



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΝΗΠΙΑΓΩΓΩΝ & ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Δ.Π.Μ.Σ: ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΙΣ

ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ, ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Διπλωματική εργασία

**Διδακτικές δραστηριότητες για την εισαγωγή του περιεχομένου
της Νανοτεχνολογίας στο Νηπιαγωγείο**

του

Αντωνιάδη Γεωργίου

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Σπύρτου Άννα

Φλώρινα, 2023

Copyright © Αντωνιάδης Γεώργιος, 2022

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

ΦΥΛΛΟ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

1. Επόπτης: Σπύρτου Άννα, Καθηγήτρια ΠΤΔΕ/ΠΔΜ

Βαθμός: _____

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

2. Δεύτερος βαθμολογητής: Ζουπίδης Αναστάσιος, Επίκουρος Καθηγητής ΠΤΔΕ/ΔΠΘ

Βαθμός: _____

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

3. Τρίτος Βαθμολογητής: Παπαδοπούλου Πηνελόπη, Καθηγήτρια ΠΤΝ/ΠΔΜ

Βαθμός: _____

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

Γενικός Βαθμός: _____

Όνοματεπώνυμο: Αντωνιάδης Γεώργιος
Α.Ε.Μ.: 00963

Όνοματεπώνυμο: Αντωνιάδης Γεώργιος

A.E.M.: 00963

Ηλεκτρονική διεύθυνση: geor.anto@yahoo.gr

Έτος εισαγωγής: 2020

Τίτλος διπλωματικής εργασίας: Διδακτικές δραστηριότητες για την εισαγωγή του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας στο Νηπιαγωγείο

Δηλώνω υπεύθυνα, ότι η παρούσα εργασία δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής, είναι προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας, η βιβλιογραφία και οι πηγές που έχω χρησιμοποιήσει, έχουν δηλωθεί κατάλληλα με παραπομπές και αναφορές. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Επισημαίνεται, πως η συγκεκριμένη επιλογή βοηθά στον περιορισμό της λογοκλοπής διασφαλίζοντας έτσι το/τη συγγραφέα.

Ημερομηνία - - 2023

Ο δηλών

Αντωνιάδης Γεώργιος

Στους γονείς μου
Τριαντάφυλλο & Ζωή

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα. Σπύρτου Άννα, καθηγήτρια ΠΤΔΜ του ΠΔΜ, που μου εμπιστεύθηκε την ανάθεση της διπλωματικής μου εργασίας και με κατεύθυνε ορθά για την ολοκλήρωση της.

Θα ήθελα ακόμη να εκφράσω τις ευχαριστίες μου, στα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής. Συγκεκριμένα, τον κ. Ζουπίδη Αναστάσιο, Επίκουρο Καθηγητή ΠΤΔΕ του ΔΠΘ που συνέβαλε στην ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας και την κα. Παπαδοπούλου Πηνελόπη, καθηγήτρια ΠΤΝ του ΠΔΜ, για τον υποστηρικτικό της ρόλο σε όλη αυτή την προσπάθεια.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς τον Πέικο Γιώργο, Διδάκτορα του ΠΔΜ, ο οποίος παρακολουθούσε στενά όλη αυτή την προσπάθεια και συνέβαλε ουσιαστικά με τις γνώσεις, την εμπειρία, και την ωριμότητα του στην καθοδήγηση μου ώστε να ολοκληρωθεί αυτή η ερευνητική προσπάθεια.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αρβανιτάκη Ιωάννη και τις Τζιώλη Μαρία, Καρατέγου Αικατερίνη και Κρεμμυδα Όλγα που βοήθησαν κατά τις φάσεις του εκπαιδευτικού σχεδιασμού.

Επιπροσθέτως, ευχαριστώ τη διευθύντρια Τριανταφυλλίδου Ουρανία και τις νηπιαγωγούς, Θεοφυλάκη Ιφιγένεια και Ρουφικτού Γεωργία, για την φιλοξενία, καθοδήγηση και εμπιστοσύνη που μου έδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής παρέμβασης.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου που πρόσφεραν την ψυχολογική υποστήριξη σε όλη αυτή την πορεία και τις συμφοιτήτριες μου Πλακεντά Ελένη και Τσακμάκη Χριστίνα, που ανταλλάσαμε διαρκώς απόψεις κατά την εκπόνηση των διπλωματικών μας εργασιών.

Τέλος, το σημαντικότερο στήριγμα μου έως σήμερα σε ότι κάνω, είναι η οικογένεια μου, οι γονείς και τα αδέρφια μου που με υποστήριξαν σε όλη αυτή την προσπάθεια προσφέροντας μου ψυχολογική υποστήριξη και δύναμη να ολοκληρώσω την διπλωματική μου εργασία ξεπερνώντας κάθε εμπόδιο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη βιβλιογραφία καταγράφονται ήδη έρευνες που εστιάζουν στη διδασκαλία περιεχομένου Μεγάλων Ιδεών (MI) της Νανοτεχνολογίας στην Α/θμια εκπαίδευση. Σε αυτή την εργασία επικεντρωνόμαστε σε δύο MI που αφορούν το μέγεθος των αντικειμένων (μακρόκοσμος, μικρόκοσμος, νανόκοσμος) και τα αντίστοιχα όργανα παρατήρησης.

Στόχος της εργασίας είναι, η ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού για το περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας στο Νηπιαγωγείο και η καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών (α) για τον κορωνοϊό και (β) για το πώς η χρήση της μάσκας προσώπου μειώνει τη μετάδοση του κορωνοϊού. Το εκπαιδευτικό υλικό αναπτύσσεται σε έξι μαθήματα των 30 - 45 λεπτών. Το περιβάλλον μάθησης βασίζεται στη διερεύνηση και υποστηρίζεται από μια κούκλα, η οποία έχει τον ρόλο του επιστήμονα που θέτει στους μαθητές ερωτήσεις. Αρχικά, οι μαθητές εμπλέκονται στη διερευνητική διαδικασία μέσα από ένα βίντεο σχετικό με τον κορωνοϊό. Μελετούν το μέγεθος των αντικειμένων του μακρόκοσμου, του μικρόκοσμου και του νανόκοσμου με τη βοήθεια εκπαιδευτικού λογισμικού στο προγραμματιστικό περιβάλλον <https://scratch.mit.edu>. Στη συνέχεια, παρατηρούν την επιφάνεια μιας υφασμάτινης μάσκας και μιας μάσκας υψηλής προστασίας (FFP2) με USB μικροσκόπιο, καθώς και με ψηφιακές αναπαραστάσεις σε μεγέθυνση για να διαπιστώσουν ότι οι μάσκες υψηλής προστασίας περιλαμβάνουν μικρότερους πόρους. Για την ανάπτυξη του συλλογισμού ότι το μέγεθος των πόρων της μάσκας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην προστασία από τους ιούς, οι μαθητές χρησιμοποιούν τρισδιάστατα χειραπτικά μοντέλα μασκών και ιών και συμμετείχαν σε κατάλληλα σχεδιασμένο θεατρικό παιχνίδι.

Συμμετέχοντες είναι 10 μαθητές Νηπιαγωγείου. Εργαλείο συλλογής δεδομένων είναι η ημι-δομημένη συνέντευξη πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση. Η ανάλυση των δεδομένων είναι ποιοτική. Από τα αποτελέσματα προκύπτει πως οι μαθητές είναι ικανοί μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση να αναφέρονται σε αντικείμενα μη ορατά με γυμνό μάτι καθώς και στα όργανα παρατήρησης π.χ. ιοί και σούπερ μικροσκόπιο. Δυσκολευτήκαν ωστόσο να αναπτύξουν έναν συλλογισμό για το ρόλο που διαδραματίζουν οι μάσκες στην προστασία από τον κορωνοϊό με αναφορά σε μη ορατούς παράγοντες δηλαδή στους πόρους της μάσκας.

Λέξεις κλειδιά: Κορωνοϊός, Μάσκες προστασίας, Νηπιαγωγείο, Νανοτεχνολογία, Έννοια μεγέθους, Εργαλεία και όργανα παρατήρησης

ABSTRACT

Research that focuses on teaching Big Ideas (BI) content of Nanotechnology in preschool and elementary students is already recorded in the literature. This research study focuses on two MIs that refer to the size of objects (macro, micro and nano world) and the corresponding observational tools.

The aim of this research study is to develop educational material for the content of Nanotechnology in the Kindergarten and to record the perceptions of the students about (a) the coronavirus and (b) how the use of the face mask contributing to the reduction of the transmission of the coronavirus. The educational material is developed in six lessons of 30 - 45 minutes. The learning environment is inquiry-based and supported by a puppet which plays the role of a scientist asking students questions. First, the students are involved in the investigative process through a video related to the coronavirus. They study the size of macro, micro and nano world objects with the help of educational software in the programming environment <https://scratch.mit.edu>. Then they observe the surface of a cloth mask and a high-protection (FFP2) mask with a USB microscope, as well as zoomed-in digital representations to find that the high-protection masks contain smaller pores. Moreover, students play with 3D models of face masks and viruses to develop the reasoning that mask pores size are very essential in virus protection. Finally, they participate in appropriately designed role play.

Participants are 10 preschool students and the data collection tool is the semi-structured interview before and after the implementation. Data analysis is qualitative. The results show that, after the implementation, the students are able to refer to objects not visible to the naked eye as well as to observation tools, e.g. viruses and super microscope. However, they struggled to develop a rationale for the role masks play in protecting against the coronavirus with reference to invisible factors, namely the pores of the mask.

Keywords: Coronavirus, Face masks, Preschool, Nanotechnology, Size concept, Tools concept

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ABSTRACT	8
Πίνακας περιεχομένων	9
1 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1.1 Νοημαδότηση της Νανοτεχνολογίας	11
1.2 Οι Μεγάλες Ιδέες (MI) της Νανοτεχνολογίας στη Β/θμια εκπαίδευση.....	12
1.2.1 Οι Μεγάλες Ιδέες (MI) της Νανοτεχνολογίας στην Α/θμια εκπαίδευση..	18
1.2.2 Οι αντιλήψεις των μαθητών Α/θμιας για τη Νανοτεχνολογία	20
1.3 Εκπαιδευτικές παρεμβάσεις για το περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας στην Α/θμια εκπαίδευση.....	21
1.4 Η κούκλα, το θεατρικό παιχνίδι και η μοντελοποίηση ως εκπαιδευτικά εργαλεία για την προσέγγιση των Φυσικών Επιστημών στο Νηπιαγωγείο.....	57
1.5 Διδακταλία αφηρημένων εννοιών σε παιδιά προσχολικής ηλικίας.....	64
1.6 Οι στόχοι του Αναλυτικού Προγράμματος (ΑΠ) για τη διδασκαλία φυσικών επιστημών στο Νηπιαγωγείο.....	68
2 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	71
2.1 Σκοπός της έρευνας.....	71
2.2 Συμμετέχοντες.....	72
2.3 Εξασφάλιση πρόσβασης	72
2.4 Ερευνητικός σχεδιασμός.....	72
2.5 Συλλογή δεδομένων	73
2.5.1 Ημι-δομημένη συνέντευξη.....	74
2.6 Το περιεχόμενο και η δομή των δραστηριοτήτων	76
2.6.1 Υλοποίηση εκπαιδευτικής παρέμβασης.....	78

2.7 Διαδικασία κωδικοποίησης δεδομένων	94
3° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	103
3.1 Αποτελέσματα για το ΕΕ1: Ποιες είναι οι αντιλήψεις μαθητών/-τριών Νηπιαγωγείου για τον κορωνοϊό πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση;	103
3.2 Αποτελέσματα για το ΕΕ2: Ποιες είναι οι αντιλήψεις μαθητών/-τριών Νηπιαγωγείου αφενός για τη δομή της μάσκας και αφετέρου για τη λειτουργία της στην προστασία από τον κορωνοϊό πριν και μετά την εφαρμογή της εκπαιδευτικής παρέμβασης;.....	112
4° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	125
4.1 Οι αντιλήψεις μαθητών-τριών νηπιαγωγείου αναφορικά με τον κορωνοϊό	125
4.2 Οι αντιλήψεις μαθητών/-τριών νηπιαγωγείου αναφορικά με τη δομή και τη λειτουργία των μασκών.....	127
5° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ – ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ	128
Βιβλιογραφία	130
Ελληνόγλωσση	130
Ξενόγλωσση	134

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

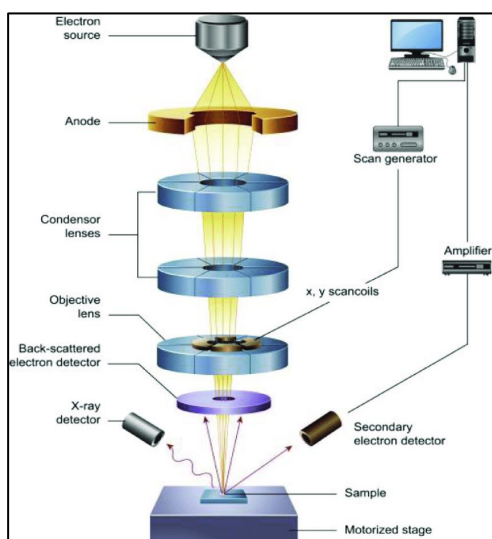
1.1 Νοηματοδότηση της Νανοτεχνολογίας

Η Νανοτεχνολογία αποτελεί ένα σύγχρονο ερευνητικό πεδίο που ασχολείται τόσο με την κατανόηση όσο και με τον χειρισμό της ύλης στο επίπεδο της νανοκλίμακας (1 – 100 nm). Σε αυτό το επίπεδο τα υλικά παρουσιάζουν μοναδικές ιδιότητες και επιτρέπουν καινοτόμες εφαρμογές (Peikos et al., 2022).

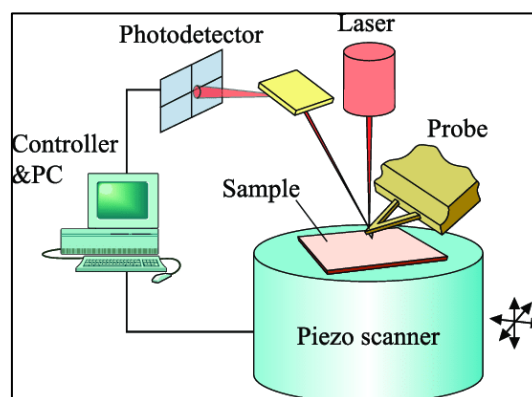
Πολλοί ερευνητές του πεδίου της Νανοτεχνολογίας θεωρούν ως πατέρα της τον θεωρητικό Φυσικό Richard Feynman ο οποίος, το 1959 σε συνέδριο στην Αμερικανική Εταιρεία Φυσικών (American Physical Society), οραματίστηκε το χειρισμό της ύλης σε ατομικό επίπεδο. Με αυτό τον τρόπο τεράστιες ποσότητες πληροφοριών θα αποθηκεύονταν σε πολύ μικρό χώρο (Shong et al., 2010).

Η λέξη Νανοτεχνολογία συστάθηκε για πρώτη φορά στην επιστημονική κοινότητα από τον Norio Taniguchi στο διεθνές συνέδριο για τη βιομηχανική παραγωγή στο Τόκιο το 1974, για να περιγράψει την υπερβολικά λεπτή επεξεργασία των υλικών με νανομετρική ακρίβεια. Ο Nori Taniguchi ήταν από τους πρώτους που προσπάθησε να δώσει κάποιο ορισμό για τη Νανοτεχνολογία στη διατριβή του με τίτλο: «Σχετικά με τη βασική έννοια της Νανοτεχνολογίας» για να περιγράψει την ακρίβεια κατασκευής υλικών με ανοχές νανόμετρου (Murty et al., 2013).

Σημαντικό σταθμό στην ιστορία της Νανοτεχνολογίας αποτελεί η ανακάλυψη του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου και των ηλεκτροσκοπίων ακίδας (probemicroscope- SEM, Σχήμα 1), το οποίο κατέστησε δυνατή την οπτική επαφή στην κλίμακα των ατόμων και μορίων. Το 1986 εφευρέθηκε το μικροσκόπιο ατομικής δύναμης (Atomic Force Microscopy- AFM, Σχήμα 2), το οποίο επέτρεψε σε επιστήμονες και μηχανικούς της νανοκλίμακας τόσο τη χαρτογράφηση μιας επιφάνειας σε ατομικό επίπεδο, όσο και την μετακίνηση μεμονωμένων ατόμων με απώτερο στόχο να παραχθούν νανοδομές ατομικής ακρίβειας (Κυριτσάκης, 2014).



Σχήμα 1 Σχηματική απεικόνιση SEM (Ali, 2020)



Σχήμα 2 Σχηματική απεικόνιση AFM (Ishida & Creig, 2019)

Δεδομένου ότι τα νανοϋλικά με τις ιδιαίτερες και ασυνήθιστες ιδιότητες τους γίνονται όλο και πιο πολύ μέρος της καθημερινότητας μας κρίνεται αναγκαίο να έρθουν οι μαθητές σε επαφή με τέτοια θέματα πριν μεταβούν σε υψηλότερα επίπεδα εκπαίδευσης (Ban & Kocijancic, 2011).

