητών

Ελευθερία Δρογγίτη¹, Γεώργιος Πέικος², Λεωνίδα Μάνου³

¹Προπτυχιακή φοιτήτρια Π.Δ.Μ., eldroqiti@gmail.com, ²Μεταπτυχιακός φοιτητής Π.Δ.Μ., giorgospeikos@gmail.com, ³Υποψήφιος διδάκτορας Π.Δ.Μ., Imanou1@gmail.com

Περίληψη

Η αναρτημένη εργασία έχει ως στόχο να παρουσιάσει αποτελέσματα για το ενδιαφέρον των μαθητών σχετικά με την νανοεπιστήμη-νανοτεχνολογία, με βάση τα δεδομένα Διδακτικής Μαθησιακής Σειράς για την διδασκαλία της Ν-ΕΤ στο δημοτικό σχολείο. Δείγμα της έρευνας αποτελούν 17 μαθητές ΣΤ' τάξης. Αρχικά περιγράφεται το θεωρητικό πλαίσιο για το ενδιαφέρον. Έπειτα παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνάς μας, τα αποτελέσματα και η συζήτηση. Από τα αποτελέσματα φαίνεται πως οι μαθητές έδειξαν ενδιαφέρον για επιστημονική καριέρα, για το περιεχόμενο της Ν-ΕΤ και το περιβάλλον μάθησης.

Abstract

In this poster, we present results about students' interest on nanoscience-nanotechnology (NST), based on the data of a TLS about NST in primary school. The sample in our research is consisted of 17 primary school students. Firstly, we present, briefly, a theoretical framework of interest. Then, we present the methodology of our research, our results and in the end the discussion. From our results is obvious that students was interested about scientific career, about NST content and about the learning environment.

1. Εισαγωγή

Η Νανοτεχνολογία-Νανοεπιστήμη (N-ET) αποτελεί ένα καινοτομικό διεπιστημονικό πεδίο αλλά και ταυτόχρονα πεδίο εκπαιδευτικής έρευνας. Τα τελευταία χρόνια ερευνούνται διδακτικές στρατηγικές που θα λειτουργήσουν αποτελεσματικά για την εισαγωγή της Ν-ΕΤ στα αναλυτικά προγράμματα των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ). Αυτή τη στιγμή αποτελούν πυρήνες έρευνας ανά τον κόσμο τα μοντέλα διδασκαλίας, η επιλογή του κατάλληλου περιεχομένου αλλά και η μελέτη των παραγόντων που καθιστούν των συνδυασμό των παραπάνω ελκυστικό στους μαθητές, όπως το ενδιαφέρον (Bryan et al 2015).

Η έρευνα για το ενδιαφέρον

Σύμφωνα με τις Hidi & Renninger (2006) το ενδιαφέρον, ως μια μεταβλητή για το κίνητρο, αναφέρεται στην ψυχολογική κατάσταση της εμπλοκής ή επανεμπλοκής του ατόμου με ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο. Το ενδιαφέρον διαφέρει από άλλες αιτίες μεταβολής του κινήτρου καθώς αποτελείται από ένα γνωστικό και ένα συναισθηματικό μέρος, τα οποία είναι διακεκριμένα αλλά αλληλεπιδρούν. Στην ουσία το συναισθηματικό μέρος δημιουργεί θετικά συναισθήματα κατά τη διάρκεια της εμπλοκής με το περιεχόμενο, ενώ το γνωστικό κομμάτι περιλαμβάνει αντιληπτικές δραστηριότητες που διενεργούνται ταυτόχρονα, όπως η προσοχή και τα επίπεδα μάθησης. Η δυνατότητα για ενδιαφέρον προϋπάρχει στο άτομο, παρόλα αυτά, το ενδιαφέρον αυτό καθαυτό είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης με ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο. Το περιεχόμενο και το περιβάλλον της αλληλεπίδρασης αυτής είναι οι γνώμονες με βάση τους οποίους το ενδιαφέρον κατευθύνεται και αναπτύσσεται.

