ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Ανάπτυξη – εφαρμογή – αξιολόγηση ψηφιακών σεναρίων για τη νανοτεχνολογία στην προσχολική εκπαίδευση

Μαρία Μανωλούδη, Ιωάννης Λεύκος

doi: 10.12681/codiste.7012

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 13/03/2026 04:19:24

ΑΝΑΠΤΥΞΗ – ΕΦΑΡΜΟΓΗ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Μαρία Μανωλούδη[1], Ιωάννης Λεύκος[2],

[1]Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια,[2]Ε.ΔΙ.Π., [1,2]Τμήμα Εκπαιδευτικής & Κοινωνικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας,

ite21028@uom.edu.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μελέτη αυτή είχε ως στόχο την διερεύνηση της αλλαγής απόψεων και τον βαθμό κατανόησης παιδιών προσχολικής ηλικίας σε ζητήματα των εννοιών, φαινομένων, εργαλείων και εφαρμογών της Νανοτεχνολογίας, μέσω της συμμετοχής τους σε διδακτική παρέμβαση με χρήση ψηφιακών σεναρίων στην πλατφόρμα Go-Lab. Επιπλέον, εξετάστηκε αν η χρήση ψηφιακών σεναρίων είναι εφικτή στο πλαίσιο του νηπιαγωγείου και πως ανταποκρίνονται οι μαθητές στη διερευνητική προσέγγιση. Για την επίτευξη των στόχων αυτών σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση αναφορικά με το φαινόμενο της προσκολλητικής ικανότητας της σαύρας Gecko και τις 3 Μεγάλες Ιδέες της Νανοτεχνολογίας. Χρησιμοποιώντας μεθόδους ποιοτικής έρευνας, συλλέξαμε δεδομένα από συνεντεύξεις και ιχνογραφήματα μαθητών. Τα ευρήματά μας υποστηρίζουν τον ισχυρισμό ότι οι μαθητές βελτίωσαν την κατανόησή τους, ενώ ανέδειξαν και ορισμένες προσεγγίσεις ως πιο κατάλληλες για μαθητές αυτής της ηλικίας, όπως η χρήση οπτικών πληροφοριών.

Λέξεις κλειδιά: προσχολική εκπαίδευση, διερευνητική μάθηση,ψηφιακά σενάρια

DEVELOPMENT – IMPLEMENTATION – EVALUATIONOFDIGITALSCENARIOSABOUT NANOTECHNOLOGY IN PRESCHOOL EDUCATION

MariaManoloudi[1], Ioannis Lefkos[2],

[1]Postgraduate Student, [2]Laboratory teaching Staff, [1,2]Department of Education & Social Policy, University of Macedonia,

ite21028@uom.edu.gr

ABSTRACT

This study aimed to investigate the change of views and the degree of understanding preschool children have of concepts, phenomena, tools, and applications of Nanotechnology through their participation in a teaching intervention using digital scenarios on the Go-Lab platform. Furthermore, it was examined whether digital scenarios can be appliedin the kindergarten context and how the students respond to the inquiry-based approach. To achieve these objectives, a teaching intervention was designed and implemented regarding the phenomenon of the Gecko lizard's adhesive ability and the 3 Big Ideas of Nanotechnology. Using qualitative research methods, we collected data from student interviews and

drawings. Our findings support the claim that students improved their understanding and pointed out specific approaches, such as using visual information, as more appropriate for students of this age.

Keywords: early childhood education, inquiry-based learning, digital scenarios.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Νανοεπιστήμη και η Νανοτεχνολογία σήμερα βρίσκονται πίσω από ποικίλες τεχνολογικές εξελίξεις στον κόσμο, έτσι δημιουργείται η ανάγκη ένταξης των θεμάτων αυτών στα προγράμματα σπουδών των σύγχρονων επιστημών (Blonder & Yonai, 2020). Η Νανοτεχνολογία προσφέρει μια ευκαιρία για τη συμμετοχή των μαθητών σε δραστηριότητες που τους επιτρέπουν να σκέφτονται κριτικά και συνεργατικά και να συμμετέχουν στην επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου (Spyrtou et.al. 2021). Μέσω του Νανογραμματισμού, οι μαθητές διευρύνουν τους ορίζοντές τους, συναντούν νέα επιτεύγματα που είναι διεπιστημονικά και αποκτούν την ικανότητα να κρίνουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των νέων εφαρμογών, γεγονός που είναι πιθανό να αυξήσει το ενδιαφέρον τους για αυτόν τον νέο κλάδο ανακάλυψης. Έχει υποστηριχθεί ότι το μελλοντικό εργατικό δυναμικό στην επιστήμη και την τεχνολογία θα πρέπει να προέρχεται από μια «Νανογραμματισμένη» κοινωνία (Yawson, 2012). Όσον αφορά την ενσωμάτωση των θεμάτων αυτών στο πρόγραμμα σπουδών, έχουν αναφερθεί ορισμένα εμπόδια, που προκύπτουν αφενός από τις απόψεις των εκπαιδευτικών για την πολυπλοκότητα των σχετικών φαινομένων και αφετέρου από τις απόψεις των μαθητών για τη σημασία αυτών των θεμάτων για τη μελλοντική τους ζωή (Spyrtou et.al. 2021).