Από εκτιμήσεις που έχουν γίνει υπολογίστηκε ότι σε παγκόσμιο επίπεδο οι θέσεις εργασίας που αφορούν τη Νανοτεχνολογία μέχρι το 2020 θα έφταναν τα 6 εκατομμύρια (Feather & Aznar, 2011). Δεδομένου ότι οι σημερινοί/-νες μαθητές/-τριες δημοτικού θα αποτελέσουν το μελλοντικό εργατικό δυναμικό, αυτό δείχνει ότι η εκπαίδευση των μαθητών στη Νανοτεχνολογία από μικρή ηλικία, είναι πρωταρχικής σημασίας (Manou et al., 2018). Για αυτό τον λόγο κρίνεται αναγκαίο να οργανώσουν οι εκπαιδευτικοί κατάλληλα το περιβάλλον μάθησης, έτσι ώστε να παρέχουν κίνητρα στους μαθητές τους και κατά συνέπεια να τους εντάξουν ομαλά και με κατανοητό τρόπο στον κόσμο της Νανοτεχνολογίας.

1.2 Οι Μεγάλες Ιδέες (MI) της Νανοτεχνολογίας στη Β/θμια εκπαίδευση

Σύμφωνα με τους Stevens et al. (2009), κάθε επιστημονικός κλάδος έχει δομηθεί με ένα σύνολο κεντρικών εννοιών η κατανόηση των οποίων κρίνεται απαραίτητη για τον εκάστοτε κλάδο. Αυτές οι κεντρικές ιδέες, μόνες τους ή σε

συνδυασμό, μπορεί να διαμορφώνουν την εξέλιξη του κλάδου ή να βοηθούν στην εξήγηση φαινομένων που σχετίζονται με αυτόν. Μπορούν ακόμη να συμβάλουν στη διερεύνηση της εννοιολογικής κατανόησης που πρέπει να ξεκινά από θεμελιώδεις ιδέες. Οι Μεγάλες Ιδέες (MI), αποτελούν τον πυρήνα ενός τομέα και η κατανόηση τους σε βάθος είναι το δομικό στοιχείο για την κατανόηση της μελλοντικής επιστήμης. Οι Μεγάλες Ιδέες οφείλουν να είναι διεπιστημονικές. Επομένως, οι MI της Νανοτεχνολογίας ανήκουν στο φάσμα της διεπιστημονικότητας.

Πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να ορίσουν τις έννοιες που μπορούν να κατανοήσουν οι μαθητές/-τριες ανάλογα με τη βαθμίδα στην οποία ανήκουν. Μελετήθηκαν προτάσεις από ομάδες ερευνητών που είχαν ως στόχο τον καθορισμό του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας για τις τρεις βαθμίδες της εκπαίδευσης και διαμορφώθηκε μία λίστα εννοιών οι οποίες χαρακτηρίστηκαν ως «Μεγάλες Ιδέες» (Wansom et al., 2009; Stevens et al., 2009). Μέσα από τη βιβλιογραφία, προκύπτουν εννέα βασικές έννοιες της Νανοτεχνολογίας, οι «Μεγάλες Ιδέες», τις οποίες υποστηρίζεται ότι θα πρέπει να κατακτήσουν εννοιολογικά οι μαθητές κατά τη διάρκεια της υποχρεωτικής τους εκπαίδευσης.

Οι MI της Νανοτεχνολογίας είναι επιγραμματικά οι εξής: Μέγεθος και κλίμακα, Δομή της ύλης, Ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος, Δυνάμεις και αλληλεπιδράσεις, Αυτό-οργάνωση (self-assembly), Εργαλεία και όργανα, Μοντέλα και προσομοιώσεις, Επιστήμη, τεχνολογία, κοινωνία, Κβαντικά φαινόμενα (Πέικος κ.α., 2015; Μάνου & Σπύρτου, 2013; Wansom et al., 2009). Αξίζει ωστόσο να αναφερθούμε αναλυτικότερα σε κάθε μία από τις MI της Νανοτεχνολογίας προκειμένου να γίνει καλύτερα αντιληπτό τι εξετάζει η κάθε μία από αυτές και κατά συνέπεια πως μπορεί να συμβάλει στην κατανόηση του κόσμου του νάνο από τους μαθητές όλων των βαθμίδων.

MI1: Μέγεθος και κλίμακα

Οι παράγοντες που σχετίζονται με το μέγεθος και την κλίμακα (μέγεθος, κλίμακα, σχήμα, αναλογικότητα, διάσταση) συμβάλλουν στην περιγραφή των υλικών και στην πρόβλεψη της συμπεριφοράς τους. Παρόλο που το μέγεθος ορίζει την ίδια τη νανοκλίμακα, η κλίμακα αποτελεί ουσιώδη έννοια, καθώς ορίζει ένα

σύνολο κανόνων που είναι αναγκαία για την αιτιολόγηση της συμπεριφοράς της ύλης σε αυτή την κλίμακα (Stevens et al., 2009).

Οι δύο αυτές έννοιες, μέγεθος και κλίμακα, είναι στενά συνδεδεμένες. Το μέγεθος ορίζεται ως την έκταση, τον όγκο ή την ποσότητα ενός αντικειμένου. Από την άλλη πλευρά, η κλίμακα ορίζεται πολλαπλά. Δηλαδή, η κλίμακα συνδέει το μέγεθος ενός αντικειμένου με την αριθμητική αναπαράσταση του μεγέθους με συμβατικά καθορισμένες τιμές όπως μέτρα, γραμμάρια, έτη φωτός κλπ. Ιδιότητες όπως το μέγεθος, το μήκος και η μάζα μπορούν να εμφανίζουν μεγάλες διαφορές οι οποίες ορίζονται ως κλίμακες ή «κόσμοι» (μάκρο-, μικρο-, νάνο-, ατομικό, αστρονομικό). Ο ορισμός αυτών των κόσμων είναι σημαντικός καθώς αυτό καθορίζει τους φυσικούς νόμους οι οποίοι είναι απαραίτητοι για να ερμηνεύσουν πως συμπεριφέρονται τα αντικείμενα μέσα στον κάθε κόσμο (Stevens et al., 2009).

Για τη ΜΙ «Μέγεθος και κλίμακα» προτείνονται πέντε μαθησιακοί στόχοι (learning goals): Αρχικά ο πρώτος στόχος αφορά στην ανάπτυξη του αναλογικού συλλογισμού. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούν οι μαθητές να εκτιμούν και να εξηγούν το μέγεθος ενός αντικειμένου συγκριτικά με ένα αντικείμενο αναφοράς. Επόμενος στόχος είναι να κατανοήσουν οι μαθητές την ύπαρξη μη ορατών κόσμων (μικρόκοσμος, νανόκοσμος, ατομικός και μοριακός κόσμος). Ένας τρίτος μαθησιακός στόχος είναι να αναπτύξουν οι μαθητές την ικανότητα της αναπαράστασης του μεγέθους και της κλίμακας με ποιοτικούς και ποσοτικούς τρόπους. Ως τέταρτος στόχος ορίζεται να γίνει κατανοητό από τους μαθητές ότι όταν αλλάζει η κλίμακα, αλλάζει και ο τρόπος με τον οποίο τα φαινόμενα λειτουργούν. Πέμπτος και τελικός στόχος είναι οι μαθητές να κατανοήσουν ότι ο λόγος του εμβαδού της επιφάνειας προς τον όγκο ενός αντικειμένου εξαρτάται από το μέγεθος και το σχήμα του (Stevens et al., 2009).

MI2: Δομή της ύλης

Η ύλη αποτελείται από άτομα που βρίσκονται σε συνεχή κίνηση και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους για να σχηματίσουν μόρια. Το επόμενο υψηλότερο επίπεδο οργάνωσης περιλαμβάνει άτομα, μόρια ή δομές νανοκλίμακας που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους για να σχηματίσουν μονάδες νανοκλίμακας. Η διάταξη των δομικών στοιχείων δίνει σε ένα υλικό τις ιδιότητές του και οι ιδιαίτερες ιδιότητες των συστατικών των ατόμων συσχετίζονται πολλές φορές με τις

ενδιαφέρουσες ιδιότητες των υλικών που παρατηρούνται στη νανοκλίμακα. Για παράδειγμα, ένα άτομο άνθρακα μπορεί να προσφέρει πολλά είδη δεσμών. Αυτοί οι διαφορετικοί τρόποι σύνδεσης των ατόμων άνθρακα μεταξύ τους επιφέρουν πολλά διαφορετικά υλικά και το καθένα από αυτά έχει διαφορετικές ιδιότητες. Έτσι, για παράδειγμα, οι δεσμοί ατόμων άνθρακα που παρατηρούνται στους νανοσωλήνες άνθρακα προσφέρουν εξαιρετικά υψηλή αντοχή του υλικού (Stevens et al., 2009).

MI3: Ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος

Οι ιδιότητες ενός υλικού αποτελούν χαρακτηριστικά που καθορίζουν στοιχεία της φύσης του υλικού, δηλαδή πώς μοιάζει, πώς συμπεριφέρεται, πως αλληλεπιδρά, πως αντιδρά με το περιβάλλον και σε ποιες εφαρμογές θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί (Stevens et al., 2009). Οι ιδιότητες της ύλης μπορούν να αλλάξουν καθώς αλλάζει το μέγεθος και η κλίμακα. Συγκεκριμένα, καθώς το μέγεθος ενός υλικού πλησιάζει τη νανοκλίμακα εμφανίζει νέες ιδιότητες που οδηγούν σε νέες λειτουργίες. Σε αυτό το σημείο, οι μαθητές καλούνται να διαπιστώσουν ότι ο λόγος της επιφάνειας προς τον όγκο ενός αντικείμενου αυξάνεται καθώς το αντικείμενο γίνεται μικρότερο. Επιπροσθέτως, ένας ακόμη στόχος είναι να κατανοήσουν ότι η ύπαρξη μοναδικών ιδιοτήτων αποδίδεται στο σχήμα των νανοδομών. Για παράδειγμα, οι σφαίρες χρυσού με διάμετρο 1μ, 1cm και 1mm (μακροκλίμακα), διατηρούν τη λάμψη και το έντονο χρυσαφί χρώμα, καθώς επίσης και τις μεταλλικές ιδιότητες του υλικού όπως την ευπλαστικότητα και την αγωγιμότητα. Όταν όμως οι ίδιες σφαίρες χρυσού εισέρχονται στα όρια της νανοκλίμακας παρατηρούνται αλλαγές στις ιδιότητες τους. Έτσι, σφαίρες χρυσού με διάμετρο 13nm πλέον αποδίδουν κόκκινο χρώμα, ενώ σε ακόμη πιο μικρό μέγεθος, μικρότερου των 10nm, ο χρυσός χάνει τις μεταλλικές του ιδιότητες και δεν αποτελεί πια αγωγό του ηλεκτρισμού (Stevens et al., 2009).

MI4: Δυνάμεις και αλληλεπιδράσεις

Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των οντοτήτων της ύλης περιγράφονται από διάφορους τύπους δυνάμεων από την μακροκλίμακα μέχρι και την ατομική κλίμακα. Η συμπεριφορά της ύλης διέπεται από τέσσερις θεμελιώδεις δυνάμεις: δύναμη βαρύτητας, ηλεκτρομαγνητική δύναμη, ατομική δύναμη και ασθενής δύναμη. Στη νανοκλίμακα κυριαρχούν οι ηλεκτρικές δυνάμεις στις

αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στα αντικείμενα της ύλης οι οποίες δημιουργούν ένα συνεχές δυνάμεων που περιγράφουν, κατά κύριο λόγο, όλες τις αλληλεπιδράσεις της ύλης σε αυτό το επίπεδο κλίμακας. Η ισχύς αυτών των δυνάμεων εξαρτάται από τις εμπλεκόμενες οντότητες. Ιστορικά, οι δυνάμεις αυτές διακρίνονται στις εξής κατηγορίες: ιοντικοί δεσμοί και αλληλεπιδράσεις, μεταλλικοί δεσμοί, ομοιοπολικοί δεσμοί, δεσμοί υδρογόνου και δυνάμεις van der Waals (Stevens et al., 2009). Κατά συνέπεια γίνεται προσπάθεια να μπορούν οι μαθητές να εξηγούν το ρόλο και την συμπεριφορά των ηλεκτρονίων. Επίσης είναι σημαντικό να καταλάβουν ότι τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων που αλληλεπιδρούν και του περιβάλλοντος, παίζουν ρόλο στην διαμόρφωση αλληλεπιδράσεων και στο πόσο ισχυρή είναι κάθε μία από αυτές (Stevens et al. 2009).

MI5: Αυτοοργάνωση

Η αυτό-οργάνωση, αποτελεί μέθοδο ανάπτυξης νανοϋλικών και θεωρείται ως μία διαδικασία που περιλαμβάνει ελεγχόμενες και προβλεπόμενες αλληλεπιδράσεις της ύλης (Stevens et al., 2009). Πιο συγκεκριμένα αφορά στην αυθόρμητη συγκρότηση ορισμένων υλικών σε οργανωμένες δομές, για παράδειγμα, οι νανοσωλήνες άνθρακα αυτοοργανώνονται σε μεγάλα μήκη. Πρώτος στόχος είναι οι μαθητές να είναι ικανοί ορίζουν και να περιγράφουν την διαδικασία της αυτοοργάνωσης και να δίνουν συγκεκριμένα παραδείγματα. Χρειάζεται επίσης, να κατανοήσουν ότι υπάρχουν πολλοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την διαδικασία της αυτοοργάνωσης και να μπορούν να την περιγράφουν με όρους δυνάμεων και ενέργειας (Stevens et al. 2009).

MI6: Εργαλεία και όργανα

Η πρόσφατη ανάπτυξη των ειδικών εργαλείων έχει οδηγήσει σε νέα επίπεδα κατανόησης της ύλης βοηθώντας τους επιστήμονες να χειριστούν, να απομονώσουν, να κατασκευάσουν και να εξερευνήσουν τη συμπεριφορά της ύλης της νανοκλίμακας με ακρίβεια (Stevens et al., 2009). Υποστηρίζεται, ότι η κατανόηση των αρχών λειτουργίας των οργάνων αποτελεί ένα σημαντικό βήμα για την κατάκτηση του νανογραμματισμού (Blonder, 2010). Οι μαθητές πρέπει να αποκτήσουν την ικανότητα να εξηγούν γιατί είναι απαραίτητα τα εξειδικευμένα εργαλεία στην νανοκλίμακα και να δίνουν συγκεκριμένα παραδείγματα εργαλείων. Πρέπει ακόμη να καταλάβουν ότι για τη μελέτη και τον χειρισμό των νανοδομών,

τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται αλληλεπιδρούν με κάθε άτομο ή νανοσωματίδια μέσω ηλεκτρικών δυνάμεων (Stevens et al., 2009).

MI7: Μοντέλα και προσομοιώσεις

Το εξαιρετικά μικρό μέγεθος και η πολυπλοκότητα της νανοκλίμακας καθιστούν τα μοντέλα και τις προσομοιώσεις αναγκαία για την μελέτη και τον σχεδιασμό φαινομένων στην κλίμακα του νάνο. Τα μοντέλα και οι προσομοιώσεις είναι σημαντικά στην κατανόηση, απεικόνιση και πρόβλεψη της συμπεριφοράς της ύλης στη νανοκλίμακα καθώς και στην κατασκευή υλικών και διατάξεων. Τα μοντέλα είναι εργαλεία αναπαράστασης και όχι πιστά αντίγραφα της πραγματικότητας και έχουν περιορισμούς σε αυτό που καλούνται να αναπαραστήσουν. Τέλος, υπάρχουν διάφορα είδη μοντέλων. Στόχος είναι να κατανοήσουν οι μαθητές ότι υπάρχουν πολλαπλοί τύποι μοντέλων και ότι τα μοντέλα έχουν περιορισμούς στην ακρίβεια και στην χρηστικότητά τους (Stevens et al., 2009)

MI8: Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία

Αυτή η Μεγάλη Ιδέα της Νανοτεχνολογίας, αφορά ζητήματα νανογραμματισμού που σχετίζονται με τις θετικές και αρνητικές επιδράσεις της Νανοτεχνολογίας στην ανθρώπινη ζωή και το περιβάλλον. Η ανάγκη επίτευξης διευρυσμένων κοινωνικών στόχων, όπως η βελτίωση του συστήματος υγείας, η αύξηση της παραγωγικότητας και οι ανανεώσιμες πηγές οδήγησε στην επαναστατική άνοδο της Νανοτεχνολογίας. Αξίζει να αναφερθεί πως η ανάπτυξη της δεν πρέπει να περιορίζεται αποκλειστικά στην επιτυχημένη έρευνα και ανάπτυξη, αλλά πρέπει να αποτελεί ένα συνονθύλευμα κοινωνικών παραγόντων συμπεριλαμβανομένου της εκπαίδευσης και προετοιμασίας καταρτισμένου εργατικού δυναμικού και ερευνητών, των πολιτειακών και ομοσπονδιακών πολιτικών και των οικονομικών απαιτήσεων (Roco, 2003).

Η Νανοτεχνολογία αποτελεί ένα παράδειγμα της δυναμικής φύσης της επιστήμης και της τεχνολογίας, καθώς προκύπτουν νέα δεδομένα σχετικά με τη συμπεριφορά των υλικών στην νανοκλίμακα. Οι μαθητές μέσα από αυτή τη ΜΙ κατανοούν το πώς τα νέα επιτεύγματα της τεχνολογίας ενσωματώνονται στην κοινωνία και ότι τα προϊόντα της πρέπει να αξιολογούνται τόσο ως προς τα

πλεονεκτήματα τους όσο και ως προς τους κινδύνους που ενδέχεται να επιφέρουν στην υγεία και το περιβάλλον (Stevens et al., 2009).