Η εκπαιδευτική έρευνα δίνει βάση σε δυο είδη ενδιαφέροντος, το καταστασιακό και το ατομικό. Το καταστασιακό ενδιαφέρον δημιουργείται όταν ένα ερέθισμα από το περιβάλλον έρχεται στην αντίληψη του ατόμου και δημιουργεί μια βραχύχρονη συναισθηματική αντίδραση, η οποία μπορεί να έχει την προοπτική της μακρόχρονης. Το ατομικό ενδιαφέρον αναφέρεται στην διαρκή τάση του ατόμου να επανεμπλακεί με συγκεκριμένο περιεχόμενο καθώς και την ψυχολογική κατάσταση που δημιουργείται όταν η τάση αυτή ενεργοποιείται.

Οι Hidi και Renninger (2006) προτείνουν ένα μοντέλο αποτελούμενο από τέσσερις φάσεις για την εξέλιξη του ενδιαφέροντος. Σύμφωνα με αυτό, αρχικά εμφανίζεται ένα περιστασιακό στιγμιαίο ενδιαφέρον, το οποίο με την κατάλληλη υποστήριξη μπορεί να αναδυθεί ως ατομικό και να εδραιωθεί με αυτή τη μορφή, εάν βέβαια υπάρχουν τα κατάλληλα εσωτερικά κίνητρα. Σύμφωνα με τα παραπάνω, θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε το ενδιαφέρον ως «*μια κατάσταση, η οποία κατά την εξέλιξή της μπορεί να οδηγήσει σε επαναλαμβανόμενη αλληλεπίδραση του ατόμου με συγκεκριμένο περιεχόμενο, εντός ή εκτός πλαισίου της εκπαίδευσης*» (Hidi & Renninger 2006, σελ. 111).

Επιπλέον οι Hidi και Anderson (1992) παρατηρούν ότι το καταστασιακό ενδιαφέρον είναι πιο πιθανό να συνδεθεί με πολύ εξειδικευμένο περιεχόμενο, όπως αυτό της νανοτεχνολογίας, και διακρίνεται σε δύο φάσεις, αρχικά ενεργοποιείται και στη συνέχεια εδραιώνεται. Η Hidi (2000) υποστηρίζει επιπλέον ότι το καταστασιακό ενδιαφέρον περιλαμβάνει τόσο το στοιχείο της θετικής συναισθηματικής αντίδρασης, όσο και την αυξημένη προσοχή στο περιεχόμενο, ως αποτέλεσμα της συναισθηματικής εμπλοκής.

Στην έρευνα των Linnenbrink-Garcia et al. (2010) αναπτύχθηκε ένα ερωτηματολόγιο ως ερευνητικό εργαλείο για την μέτρηση του καταστασιακού ενδιαφέροντος σε προπτυχιακούς φοιτητές στα πλαίσια εισαγωγικού μαθήματος στη Ψυχολογία. Παραδείγματα απαντήσεων που εντάχθηκαν στην κατηγορία που αφορούσε το ενεργοποιημένο καταστασιακό ενδιαφέρον (triggered situational interest) είναι: «το απολαμβάνω» ή «μου αρέσει». Στην κατηγορία που αφορά εδραιωμένο καταστασιακό ενδιαφέρον (maintained situational interest) εντάχθηκαν απαντήσεις όπως: «είναι ενδιαφέρον», «μου είναι χρήσιμο», «βλέπω πώς μπορεί να εφαρμοστεί στην καθημερινή ζωή», «είναι σημαντικός επιστημονικός τομέας». Οι απαντήσεις αυτές αποτελούν την αποτύπωση του καταστασιακού ενδιαφέροντος μέσω του γλωσσικού κώδικα επικοινωνίας.

Έρευνες για το ενδιαφέρον των μαθητών στη Ν-ΕΤ.