Η διερευνητική προσέγγιση φαίνεται να χρησιμοποιείται από πολλούς εκπαιδευτικούς καθώς υποστηρίζεται ότι επιτυγχάνει πολλούς στόχους, ειδικά στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών. Οι μαθητές διαδραματίζουν ενεργό ρόλο, ενεργώντας ως επιστήμονες και συμμετέχοντας στις πρακτικές και τις μεθόδους της επιστήμης προκειμένου να οικοδομήσουν οι ίδιοι τη γνώση. Ταυτόχρονα, γίνεται αντιληπτό ως μια διαδικασία κατά την οποία ανακαλύπτονται σχέσεις αιτίου-αποτελέσματος όταν οι μαθητές καλούνται να βρουν λύσεις σε πραγματικά προβλήματα(Pedaste et. al., 2012). Η χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας επιτρέπει τη δημιουργική χρήση της τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία, με υλικό άμεσα προσβάσιμο σε όλους, και την ανάπτυξη ψηφιακών εργαλείων που υποστηρίζουν και προάγουν τη μάθηση. Για τον σχεδιασμό των σεναρίων αυτής της εργασίας, χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα Go lab (Golabz.eu), όπου οι εκπαιδευτικοί μπορούν να δημιουργήσουν σενάρια για διάφορα θέματα με τρόπο φιλικό προς τον χρήστη. Αυτή η πλατφόρμα είναι ειδικά σχεδιασμένη για διερευνητική μάθηση, έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να σχεδιάσουν και να πραγματοποιήσουν πειράματα, να διατυπώσουν και να δοκιμάσουν τις υποθέσεις τους ή να εξάγουν συμπεράσματα, ακολουθώντας τον λεγόμενο «κύκλο διερεύνησης»(Pedaste et. al., 2015).

Γύρω από το ζήτημα που διαπραγματευόμαστε λίγες μελέτες έχουν διεξαχθεί, ειδικότερα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Για παράδειγμα, οι Lin et al.(2015) διαπίστωσαν στη μελέτη τους σε μαθητές δημοτικού σχολείου (11-12 ετών) ότι υπήρχε σημαντική βελτίωση στην κατανόησή τους των εννοιών που σχετίζονται με τη Νανοτεχνολογία, ενώ οι Saidi & Sigauke (2017) διαπίστωσαν ότι οι μαθητές τους (11-13 ετών) μπόρεσαν να αυξήσουν τις γνώσεις τους και επίσης να αυξήσουν το ενδιαφέρον τους για το NST. Στον ελληνικό χώρο εντοπίστηκε η μελέτη της του Πέικου (2016) ο οποίος μελέτησε την εξέλιξη της επιστημονικής γνώσης γύρω από τον άξονα της Νανοτεχνολογίας στο δημοτικό σχολείο με ενθαρρυντικά εξίσου αποτελέσματα. Τέλος η Καρατέγου (2021), η οποία ασχολήθηκε με παιδιά προσχολικής ηλικίας, και το πώς κατανοούν την έννοια της Νανοτεχνολογίας και τις ιδέες που την διέπουν μέσω της σαύρας Gecko. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα φαίνεται πως η αναγνώριση δύσκολων

εννοιών Νανογραμματισμού και ορθών επιστημονικών απόψεων δεν είναι ανέφικτη σε αυτή την ηλικιακή ομάδα.

Κατόπιν των παραπάνω διαπιστώσεων, αυτή η έρευνα είχε στόχο να διερευνήσει τα αποτελέσματα της χρήσης ψηφιακών σεναρίων στη διδασκαλία/εκμάθηση εννοιών που σχετίζονται με τη Νανοτεχνολογία στο νηπιαγωγείο μέσω μιας διερευνητικής προσέγγισης.

Πρόκειται για ένα μέρος από μια ευρύτερη μελέτη σχετικά με τη διδασκαλία/μάθηση της Νανοτεχνολογίας στο νηπιαγωγείο, ενώ σε αυτή την εργασία θα επικεντρωθούμε στα ψηφιακά σενάρια μέσα από τα οποία διενεργήθηκε η εκπαιδευτική διαδικασία και τα αποτελέσματα από τις συνεντεύξεις και τα ιχνογραφήματα των παιδιών όπως προέκυψαν και με τις σχετικές δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν κατά την υλοποίηση και θα αναφερθούν και προτάσεις για μελλοντικές έρευνες.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Το πλάνο δράσης που ακολουθήθηκε αλλά και τα μέσα που συνέβαλαν στο να μπορέσουμε να αντιληφθούμε την έκταση της κατανόησης των παιδιών, να διαγνώσουμε και να αποτυπώσουμε τις απόψεις τους σχετικά με τα ζητήματα που διαπραγματευτήκαμε αλλά και να αξιολογήσουμε την ικανότητα αλληλεπίδρασης τους με επιτυχία στην πλατφόρμα GoLab αποτυπώνονται στον παρακάτω πίνακα 1:

Πίνακας 1. Οι φάσεις υλοποίησης της έρευνας και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε μια.