MI9: Κβαντικά Φαινόμενα

Καθώς το μέγεθος ενός αντικειμένου πλησιάζει τη νανοκλίμακα η κλασική μηχανική δε μπορεί να εξηγήσει τη συμπεριφορά της ύλης και απαιτείται η χρήση της κβαντικής φυσικής με έμφαση στη κυματική συμπεριφορά της ύλης. Τα αντικείμενα της μακροκλίμακας επιδεικνύουν και αυτά κυματική συμπεριφορά, ωστόσο σε αυτές τις διαστάσεις η συμπεριφορά αυτή δεν είναι σημαντική για να εξηγήσει φαινόμενα. Αντίθετα, στις ατομικές και υποατομικές διαστάσεις η κυματική συμπεριφορά υπερισχύει με αποτέλεσμα να υιοθετούνται νόμοι της κβαντικής φυσικής (Callister & Rethwisch, 2008; Stevens et al., 2009). Στόχος αυτής της ΜΙ είναι να κατανοήσουν οι μαθητές ότι η ύλη στις πολύ μικρές διαστάσεις συμπεριφέρεται σαν κύμα και σαν σωματίδιο και ότι η κβαντική συμπεριφορά των ηλεκτρονίων βοηθά στο να εξηγήσουμε την διάταξη (arrangement) των στοιχείων στον περιοδικό πίνακα (Stevens et al., 2009).

1.2.1 Οι Μεγάλες Ιδέες (MI) της Νανοτεχνολογίας στην Α/θμια εκπαίδευση

Από τις προγενέστερες μελέτες και τις εφαρμογές προγραμμάτων Νανοτεχνολογίας σε μαθητές προκύπτει πως η διδασκαλία και ο μετασχηματισμός των ΜΙ της Νανοτεχνολογίας, αποτελεί δύσκολο εγχείρημα εξαιτίας του μικρού ηλικιακού επιπέδου των παιδιών. Γι' αυτό το λόγο προτείνονται πέντε από τις εννέα ΜΙ ως περιεχόμενο διδασκαλίας και μετασχηματισμού των εννοιών τους (Peikos et al. 2022).

Οι πέντε ΜΙ που προτείνονται για την προσχολική εκπαίδευση είναι οι εξής:

1. *MI: Μέγεθος και Κλίμακα*: Για αυτή την έννοια προτείνονται δύο πλαίσια προσέγγισης. Το ένα αφορά την ποιοτική κατηγοριοποίηση των αντικειμένων και το άλλο την ποσοτική κατηγοριοποίησή τους. Για την Α/θμια εκπ/ση προτείνεται η πρώτη δηλαδή, ποιοτική κατηγοριοποίηση και ταξινόμηση των αντικείμενων στο μάκρο μικρο και νάνο επίπεδο (Peikos et al., 2022).

2. *MI: Ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος.* Οι μαθητές/-τριες της Α/θμιας εκπ/σης δυσκολεύονται να αντιληφθούν ότι ο λόγος της επιφάνειας προς τον όγκο ενός αντικειμένου αυξάνεται καθώς το αντικείμενο γίνεται μικρότερο. Γι' αυτό το λόγο, προτείνεται μια ποιοτική προσέγγιση π.χ. για το φαινόμενο του λωτού σε παιδιά δημοτικού. Η διδασκαλία του φαινομένου επικεντρώνεται στους δύο παράγοντες που το προκαλούν: α) τις νανοδομές της υπερυδρόφοβης επιφάνειας του φύλλου και β) την αυξημένη επιφάνεια επαφής μεταξύ μιας σφαιρικής σταγόνας νερού και του αέρα που την περιβάλλει (Peikos et al., 2022).
3. *MI: Εργαλεία και Όργανα.* Η έννοια των Εργαλείων και των Οργάνων παρατήρησης είναι ιδιαίτερα σημαντική στους/στις μαθητές/-τριες μικρών ηλικιών. Ιδιαίτερα, τα Εργαλεία παρατήρησης, καθιστούν προσβάσιμα στους/στις μαθητές/-τριες τα αντικείμενα του μακρόκοσμου, του μικρόκοσμου και του νανόκοσμου μέσα από την ποιοτική κατηγοριοποίηση για τα χαρακτηριστικά του κάθε κόσμου. Με αυτό τον τρόπο τα παιδιά έρχονται σε επαφή με τα απαραίτητα και επαρκή χαρακτηριστικά που διέπουν τον κάθε ένα από αυτούς τους κόσμους (Peikos et al., 2022).
4. *MI: Μοντέλα και προσομοιώσεις.* Στη βιβλιογραφία καταγράφονται πολλά ήδη μοντέλων το κάθε ένα από τα οποία εξυπηρετεί διαφορετικό σκοπό (Daly & Bryan, 2007). Στην ηλικιακή ομάδα της Α/θμιας εκπαίδευσης προτείνονται τα τρισδιάστατα μοντέλα με καθημερινά υλικά όπως είναι τα μοντέλα φτιαγμένα από playdough. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να καταστούν «χειροπιαστές» οι αφηρημένες έννοιες της Νανοτεχνολογίας στα παιδιά αυτών των ηλικιών (Peikos et al., 2022).
5. *MI: Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία.* Σχετικά με αυτή την έννοια της Νανοτεχνολογίας επιχειρείται επίσης μια ποιοτική προσέγγιση αναφορικά με τους/τις μαθητές/-τριες της Α/θμιας εκπ/σης. Πιο συγκεκριμένα, προτείνεται η διδασκαλία εφαρμογών της Νανοτεχνολογίας που συναντώνται στην καθημερινή ζωή. Για παράδειγμα, για το φαινόμενο του λωτού επιχειρείται ο πειραματισμός με υπερυδρόφοβα υλικά και προσδιορίζεται ο αέρας ως παράγοντας που επιτρέπει τη δημιουργία του φαινομένου παρατηρώντας μια σφαιρική σταγόνα να βγαίνει από τη βελόνα μιας σύριγγας. Μια ακόμα εφαρμογή, αποτελούν τα φίλτρα Νανοτεχνολογίας για τον καθαρισμό νερού, ο μηχανισμός των οποίων θα

μπορούσε να εξηγηθεί ποιοτικά με την εφαρμογή της ποιοτικής ταξινόμησης των αντικειμένων με βάση το σχετικό μέγεθος, δηλαδή τη σύγκριση του μεγέθους των πόρων των φίλτρων με το μέγεθος των αντικειμένων που εξαιρούνται (Peikos et al., 2022).

1.2.2 Οι αντιλήψεις των μαθητών Α/θμιας για τη Νανοτεχνολογία

Από την επισκόπηση της βιβλιογραφίας, παρατηρείται πως οι αντιλήψεις και οι προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών σε θέματα σχετικά με το περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας, φαίνεται να είναι μακριά από την επιστημονική άποψη. Σε αυτό το σημείο, παρουσιάζονται ενδεικτικές ερευνητικές προσπάθειες από τη διεθνή και εγχώρια βιβλιογραφία, που υποστηρίζουν την παραπάνω θέση.

Αναφορικά με τη διεθνή βιβλιογραφία, μαθητές από 2^α – 4^η, όταν τους ζητήθηκε να αναφέρουν τα μικρότερα αντικείμενα που μπορούν να σκεφτούν, απάντησαν κάνοντας αναφορά σε μυρμήγκια και βακτήρια, σε αντικείμενα δηλαδή του μάκρο και μικρο κόσμου αντίστοιχα. Από την 6^η τάξη και μετά, τα παιδιά αρχίζουν να αναφέρουν ως μικρότερα τα άτομα. Όταν όμως καλούνται να ταξινομήσουν τα αντικείμενα: κύτταρο, βακτήριο, άτομο, μόριο νερού, από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο, παρατηρείται αποτυχία στο σύνολο των προσπαθειών τους. Ακόμη, η πλειονότητα των μαθητών δεν γνωρίζει τη λέξη Νανοτεχνολογία, ενώ αυτοί που τη γνωρίζουν δυσκολεύονται να δώσουν έναν ορισμό (Castelini et al. όπως αναφέρεται στο Πέικος, Μάνου & Σπύρτου, 2015).

Σε μία άλλη ερευνητική προσπάθεια που αφορούσε μαθητές 9-11 ετών, διαπιστώθηκε ότι μόλις το 20% των συμμετεχόντων είχαν ακούσει τους όρους Νανοτεχνολογία και Νανοεπιστήμη, χωρίς να μπορούν να δώσουν σωστούς ορισμούς για αντικείμενα όπως: κύτταρα, μόρια και άτομα, που αποτελούν το κλειδί για το νανόκοσμο. Ακόμη, περιορίστηκαν στο βιολογικό μικρόκοσμο όταν τους ζητήθηκε να αναφέρουν το μικρότερο αντικείμενο που μπορούν να σκεφτούν (Murriello et al. όπως αναφέρεται στο Πέικος, Μάνου και Σπύρτου, 2015).

Σχετικά με ερευνητικές προσπάθειες που έχουν γίνει στην Ελλάδα, σε μελέτη που συμμετείχαν 250 μαθητές Ε' & ΣΤ' Δημοτικού, διαπιστώθηκε πως οι μαθητές ανέφεραν με μεγαλύτερη συχνότητα απαντήσεις όπως: μικρόβιο, μυρμήγκι και μόριο. Ακόμη παρά το ότι τα μισά περίπου παιδιά αναφέρθηκαν σε

αντικείμενα μη ορατά με γυμνό μάτι, δεν υπήρχε συμφωνία ως προς το όργανο που χρησιμοποιείται για την παρατήρηση τους. Για παράδειγμα οι μαθητές/-τριες αναφέρθηκαν στο οπτικό μικροσκόπιο ως εργαλείο παρατήρησης του νανόκοσμου. (Peikos et al., 2020).

Επιπλέον σε μελέτη που εφαρμόστηκε σε 20 παιδιά προσχολικής ηλικίας (Νηπιαγωγείο), σχετικά με το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο, οι απόψεις τους πριν την εφαρμογή ήταν ασαφής και μακριά από την επιστημονική άποψη. Τα παιδιά ανέφεραν ως στοιχεία που βοηθούν τη σαύρα να σκαρφαλώνει σε κάθε επιφάνεια χωρίς να χάνει τη στήριξη της την ύπαρξη κόλλας, νυχιών ή βεντουζών στα πόδια της. Σχετικά με τη νοηματοδότηση του όρου Νανοτεχνολογία, όλοι οι μαθητές δήλωσαν άγνοια πριν την εφαρμογή. Έπειτα από την υλοποίηση της εκπαιδευτικής παρέμβασης, τα στοιχεία αυτά άλλαξαν και οι μαθητές μπορούσαν να περιγράψουν το φαινόμενο και τον όρο Νανοτεχνολογία χρησιμοποιώντας όρους νανογραμματισμού. Αξίζει ακόμη να σημειωθεί πως αντιλήφθηκαν την αντιστοιχία των οργάνων παρατήρησης με το μακρόκοσμο και το νανόκοσμο (Καρατέγου, 2021).

1.3 Εκπαιδευτικές παρεμβάσεις για το περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας στην Α/θμια εκπαίδευση

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται ολοένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για την εφαρμογή και αξιολόγηση εκπαιδευτικών προγραμμάτων που σχετίζονται με το περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας. Η διδασκαλία της Νανοτεχνολογίας αποτελεί πρόκληση στο 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). Σε αυτό το κεφάλαιο επιχειρείται η παρουσίαση των προσπαθειών που έγιναν από διάφορους μελετητές με χρονολογική σειρά, από το 2015 έως και σήμερα, προκειμένου να εφαρμοστεί το περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας στα ελληνικά σχολεία, στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Νηπιαγωγείο, Δημοτικό, Γυμνάσιο και Λύκειο).

Οι απαρχές της εφαρμογής του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας σε σχολεία της Ελλάδας εμφανίζονται τα τελευταία 10 χρόνια. Πιο συγκεκριμένα,

εφαρμόστηκε πιλοτικά μια εκπαιδευτική παρέμβαση σε 10 μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης ΣΤ' ενός Δημοτικού σχολείου της Φλώρινας (βλ. ΔΜΑ 1 Πίνακες 1 & 2) (Πέικος, Μάνου & Σπύρτου 2015).

Οι Μεγάλες Ιδέες (ΜΙ) της Νανοτεχνολογίας που επιλέχθηκαν γι' αυτή τη ΔΜΑ είναι οι παρακάτω: α) μέγεθος και κλίμακα, β) ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος, γ) εργαλεία και όργανα παρατήρησης, δ) μοντέλα και προσομοιώσεις, ε) επιστήμη - τεχνολογία - κοινωνία και στ) δυνάμεις και αλληλεπιδράσεις.

Το ερευνητικό ερώτημα που κλήθηκαν να απαντήσουν οι ερευνητές αφορούσε την εφαρμοσιμότητα των εκπαιδευτικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν, το κατά πόσο δηλαδή, ήταν επαρκής ο χρόνος για την εφαρμογή τους και αν οι μαθητές αντιμετώπισαν δυσκολία στο να χειριστούν τα υλικά και να φέρουν εις πέρας τις δραστηριότητες. Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή των δεδομένων ήταν το ημερολόγιο του ερευνητή, στο οποίο καταγράφονταν η εφαρμοσιμότητα των υλικών μετά το πέρας κάθε διδασκαλίας (Πέικος κ.α., 2015).

Η εκπαιδευτική παρέμβαση εφαρμόστηκε σε 5 δίωρα διδασκαλίας. Το 1ο αφορά στην εισαγωγή στο νάνο και περιλαμβάνει τη ΜΙ: Μέγεθος και Κλίμακα, το 2ο και 3ο δίωρο αποτελεί τη μετάβαση από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο με ΜΙ: Μέγεθος και Κλίμακα, Μοντέλα και Προσομοιώσεις και Εργαλεία και Όργανα παρατήρησης. Στη συνέχεια το 4ο έχει να κάνει με τη μετάβαση από τον νανόκοσμο της φύσης στο νανόκοσμο της τεχνολογίας και περικλείει τις ΜΙ: Μέγεθος και Κλίμακα, Μοντέλα και Προσομοιώσεις, Επιστήμη - Τεχνολογία - Κοινωνία και Δυνάμεις και Αλληλεπιδράσεις. Τέλος το 5ο δίωρο διδασκαλίας αφορά στην αλλαγή των ιδιοτήτων και στο φιλτράρισμα του νερού με ΜΙ: Μέγεθος και Κλίμακα, Μοντέλα και Προσομοιώσεις, Επιστήμη - Τεχνολογία - Κοινωνία και Αλλαγή ιδιοτήτων (Πέικος κ.α., 2015).

Για την εφαρμογή της χρησιμοποιήθηκαν 24 εκπαιδευτικά υλικά και τα αποτελέσματα καταδεικνύουν θετική εφαρμοσιμότητα στην πλειονότητα των υλικών αυτών. Πιο συγκεκριμένα, 21/24 είχαν θετική εφαρμοστικότητα ενώ αποφασίστηκε από την ερευνητική ομάδα να αφαιρεθούν τα εκπαιδευτικά υλικά με αρνητική εφαρμοσιμότητα σε μελλοντική εφαρμογή της συγκεκριμένης παρέμβασης (Πέικος κ.α., 2015).

Αξιοσημείωτη είναι επίσης η έρευνα που μελετά αν η παραπάνω εκπαιδευτική παρέμβαση ενίσχυσε το ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) και συγκεκριμένα για τη Νανοτεχνολογία. Τα αποτελέσματα προκύπτουν από ερωτηματολόγιο που χορηγήθηκε στους μαθητές πριν και μετά την εφαρμογή της εκπαιδευτικής παρέμβασης. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε τρεις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου και μία ερώτηση κλειστού τύπου πενταβάθμια κλίμακα τύπου Likert). Οι ερευνητές έλαβαν υπόψη ότι το δείγμα της έρευνας ήταν μικρό, ωστόσο από τα αποτελέσματα προκύπτει πως υπάρχουν θετικές ενδείξεις για την πρόκληση ενδιαφέροντος στους μαθητές, από την εφαρμογή της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης. Αυτό οφείλεται στο καινοτόμο περιεχόμενο της αλλά και στην εφαρμογή της με την επιλογή της διερευνητικής μεθόδου διδασκαλίας (Δρογγίτη κ.α., 2015).

Μία από τις πρώτες, επίσης, ερευνητικές προσπάθειες διδασκαλίας του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας εφαρμόστηκε σε 4 Δημοτικά σχολεία, αφορούσε τους μαθητές των δύο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού (Ε' και ΣΤ' τάξη) και είχε διάρκεια 5 δίωρα διδασκαλίας. Εξετάζονται οι τρεις από τις ΜΙ της Νανοτεχνολογίας: α) το μέγεθος της κλίμακας νάνο, β) την επίδραση της νανοκλίμακας στη μακροκλίμακα (ίωση, σούπερ – υδροφοβικότητα, καθαρισμός νερού από νανοσωλήνες άνθρακα) και γ) τη δημιουργία μοντέλων. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως εφαρμόστηκε η καινοτόμα ομαδοσυνεργατική μέθοδος Jigsaw (βλ. ΔΜΑ 2, Πίνακες 1 & 2) (Μάνου κ.α. 2015).