Στη βιβλιογραφία η ανάγκη εισαγωγής της Ν-ΕΤ στην εκπαίδευση οφείλεται στην ανάγκη για την επίτευξη του «νανογραμματισμού» ή «nanoliteracy» Laherto (2010). Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι, οι σημερινοί μαθητές, ως αυριανοί πολίτες είναι ανάγκη να γνωρίζουν και να είναι ικανοί να χειρίζονται θέματα σχετικά με την καθημερινή τους ζωή που βασίζονται στη Ν-ΕΤ. Οι Lin et al. (2015) προσθέτουν πως «οι μαθητές δημοτικού είναι το μελλοντικό εργατικό δυναμικό της νανοτεχνολογίας, η οποία βρίσκεται στην κόψη του

ξυραφιού της καινοτομίας» (σελ. 25). Επιπλέον, έρευνες φανερώνουν ότι η εισαγωγή της νανοκλίμακας, στην οποία εξειδικεύεται η N-ET, μπορεί να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ μακρόκοσμου (macro), όπου τα φαινόμενα είναι άμεσα παρατηρήσιμα, και υπομικροσκοπικού (submicro), δηλαδή του κόσμου των μορίων και των ατόμων (Wiser & Smith 2008). Στο κενό αυτό φαίνεται να οφείλονται συχνές παρανοήσεις των μαθητών, όπως ότι τα μόρια του νερού έχουν μπλε χρώμα. Με την απουσία της τάξης του νανόκοσμου, φαινόμενα της καθημερινότητας που οφείλονται στην νανοκλίμακα, μπορούν να κατανοηθούν μόνο υπερφυσικά. Για τη γεφύρωση του χάσματος αυτού, προτείνεται η εισαγωγή των ενδιάμεσων σε αυτών μεγεθών, συμπεριλαμβανομένων και των μεγεθών της νανοκλίμακας.

Σε μία ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για μελέτη του ενδιαφέροντος των μαθητών σχετικά με τη N-ET, φαίνεται ότι ο αριθμός των μελετών που έχουν διεξαχθεί είναι περιορισμένος. Οι Hutchinson et al. (2011) μελέτησαν τα κίνητρα που ωθούν τους μαθητές να εμπλακούν στη μάθηση της N-ET, σε συνάρτηση με το φύλο, την υπηκοότητα, τη τάξη φοίτησης και τις εμπειρίες τους. Τα ευρήματα έδειξαν ότι όλοι οι μαθητές έδειξαν κάποιο ενδιαφέρον στα θέματα νανοτεχνολογίας, με τον βαθμό του ενδιαφέροντος να κυμαίνεται ανάλογα με τις υπό εξέταση μεταβλητές. Η έρευνα των Cheng et al. 2014, για το ενδιαφέρον των μαθητών σχετικά με την νανοτεχνολογία, δείχνει πως αυτό προκλήθηκε τόσο από το περιεχόμενο της νανοτεχνολογίας, όπως για παράδειγμα τα φαινόμενα της νανοκλίμακας στην φύση όσο και από τις χειραπτικές δραστηριότητες και από τα πειράματα. Τέλος, υποστηρίζεται ότι η εισαγωγή της N-ET στην εκπαίδευση είναι δυνατό να αυξήσει το ενδιαφέρον των μαθητών, μέσα από τα εντυπωσιακά και «μυστήρια» φαινόμενα τα οποία προσφέρονται για διερεύνηση στην τάξη (Filipponi & Sutherland, 2010).