Φάσεις	**Στάδιο έρευνας**	**Ερευνητικά Εργαλεία**
1ηΦάση	Ανίχνευση των πρότερων γνώσεων	Συνεντεύξεις, ιχνογραφήματα
2η Φάση	Παρέμβαση	Ψηφιακά φύλλα εργασίας, Προσωπικό ημερολόγιο, ψηφιακά σενάρια και δραστηριότητες.
3η Φάση	Αποτίμηση της παρέμβασης	Συνεντεύξεις, ιχνογραφήματα
4η Φάση	Επεξεργασία δεδομένων	Ποιοτική ανάλυση

Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης τα παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν συνολικά 18. Οι ηλικίες τους ήταν 4-5 ετών με την πλειοψηφία να ανήκει στα πέντε έτη. Τα παιδία ήταν όλα μαθητές του ίδιου σχολείου το οποίο υπάγεται στην περιφέρεια Μαγνησίας. Πρόκειται για «δείγμα ευκολίας» με τους αντίστοιχους περιορισμούς που προκύπτουν για την γενίκευση των συμπερασμάτων. Για την διενέργεια της έρευνας ζητήθηκε η συναίνεση των γονέων μετά από σχετική ενημέρωση. Παράλληλα ζητήθηκε και από τα ίδια τα παιδιά να δώσουν τη συγκατάθεσή τους στην έρευνα. Τονίστηκε και στους κηδεμόνες και στα παιδιά ότι η συμμετοχή τους δεν ήταν υποχρεωτική και ότι θα μπορούσαν να σταματήσουν ανά πάσα στιγμή κατά τη συμμετοχή τους εάν ένιωθαν άβολα, χωρίς καμία επίπτωση.

Εικόνα 1. Οι μαθητές διερευνούν αντικείμενα χρησιμοποιώντας μια ποικιλία εργαλείων, όπως ένα μεγεθυντικό φακό (αριστερά) ή ένα ψηφιακό μικροσκόπιο (δεξιά).

Για τη μελέτη, όπως αναφέρθηκε και στον πίνακα 1 επιλέχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλές πηγές συλλογής δεδομένων για ποιοτική ανάλυση, με αποτέλεσμα την εξέταση της αποτελεσματικότητας της διδακτικής παρέμβασης από διαφορετικές οπτικές γωνίες και η όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένη κάλυψη του θέματος υπό εξέταση.

Αναλυτικότερα, χρησιμοποιήθηκαν οι ημι-δομημένες συνεντεύξεις κάνοντας ερωτήσεις στα παιδιά σχετικά με το συγκολλητική ικανότητα της σαύρας gecko, τα μεγέθη των Νανο-αντικείμενα, τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την οπτικοποίηση του Νανοκλίμακα και την κατανόησή τους για τη σημασία της Νανοτεχνολογίας. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης ιχνογραφήματα μέσα από τα οποία συλλέχθηκαν δεδομένα, όπου οι μαθητές απεικόνισαν όσα κατανόησαν για τις έννοιες που ειπώθηκαν, με τον δικό τους τρόπο. Επιπρόσθετα, μέσω των απαντήσεων που συγκεντρώθηκαν από το ψηφιακά φύλλα εργασίας/σενάρια, μπορέσαμε να κατανοήσουμε την έκταση της κατανόησης των παιδιών, να διαγνώσουν και να αποτυπώσουν τις απόψεις τους για το ζήτημα. Τέλος, λαμβάνοντας υπόψη τα ποσοστά αλλά και τον χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων, λάβαμε επίσης πληροφορίες σχετικά με την ικανότητά τους να αλληλεπιδρούν με επιτυχία στην πλατφόρμα. Προς αυτή την κατεύθυνση, πήραμε και συμπληρωματικά στοιχεία από το προσωπικό ημερολόγιο της νηπιαγωγού, το οποίο παρείχε πολλές πληροφορίες για την όλη διαδικασία και για τις αλληλεπιδράσεις των παιδιών με το ψηφιακό υλικό αλλά και μεταξύ τους.

Τα ερευνητικά ερωτήματα που σχετίζονται με τη μελέτη που παρουσιάζονται εδώ είναι τα εξής:

Μετά τη συμμετοχή μαθητών νηπιαγωγείου σε μια προσέγγιση βασισμένη στην έρευνα χρησιμοποιώντας ψηφιακά σενάρια στην πλατφόρμα GoLab,

(Ε1) Υπάρχει αλλαγή στις απόψεις τους σχετικά με την ιδιότητα κόλλας της σαύρας Gecko και τη χρήση κατάλληλων εργαλείων για την οπτικοποίηση αντικειμένων σε Νανοκλίμακα καθώς και σχετικά με τη σημασία της Νανοτεχνολογίας;

(Ε2) Πως ανταποκρίθηκαν τα παιδιά νηπιακής ηλικίας στο ψηφιακό περιβάλλον διερευνητικής μάθησης;

Πίνακας 2. Κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των μαθητών σε επίπεδα επιτυχίας, ανάλογα με το περιεχόμενο.