Αρχικά, οι 4 εκπαιδευτικοί, πριν την εφαρμογή στις τάξεις τους, επιμορφώθηκαν σε βασικές έννοιες, μοντέλα και εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας σχετικά με τις ΜΙ που κλήθηκαν να εφαρμόσουν κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας τους. Έπειτα οι εκπαιδευτικοί συνεργάστηκαν μεταξύ τους προκειμένου να προετοιμάσουν τη διδασκαλία τους, ενώ είχαν τη στήριξη της ερευνητικής ομάδας σε τυχόν δυσκολίες και απορίες τους (Μάνου κ.α., 2015).

Συμπερασματικά, στα πέντε δίωρα, κοινές δραστηριότητες αποτέλεσαν η μοντελοποίηση, η προβολή και χρήση εκπαιδευτικού υλικού και η κατασκευή αφίσας για την επικοινωνία των αποτελεσμάτων. Σε δύο δίωρα (στο πρώτο και στο τέταρτο) οι εκπαιδευτικοί παρότρυναν τους μαθητές να βγουν από το περιβάλλον της σχολικής τάξης ώστε να συλλέξουν δεδομένα, ενώ σε ένα δίωρο (στο δεύτερο) εφαρμόστηκε η ομαδοσυνεργατική μέθοδος Jigsaw (Μάνου κ.α. 2015).

Μία εξίσου σημαντική προσπάθεια, (βλ. Ερευνητική Εφαρμογή 3, Πίνακες 1 & 2) πραγματοποιείται την ανάπτυξη, την εφαρμογή και την αξιολόγηση μιας διδακτικής ενότητας με στόχο την επαφή των μαθητών με βασικές διαστάσεις της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας μέσω της διδασκαλίας βασικών ιδεών και εφαρμογών της Νανοτεχνολογίας. Στην έρευνα συμμετείχαν 87 μαθητές. Πιο συγκεκριμένα, ένα Δημοτικό σχολείο από την Αττική (45 μαθητές), δύο Πειραματικά Γυμνάσια από Αθήνα και Ρέθυμνο αντίστοιχα (20 μαθητές) και δύο Πειραματικά Λύκεια από Αθήνα και Ηράκλειο αντίστοιχα (22 μαθητές) (Βελέντζας κ.α., 2015).

Οι εκπαιδευτικοί των πέντε σχολείων πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, συνεργάστηκαν μεταξύ τους συμμετέχοντας σε μια "Κοινότητα Μάθησης" (Community of Learners) στο πλαίσιο του προγράμματος IRRESISTIBLE (<http://www.irresistible-project.eu/>). Αναπτυχθήκαν πέντε διδακτικές ενότητες με γνώμονα τις βασικές αρχές της διερεύνησης (inquiry-based learning) στις Φυσικές Επιστήμες. Η δομή των ενοτήτων ήταν κοινή για όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες. Ωστόσο, οι διδακτικές ενότητες διαφοροποιήθηκαν ως προς το διδακτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε και ως προς το επίπεδο ερμηνείας των φαινομένων, όπου ήταν αναγκαίο, ανάλογα με την ηλικία, τις αντιληπτικές δυνατότητες και το γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών. Συνεργασία υπήρξε επίσης, με ερευνητές της διδακτικής Φυσικών Επιστημών και ερευνητές σε θέματα Νανοτεχνολογίας από το Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ) στο Ηράκλειο Κρήτης, και από ειδικούς από τα κέντρα επιστημών Ευγενίδειο Ίδρυμα και Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης. Τέλος, έγιναν επισκέψεις σε κάποια από αυτά είτε δια ζώσης, είτε εξ αποστάσεως (Βελέντζας κ.α., 2015).

Το ερευνητικά ερωτήματα ήταν α) κατά πόσο οι μαθητές Δημοτικού, Γυμνασίου και Λυκείου μπορούν να προσεγγίσουν βασικές ιδέες της Νανοτεχνολογίας και β) κατά πόσο μέσω των καινοτόμων εφαρμογών της Νανοτεχνολογίας μπορούν να προσεγγίσουν βασικές διαστάσεις της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας (RRI¹). Για τη συλλογή των δεδομένων

¹RRI: Η Ευρωπαϊκή Ένωση ανέπτυξε το πλαίσιο της Υπεύθυνης Έρευνας & Καινοτομίας (Responsible Research & Innovation (RRI). Το RRI αντιπροσωπεύει μια σύγχρονη άποψη της συνέργειας μεταξύ της επιστήμης και της κοινωνίας που προσπαθεί να καθιερώσει την κατανόησή της από την κοινή γνώμη του ρόλου των διαφόρων ενδιαφερομένων (κυβερνήσεις, επιστήμονες, πολίτες κ.λπ.) προς τις διαδικασίες έρευνας και καινοτομίας. Το πλαίσιο RRI αποτελείται από τις εξής

χρησιμοποιήθηκαν: ερωτηματολόγια στην αρχή και στο τέλος της ενότητας, κλείδα παρατήρησης των διδασκαλιών, φύλλα εργασίας μαθητών, εκθέματα που κατασκεύασαν οι μαθητές και καταγραφή της αλληλεπίδρασης των μαθητών τόσο μεταξύ τους όσο και με τους εκπαιδευτικούς μεταξύ των συναντήσεων (Βελέντζας κ.α., 2015).

Τα αποτελέσματα ήταν στο σύνολο τους ενθαρρυντικά. Αναλυτικότερα, το πρώτο ερευνητικό ερώτημα ανέδειξε το ενδιαφέρον των παιδιών όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων για το περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας και ιδιαίτερα για τα υδρόφοβα υλικά και το φαινόμενο του λωτού. Επιπλέον, η αλλαγή ιδιοτήτων εξαιτίας της αλλαγής της σχέσης επιφάνειας προς όγκο, φαίνεται ότι αποτέλεσε ένα επαρκές πλαίσιο για την ερμηνεία της συμπεριφοράς των νανοϋλικών. Ακόμη, τα αυτοκαθαριζόμενα υλικά αποδείχθηκαν κατάλληλη επιλογή για τη σύνδεση της Νανοτεχνολογίας με θέματα καθημερινής ζωής. Τέλος σημειώνεται, πως υπήρξαν αρκετές γνωστικές δυσκολίες που κλήθηκαν να αντιμετωπίσουν οι μαθητές, οι οποίες φυσικά ήταν αντίστοιχες της εκάστοτε εκπαιδευτικής βαθμίδας στην οποία ανήκαν (Βελέντζας κ.α., 2015)

Όσον αφορά το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα της εν λόγω ερευνητικής προσπάθειας προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα. Αξιοσημείωτο είναι πως οι μαθητές/-τριες αποδείχθηκαν αρκετά ευαισθητοποιημένοι σε κάποια ζητήματα όπως η ισότητα των δύο φύλων, η διαφάνεια στην έρευνα κ.α.. Επίσης, έδωσε τροφή για σκέψη κυρίως σε μαθητές των μεγαλύτερων ηλικιών για την εισαγωγή κοινωνικών θεμάτων στη διδασκαλία ΦΕ και μάλιστα ζητημάτων ηθικής και δεοντολογίας. Τέλος, η αλληλεπίδραση των μαθητών με τα κέντρα επιστημών και με τους ερευνητές του αντίστοιχου ερευνητικού πεδίου αποτελεί σημαντική καινοτομία του προγράμματος. Οι επισκέψεις στους χώρους των ιδρυμάτων, η υποστήριξη στη δημιουργία εκθεμάτων, η άμεση επαφή με τους ερευνητές επιστήμονες, η δυνατότητα υποβολής ερωτημάτων και η επαφή μέσω τηλεδιάσκεψης ήταν πρωτόγνωρες εμπειρίες. Αυτό αποδεικνύει το σημαντικό ρόλο που μπορούν να διαδραματίσουν οι χώροι μη τυπικής εκπαίδευσης, στην υποστήριξη της διδασκαλίας σε τυπικό περιβάλλον μάθησης (Βελέντζας κ.α., 2015).

διαστάσεις: αφοσίωση, ισότητα των φύλων, επιστήμη, εκπαίδευση, δεοντολογία, ανοιχτή πρόσβαση και διακυβέρνηση (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2012).

Συνεχίζοντας παρατίθεται μία ακόμη πολύ σημαντική ερευνητική προσπάθεια σχετικά με τη διδασκαλία της Νανοτεχνολογίας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (βλ. Ερευνητική Εφαρμογή 4, Πίνακες 1 & 2). Ειδικότερα, μελετήθηκε η ταξινόμηση και σειροθέτηση αντικειμένων για την κατανόηση του μεγέθους της κλίμακα του νάνο σε μαθητές Δημοτικού σχολείου. Αναπτύχθηκε μια σειρά δραστηριοτήτων με στόχο την κατάκτηση της ποιοτικής κατηγοριοποιητικής και σχεσιακής αντίληψης του μεγέθους (Σπύρτου κ.α., 2016).

Όσον αφορά το μέγεθος και την κλίμακα, στην έρευνα χρησιμοποιείται το FS2C (Characterize and Scaffold Size and Scale Cognition) πλαίσιο σύμφωνα με το οποίο υπάρχουν πέντε γνωστικές διαδικασίες και πέντε αντίστοιχα επίπεδα κατανόησης του μεγέθους και της κλίμακας (Magana et al. όπως αναφέρεται στο Σπύρτου, Πείκος και Μάνου 2016). Από τις πέντε αυτές γνωστικές διαδικασίες στην συγκεκριμένη ερευνητική προσπάθεια μελετώνται οι δύο πρώτες: γενίκευση και διάκριση για τις οποίες ορίζονται, η ποιοτική κατηγοριοποιητική αντίληψη - μέγεθος και η ποιοτική σχεσιακή αντίληψη - μέγεθος ως αντίστοιχα επίπεδα κατανόησης (Σπύρτου κ.α., 2016).

Η εκπαιδευτική παρέμβαση αποτελείται από έξι δίωρα διδασκαλίας, ωστόσο σε αυτή την προσπάθεια παρουσιάζονται τα πρώτα τρία, καθώς αυτά συνδέονται με τα δύο πρώτα επίπεδα κατανόησης της ΜΙ της Νανοτεχνολογίας: Μέγεθος και Κλίμακα. Αυτή η διδακτική ενότητα εφαρμόστηκε σε 22 μαθητές της ΣΤ' Δημοτικού Σχολείου. Τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν ήταν, πρώτον αν βελτιώνεται η ικανότητα των μαθητών να ταξινομούν αντικείμενα τριών διαφορετικών κατηγοριών με κριτήριο το όργανο παρατήρησής τους και δεύτερον αν βελτιώνεται η ικανότητα των μαθητών να σειροθετούν αντικείμενα. Το δεδομένα συλλέχθηκαν με την μέθοδο του ερωτηματολογίου τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση (Σπύρτου κ.α., 2016).

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι η παρέμβαση συνέβαλε θετικά στην ανάπτυξη της ποιοτικής κατηγοριοποιητικής καθώς της σχεσιακής αντίληψης του μεγέθους. Αναλυτικότερα, σχετικά με το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, φαίνεται ότι μεγάλο ποσοστό (81,82%) των μαθητών, πληροί το ένα από τα δύο ποιοτικά κριτήρια προσδιορισμού των τριών κλιμάκων, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό (31,82%) πληροί και τα δύο κριτήρια. Αναφορικά με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα προκύπτουν τα εξής. Πριν την εφαρμογή η πλειοψηφία των μαθητών

έκανε λάθος στη σειροθέτηση αντικειμένων του μακρόκοσμου, ενώ μετά την εφαρμογή, αυτό το ποσοστό μειώθηκε σημαντικά. Αξιοσημείωτη είναι επίσης η βελτίωση των μαθητών, μετά τη διδασκαλία, στη σειροθέτηση αντικειμένων και των τριών κόσμων (μακρόκοσμος, μικρόκοσμος, νανόκοσμος) (Σπύρτου κ.α., 2016).

Κλείνοντας αξίζει να επισημανθεί, πως τα συγκεκριμένα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά καθώς η εκμάθηση του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας προϋποθέτει, μεταξύ των άλλων, την ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών,] να σειροθετούν σωστά αντικείμενα στις τρεις κλίμακες (μακροκλίμακα, μικροκλίμακα, νανοκλίμακα) (Σπύρτου κ.α., 2016).

Ένα χρόνο μετά, το 2017, παρουσιάζεται η ανάπτυξη και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού για το φαινόμενο του λωτού σε περιβάλλον μη - τυπικής εκπαίδευσης (βλ. Ερευνητική Εφαρμογή 5, Πίνακες 1 & 2). Έγινε πιλοτική και τελική μελέτη. Η πιλοτική έρευνα εφαρμόστηκε σε 15 μαθητές ΣΤ' τάξης Δημοτικού Σχολείου από την περιοχή της Έδεσσας που επισκέφθηκαν την Σχολή Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Επιστημών στη Φλώρινα στα πλαίσια μιας εκπαιδευτικής εκδρομής και είχε στόχο την αποτίμηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων και την πραγματοποίηση βελτιωτικών αλλαγών. Το ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα φάση ήταν το γραπτό ερωτηματολόγιο τελικής μέτρησης για το φαινόμενο του λωτού και γενικά για τη Νανοτεχνολογία (Γκίτσας, 2017).

Στην τελική εφαρμογή της εκπαιδευτικής παρέμβασης συμμετείχαν 26 μαθητές της ίδιας ηλικιακής ομάδας από την περιοχή της Φλώρινας. Στόχος σε αυτή τη φάση ήταν η διερεύνηση τόσο της μεταβολής των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τη Νανοτεχνολογία, μετά την αλληλεπίδρασή τους με το εκπαιδευτικό υλικό, όσο και των απόψεών που αποκόμισαν για το εκπαιδευτικό υλικό. Και στις δύο ερευνητικές προσπάθειες μελετήθηκαν τέσσερις από τις ΜΙ της Νανοτεχνολογίας: μέγεθος και κλίμακα, ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος, εργαλεία και όργανα παρατήρησης και επιστήμη, τεχνολογία, κοινωνία (Γκίτσας, 2017).

Το ερευνητικό ερώτημα της πιλοτικής εφαρμογής ήταν το εξής: Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών για το περιεχόμενο της Νανοεπιστήμης -

Νανοτεχνολογίας μετά την αλληλεπίδραση τους με το εκπαιδευτικό υλικό; Η εκπαιδευτική παρέμβαση εφαρμόστηκε σε τέσσερις φάσεις. Πιο συγκεκριμένα στην 1η οι μαθητές ήρθαν αντιμέτωποι με ένα πρόβλημα προς λύση (να λύσουν το μυστήριο της διάρρηξης που συνέβη σε μία εταιρεία Νανοτεχνολογίας), στη 2η φάση εξετάστηκαν φύλλα φυτών για να εξακριβωθεί αν είναι υδρόφοβα. Στη συνέχεια, στην 3η φάση, εξετάστηκε ένα δείγμα αίματος για να δουν αν περιέχει ιό και τέλος, στην 4η φάση, εξετάστηκε ένα κομμάτι ύφασμα για να εντοπιστεί αν υπάρχει υδροφοβικότητα. Οι παιδαγωγικές μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διδασκαλία ήταν αυτές της δομημένης, καθοδηγούμενης και μερικώς ανοιχτής διερεύνησης (Γκίτσας, 2017).

Μετά την πιλοτική εφαρμογή διαπιστώθηκε ότι τα μαθησιακά αποτελέσματα του εκπαιδευτικού υλικού υστερούσαν σε σχέση με συναφείς διδακτικές προσπάθειες και εντοπίστηκαν στοιχεία που ίσως ευθύνονταν για αυτό: (α) η διαίρεση της κλίμακας σε υποκλίμακες (μάκρο, μικρο, νάνο) δεν τονιζόταν επαρκώς, (β) η σύνδεση της κάθε υποκλίμακας με το αντίστοιχο όργανο παρατήρησης δεν ήταν εμφανής, (γ) η διάκριση μεταξύ των φυσικών φαινομένων και των σχετικών τεχνητών προϊόντων δεν γινόταν ρητά. Έτσι πραγματοποιήθηκαν οι βελτιωτικές αλλαγές και εφαρμόστηκαν στην τελική ερευνητική προσπάθεια (Γκίτσας, 2017).

Τα ερευνητικά ερωτήματα της τελικής εφαρμογής διαμορφώνονται ως εξής α) Μεταβλήθηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την Νανοεπιστήμη – Νανοτεχνολογία μετά την αλληλεπίδρασή τους με το εκπαιδευτικό υλικό; και β) Ποιες ήταν οι απόψεις των μαθητών για το εκπαιδευτικό υλικό μετά την αλληλεπίδραση μαζί του; Όσον αφορά την υλοποίηση της διαδικασίας βελτιώθηκαν και εμπλουτίστηκαν οι φάσεις 1 και 2 της πιλοτικής εφαρμογής, μικρή αλλαγή χαρακτήρων, βελτίωση αφήγησης και βίντεο και αλλαγή της σειράς παρουσίασης των φύλλων και βελτίωση των ερωτήσεων του διαδραστικού σημειωματάριου αντίστοιχα. Τέλος, προστέθηκε και μία ακόμη, 5η φάση, η οποία περιλάμβανε τη συμπλήρωση ερευνητικής αναφοράς. Οι μαθητές έπρεπε δηλαδή να αιτιολογήσουν με επιχειρήματα που βασίζονται στα ευρήματα και τα συμπεράσματά τους κάτι το οποίο δε συνέβαινε στην πιλοτική εφαρμογή. Αξίζει να σημειωθεί, ότι και σε αυτή την εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιοι τύποι διερεύνησης. Τέλος, το περιβάλλον μη τυπικής εκπαίδευσης που

πραγματοποιήθηκε η τελική εφαρμογή ήταν πάλι η Σχολή Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Επιστημών της Φλώρινας στα πλαίσια του Φεστιβάλ Φυσικών Διεπαφών (Γκίτσας, 2017).