Επιπλέον, ο Alford et al. (2009), μελέτησαν κατά πόσο ένα εξαμηνιαίο πρόγραμμα εκπαίδευσης μαθητών Β/θμιας εκπαίδευσης σε έννοιες, φαινόμενα και εφαρμογές N-ET προκάλεσε το ενδιαφέρον των μαθητών σε τέτοιο βαθμό ώστε, οι μαθητές να ακολουθήσουν μελλοντικά σπουδές και καριέρες σε επαγγέλματα που σχετίζονται με τη N-ET. Από τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας, φαίνεται ότι το περιεχόμενο του προγράμματος (νανοκλίμακα, ιδιότητες στη νανοκλίμακα, εφαρμογές της NET στην υγεία, στα υφάσματα, στα καλλυντικά και στις επιπτώσεις της NET στην κοινωνία) προκάλεσε αύξηση του αριθμού των μαθητών που επιλέγουν κατευθύνσεις προς τις ΦΕ και έφερε «αισθητά αποτελέσματα στην διερεύνηση επαγγελματιών σχετιζόμενων με τη NET» (σελ. 73). Τέλος, ο Harmer & Columbia (2010) μελέτησαν κατά πόσο ένα πρόβλημα που σχετίζεται με τη καθημερινή ζωή των μαθητών και που μπορεί να λυθεί από τη N-ET, αλλά και ο χειρισμός των ηλεκτρονικών μικροσκοπίων μπορούν να προκαλέσουν το ενδιαφέρον των μαθητών προς το πεδίο αυτό. Οι ερευνητές παρατήρησαν ότι «υπάρχουν ενδείξεις ότι ο σχεδιασμός παρεμβάσεων με περιεχόμενο σύγχρονους κλάδους επιστήμης και τεχνολογίας, όπως αυτό της N-ET, μπορεί να διεγείρει τη φαντασία των μαθητών ώστε να εμπλακούν με την επιστήμη» (σελ. 99).

Από την παραπάνω βιβλιογραφική επισκόπηση φαίνεται ότι αποτελεί πεδίο έρευνας, το περιεχόμενο και η προσέγγιση (διερεύνηση, διερεύνηση βασισμένη σε πρόβλημα, απτές δραστηριότητες), το κατά πόσο ο συνδυασμός περιεχομένου και διδακτικής προσέγγισης μπορούν να προκαλέσουν το ενδιαφέρον των μαθητών ώστε να εμπλακούν ενεργά με τη N-ET. Την στιγμή που στη Β/θμια εκπαίδευση η έρευνα στη κατεύθυνση αυτή είναι στα πρώτα βήματα, δεν υπάρχουν μέχρι στιγμής δημοσιευμένες έρευνες για τους μαθητές του Δημοτικού σχολείου. Αυτόν τον σκοπό εξυπηρετεί η παρούσα εργασία: να αντιμετωπίσει την έλλειψη των ερευνών για τους παράγοντες εκείνους (περιεχόμενο & προσέγγιση) που ενεργοποιούν τα κίνητρα μάθησης, και συγκεκριμένα το καταστασιακό ενδιαφέρον, για τους μαθητές του Δημοτικού σχολείου.

2. Μεθοδολογία

Καθώς υποστηρίζεται με βάση τις παραπάνω έρευνες ότι η N-ET μπορεί να αυξήσει το ενδιαφέρον των μαθητών, αναδείχθηκε το ερώτημα αν η Διδακτική Μαθησιακή Σειρά (ΔΜΣ) για την N-ET (συγγραφείς 2015) μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη του ενδιαφέροντος των μαθητών απέναντι στη N-ET. Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος μια ευρύτερης έρευνας, η οποία αφορά την ανάπτυξη ΔΜΣ για την διδασκαλία της N-ET στο δημοτικό σχολείο. Για να δώσουμε μια πρώτη απάντηση στο παραπάνω ερώτημα, στην παρούσα εργασία θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα από ερωτηματολόγιο τεσσάρων ερωτήσεων, το οποίο μοιράστηκε στην αρχή και στο τέλος της εφαρμογής της ΔΜΣ. Τρεις ερωτήσεις είναι ανοιχτού τύπου (1^η, 2^η 4^η), ενώ η ερώτηση 3 είναι κλειστού τύπου (πεντάβαθμη κλίμακα Likert). Δείγμα αποτελούν 17 μαθητές ΣΤ τάξης.