Επίπεδο Επιτυχίας	**Κύριο χαρακτηριστικό**
NST3	Επιστημονικές / σχεδόν επιστημονικές απόψεις
NST2	Μερικώς επιστημονικές απόψεις
NST1	Εναλλακτικές απόψεις
NST0	Ασαφής / καμία απάντηση

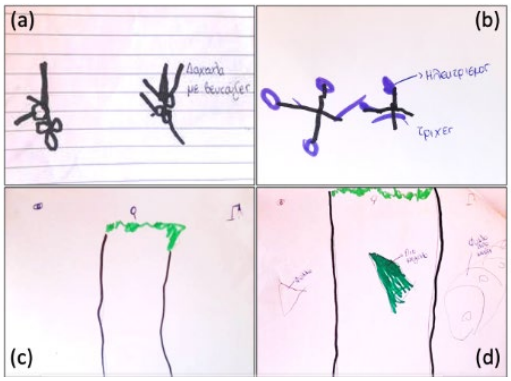
Για να μπορέσουμε να χειριστούμε και να ερμηνεύσουμε τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, ακολουθήσαμε μια προσέγγιση ανάλυσης περιεχομένου. Αφού καταγράφηκαν όλα τα δεδομένα σε πίνακα, κατηγοριοποιήσαμε τις απαντήσεις των παιδιών σε τέσσερα επίπεδα επιτυχίας, από το χαμηλότερο επίπεδο (NST0) έως το υψηλότερο επίπεδο (NST3), αφού αξιολογήσαμε το περιεχόμενο κάθε απάντησης ακολούθησε η κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των μαθητών σε επίπεδα επιτυχίας. Τα επίπεδα επιτυχίας, ορίζονται ως εξής: NST0: Ασαφής / καμία απάντηση, NST1: Εναλλακτικές απόψεις, NST2: Μερικώς επιστημονικές απόψεις, NST3: Επιστημονικές / σχεδόν επιστημονικές απόψεις (Πίνακας 2).

Αρχικά, το 50% των δεδομένων που συλλέχθηκαν αξιολογήθηκαν ανεξάρτητα από τον δάσκαλο/ερευνητή και δύο πανεπιστημιακούς ερευνητές ειδικούς στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Μετά τη συζήτηση και τη θέσπιση κοινών βασικών κανόνων, τα ίδια δεδομένα επαναξιολογήθηκαν. Τέλος, ο εκπαιδευτικός/ερευνητής ολοκλήρωσε την αξιολόγηση των υπόλοιπων δεδομένων.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται μερικά παραδείγματα ανάλυσης από τα ιχνογραφήματα.

Εικόνα2. Σχέδια μαθητών που αναπαριστούν το πόδι της σαύρας Gecko (σχέδια a,b) και το τρόπος προβολής των φύλλων δέντρων κατά τη χρήση διαφορετικά εργαλεία (σχέδια c,d).



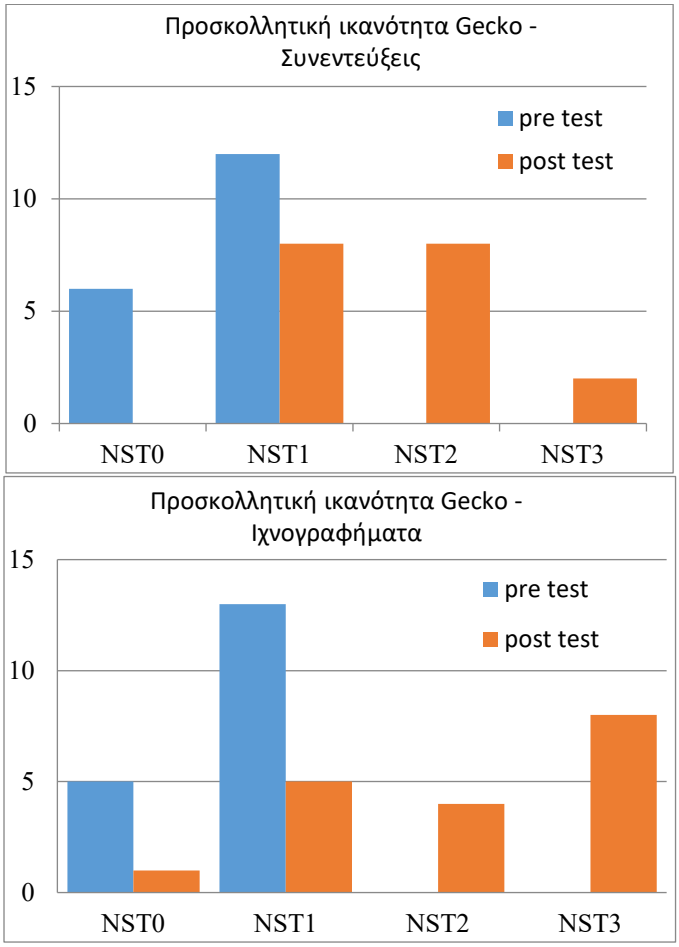
Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα σχέδια αξιολογούνται και κατηγοριοποιούνται σε 4 επίπεδα επιτυχίας, που κυμαίνονται από NST3 έως NST0 (Πίνακας 2). Η κατηγορία επιστημονικές απόψεις (NST3) αντιστοιχούσε σε σχέδια που έχουν τα περισσότερα στοιχεία επιστημονικής εξήγηση των υπό μελέτη φαινομένων. Στη περίπτωση της σαύρας Gecko, τα σχέδια θα έπρεπε να απεικονίζουν την αφθονία των τριχοειδών δομών (ονομάζονται setae) που εντοπίζονται σε μικρότερες άκρες (ονομάζονται σπάτουλες), καθώς και η μεγάλη επιφάνεια επαφής. Στη περίπτωση των εργαλείων οπτικοποίησης και πώς βλέπουμε διάφορα αντικείμενα μέσω αυτών, το ποσό των λεπτομερειών είναι επίσης κρίσιμο π.χ. ένα φύλλο δέντρου με γυμνό μάτι, με έναν μεγεθυντικό φακό όπου απεικονίζονται και οι νευρολογικές απολήξεις και μια ακόμη πιο κοντινή απόδοση του φύλλου όπου οι ίνες και τα κύτταρα που το αποτελούν φαίνονται.