Τα αποτελέσματα της τελικής εφαρμογής έδειξαν σημαντικές βελτιώσεις, αφού οι απαντήσεις των μαθητών μετά την εφαρμογή πλησίαζαν περισσότερο την επιστημονική γνώση. Επιπλέον κατανόησαν περισσότερο τα όργανα παρατήρησης αναφέροντας το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο ως το όργανο με το οποίο μπορούν να παρατηρήσουν το μικρότερο αντικείμενο που γνώριζαν, σειροθέτησαν με μεγαλύτερη ευκολία αντικείμενα των τριών κόσμων και χρησιμοποίησαν όρους νανογραμματισμού για την περιγραφή του φαινομένου του λωτού (Γκίτσας, 2017).

Από την έως τώρα επισκόπηση της βιβλιογραφίας, έχουν παρουσιαστεί προσπάθειες εισαγωγής του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας στο Δημοτικό, Γυμνάσιο και Λύκειο. Πρωτοπόρο βήμα για τον κλάδο των ΦΕ επιστημών στην Ελλάδα αποτελεί το εγχείρημα για την εισαγωγή του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας στην Προσχολική Εκπαίδευση (βλ. Ερευνητική Εφαρμογή 6, Πίνακες 1 & 2). Η εν λόγω έρευνα αποτελεί καινοτομία γιατί απευθύνεται αφενός σε μαθητές Νηπιαγωγείου και αφετέρου γιατί εντάσσεται σε ένα νέο προσανατολισμό της Διδακτικής, τις κοινότητες μάθησης (Τζιώλη & Σπύρτου, 2018).

Η συγκεκριμένη εκπαιδευτική παρέμβαση, βασίστηκε στο παιδικό παραμύθι «Η χιονάτη και οι επτά νάνοι» καθώς η λέξη «νάνος» είναι πολύ γνωστή στα παιδιά αυτής της ηλικίας και μπορεί να συνδεθεί με το πολύ μικρό μέγεθος. Αρχικά η εκπαιδευτικός επιμορφώθηκε σε φαινόμενα, ιδιότητες και έννοιες της νανοκλίμακας και στη συνέχεια συνεργάστηκε συστηματικά με τους ερευνητές της Διδακτικής των ΦΕ (ΕΡ) και την Σχολική Σύμβουλο (ΣΣ), ώστε να σχεδιάσει την εκπαιδευτική παρέμβαση. Σε επόμενο στάδιο η εκπαιδευτικός εφάρμοσε τις δραστηριότητες στην τάξη, ενώ ένας ερευνητής και η Σχολική Σύμβουλος είχαν τον ρόλο του παρατηρητή. Τέλος η εκπαιδευτικός με τους ΕΡ και την ΣΣ αξιολόγησαν την παρέμβαση (Τζιώλη & Σπύρτου, 2018).

Η διδακτική ενότητα αποτελούνταν από επτά οργανωμένες δραστηριότητες. Οι πρώτες δύο αφορούσαν τους τρεις κόσμους (μάκρο, μικρο και νάνο) και περιλάμβαναν προβολή διαφανειών, βιωματικά παιχνίδια,

δραστηριότητες ομαδοποίησης στους τρεις κόσμους κ.α.. Οι επόμενες τέσσερις δραστηριότητες είχαν να κάνουν με τα όργανα παρατήρησης, το νανόκοσμο, το «Φαινόμενο του λωτού» και τα μοντέλα. Γι' αυτό τον λόγο έγινε χρήση οπτικοακουστικού υλικού (βίντεο), εφαρμογών Νανοτεχνολογίας στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, πειραμάτων υδροφοβικότητας, φύλλων εργασίας κλπ. Τέλος, στην έβδομη δραστηριότητα, αναπτύχθηκε και υλοποιήθηκε θεατρικό δρώμενο με τίτλο «Όταν η Χιονάτη βρέθηκε στο νανόκοσμο» το οποίο αφορούσε τους τρεις κόσμους και το «Φαινόμενο του λωτού». Η ερώτηση που κρατούσε ζωντανό το ενδιαφέρον των μαθητών καθ' όλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής παρέμβασης ήταν: *«Υπάρχει κάποιο μέρος, στο οποίο θα μπορούσε να κρυφτεί η Χιονάτη, έτσι ώστε να μην γίνεται ορατή με το μάτι από την κακιά βασίλισσα;»* (Τζιώλη & Σπύρτου, 2018).

Έπειτα οι ερευνητές συζήτησαν και κατέληξαν σε κάποια συμπεράσματα για την υλοποίηση της εκπαιδευτικής παρέμβασης ενώ η εκπαιδευτικός συζήτησε και αναστοχάστηκε με τους ερευνητές και την ΣΣ για την εφαρμογή της. Φαίνεται, τέλος, πως η συνεργασία και η υλοποίηση υπό το πλαίσιο μιας Κοινότητας Μάθησης οδήγησαν στο θετικό αποτέλεσμα υλοποίησης της εκπαιδευτικής παρέμβασης (Τζιώλη & Σπύρτου, 2018).

Η κατανόηση της νανοκλίμακας στις μικρές ηλικίες αποτελεί πρόκληση καθώς είναι μακριά από την αισθητηριακή μας αντίληψη (Magana et al., 2012; Sabelli et al., 2005). Για την αντιμετώπιση αυτής της εκπαιδευτικής πρόκλησης, προτείνεται μια εκπαιδευτική παρέμβαση (βλ. Ερευνητική Εφαρμογή 7, Πίνακες 1 & 2), που έχει ως βασικό της χαρακτηριστικό την πλοκή της φύσης και του ρόλου των μοντέλων με έννοιες σχετικές με τη Νανοτεχνολογία (Σπύρτου κ.α., 2018).

Η συγκεκριμένη εκπαιδευτική παρέμβαση είχε διάρκεια έξι δίωρα μαθήματα και εφαρμόστηκε σε 20 μαθητές Ε' Δημοτικού σχολείου της Δυτικής Μακεδονίας. Τέθηκαν τρία ερευνητικά ερωτήματα: το πρώτο αναφέρεται στο αν άλλαξαν οι ιδέες των μαθητών για τη φύση και το ρόλο των μοντέλων μετά την εφαρμογή της εκπαιδευτικής παρέμβασης. Το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα είχε να κάνει με το αν αναγνώρισαν οι μαθητές την αξία της πολλαπλότητας των μοντέλων έπειτα από την εφαρμογή της. Τέλος, το τρίτο ερευνητικό ερώτημα, αποσκοπούσε να συμβάλει στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων των δύο προηγούμενων ερευνητικών ερωτημάτων και έχει να κάνει με το ποιες όψεις

μοντέλων/μοντελοποίησης αναγνωρίστηκαν στις δυσκολίες της εκπαιδευτικού κατά την εφαρμογή της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής παρέμβασης (Σπύρτου κ.α., 2018).

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με ερωτηματολόγιο πριν και μετά την υλοποίηση της παρέμβασης. Το αρχικό ερωτηματολόγιο περιλάμβανε τρεις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, ενώ το τελικό ερωτηματολόγιο πέντε ερωτήσεις καθώς προστέθηκαν ακόμη δύο ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Τα δίωρα διδασκαλίας αφορούσαν τα παρακάτω: 1ο δίωρο: εισαγωγής της έννοιας του μοντέλου, 2ο δίωρο: μοντελοποίηση αντικειμένων του μακρόκοσμου, 3ο δίωρο: μοντελοποίηση αντικειμένων του μικρόκοσμου, 4ο δίωρο: γνωριμία με τον νανόκοσμο, 5ο δίωρο: εφαρμογές Νανοτεχνολογίας και 6ο δίωρο: φαινόμενο υπερυδροφοβικότητας (Σπύρτου κ.α., 2018).

Τα αποτελέσματα από τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στα ερωτηματολόγια δείχνουν πως βελτίωσαν τις αρχικές τους ιδέες για τη φύση και τον ρόλο των μοντέλων συγκριτικά με τις απαντήσεις που έδωσαν έπειτα από την εφαρμογή της εκπαιδευτικής παρέμβασης. Πιο συγκεκριμένα, στις τέσσερις από τις πέντε ερωτήσεις, τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά καθώς πριν την εφαρμογή οι ιδέες των περισσότερων μαθητών είναι κενές, ασαφής, είναι ταυτολογίες ή δηλώνουν άγνοια. Αντιθέτως, έπειτα από την υλοποίηση της εκπαιδευτικής παρέμβασης, παρατηρείται βελτίωση των απαντήσεων τους καθώς μεγάλο ποσοστό των μαθητών προσανατολίζεται πλέον προς περισσότερο επιστημονικές τεκμηριώσεις αναφορικά με τα μοντέλα. Τέλος τα αποτελέσματα της πέμπτης ερώτησης δεν είναι τόσο ενθαρρυντικά καθώς οι περισσότεροι μαθητές έδωσαν απαντήσεις που δεν φαίνεται ότι αναγνωρίζουν την αξία της πολλαπλότητας των μοντέλων (Σπύρτου κ.α., 2018).

Από τα έξι δίωρα αναδείχθηκαν οι εξής θεματικές περιοχές: α) αναπαραστατική φύση των μοντέλων 3%, β) πολλαπλότητα των μοντέλων 1%, γ) κατασκευή μοντέλων 35%, δ) παρουσίαση μοντέλων 16% και ε) μακρόκοσμος - μικρόκοσμος- νανόκοσμος (περιεχόμενο Νανοτεχνολογίας) 45%. Συμπεραίνεται, λοιπόν, πως ενώ δόθηκε αρκετός χρόνος για τη δημιουργία μοντέλων/μοντελοποίηση, ο χρόνος που αφιερώθηκε για την πολλαπλότητα αυτών ήταν πολύ λίγος. Σε αυτό ενδεχομένως οφείλεται και ο χαμηλός αριθμός σωστών απαντήσεων στην πέμπτη ερώτηση του ερωτηματολογίου (Σπύρτου κ.α., 2018).

Σε αυτό το σημείο παρουσιάζονται τα εκπαιδευτικά υλικά που βελτιώθηκαν έπειτα από την πιλοτική εφαρμογή για τη διδασκαλία της Νανοτεχνολογίας στο Δημοτικό σχολείο (Πέικος, κ.α. 2015). Τρία χρόνια μετά έγιναν τροποποιήσεις των εκπαιδευτικών υλικών από την πιλοτική εφαρμογή (βλ. Ερευνητική Εφαρμογή 8, Πίνακες 1 & 2). Κριτήριο για την απόρριψη των εκπαιδευτικών υλικών ήταν η εφαρμοσιμότητα τους στη διδασκαλία του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας (Πέικος κ.α., 2018).

Πιο συγκεκριμένα, το εκπαιδευτικό υλικό στις δύο εφαρμογές περιλάμβανε: φύλλα εργασίας, αφίσες, έντυπες πηγές συλλογής δεδομένων, μοντέλα κατασκευασμένα από μαθητές, λογισμικά, συμβατικά βίντεο, παρουσιάσεις ppt και παιχνίδια. Από την πρώτη στη δεύτερη εφαρμογή έγιναν τροποποιήσεις σε κάποια από αυτά, ένα αφαιρέθηκε, ενώ προστέθηκαν τα βίντεο σε περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality, AR) (Πέικος κ.α., 2018).

Την ίδια χρονιά επιχειρήθηκε η εφαρμογή και αξιολόγηση της τροποποιημένης εκπαιδευτικής παρέμβασης για τη διδασκαλία του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Βασικός στόχος των ερευνητών στην παρούσα μελέτη είναι να αξιολογηθεί η αρχική και τελική γνωστική κατάσταση των μαθητών για όψεις εννοιών και φαινομένων της Νανοτεχνολογίας. Οι πέντε όψεις που μελετώνται σε αυτή την ερευνητική προσπάθεια είναι: το μέγεθος, οι ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος, οι εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας, τα εργαλεία και τα μοντέλα (Πέικος, Σπύρτου & Μάνου, 2018). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία αυτές οι όψεις είναι κοινές και για τις τρεις εκπαιδευτικές βαθμίδες (Blonder & Sakhnini 2016; Μάνου κ.α. 2015; Magana et al., 2012).

Ο μαθησιακός στόχος ορίζεται στο να μπορέσουν οι μαθητές να κατανοήσουν ότι η νανοκλίμακα «επηρεάζει» την μακροκλίμακα (Delgado et al. όπως αναφέρεται στο Πέικος, Σπύρτου & Μάνου, 2018). Η διδασκαλία πραγματοποιήθηκε σε έξι δίωρα τα οποία περιλάμβαναν τα παρακάτω: το 1ο, 2ο και 3ο δίωρο: αφορούσαν δραστηριότητες για τη διερεύνηση των μικρο - μακρο και νάνο κόσμων αντίστοιχα. Στο 4ο δίωρο οι μαθητές έπρεπε να αναγνωρίσουν την αλληλεπίδραση μεταξύ των αντικειμένων των τριών κόσμων (ιός, κύτταρο, άνθρωπος) στην περίπτωση της γρίπης. Το 5ο και 6ο δίωρο είχαν να κάνουν με τη

διερεύνηση του «φαινομένου του λωτού» και τη διερεύνηση μιας εφαρμογής της Νανοτεχνολογίας, του καθαρισμού δηλαδή του νερού με φίλτρα νάνο, αντίστοιχα (Πέικος κ.α., 2018).

Οι συμμετέχοντες ήταν 22 μαθητές ΣΤ' Δημοτικού Σχολείου. Τέθηκαν προς εξέταση τέσσερα ερευνητικά ερωτήματα: α) ποια είναι η αρχική και ποια η τελική νοηματοδότηση της Νανοτεχνολογίας από τους μαθητές, β) ποιες είναι οι αρχικές και τελικές του ιδέες για το μικρότερο αντικείμενο που υπάρχει, γ) ποιες είναι οι αρχικές και τελικές γνώσεις των μαθητών για τα όργανα παρατήρησης των τριών κόσμων και δ) ποια είναι η αρχική και τελική περιγραφή του φαινομένου της υδροφοβικότητας από τους μαθητές (Πέικος κ.α., 2018).

Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή και αξιολόγηση της εκπαιδευτικής παρέμβασης είναι πολύ θετικά, καθώς ένα μεγάλο ποσοστό των μαθητών βελτίωσε τον νανογραμματισμό του. Οι απαντήσεις των μαθητών μετά την εφαρμογή, φαίνεται να προσανατολίζονται σε μεγάλο ποσοστό σε όρους νανοκλίμακας όπως ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και νανοεξογκώματα. Επιπροσθέτως, αναφέρεται η νανοδομή της επιφάνειας του φύλλου του λάχανου, ως αιτία για τη δημιουργία σφαιρικού σχήματος της σταγόνας στην επιφάνεια του. Τέλος, στις περιγραφές των μαθητών για τον όρο Νανοτεχνολογία, αναγνωρίστηκε με σαφήνεια τουλάχιστον μία από τις πέντε όψεις του περιεχομένου της N-ET (Πέικος κ.α., 2018).

Ακολούθως, παρουσιάζονται οι διδακτικές δραστηριότητες (βλ. Ερευνητική Εφαρμογή 9, Πίνακες 1 & 2), που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας (ΦΦΕ/ΤΧ) για μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και αφορούν το περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας (Τζίμα & Πέικος, 2018).

Πιο συγκεκριμένα το δείγμα αποτελούνταν από έξι μαθητές ΣΤ' Δημοτικού από την περιοχή της Φλώρινας, οι οποίοι ήταν μέρος μίας κοινότητας μάθησης που απαρτιζόταν από μία προπτυχιακή φοιτήτρια και ερευνητές της ΔΦΕ. Η διάρκεια των δραστηριοτήτων ήταν επτά δίωρα μαθήματα και εργαλείο συλλογής των δεδομένων αποτέλεσαν που σημειώσεις που κατέγραφε η φοιτήτρια κατά την υλοποίηση των δραστηριοτήτων από τους μαθητές (Τζίμα & Πέικος, 2018).

Μέσα από συζητήσεις με τα παιδιά, αναδείχθηκε το ενδιαφέρον τους για το φαινόμενο του λωτού. Οι δραστηριότητες περιλάμβαναν προβολή βίντεο και

διαφανειών ppt σχετικά με το φαινόμενο, κατασκευή μοντέλων, πειραματισμούς με υδρόφοβα και υδρόφιλα υλικά, δημιουργία αφίσας, εφαρμογές Νανοτεχνολογίας, κοινοποίηση των μοντέλων στο ΦΦΕ/ΤΧ. (Τζίμα & Πέικος, 2018).

Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή καταδεικνύουν ότι οι δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν στο σχολείο και η παρουσίασή τους στο ευρύ κοινό του ΦΦΕ/ΤΧ, συνέβαλλε στην αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τη Νανοτεχνολογία και στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων μοντελοποίησης, παρατήρησης, επικοινωνίας και συνεργασίας (Τζίμα & Πέικος, 2018).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, προτείνεται πως η διδασκαλία των φαινομένων της φύσης που βασίζεται σε δομές της νανοκλίμακας, μπορεί να αυξήσει τον ενδιαφέρον των μαθητών για τη Νανοτεχνολογία (Filiponi & Sutherland, 2012, Lin et al. 2015, Πέικος κ.α. 2015). Ένα τέτοιο φαινόμενο, είναι αυτό της σαύρας Γκέκο και συγκεκριμένα η διερεύνηση από τους μαθητές για το πως η σαύρα έχει την ικανότητα να σκαρφαλώνει στους τοίχους αψηφώντας την βαρύτητα εξαιτίας της νανοδομής που έχει στο πέλμα της (βλ. ΔΜΑ 10, Πίνακες 1 & 2) (Σακελλάρη & Μάνου, 2018).

Οι ερευνητές σχεδίασαν και ανέπτυξαν εκπαιδευτικό υλικό που βασίστηκε στο πρόγραμμα NanoLeap (Sockman et al., 2012). Έγιναν τροποποιήσεις καθώς αυτό είχε σχεδιαστεί για μαθητές Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ενώ η εν λόγω έρευνα αναφέρεται σε μαθητές Δημοτικού Σχολείου. Η παρέμβαση υλοποιήθηκε πιλοτικά σε 12 μαθητές ΣΤ' τάξης Δημοτικού Σχολείου της Φλώρινας και είχε διάρκεια 13 συναντήσεις μιας διδακτική ώρας στην ευέλικτη ζώνη (Σακελλάρη & Μάνου, 2018).

Αναλυτικότερα, στην πρώτη συνάντηση έγινε ανάδειξη των ιδεών των μαθητών, από τη δεύτερη ως την πέμπτη συνάντηση έγινε διαπραγμάτευση της κυρίαρχης ιδέας των μαθητών ότι τα πόδια της σαύρας έχουν βεντούζες. Σε αυτή τη φάση δημιούργησαν μοντέλα ώστε να αναπαραστήσουν πως φαντάζονταν τις βεντούζες, μελέτησαν τη δομή εντόμων και ζώων στο μακρόκοσμο και τον μικρόκοσμο και παρατήρησαν μέσα από εικόνες από οπτικό μικροσκόπιο βεντούζες ζώων όπως το καλαμάρι και το χταπόδι. Έπειτα παρακολούθησαν βίντεο για τη νανοδομή της πατούσας της σαύρας και ακολούθησε συζήτηση. Στόχος της

έκτης συνάντησης ήταν να αναπτυχθεί ο συλλογισμός ότι η αυξημένη επιφάνεια επαφής της σαύρας με την επιφάνεια (τοίχος) είναι υπεύθυνη για την ισχυρή της προσκόλληση. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε συζήτηση για τη σύνδεση του φαινομένου με σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας. Οι επόμενες συναντήσεις αφιερώθηκαν στην κατασκευή μοντέλων για την αναπαράσταση του συγκεκριμένου φαινομένου. Στο τελικό στάδιο οι μαθητές κλήθηκαν και πάλι να ερμηνεύσουν το φαινόμενο ώστε να αξιολογηθεί η μάθηση (Σακελλάρη & Μάνου, 2018).

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων και παρά το μικρό δείγμα είναι αρκετά ενθαρρυντικά. Πιο συγκεκριμένα πριν την παρέμβαση οι μαθητές αποδίδουν την ικανότητα της σαύρας στην ύπαρξη βεντούζας, νυχιών, σάλιου και γραμμών κάτω από τα πόδια της. Μετά την παρέμβαση φαίνεται ότι βελτιώθηκε η ικανότητα τους να περιγράφουν και να αναπαριστούν τα δομικά χαρακτηριστικά του ποδιού της σαύρας που είναι υπεύθυνα για τη συγκράτηση της στις διάφορες επιφάνειες. Οι μαθητές ήταν δηλαδή σε θέση να χρησιμοποιούν όρους νανογραμματισμού όπως «νανοσπάτουλες» και «νανοτριχίδια» (Σακελλάρη & Μάνου, 2018).

Όσον αφορά την προσχολική εκπαίδευση, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ερευνητική εφαρμογή η οποία αφορά στην αξιολόγηση μιας σειράς δραστηριοτήτων για την προστασία της πολιτισμικής μας κληρονομιάς σε παιδιά προσχολικής ηλικίας (βλ. Ερευνητική Εφαρμογή 11, Πίνακες 1 & 2) (Κρεμμύδα κ.α., 2019).

Ειδικότερα, οι δραστηριότητες ήταν προσανατολισμένες στην αποκατάσταση των φθορών (μικρές πληγές), στα μνημεία με την βοήθεια της Νανοτεχνολογίας. Σκοπός της παραπάνω ερευνητικής προσπάθειας ήταν ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η εφαρμογή και η αξιολόγηση μιας σειράς δραστηριοτήτων για τις εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας στη συντήρηση των μνημείων πολιτισμικής κληρονομιάς. Στην έρευνα συμμετείχαν 13 μαθητές προσχολικής ηλικίας (4-5 έτη) από ιδιωτικό εκπαιδευτήριο της Αθήνας. Η εκπαιδευτική παρέμβαση εφαρμόστηκε στο ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», στα πλαίσια της μη τυπικής εκπαίδευσης, όπου σύμφωνα με την βιβλιογραφία, εκτός από γνωστικοί στόχοι επιδιώκονται και συναισθηματικοί (Καριώτογλου, 2004).

Προκειμένου να αξιολογηθεί η παρέμβαση χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι όπως: μη συμμετοχική παρατήρηση της διαδικασίας, ημι-δομημένες συνεντεύξεις και ανάλυση των ιχνογραφημάτων των παιδιών. Από την πρώτη ανάλυση των δεδομένων της πιλοτικής εφαρμογής καταγράφηκαν από τους τρεις παρατηρητές στοιχεία που βοήθησαν στην ανατροφοδότηση, αξιολόγηση και βελτίωση των δραστηριοτήτων. Τα αποτελέσματα της παραπάνω ερευνητικής προσπάθειας είναι ενθαρρυντικά καθώς φάνηκε πως οι μαθητές ήταν ικανοί να περιγράψουν ένα πείραμα για την μέθοδο αποκατάστασης μνημείων με τη βοήθεια της Νανοτεχνολογίας, χρησιμοποίησαν, επίσης, μετασχηματισμένους όρους νανογραμματισμού, ενώ τέλος, αντιλήφθηκαν ότι για να δουν τη νανοκλίμακα χρειάζεται να χρησιμοποιήσουν ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (Κρεμμύδα κ.α., 2019).

Συνεχίζοντας, την ίδια χρονιά, παρουσιάζεται ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η εφαρμογή και η αξιολόγηση μιας εκπαιδευτικής παρέμβασης για τη σαύρα Γκέκο μέσα σε ένα περιβάλλον μικτής πραγματικότητας (συνεχές από το πραγματικό περιβάλλον μέχρι το εικονικό περιβάλλον) (βλ. Ερευνητική Εφαρμογή 12, Πίνακες 1 & 2). Βασικός στόχος της έρευνας αποτελεί το να κατανοήσουν οι μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και να μπορέσουν να περιγράψουν τη σημασία της νανοδομής των πελμάτων της σαύρας στο μηχανισμό προσκόλλησης της σε διάφορες επιφάνειες (Σακελλάρη, 2019).

Απορρέουν τέσσερα ερευνητικά ερωτήματα από τον γενικό στόχο της παρούσας μελέτης. Αναλυτικότερα, το πρώτο έχει να κάνει με το πως εξελίσσεται η νοηματοδότηση του όρου «Νανοτεχνολογία» από τους μαθητές έπειτα από τη διδακτική παρέμβαση. Το δεύτερο διαπραγματεύεται το πως εξηγούν οι μαθητές Δημοτικού Σχολείου την ικανότητα της σαύρας να περπατάει σε διάφορες επιφάνειες χωρίς να πέφτει. Συνεχίζοντας, το τρίτο ερευνητικό ερώτημα, αφορά στην εξέλιξη των ιδεών των μαθητών για το φαινόμενο τη σαύρας Γκέκο μετά την εφαρμογή της εκπαιδευτικής παρέμβασης και το τέταρτο και τελευταίο ερευνητικό ερώτημα της έρευνας, αποβλέπει στην αξιολόγηση των δραστηριοτήτων και του περιβάλλοντος μικτής πραγματικότητας από τους ίδιους του μαθητές (Σακελλάρη, 2019).

Το δείγμα της εν λόγω ερευνητικής προσπάθειας είναι χωρισμένο σε δύο τμήματα. Στη φάση του σχεδιασμού της εκπαιδευτικής παρέμβασης χορηγήθηκε ερωτηματολόγιο σε 151 μαθητές Ε' και ΣΤ' Δημοτικού της περιοχής της

Θεσσαλονίκης, προκειμένου να ανιχνευθούν οι ιδέες των μαθητών για το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο. Στη συνέχεια η εκπαιδευτική παρέμβαση εφαρμόστηκε σε 23 μαθητές ΣΤ' τάξης Δημοτικού Σχολείου από την περιοχή της Φλώρινας. Ερευνητικό εργαλείο αποτέλεσε αναθεωρημένο ερωτηματολόγιο 3 έργων αρχικής και τελικής μέτρησης του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας αλλά και των απόψεων των μαθητών για τις δραστηριότητες και το περιβάλλον μικτής πραγματικότητας (Σακελλάρη, 2019).

Η έρευνα αποτελεί συνέχεια πτυχιακής εργασίας με παρόμοιο περιεχόμενο όπου είχε εφαρμοστεί πιλοτικά σε 12 μαθητές ΣΤ' τάξης Δημοτικού στη Φλώρινα. Έπειτα από τα συμπεράσματα και τα αποτελέσματα της πολιτικής προσπάθειας έγιναν κάποιες βελτιωτικές αλλαγές τόσο στο περιεχόμενο όσο και στις δραστηριότητες και τα διδακτικά υλικά και μέσα δίνοντας έμφαση στις Νέες Τεχνολογίες. Αναλυτικότερα, στην εκπαιδευτική παρέμβαση 1 απουσίαζαν τα φύλλα εργασίας τα οποία προστέθηκαν στη εκπαιδευτική παρέμβαση 2. Επίσης, στη δεύτερη εφαρμογή προστέθηκε η εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας (AR) «HP Reveal» και η δημιουργία επιτραπέζιου παιχνιδιού με απτικές διεπαφές. Ακόμη, στα ήδη υπάρχοντα: στατικές εικόνες, βίντεο προστέθηκε στη εκπαιδευτική παρέμβαση 2 η δημιουργία Ιστότοπου «nanoΣΑΥΡΑ» για συλλογή πληροφοριών. Τέλος το μοντέλο σαύρας Γκέκο με Lego αναβαθμίστηκε σε βελτιωμένο μοντέλο σαύρας με Lego και χρήση gecko pad στις πατούσες του (Σακελλάρη, 2019).

Από την ανάλυση των ερωτηματολογίων στις δύο ομάδες μαθητών προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, από την ανάλυση των δεδομένων των 151 συμμετεχόντων προέκυψε ότι οι περισσότεροι μαθητές αποδίδουν στον όρο «Νανοτεχνολογία» τουλάχιστον μια ΜΙ, αυτή του μεγέθους. Όσον αφορά την ικανότητα προσκόλλησης της σαύρας σε διάφορες επιφάνειες εντοπίστηκε ως κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα αυτή της «βεντούζας». Με παρόμοιο τρόπο από την ανάλυση των αρχικών και τελικών ερωτηματολογίων για την αξιολόγηση της μάθησης των συμμετεχόντων της εκπαιδευτικής παρέμβασης διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία των μαθητών τελικά χρησιμοποίησε όρους του νανογραμματισμού για τη νοσηματοδότηση της Νανοτεχνολογίας αλλά και του φαινομένου της σαύρας Γκέκο (νανοτριχίδια ή σπάτουλες). Θετική στάση των μαθητών εντοπίζεται ακόμη στην ανάλυση του έργου σχετικά με τις απόψεις των

μαθητών για τις δραστηριότητες και το περιβάλλον μικτής πραγματικότητας (Σακελλάρη, 2019).

Αξιόλογη προσπάθεια της ίδιας περιόδου αποτελεί ο σχεδιασμός και εφαρμογή μιας εκπαιδευτικής παρέμβασης για μαθητές ΣΤ΄ τάξης Δημοτικού Σχολείου (βλ. Ερευνητική Εφαρμογή 13, Πίνακες 1 & 2). Στόχος της μελέτης ήταν να διερευνηθεί ο τρόπος προσέγγισης βασικών εννοιών Νανοτεχνολογίας από τους μαθητές και σε ποιο βαθμό μπορούν να προβληματιστούν για θέματα RRI. Οι ΜΙ που προσεγγίζονται στη συγκεκριμένη εκπαιδευτική παρέμβαση είναι «το μέγεθος και κλίμακα» και «οι ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος», ενώ συζητούνται θέματα RRI μέσω άρθρων εφημερίδων και της αλληλεπίδρασης των μαθητών με επιστήμονες της Νανοτεχνολογίας (Mandrakas et al., 2020).

Το δείγμα της έρευνας ήταν 45 μαθητές της ΣΤ΄ τάξης Δημοτικού σχολείου από την Ελλάδα και η μελέτη διεξήχθη κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού σχολικού έτους 2014–15. Η συγκεκριμένη εκπαιδευτική παρέμβαση αποσκοπούσε στην εισαγωγή μαθητών Δημοτικού σε θέματα Νανοτεχνολογίας, δίνοντάς τους μια αίσθηση του ρόλου της Νανοτεχνολογίας στην καθημερινή ζωή καθώς και των πιθανών κινδύνων που μπορεί να έχει για το περιβάλλον και κοινωνία. Ειδικότερα τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα της υλοποίησης της εκπαιδευτικής παρέμβασης για τους μαθητές ήταν: α) να εξοικειωθούν με το μέγεθος των αντικειμένων στη νανοκλίμακα και τη μέτρηση σε νανόμετρα, αντικείμενων του μακρόκοσμου, β) να γνωρίσουν τις ιδιότητες των υπερυδρόφοβων υλικών, και γ) να αναπτύξουν ανησυχίες σχετικά με την παραγωγή και τη χρήση νανοϋλικών. Για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τα φύλλα εργασίας των μαθητών που συμπληρώθηκαν κατά τη διάρκεια των μαθημάτων και συνεντεύξεις από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα μαθητών οι οποίες πραγματοποιήθηκαν μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος (Mandrakas et al., 2020).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρέμβαση ενίσχυσε την κατανόηση ορισμένων εννοιών Νανοτεχνολογίας από τους μαθητές. Πιο συγκεκριμένα, σχετικά με το μέγεθος της ύλης στη νανοκλίμακα, ένα μεγάλο ποσοστό των μαθητών μετά το τέλος της εκπαιδευτικής παρέμβασης ήταν ικανό να διακρίνει τη μακροκλίμακα, τη μικροκλίμακα και τη νανοκλίμακα και να ταξινομεί αντικείμενα ανάλογα με το μέγεθός τους. Επιπλέον, οι περισσότεροι μαθητές κατάφεραν να χαρακτηρίσουν σωστά τα υλικά ως υδρόφιλα, υδρόφοβα και υπερυδρόφοβα.

Τέλος, ικανοποιητικός αριθμός του δείγματος εξήγησε την αλλαγή ιδιοτήτων στη νανοκλίμακα χρησιμοποιώντας την αναλογία επιφάνειας/όγκου (Mandrikas et al., 2020).

Σημαντικό ρόλο στην επίτευξη αυτών των αποτελεσμάτων φαίνεται πως έπαιξε η συμπερίληψη στη εκπαιδευτική παρέμβαση διαφορετικών ειδών δραστηριοτήτων όπως λογισμικών, μετρήσεων, μοντέλων και πειραμάτων. Έτσι εξάγεται το συμπέρασμα, ότι οι μαθητές Δημοτικού μπορούν να κατανοήσουν επαρκώς τις βασικές έννοιες Νανοτεχνολογίας «μέγεθος και κλίμακα» και «ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος» (Mandrikas et al., 2020).

Συνεχίζοντας, παρουσιάζεται η εξοικείωση των μαθητών με την Νανοτεχνολογία και τη δημιουργία τεχνουργημάτων Νανοτεχνολογίας μέσα από τη σύμπραξη τυπικής και μη-τυπικής εκπαίδευσης (βλ. Ερευνητική Εφαρμογή 14, Πίνακες 1 & 2). Ειδικότερα, στην έρευνα συμμετείχαν 298 μαθητές Δημοτικού Γυμνασίου και Λυκείου από σχολεία της Αθήνας του Ηρακλείου και του Ρεθύμνου. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος IRRESISTIBLE που έχει στόχο την εξοικείωση μαθητών και εκπαιδευτικών με αντικείμενα έρευνας αιχμής και τις κοινωνικές τους προεκτάσεις μέσα από την ανάπτυξη διδακτικών ενοτήτων (Μιχαηλίδη & Σταύρου, 2020).