Ως μονάδα ανάλυσης (ΜΑ) ορίστηκε οποιαδήποτε φράση ή λέξη έχει νόημα για την κάθε ερώτηση. Οι ερωτήσεις είναι οι εξής:

1. Τι σου αρέσει στα μαθήματα της φυσικής;
2. Θα ήθελες να γίνεις επιστήμονας; Αιτιολόγησε την απάντησή σου.
3. Μου άρεσε το μάθημα της ναυτεχνολογίας (επιλογή βαθμού από κλίμακα Likert)
4. Τι σου άρεσε στα μαθήματα της ναυτεχνολογίας;

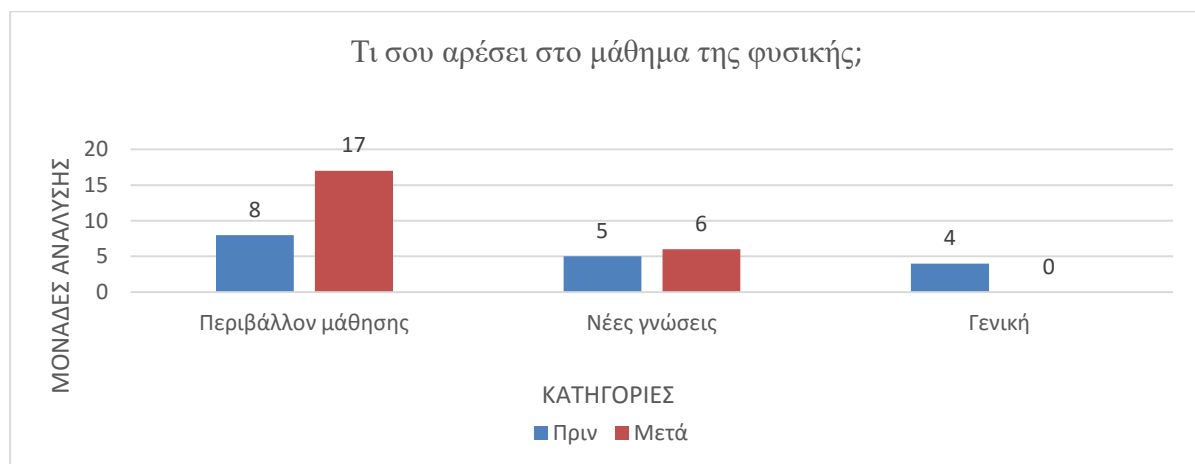
Διευκρινίζουμε ότι οι ερωτήσεις 3 και 4 δόθηκαν στην τελική μέτρηση.

3. Αποτελέσματα – Συζήτηση

Για την ερώτηση 1, «*Τι σου αρέσει στα μαθήματα της φυσικής;*», αναγνωρίστηκαν 17 ΜΑ και 23 ΜΑ στην αρχική και τελική μέτρηση αντιστοίχως (σχήμα 1). Οι κατηγορίες που προέκυψαν είναι:

- Α. «Περιβάλλον μάθησης», περιλαμβάνει περιγραφές για τον τρόπο διδασκαλίας π.χ. «ότι δουλεύουμε όλοι μαζί», «τα πειράματα», «όταν συζητάμε...»
- Β. «Νέες γνώσεις» π.χ. «τα καινούργια πράγματα που μαθαίνουμε», «τα μαθήματα για τα ζώα»
- Γ. «Γενική απάντηση» π.χ. «τα πάντα», «μου αρέσουν όλα τα πράγματα που έχει».

Σχήμα 1: Απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση 1: Τι σου αρέσει στα μαθήματα της φυσικής; Κατηγορίες απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 1: *Τι σου αρέσει στα μαθήματα της φυσικής;*



Από το σχήμα 1, απορρέει ότι το περιβάλλον μάθησης αποτελεί το κύριο στοιχείο πρόκλησης ενδιαφέροντος, τόσο πριν (8 ΜΑ) όσο και μετά (17 ΜΑ) την εφαρμογή της ΔΜΣ.

Ωστόσο, μετά την εφαρμογή της ΔΜΣ, η προτίμηση των μαθητών στο περιβάλλον μάθησης αυξάνεται, γεγονός που αποδίδουμε πιθανόν στην εφαρμογή του διερευνητικού μοντέλου διδασκαλίας.