Για παράδειγμα το σχέδιο στο Σχήμα 2d, παρουσιάζεται ακριβώς αυτή η κλιμάκωση των όψεων ενός φύλλου δέντρου και έτσι κατηγοριοποιείται στο NST3.Αντίθετα, το ίδιο έργο που παρουσιάζεται στο Σχήμα 2c κατηγοριοποιείται στο NST0, καθώς είναι απλώς ένα κενό σχέδιο. Στην κατηγορία εν μέρει επιστημονικής άποψης (NST2) ανήκουν τα σχέδια που είναι σχεδόν ευθυγραμμισμένα με την επιστημονική άποψη. Π.χ.στην περίπτωση του ποδιού της σαύρας Gecko είναι η απεικόνιση κάποιων δοντιών και σπατουλών, και στην περίπτωση των εργαλείων οπτικοποίησης, τα σχέδια πρέπει να έχουν τη σωστή απόδοση μεγεθών για κάθε εργαλείο. Για παράδειγμα, το σχέδιο στο Σχήμα 2b απεικονίζει μερικά τριχίδια και επίσης μερικά ηλεκτρικά φορτία εξηγώντας τη συγκολλητική ιδιότητα της σαύρας Gecko στα πόδια και κατηγοριοποιήθηκε σε NST2 (ενώ άλλα σχέδια πιο λεπτομερή που απεικονίζουν ένα μεγάλο αριθμό σπάτουλες κατηγοριοποιήθηκαν σε NST3). Από την άλλη πλευρά, το σχέδιο στο Σχήμα 2a κατατάσσεται στην κατηγορία εναλλακτικές ιδέες (NST1), που ανατίθεται σε σχέδια που απεικονίζονται πιο εναλλακτικές ιδέες. Για παράδειγμα, σε αυτό το σχέδιο, τα πόδια της σαύρας Gecko απεικονίζονται να έχουν βεντούζες – μια κοινή αντίληψη σχετικά με το συγκολλητική ιδιότητα του Gecko. Σε όλα τα σχέδια που αναφέρθηκαν προηγουμένως η γραφή είναι από τη νηπιαγωγό που σημείωσε τις επεξηγήσεις των παιδιών στα σχέδια τους, όταν ζητήθηκε από τους μαθητές να εξηγήσουν τι έχουν επιλέξει να ζωγραφίσουν.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο Σχήμα 1, παρουσιάζονται ενδεικτικά οι απαντήσεις των μαθητών σχετικά με την προσκολλητική ιδιότητα της Gecko, τόσο από τις συνεντεύξεις, όσο και από τα ιχνογραφήματα και η κατάταξή τους σε επίπεδα επιτυχίας. Είναι φανερό ότι εμφανίζεται πρόοδος, η οποία όμως είναι μεγαλύτερη στα ιχνογραφήματα, παρά στις συνεντεύξεις.