Η εν λόγω εφαρμογή διήρκησε έξι μήνες και περιλαμβάνει επτά συναντήσεις μέσα από τις οποίες οι μαθητές καλούνται να εξοικειωθούν με τρεις από τις εννέα μεγάλες ιδέες: Μέγεθος και κλίμακα, Ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος και Επιστήμη-Τεχνολογία-Κοινωνία. Πιο συγκεκριμένα, οι διδακτικές δραστηριότητες ήταν διερευνητικά σχεδιασμένες και αφορούσαν σε εφαρμογές Νανοτεχνολογίας σχετικά με τα αυτοκαθαριζόμενα υλικά και τις πρώτες δύο ΜΙ όπως αναφέρθηκαν πιο πάνω. Επιπροσθέτως, αναλύθηκαν ζητήματα Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας προσεγγίζοντας την τρίτη ΜΙ. Στη συνέχεια, οι μαθητές επισκέφθηκαν είτε δια ζώσης, όπου ήταν εφικτό, είτε εξ αποστάσεως τη Διαδραστική Έκθεση Επιστήμης και Τεχνολογίας του Ιδρύματος Ευγενίδου και το Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» (οι μαθητές της Αθήνας) και το Ινστιτούτο Ηλεκτρονικής Δομής και Λέιζερ του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας (οι μαθητές της Κρήτης). Τέλος, δημιούργησαν 19 τεχνουργήματα σχετικά με πτυχές της Νανοτεχνολογίας και τους προβληματισμούς που απορρέουν από την χρήση της. Τα τεχνουργήματα των

μαθητών παρουσιάστηκαν στο κοινό σε εκθέσεις που διοργανώθηκαν στους χώρους του Ιδρύματος Ευγενίδου και του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας του Πανεπιστημίου Κρήτης (Μιχαηλίδη & Σταύρου, 2020).

Εργαλείο για τη συλλογή δεδομένων της παρούσας ερευνητικής μελέτης αποτελούν αφενός τα ίδια τα κατασκευάσματα των μαθητών και αφετέρου ένα ερωτηματολόγιο ανοικτού τύπου που συμπληρώθηκε από μία υποομάδα συμμετεχόντων μαθητών (72 μαθητές). Από τα αποτελέσματα γίνεται σαφές ότι στην πλειονότητά τους, τα τεχνουργήματα των μαθητών έδωσαν έμφαση στο επιστημονικό περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας και δευτερευόντως στην κοινωνική της διάσταση (Μιχαηλίδη & Σταύρου, 2020).

Σχετικά με την επίδραση της μη-τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης στα τεχνουργήματα των μαθητών, παρατηρείται έντονο το αποτύπωμα των ερευνητικών κέντρων στις δημιουργίες των παιδιών. Οι μαθητές είτε αξιοποίησαν τα υλικά που τους παραχώρησαν τα ερευνητικά κέντρα είτε ενσωμάτωσαν τις πληροφορίες που άντλησαν κατά τις επισκέψεις και τις συζητήσεις τους με τους ερευνητές-επιστήμονες των κέντρων αυτών. Τέλος, τα τεχνουργήματα των μαθητών είναι αλληλεπιδραστικής φύσης. Αξίζει μάλιστα να σημειωθεί πως οι μαθητές (ανάλογα με την βαθμίδα εκπαίδευσης) δεν έμειναν μόνο στην φυσική αλληλεπίδραση του χρήστη με το έκθεμα (hands-on διαδραστικότητα), προσπάθησαν να τον εμπλέξουν και νοητικά (minds-on διαδραστικότητα). Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές αξιοποίησαν στοιχεία φυσικής αλληλεπίδρασης προκειμένου οι χρήστες να βιώσουν την εξέλιξη ενός φαινομένου, να πειραματιστούν ή για να αντλήσουν πληροφορίες. Αντίστοιχα, τα στοιχεία της νοητικής αλληλεπίδρασης σχετίζονταν κυρίως με τον έλεγχο των γνώσεων των χρηστών, την εξαγωγή συμπερασμάτων από τον πειραματισμό τους με υλικά και τον προβληματισμό τους σχετικά με τις κοινωνικές διαστάσεις της χρήσης νανο-προϊόντων (Μιχαηλίδη & Σταύρου, 2020).

Αναφορικά με το ερωτηματολόγιο, προέκυψε πως οι μαθητές είχαν σκοπό να προσελκύσουν τους χρήστες μέσα από τα τεχνουργήματά τους και να τους οδηγήσουν σε διαδικασίες ενεργούς μάθησης. Τέλος, αναφέρθηκαν αρκετές φορές στο γεγονός ότι τα εκθέματα με τα οποία αλληλεπίδρασαν στο ίδρυμα Ευγενίδου αποτέλεσαν πρότυπο γι' αυτούς (Μιχαηλίδη & Σταύρου, 2020).

Μία ακόμη, πρόσφατη ερευνητική προσπάθεια, για τη διδασκαλία του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας στην Ελλάδα (βλ. Ερευνητική Εφαρμογή 15, Πίνακες 1 & 2). Στόχος της παρούσας μελέτης είναι να αξιολογηθεί το εκπαιδευτικό υλικό για τη Νανοτεχνολογία ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα και το ενδιαφέρον που προκάλεσε στους μαθητές. Για το λόγο αυτό τέθηκαν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα: α) Πως εξελίσσονται οι ιδέες των μαθητών για την προσκολλητική ιδιότητα της σαύρας Γκέκο με τη χρήση του προτεινόμενου εκπαιδευτικού υλικού;, β) Πως εξελίσσονται οι ιδέες των μαθητών για την έννοια του «μεγέθους» με τη χρήση εκπαιδευτικού υλικού; και γ) Συντελείται αλλαγή της νοηματοδότησης του όρου «Νανοτεχνολογία» από τους μαθητές μετά την χρήση του προτεινόμενου εκπαιδευτικού υλικού; (Καρατέγου, 2021).

Οι συμμετέχοντες της μελέτης ήταν 20 παιδιά προσχολικής ηλικίας (5-6 έτη), που φοιτούσαν σε Νηπιαγωγείο του Ν. Πιερίας (2^ο ολοήμερο Νηπιαγωγείο Λιτοχώρου). Η ερευνητική διαδικασία είχε τέσσερις φάσεις. Στην πρώτη φάση έγινε ο προ-έλεγχος των παιδιών με συνεντεύξεις και ιχνογραφήματα, η δεύτερη αφορούσε τη διδακτική παρέμβαση, στην τρίτη έγινε η διαδικασία μετα-ελέγχου, πάλι με συνεντεύξεις και ιχνογραφήματα ενώ η τέταρτη και τελευταία φάση είχε να κάνει με την ανάλυση των αποτελεσμάτων (Καρατέγου, 2021).

Η εκπαιδευτική παρέμβαση περιλαμβάνει πέντε από τις ΜΙ της Νανοτεχνολογίας. Αυτές είναι: το μέγεθος και η κλίμακα, οι ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος, μοντέλα και προσομοιώσεις, εργαλεία και όργανα παρατήρησης και εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας. Η διάρκεια της διδακτικής εφαρμογής ήταν επτά δραστηριότητες των 60' η κάθε μία. Αναλυτικότερα η πρώτη δραστηριότητα είχε στόχο την απόρριψη των αρχικών ιδεών σχετικά με την προσκολλητική ιδιότητα της σαύρας Γκέκο όπως αυτές προέκυψαν από τις συνεντεύξεις του προ-ελέγχου. Κατά τη δεύτερη δραστηριότητα έγινε προβολή βίντεο ώστε να γνωρίσουν οι μαθητές τα δομικά χαρακτηριστικά της πατούσας μιας σαύρας Γκέκο και να προσπαθήσουν να την απεικονίσουν σε χαρτί (Καρατέγου, 2021).

Στη συνέχεια, στην τρίτη δραστηριότητα, έγινε προσπάθεια να αντιληφθούν οι μαθητές με βιωματικό τρόπο το μυστικό που κρύβει η σαύρα στα πόδια της πληροφορίες που άντλησαν τα παιδιά από το βίντεο της προηγούμενης δραστηριότητας (οι σπάτουλες είναι πάρα πολλές και έτσι ακουμπάνε με

περισσότερα σημεία μιας επιφάνειας). Κατά την τέταρτη δραστηριότητα η ερευνήτρια στόχευσε στο να κατανοήσουν τα νήπια ότι αυτή τη δομή του ποδιού της σαύρας δεν είναι δυνατό να τη δούμε με γυμνό μάτι αλλά χρειαζόμαστε ειδικά εργαλεία και όργανα παρατήρησης. Με τη βοήθεια εφαρμογής Η/Υ τα παιδιά είδαν πως αναπαρίστανται διάφορα αντικείμενα και έντομα σε 4 διαβαθμίσεις (μάτι, φακός, οπτικό μικροσκόπιο και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο). Στόχος της πέμπτης δραστηριότητας ήταν να κατανοήσουν τα παιδιά ότι το κάθε όργανο παρατήρησης «βλέπει» μέχρι ένα συγκεκριμένο σημείο ταξινομώντας εικόνες του ποδιού της σαύρας Γκέκο, με διαφορετική μεγέθυνση η κάθε μία, στο αντίστοιχο όργανο παρατήρησης (μάτι, φακός, οπτικό και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο). Στην έκτη συνάντηση τα παιδιά παρακολούθησαν ένα βίντεο για τις ευρύτερες εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας και πειραματίστηκαν με την ειδική ταινία Γκέκο η οποία δεν έχει κόλλα πάνω της και μπορούμε να τη χρησιμοποιήσουμε όσες φορές θέλουμε. Τέλος, στην έβδομη δραστηριότητα, προβλήθηκαν κι άλλες εφαρμογές της Νανοτεχνολογίας στο διαδίκτυο ώστε να μπορέσουν τα παιδιά να κατανοήσουν ότι στον νανόκοσμο βρίσκουμε τα πιο μικρά αντικείμενα και να αντιληφθούν ότι η Νανοτεχνολογία είναι η επιστήμη που μελετά τον νανόκοσμο και φτιάχνει εφαρμογές για να διευκολύνει τη ζωή των ανθρώπων (Καρατέγου, 2021).

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, φανερώνουν ότι είναι δυνατόν να διδαχθούν δύσκολες έννοιες όπως η Νανοτεχνολογία σε τόσο μικρές ηλικίες. Πιο συγκεκριμένα τόσο οι συνεντεύξεις όσο και τα ιχνογραφήματα των παιδιών πριν την παρέμβαση επικεντρώνονταν στις εναλλακτικές ιδέες τους για την προσκολλητική ιδιότητα της σαύρας Γκέκο (νύχια, κόλλα, βεντούζες). Έπειτα από την παρέμβαση αυτό άλλαξε. Οι απαντήσεις και τα ιχνογραφήματα στο post test έδειξαν ότι τα παιδιά κινούνται πλέον σε περισσότερο επιστημονικά πλαίσια καθώς χρησιμοποιούσαν όρους νανογραμματισμού για να περιγράψουν το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο. Αξιοσημείωτο είναι επίσης, πως μέσα από τα ιχνογραφήματα φαίνεται ότι έγινε αντιληπτή η έννοια της μεγάλης επιφάνειας επαφής καθώς επίσης και η διάκριση των οργάνων που χρησιμοποιούνται για την παρατήρηση των τριών κόσμων (μάκρο - μικρο - νάνο) (Καρατέγου, 2021).

Τέλος, παρουσιάζεται η πιο πρόσφατη ερευνητή εφαρμογή για τη διδασκαλία του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας (βλ. Ερευνητική Εφαρμογή 16, Πίνακες 1 & 2). Στόχος της εν λόγω έρευνας αποτέλεσε το να εξεταστεί η

εισαγωγής του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας σε μαθητές Α/θμιας εκπαίδευσης με τη μορφή Διδακτικής Μαθησιακής Ανακολουθίας (ΔΜΑ). Ακόμη εξετάστηκε, η μάθηση των μαθητών υπό την Θεωρία του πλαισίου και της προσέγγισης της εννοιολογικής αλλαγής. Γι' αυτό το λόγο τέθηκε το εξής ΕΕ: Μπορούμε να διδάξουμε οντότητες και διαδικασίες του νανόκοσμου σε παιδιά δημοτικού; Το εν λόγω ΕΕ περιλαμβάνει επιμέρους υπο – ερωτήσεις: α) μπορούν οι μαθητές δημοτικού να νοηματοδοτήσουν τη έννοια του μεγέθους στα πλαίσια της Νανοτεχνολογίας μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση; β) μπορούν οι μαθητές δημοτικού να εξηγήσουν την έννοια Ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος στο φαινόμενο του λωτού, μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση; και γ) μπορούν οι μαθητές δημοτικού να εξηγήσουν τον μηχανισμό των εφαρμογών της Νανοτεχνολογίας, σχετικά με τα νανο – φίλτρα, μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση; (Peikos et al., 2022).

Η ΔΜΑ εφαρμόστηκε σε έξι ενότητες και διήρκησε συνολικά 14 διδακτικές ώρες. Συγκεκριμένα οι τρεις πρώτες ενότητες αφορούσαν στον μακρόκοσμο, τον μικρόκοσμο και τον νανόκοσμο αντίστοιχα όπου οι μαθητές κατηγοριοποίησαν αντικείμενα σε αυτούς τους τρεις κόσμους με βασικό κριτήριο το εργαλείο παρατήρησης (μάτι, οπτικό μικροσκόπιο, ηλεκτρονικό μικροσκόπιο) και δημιούργησαν μία αφίσα κατηγοριοποίησης με μοντέλα για τον κάθε κόσμο από πλαστελίνη. Η τέταρτη ενότητα είχε να κάνει με την μόλυνση από του ιούς, όπου οι μαθητές συνέλλεξαν πληροφορίες για του ιούς και στη συνέχεια δημιούργησαν μοντέλα ιών για να εξηγήσουν το πώς μας μολύνουν (Peikos et al., 2022).

Η πέμπτη αφορούσε στο φαινόμενο του λωτού, όπου στην πρώτη φάση οι μαθητές ακολούθησαν πειραματικές διαδικασίες με υπερυδρόφοβα υλικά, στη συνέχεια, άντλησαν πληροφορίες για τις νανοδομές του υπερυδρόφοβου φύλλου και δημιούργησαν μοντέλα φύλλου λωτού. Στη δεύτερη φάση αυτής της ενότητας οι μαθητές παρατηρήσαν τη σταγόνα που δημιουργείται στην άκρη της βελόνας από μία σύριγγα ώστε να κατανοήσουν το ρόλο που διαδραματίζει ο αέρας ως παράγοντας στη δημιουργία του φαινομένου του λωτού. Έτσι μπόρεσαν να αναθεωρήσουν τα προηγούμενα μοντέλα που είχαν δημιουργήσει γι' αυτό το φαινόμενο. Ακόμη έπαιξαν το «ποδόσφαιρο της Νανοτεχνολογίας» ένα τρισδιάστατο παιχνίδι – ποδοσφαιράκι από υπερυδρόφοβα υλικά με μπάλα μία σταγόνα, που έπρεπε να μετακινήσουν οι μαθητές φυσώντας τη με το καλαμάκι.

Τέλος, η έκτη ενότητα είχε να κάνει με το φιλτράρισμα του νερού με τη χρήση νανο – φίλτρων. Σε αυτή την ενότητα οι μαθητές αρχικά παρακολούθησαν ένα βίντεο σχετικά με την έλλειψη νερού. Έπειτα πραγματοποιήθηκαν πειραματικές διαδικασίες φιλτραρίσματος νερού με φίλτρα διαφορετικών πόρων και στη συνέχεια συνέλλεξαν πληροφορίες αναφορικά με το φιλτράρισμα του νερού με τη χρήση νανο – φίλτρων. Τέλος, δημιούργησαν τα δικά τους μοντέλα νανο - φίλτρων (Peikos et al., 2022).

Η ΔΜΑ εφαρμόστηκε σε 60 μαθητές ΣΤ' Δημοτικού σχολείου και τα δεδομένα συλλέχθηκαν με γραπτό ερωτηματολόγιο πριν την εκπαιδευτική παρέμβαση, μία εβδομάδα μετά την ολοκλήρωση της καθώς και τρεις μήνες μετά την εφαρμογή της (Peikos et al., 2022).

Τα αποτελέσματα της ΔΜΑ ήταν αρκετά ενθαρρυντικά, καθώς τόσο για την έννοια του μεγέθους όσο και για τα φαινόμενα του λωτού και του μηχανισμού καθαρισμού του νερού με τη χρήση νανο – φίλτρων, οι μαθητές παρουσίασαν βελτίωση στις απαντήσεις τους πριν και αμέσως μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση. Στο ερωτηματολόγιο που τους χορηγήθηκε τρεις μήνες μετά την εφαρμογή της εκπαιδευτικής παρέμβασης, στο μεγαλύτερο μέρος τους οι απαντήσεις παρέμειναν ίδιες όπως αμέσως μετά την εφαρμογή (Peikos et al., 2022).