Για την ερώτηση 2, «*Θα ήθελες να γίνεις επιστήμονας; Αιτιολόγησε την απάντησή σου.*», διερευνήθηκαν οι θετικές απαντήσεις των μαθητών πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΣ, ώστε να ανιχνευθούν πιθανά αίτια, που προκάλεσαν μεταβολή στη θετική στάση των μαθητών για την ανάληψη επιστημονικής καριέρας. Πριν και μετά την παρέμβαση 11 και 14 μαθητές, αντιστοίχως, δήλωσαν ότι θέλουν να γίνουν επιστήμονες. Όσον αφορά, τον λόγο για τον οποίο οι μαθητές θέλουν να γίνουν επιστήμονες, αναδείχτηκαν 4 κατηγορίες:

Α. «*Νέες γνώσεις και επιστημονικές διαδικασίες*», π.χ. «γιατί θέλω να ανακαλύπτω πράγματα», «να ασχολούμαι με τα πράγματα των επιστημόνων».

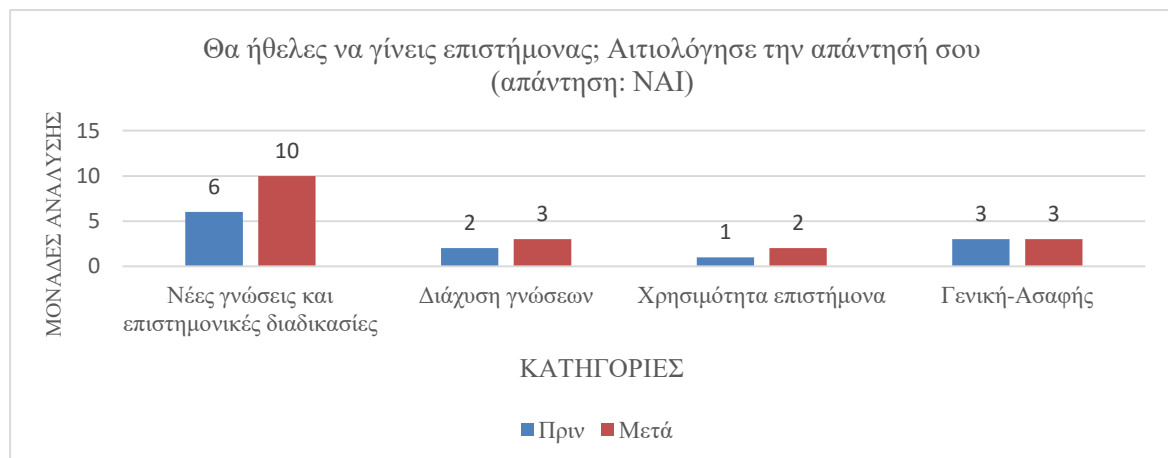
Β. «*Διάχυση γνώσεων*», π.χ. «θα έχω τη χαρά ότι αυτά που ξέρω τώρα τα ξέρουν κι άλλοι, όχι μόνο εγώ».

Γ. «*Χρησιμότητα του επιστήμονα*», π.χ. «θα μπορούσα να βοηθήσω σε πολλές ανάγκες που έχει ο κόσμος».

Δ. «*Γενική-Ασαφής*», π.χ. «γιατί όσα κάναμε εδώ μου άρεσαν πολύ». Στο σχήμα 2 παρουσιάζεται η ποσότητα των Μ.Α. σε κάθε κατηγορία.

Όπως φαίνεται η κατηγορία με τη μεγαλύτερη μεταβολή είναι η «Α» (νέες γνώσεις και επιστημονικές διαδικασίες) για την οποία πριν την παρέμβαση ανιχνεύθηκαν 6 Μ.Α. ενώ μετά 10 Μ.Α. Μία πρώτη ερμηνεία αυτών των αποτελεσμάτων μπορεί να αποτελέσει η άποψη ότι τόσο το εξειδικευμένο περιεχόμενο της Ν-ΕΤ όσο και η ενεργή ενασχόληση των μαθητών με διαδικασίες επιστημονικής διερεύνησης δημιούργησαν τις κατάλληλες συνθήκες ανάπτυξης ενδιαφέροντος των μαθητών.