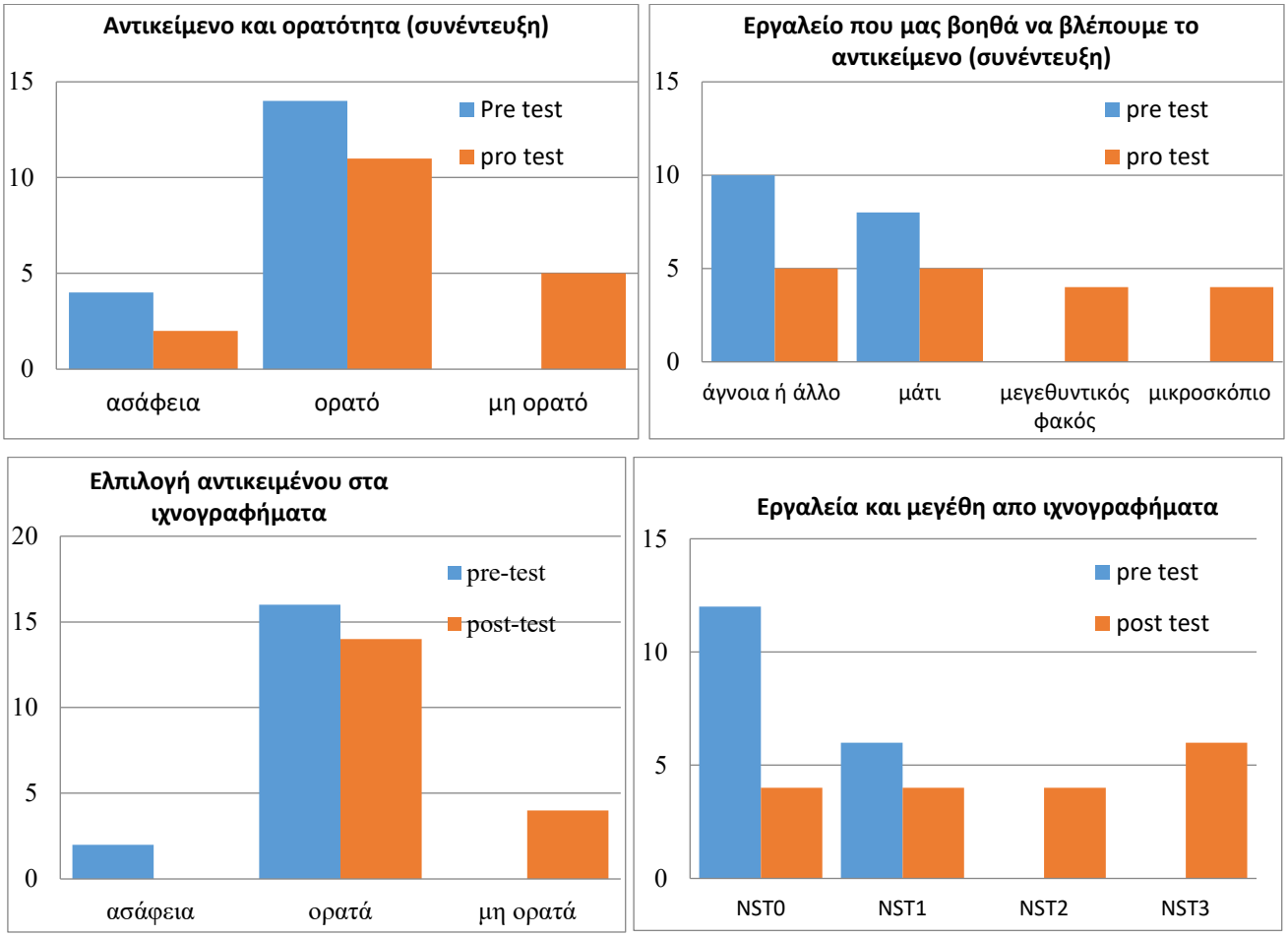
Σχήμα 1.Κατάταξη των απαντήσεων των μαθητών σε επίπεδα επιτυχίας (α) από τις συνεντεύξεις (β) από τα ιχνογραφήματα.



Κατά την άποψή μας, αυτό είναι μια σαφής ένδειξη για τον σωστό τρόπο προσέγγισης ενός τόσο δύσκολου θέματος στο νηπιαγωγείο. Ενθαρρύνοντας τους μαθητές να χρησιμοποιούν λιγότερες πληροφορίες κειμένου και περισσότερες οπτικές πληροφορίες. Τα ψηφιακά σενάρια παρέχουν προστιθέμενη αξία στην προηγούμενη παρατήρηση, καθώς οι οπτικές πληροφορίες μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν και να παρουσιαστούν στους μαθητές. Αυτή η άποψη ενισχύεται και μέσα από τα αποτελέσματα που σημειώθηκαν για τα υπόλοιπα ερευνητικά ερωτήματα που ερευνήθηκαν (μεγέθη και εργαλεία και Νανοτεχνολογία).