Σχήμα 2: Απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση 2



Όσον αφορά την ερώτηση 3, φαίνεται ότι οι περισσότεροι μαθητές επέλεξαν το «*πάρα πολύ*», που φανερώνει το βαθμό ενεργοποίησης του καταστασιακού ενδιαφέροντος από το περιεχόμενο και τις πρακτικές της ΔΜΣ (στο σχήμα 3). Παρατηρούμε επιπλέον, ότι το σύνολο των μαθητών ανταποκρίθηκε θετικά στην ερώτηση ανίχνευσης θετικής συναισθηματικής αντίδρασης, επιλέγοντας απαντήσεις που κυμαίνονται από την επιλογή «*αρκετά*» έως την επιλογή «*πάρα πολύ*». Δεν θα ήταν λοιπόν επισφαλές σε αυτό το σημείο να εξάγουμε το συμπέρασμα, ότι η συγκεκριμένη ΔΜΣ πέτυχε ανάπτυξη καταστασιακού ενδιαφέροντος στο σύνολο των μαθητών.

Τέλος όσον αφορά την ερώτηση 4, ανιχνεύθηκαν 20 ΜΑ σε 3 κατηγορίες:

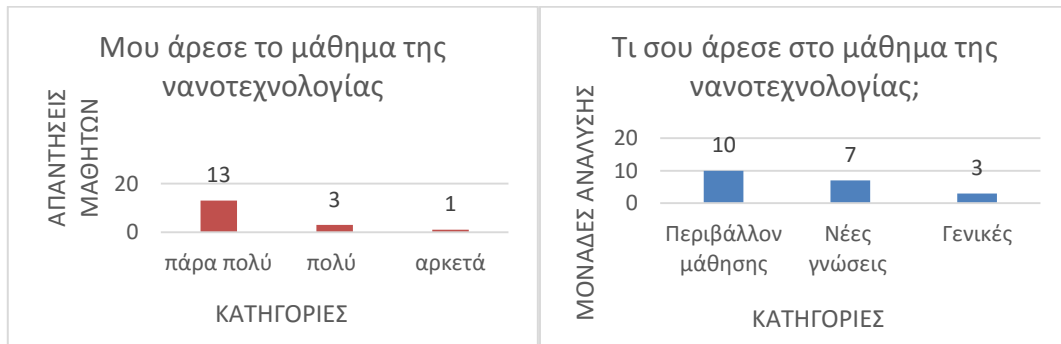
Α. «*Περιβάλλον μάθησης*» π.χ. «*Που χρησιμοποιούσαμε μικροσκόπια*», «*Που κάναμε συνεχώς πειράματα και μοντέλα*»

Β. «Νέες γνώσεις» π.χ. «το φαινόμενο του λωτού», «που μάθαμε πώς να ξέρουμε να πίνουμε καθαρό νερό από την βρύση»

Γ. «Γενικές» π.χ. «ΟΛΑ!». Στο γράφημα 4 βλέπουμε πως οι περισσότερες ΜΑ (10) ανήκουν στις κατηγορίες «Α» και «Β». Από τα αποτελέσματα που προκύπτουν μπορούμε να καταλάβουμε ότι το περιβάλλον μάθησης, οι νέες γνώσεις αλλά κυρίως η αλληλεπίδραση των δύο αποτελεί το κύριο στοιχείο ανάπτυξης του καταστασιακού ενδιαφέροντος των μαθητών.

Σχήμα 3:

Απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση 3 Απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση 4



4. Συμπεράσματα

Λαμβάνοντας υπόψη μας, το μικρό δείγμα της έρευνας, θεωρούμε ότι έχουμε θετικές ενδείξεις για την πρόκληση ενδιαφέροντος στους μαθητές, από την εφαρμογή της συγκεκριμένης ΔΜΣ. Φαίνεται πως η αλληλεπίδραση της διερευνητικής μεθόδου διδασκαλίας με το καινοτομικό περιεχόμενο της ΔΜΣ είναι τα βασικότερα στοιχεία ενεργοποίησης του καταστασιακού ενδιαφέροντος των μαθητών.

Με την εξέλιξη της έρευνας θα μπορούσαν να εξεταστούν περαιτέρω πτυχές του ενδιαφέροντος των μαθητών για τη Ν-ΕΤ, όπως η εξέλιξη του καταστασιακού ενδιαφέροντος τους σε εδραιωμένο καταστασιακό ενδιαφέρον και η επίδρασή του στην επιλογή επιστημονικής καριέρας από τους μαθητές. Επιπλέον, μια ενδιαφέρουσα οπτική θα ήταν η μελέτη της επίδρασης των παραγόντων «περιεχόμενο Ν-ΕΤ» και «διερευνητική μέθοδος διδασκαλίας» στο ενδιαφέρον των μαθητών, ως ανεξάρτητες μη συσχετιζόμενες μεταβλητές.

5. Βιβλιογραφικές αναφορές

Πέικος, Γ., Μάνου, Α., Σπύρτου, Α. (2015). Σχεδιασμός και ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού για τη διδασκαλία της νανοτεχνολογίας στο δημοτικό σχολείο. Πιλοτική εφαρμογή. Πρακτικά 1^ο πανελλήνιο συνέδριο με διεθνή συμμετοχή «Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες», 17-18 Οκτωβρίου, Ρόδος.

Alford, K. J., Calati, F., Clarke, A., & Binks, P. N. (2009). Creating a spark for Australian science through integrated nanotechnology studies at St. Helena secondary college. *Journal of Nano Education*, 1(1), 68-74.

Castellini, O. M., Walejko, G. K., Holladay, C. E., Theim, T. J., Zenner, G. M., & Crone, W. C. (2007). Nanotechnology and the public: Effectively nanoscale science and engineering concepts. *Journal of Nanoparticle Research*, 9(2), 183-189.

Cheng, J. C., Hung, J. F., & Huang, T. C. (2014). Promoting Middle School Students' Understanding and Situational Interest in Integrating Nanotechnology Into Science Curriculum. *US-China Education Review A*, 4 (1), 48-53,

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

Ghattas, N. I., & Carver, J. S. (2012). Integrating nanotechnology into school education: a review of the literature. *Research in Science & Technological Education*, 30(3), 271-284.

Harmer, A. J., & Columba, L. (2010). Engaging middle school students in nanoscale science, nanotechnology, and electron microscopy. *Journal of Nano Education*, 2, 91–101.

Hidi, S., & Anderson, V. (1992). Situational interest and its impact on reading and expository writing. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 215-238). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational psychologist*, 41(2), 111-127.

Laherto, A. (2010). An Analysis of the Educational Significance of Nanoscience and Nanotechnology in Scientific and Technological Literacy. *Science Education International*, 21(3), 160-175.

Lin, S. Y., Wu, M. T., Cho, Y. I., & Chen, H. H. (2015). The effectiveness of a popular science promotion program on nanotechnology for elementary school students in I-Lan City. *Research in Science & Technological Education*, 1-16.

Linnenbrink-Garcia, L., Durik, A. M., Conley, A. M., Barron, K. E., Tauer, J. M., Karabenick, S. A., & Harackiewicz, J. M. (2010). Measuring situational interest in academic domains. *Educational and Psychological Measurement*, 70(4), 647-671.

Meijer, M. (2011). Macro-meso-micro thinking with structure-property relations for chemistry education (Doctoral dissertation, PhD thesis, Faculty of Science, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands).

Murriello, S., Contier, D., & Knobel, M. (2006). Challenges of an exhibit on nanoscience and nanotechnology. *Journal of Science Communication*, 5(4), 1-10

Schunk, D., Pintrich, P., & Meece, J. (2010). Τα κίνητρα στην εκπαίδευση. Επιμ.: Ν. Μακρής, Δ. Πνευματικός. Αθήνα: Gutenberg.

****Υποβλήθηκαν για δημοσίευση στα πρακτικά του 9^{ου} Πανελληνίου Συνέδριου ΕΝΕΦΕΤ, Θεσσαλονίκη 8-10 Μαΐου 2015***