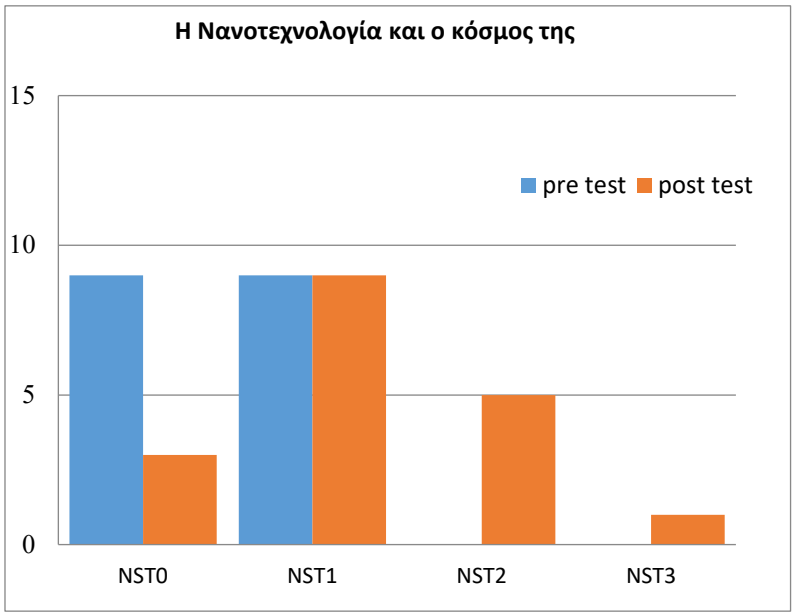
Στο Σχήμα 2, παρουσιάζονται ενδεικτικά οι απαντήσεις των μαθητών σχετικά με τα εργαλεία και τα μεγέθη, τόσο από τις συνεντεύξεις, όσο και από τα ιχνογραφήματα και η κατάταξή τους σε επίπεδα επιτυχίας. Είναι φανερό ότι υπάρχει σαφή βελτίωση σε σχέση με το αρχικό επίπεδο.

Σχήμα 2.Κατάταξη των απαντήσεων των μαθητών για τα εργαλεία και τα μεγέθη σε επίπεδα επιτυχίας (α,β) από τις συνεντεύξεις (γ,δ) από τα ιχνογραφήματα.



Στο Σχήμα 3, παρουσιάζονται ενδεικτικά οι απαντήσεις των μαθητών σχετικά με τον όρο Νανοτεχνολογία, από τις συνεντεύξεις και η κατάταξή τους σε επίπεδα επιτυχίας. Είναι φανερό ότι εμφανίζεται πρόοδος.

Σχήμα 3.Κατάταξη των απαντήσεων των μαθητών σε επίπεδα επιτυχίας από τις συνεντεύξεις για τον όρο Νανοτεχνολογία.



Από τις σημειώσεις στο ημερολόγιο του ερευνητή παρατηρήθηκε κατά τις πρώτες επισκέψεις πως τα παιδιά εργάζονταν ατομικά κυρίως σε φύλλα εργασίας, η εκπαιδευτικός είχε τον κυρίαρχο ρόλο και

υπήρχε ένα δασκαλοκεντρικό πρότυπο διδασκαλίας με παρουσίαση του θέματος από τη νηπιαγωγό στη γωνία της συζήτησης και απλή μετάβαση στα τραπέζια εργασίας για την ζωγραφική των φύλλων εργασίας που τους δίνονταν. Τα παιδιά δεν είχαν εργαστεί ξανά σε ομάδες και δεν ήταν καθόλου εξοικειωμένα ούτε με έναν πιο ελεύθερο τρόπο διδασκαλίας και ούτε με τη χρήση της τεχνολογίας κάτι το οποίο παρατηρήθηκε και στη παρέμβαση και έφερε δυσκολίες στη διενέργεια της όλης διαδικασίας. Δεν υπήρχαν υποδομές από το νηπιαγωγείο για τέτοιο τρόπο δράσης δεν υπήρχε σταθερό internet και οι συσκευές ήταν όλες τις ερευνήτριας, το Tablet φάνηκε να τους είναι πιο εύχρηστο και τα ίδια να είναι πιο εξοικειωμένα με αυτό καθώς έλεγαν ότι είχαν και δικά τους στο σπίτι ενώ με τον υπολογιστή το έκλειναν συνέχεια και με το ποντίκι δεν μπορούσαν να πλοηγηθούν εύκολα. Ακόμη στις δυσκολίες συγκαταλέγεται και η έντονη δυσκολία οργάνωσης η οποία στη συνέχεια με την συντονισμένη δράση όλων τον ομάδων και τη νηπιαγωγό- ερευνήτρια ως συντονιστή σε κάποιο βαθμό ξεπεράστηκε. Τα παιδιά δυσκολεύτηκαν πολύ ως φιλοσοφία και τρόπο δράσης, νόμιζαν ότι δεν έκαναν μάθημα καθώς ρωτούσαν πότε θα αρχίσουν το μάθημα όπως το είχαν στο μυαλό τους και όσο αναφορά την συνεργασία δεν μπορούσαν εύκολα να δεχτούν ότι θα μοιράζονται τα πράγματα. Ως διαδικασία ενθουσίασε τα παιδιά και τους προκάλεσε ανυπομονησία και ενδιαφέρον καθώς φάνηκαν να συμμετέχουν με όρεξη, πολλές απορίες και ζητούσαν και παραπάνω μέρες για να τα δουν ξανά, κάθε μέρα άνοιγαν τα πράγματα που πήγαινε η ερευνήτρια για να δουν τι είχε και να μαντέψουν τι θα ακολουθούσε , όταν έβλεπαν κάτι φώναζαν για να το μοιραστούν και με τους φίλους τους και ήθελαν να τα δείξουν και στην κυρία της τάξης και στους δικούς τους. Ακόμη και στο διάλλειμα έπαιζαν κάνοντας τον ρόλο της σαύρας ή του επιστήμονα.

Επομένως, μέσα από τα αποτελέσματά διαγράφεται μια σαφής βελτίωση στα επιτεύγματα των παιδιών και επομένως μας επιτρέπουν να υποστηρίξουμε - εντός των περιορισμών της μελέτης περίπτωσης μας - ότι η Νανοεπιστήμη και η Νανοτεχνολογία (NST) θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν στο πρόγραμμα σπουδών του νηπιαγωγείου. Από την άλλη πλευρά, αυτό το θέμα αποδείχθηκε αρκετά προκλητικό για παιδιά αυτής της ηλικίας, καθώς μόνο λίγα από αυτά κατάφεραν να φτάσουν στο υψηλότερο επίπεδο επιτυχίας στα περισσότερα από τα θέματα που μελετήθηκαν. Ταυτόχρονα, τα επίπεδα επιτυχίας τους ήταν υψηλότερα όταν τους ζητήθηκε να αναπαραστήσουν τις γνώσεις τους με ιχνογραφήματα παρά στις συνεντεύξεις όπου τους ζητήθηκε να τις περιγράψουν προφορικά.

Ακόμη τονίζεται η επίδραση της διερευνητικής μάθησης και του συγκεκριμένου τρόπου διδασκαλίας καθώς αποτελεί έναν τρόπο προσέγγισης όπου παρέχονται στους μαθητές ευκαιρίες για αυθεντικές εμπειρίες στην επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου. Αυτό σημειώθηκε και τονίστηκε περισσότερο στο ημερολόγιο του δασκάλου, στο οποίο καταγράφηκε ο μεγάλος ενθουσιασμός των μαθητών όταν τους ζητήθηκε να έχουν ενεργό ρόλο να διενεργούν έρευνες με χρήση φυσικών ή ψηφιακών αντικειμένων να οδηγηθούν σε μια βαθύτερη ενασχόληση για την κατασκευή της γνώσης από τον κάθε συμμετέχοντα ξεχωριστά.

Σε γενικές γραμμές ως σύνολο σε όλες τις περιπτώσεις, υπάρχει σαφής βελτίωση στις απόψεις των μαθητών μετά την παρέμβαση, κυρίως μέσα των ιχνογραφημάτων που αναδεικνύονται ως το πιο κατάλληλο μέσο για την προσέγγιση ενός δύσκολου ζητήματος στην εκπαίδευση σε αυτές τις ηλικίες και υπογραμμίζεται και ότι η διερευνητική μάθηση μπορεί όχι μόνο να βελτιώσει την κατανόησή αλλά και να διευκολύνει την επικοινωνία. Ακόμη η χρήση ψηφιακών σεναρίων παρέχει προστιθέμενη αξία στη δράση καθώς οι οπτικές πληροφορίες μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν και να παρουσιαστούν στους μαθητές βοηθώντας τους να κατακτήσουν και να κατασκευάσουν την γνώση.

Συμπερασματικά, δεδομένου ότι η Νανοεπιστήμη και η Νανοτεχνολογία διεισδύουν γρήγορα σε όλες τις πτυχές της καθημερινότητάς μας, η αναγκαιότητα ένταξή της στο πρόγραμμα σπουδών φαίνεται κάτι

παραπάνω από προφανής, καθώς μπορεί να προσφέρει στους μαθητές ευκαιρίες για αυθεντικές εμπειρίες στην επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου που είναι ενδιαφέροντα και σημαντικά για αυτούς ως μελλοντικοί πολίτες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Καρατέγου, Α. (2021). *Ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού για την εισαγωγή της νανοτεχνολογίας στη πρωτοσχολική και προσχολική εκπαίδευση*. Μεταπτυχιακή Εργασία. Φλώρινα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. Διαθέσιμο στο: https://dspace.uowm.gr/xmlui/handle/123456789/2406

Πέικος, Γ. (2016). *Σχεδιασμός, ανάπτυξη και αξιολόγηση διδακτικής μαθησιακής ακολουθίας για τη διδασκαλία περιεχομένου της νανοεπιστήμης – νανοτεχνολογίας στο δημοτικό σχολείο*. Μεταπτυχιακή Εργασία Φλώρινα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. Διαθέσιμο στο: https://dspace.uowm.gr/xmlui/handle/123456789/448

Blonder, R., &Yonai, E. (2020). *Exposing school students to nanoscience: A review of published programs. 21st century nanoscience–a handbook: Public policy, education, and global trends*, ch.9.

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, 33(1), 22-37.

Pedaste, M., Mäeots, M., Leijen, Ä., & Sarapuu, T. (2012). Improving Students' Inquiry Skills through Reflection and Self-Regulation Scaffolds. *Technology, Instruction, Cognition and Learning, 9*, 81-95.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review, 14*, 47-61.

Spyrtou, A., Manou, L., & Peikos, G. (2021). Educational significance of nanoscience–nanotechnology: Primary school teachers' and students' voices after a training program. *Education Sciences, 11*(11), 724.

Yawson, R. M. (2012). An epistemological framework for nanoscience and nanotechnology literacy. *International Journal of Technology and Design Education, 22*, 297-310.