<i>Ερευνητική Εφαρμογή</i>	Ερευνητές	Έτος	Βαθμίδα Εκπ/σης	Μεγάλες Ιδέες (ΜΙ)	Ερευνητικό/-ά Ερώτημα/-τα / Στόχοι
1	Πέικος, Μάνου & Σπύρτου	2015	ΣΤ' Δημοτικού	ΜΙ: 1,3,4,6,7,8	Ποια από τα εκπαιδευτικά υλικά που σχεδιάστηκαν έχουν θετική και ποια αρνητική εφαρμοσιμότητα;
2	Μάνου, Καζαής, Μπλουχού,	2015	Ε' & ΣΤ' Δημοτικού	ΜΙ: 1,3,7	Ποια είναι η καταλληλότητα πρακτικών των εκπαιδευτικών

	Τιανταφυλλίδου, Αγορίτσα & Σπύρτου				για τη διδασκαλία της Νανοτεχνολογίας;
3	Βελέντζας, Δημητριάδη, Μανδρίκας, Μαργαρίτης & Σάλτα	2015	Δημοτικό Γυμνάσιο Λύκειο	ΜΙ: 3,8	A) Κατά πόσο οι μαθητές Δημοτικού, Γυμνασίου και Λυκείου μπορούν να προσεγγίσουν βασικές ιδέες της Νανοτεχνολογίας; B) Κατά πόσο μέσω των καινοτόμων εφαρμογών της Νανοτεχνολογίας μπορούν να προσεγγίσουν βασικές διαστάσεις της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας (RRI);
4	Σπύρτου, Πέικος & Μάνου	2016	ΣΤ' Δημοτικού	ΜΙ: 1,6	A) Βελτιώνεται η ικανότητα των μαθητών να ταξινομούν αντικείμενα τριών διαφορετικών κατηγοριών με κριτήριο το όργανο παρατήρησής τους; B) Βελτιώνεται η ικανότητα των μαθητών να σειροθετούν αντικείμενα;
5	Γκίτσας	2017	ΣΤ' Δημοτικού	ΜΙ: 1,3,6,8	<i>Πιλοτική εφαρμογή</i> Ποιες ήταν οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την Νανοεπιστήμη - Νανοτεχνολογία μετά την αλληλεπίδρασή τους με το εκπαιδευτικό υλικό; <i>Τελική εφαρμογή</i>

				<p>A) Μεταβλήθηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την Νανοεπιστήμη – Νανοτεχνολογία μετά την αλληλεπίδρασή τους με το εκπαιδευτικό υλικό;</p> <p>B) Ποιες ήταν οι απόψεις των μαθητών για το εκπαιδευτικό υλικό μετά την αλληλεπίδραση μαζί του;</p>	
6	Τζιώλη & Σπύρτου	2018	Νηπιαγωγείο	ΜΙ: 1,6,7	<p>A) Θεωρούν οι εκπαιδευτικοί το κείμενο του «παραμυθιού» του διδακτικού υλικού κατάλληλο, για την εισαγωγή στοιχείων Νανοτεχνολογίας σε μικρά παιδιά;</p> <p>B) Θεωρούν οι εκπαιδευτικοί εφικτές τις μαθησιακές επιδιώξεις των φύλλων εργασίας του διδακτικού υλικού από τα παιδιά μικρής ηλικίας;</p> <p>Γ) Θεωρούν οι εκπαιδευτικοί την εικονογράφηση του διδακτικού υλικού κατάλληλη, ώστε να μπορέσει να υποστηρίξει το περιεχόμενο και την διδασκαλία του καινοτόμου αυτού περιεχομένου;</p>
7	Σπύρτου, Δαγρέ, Μάνου & Κωνσταντινίδου	2018	Ε΄ Δημοτικού	ΜΙ: 1,6,7	<p>A) Πώς άλλαξαν οι ιδέες των μαθητών για τη φύση και το</p>

				<p>ρόλο των μοντέλων μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ;</p> <p>Β) Οι μαθητές μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ αναγνωρίζουν την αξία της πολλαπλότητας των μοντέλων;</p>	
8	Πέικος, Σπύρτου & Μάνου	2018	ΣΤ' Δημοτικού	ΜΙ: 1,6,7	<p>Να κατανοήσουν οι μαθητές ότι η νανοκλίμακα επηρεάζει τη μακροκλίμακα.</p> <p>Να σειροθετήσουν οντότητες του μικρόκοσμου με ποιοτικά κριτήρια.</p> <p>Να είναι ικανοί οι μαθητές να περιγράφουν το φαινόμενο του λωτού με όρους νανογραμματισμού.</p> <p>Να περιγράφουν το μηχανισμό φιλτραρίσματος του νερού με όρους νανογραμματισμού.</p>
9	Τζίμα & Πέικος	2018	ΣΤ' Δημοτικού	ΜΙ: 7,8	<p>Αναζήτηση λόγων που προκάλεσαν το ενδιαφέρον των μαθητών για την συμμετοχή τους στα εργαστήρια Νανοτεχνολογίας.</p>
10	Σακελλάρη & Μάνου	2018	ΣΤ' Δημοτικού	ΜΙ: 1,4,7,8	<p>Η εισαγωγή του φαινομένου τα σαύρας Gkeko στη Β/θμια εκπαίδευση.</p>

11	Κρεμμύδα, Παπαδοπούλου, Καρατάσιος & Σπύρτου	2019	Νηπιαγωγείο	ΜΙ: 1,6,7	<p>A) Οι μαθητές προσχολικής ηλικίας είναι ικανοί να κατανοήσουν την διαδικασία της εφαρμογής της αποκατάστασης των φθορών, με τους κατάλληλους διδακτικούς μετασχηματισμούς;</p> <p>B) Ποιες είναι οι γνώσεις των μαθητών για τα όργανα παρατήρησης των δυο κόσμων;</p> <p>Γ) Τι περιγραφές μπόρεσαν να δώσουν οι μαθητές για τα επιπλέον στοιχεία (νερού και διοξειδίου του άνθρακα) που συνέβαλαν στην δράση του $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (διοξειδίου του ασβεστίου) στις φθορές του μαρμάρου;</p> <p>Δ) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών προσχολικής ηλικίας για το μέγεθος και το σχήμα του υλικού που χρησιμοποιείται στην εφαρμογή στην αποκατάσταση των φθορών των μαρμάρινων μνημείων;</p>
12	Σακελλάρη (συνέχεια τη ΔΜΑ 8)	2019	Ε' & ΣΤ' Δημοτικού	ΜΙ: 1,7	<p>A) Πώς εξελίσσεται η νοηματοδότηση του όρου «νανοτεχνολογία» από τους μαθητές (n2) μετά τη διδακτική παρέμβαση;</p> <p>B) Πώς εξηγούν οι μαθητές (n1 και n2) του Δημοτικού την ικανότητα της σαύρας Γκέκο να</p>

				<p>περπατάει σε διάφορες επιφάνειες χωρίς να πέφτει;</p> <p>Γ) Πώς εξελίσσονται οι ιδέες των μαθητών (n2) Δημοτικού, για το φαινόμενο της σαύρας Γκέκο μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ;</p> <p>Δ) αξιολογούν οι μαθητές (n2) το περιβάλλον της μικτής πραγματικότητας και τις δραστηριότητες;</p>
13	Mandrikas, Michailidi, & Stavrou	2020	ΣΤ' Δημοτικού	<p>ΜΙ: 1,3,7,8</p> <p>Α) Σε ποιο βαθμό οι μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης είναι σε θέση να κατανοήσουν τις βασικές ιδέες του Νανοτεχνολογίας;</p> <p>Β) Σε ποιες διαστάσεις της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας εστιάζουν οι μαθητές σχετικά με τις βασικές ιδέες Νανοτεχνολογίας;</p>
14	Μιχαηλίδη & Σταύρου	2020	Δημοτικό Γυμνάσιο Λύκειο	<p>ΜΙ: 1,3,8</p> <p>Ποια στοιχεία επιλέγουν να ενσωματώσουν στα τεχνουργήματά τους οι μαθητές αναφορικά (α) με τις διαπραγματευόμενες έννοιες Νανοτεχνολογίας και (β) με τον τρόπο κοινοποίησης της γνώσης, έπειτα από τη διδασκαλία μιας ενότητας που</p>

				ενσωματώνει όψεις της τυπικής και της άτυπης εκπαίδευσης;	
15	Καρατέγου	2021	Νηπιαγωγείο	ΜΙ: 1,3,6,7	<p>A) Πώς εξελίσσονται οι ιδέες των μαθητών για την προσκολλητική ιδιότητα της σαύρας Gecko μετά την εφαρμογή της προτεινόμενης εκπαιδευτικής παρέμβασης;</p> <p>B) Πώς εξελίσσονται οι ιδέες των μαθητών για την έννοια του «μεγέθους» μετά την εφαρμογή της προτεινόμενης εκπαιδευτικής παρέμβασης;</p> <p>Γ) Πώς αλλάζει η νοηματοδότηση του όρου «Νανοτεχνολογία» από τους μαθητές μετά την εφαρμογή της προτεινόμενης εκπαιδευτικής παρέμβασης;</p>
16	Peikos, Spyrtou, Pnevmatikos & Papadopoulou	2022	ΣΤ' Δημοτικού	ΜΙ: 1,3,6,7,8	<ul style="list-style-type: none"> • Μπορούμε να διδάξουμε οντότητες και διαδικασίες του νανόκοσμου σε παιδιά δημοτικού; <p>α) Νοηματοδότηση της έννοιας του μεγέθους στα πλαίσια της Νανοτεχνολογίας μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση</p> <p>β) Ερμηνεία της έννοιας Ιδιότητες εξαρτώμενες από το μέγεθος στο φαινόμενο του</p>

				<p>λωτού, μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση</p> <p>γ)Ερμηνεία του μηχανισμού των εφαρμογών της Νανοτεχνολογίας, σχετικά με τα νανο – φίλτρα, μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση;</p>
--	--	--	--	---

Πίνακας 1 Συγκριτική ανάλυση από την εφαρμογή ερευνητικών προσπαθειών για τη διδασκαλία του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας τα ελληνικά σχολεία

Ερευνητική

**Εφαρμογή
(ΕΕ)**

Έννοιες και φαινόμενα Διάρκεια

**Εκπαιδευτικά υλικά &
Δραστηριότητες**

Συλλογή δεδομένων

<i>EE 1</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Μακρόκοσμος-Μικρόκοσμος-Νανόκοσμος • Νανόκοσμος της φύσης και νανόκοσμος της τεχνολογίας • Φιλτράρισμα νερού 	5 ώρες διδασκαλίας	<ul style="list-style-type: none"> • Βίντεο • Πίνακας ταξινόμησης • Οπτικό μικροσκόπιο • Πολυτροπική αφίσα • Εικόνες αντικειμένων μικρόκοσμου και νανόκοσμου • Μοντελοποίηση αντικειμένων τριών κόσμων • Αφίσα ταξινόμησης μοντέλων • Πειραματικές δραστηριότητες 	Ημερολόγιο ερευνητή
<i>EE 2</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Μοντελοποίηση • Υδροφοβικότητα • Νανοσωλήνες άνθρακα • Οπτικό & ηλεκτρονικό μικροσκόπιο 	5 ώρες διδασκαλίας	<ul style="list-style-type: none"> • Δημιουργία αφίσας • Συλλογή δεδομένων από φυσικό περιβάλλον 	Αξιολόγηση στο πέρας κάθε δραστηριότητας με σχολιασμό των μοντέλων
<i>EE 3</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Φαινόμενο λωτού • Συμπεριφορά νανοϋλικών • Διαφάνεια στην έρευνα • Ηθική και δεοντολογία έρευνας 	6 συναντήσεις	<ul style="list-style-type: none"> • Αυτοκαθαριζόμενα υλικά • Επισκέψεις σε μουσεία και χώρους ερευνών 	<ul style="list-style-type: none"> • Pre – Post test • Κλείδα παρατήρησης διδασκαλιών • Φύλλα εργασίας • Εκθέματα μαθητών

			<ul style="list-style-type: none"> • Καταγραφή αλληλεπίδρασης μαθητών-μαθητών και μαθητών-εκπαιδευτικών
EE 4	Ταξινόμηση και σειροθέτηση αντικειμένων	6 δώρα διδασκαλίας	<ul style="list-style-type: none"> • Δημιουργία αφίσας • Κατασκευή μοντέλων • Φύλλα εργασίας • Ηλεκτρονικές πηγές • Διαφάνειες power point <p>Ερωτηματολόγια αρχικής και τελικής μέτρησης</p>
EE 5	<ul style="list-style-type: none"> • Υδροφοβικότητα • Ιοί • Τρεις κόσμοι 	4 φάσεις	<ul style="list-style-type: none"> • Φύλλα φυτών • Δείγμα αίματος • Υφάσματα <p>Γραπτό ερωτηματολόγιο</p>
EE 6	<ul style="list-style-type: none"> • Τρεις κόσμοι • Φαινόμενο λωτού 	7 οργανωμένες δραστηριότητες	<ul style="list-style-type: none"> • Οπτικοακουστικό υλικό • Φύλλα εργασίας • Εφαρμογές σε Η/Υ • Βιωματικά παιχνίδια • Θεατρικό δρώμενο <p>Γραπτό ερωτηματολόγιο</p>
EE 7	<ul style="list-style-type: none"> • Μοντέλα • Υδροφοβικότητα • Εφαρμογές Νανοτεχνολογίας 	6 δώρα διδασκαλίας	<p>Μοντελοποίηση αντικειμένων μακρόκοσμου, μικρόκοσμου και νανόκοσμου</p> <p>Ερωτηματολόγιο αρχικής και τελικής μέτρησης</p>

EE 8	<ul style="list-style-type: none"> • Φαινόμενο σαύρας Γκέκο • Επιφάνειες επαφής 	13 μονό-ώρες συναντήσεις	<ul style="list-style-type: none"> • Φύλλα εργασίας • Εφαρμογή Gecko pad • Λογισμικό Scratch • Επιτραπέζιο με απτικές διεπαφές 	Ερωτηματολόγιο αρχικής και τελικής μέτρησης
EE 9	<ul style="list-style-type: none"> • Φαινόμενο του λωτού • Μη τυπική εκ/ση 	7 δίωρα διδασκαλίας	<ul style="list-style-type: none"> • Βίντεο • Κατασκευή μοντέλων • Δημιουργία αφίσας • Πειράματα 	Γραπτές σημειώσεις
EE 10	<ul style="list-style-type: none"> • Τρεις κόσμοι και η αλληλεπίδραση τους • Φαινόμενο λωτού • Καθαρισμός νερού με νανοφίλτρα 	6 δίωρα διδασκαλίας	<ul style="list-style-type: none"> • Δραστηριότητες διερεύνησης τριών κόσμων • Συλλογή των μικρότερων αντικειμένων • Έντυπες και ηλεκτρονικές πηγές για κύτταρα και ερυθρά αιμοσφαίρια • Κατασκευή μοντέλων • Πειράματα φιλτραρίσματος νερού 	Ερωτηματολόγιο αρχικής και τελικής μέτρησης
EE 11	<ul style="list-style-type: none"> • Νανοεξάγωνο • $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (διοξειδίου του ασβεστίου) • Πολιτισμική κληρονομιά • Νανόκοσμος 	5 οργανωμένες δραστηριότητες	<ul style="list-style-type: none"> • Αλληλεπιδραστικό έκθεμα • Αφίσα νοητικού χάρτη πειράματος • Κούκλα «Ξεναγούλα» • Εξάγωνες φόρμες (κουπάτ) 	<ul style="list-style-type: none"> • Μη συμμετοχική παρατήρηση • Ημι-δομημένες συνεντεύξεις • Ανάλυση ιχνογραφημάτων

EE 12	<ul style="list-style-type: none"> • Φαινόμενο σαύρας Γκέκο • Επιφάνειες επαφής 	17 μονό-ώρες συναντήσεις	<ul style="list-style-type: none"> • Εφαρμογές μικτής πραγματικότητας • Φύλλα εργασίας • Βίντεο • Γκεκο Pad 	Ερωτηματολόγιο αρχικής και τελικής μέτρησης
EE 13	<ul style="list-style-type: none"> • Μέγεθος στη νανοκλίμακα • Υδροφοβα υλικά • Παραγωγή νανοϋλικών • Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία 	7 συναντήσεις	<ul style="list-style-type: none"> • Λογισμικά • Πειράματα • Μοντέλα • Εφημερίδες • Βίντεο 	<ul style="list-style-type: none"> • Φύλλα εργασίας • Συνεντεύξεις
EE 14	<ul style="list-style-type: none"> • Αυτοκαθαριζόμενα υλικά • Υδροφοβικότητα 	7 συναντήσεις	<ul style="list-style-type: none"> • Επισκέψεις σε ερευνητικά κέντρα • Αφίσες • Διαδραστικά παιχνίδια • Επιτραπέζια παιχνίδια 	<ul style="list-style-type: none"> • Τεχνουργήματα μαθητών • Ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου
EE 15	<ul style="list-style-type: none"> • Φαινόμενο σαύρας Γκέκο • Τρεις κόσμοι 	7 μονό-ώρες δραστηριότητες	<ul style="list-style-type: none"> • Φύλλα εργασίας • Πίνακες διπλής εισόδου • Κατασκευή μοντέλων • Βίντεο • Εφαρμογή Η/Υ 	Συνεντεύξεις νηπίων πριν και μετά την εφαρμογή
EE 16	<ul style="list-style-type: none"> • Τρεις κόσμοι • Φαινόμενο λωτού • Φιλτράρισμα νερού με νανο – φίλτρα • Ιοί 	6 ενότητες 14 διδακτικές ώρες	<ul style="list-style-type: none"> • Βίντεο • Μοντέλα • Πόστερ ταξινόμησης • Πειράματα • Καθημερινά υλικά • Τρισδιάστατα παιχνίδια • Ψηφιακές εφαρμογές 	<ul style="list-style-type: none"> • Γραπτό ερωτηματολόγιο πριν, αμέσως μετά και τρεις μήνες μετά

Όπως προκύπτει από τους συγκεντρωτικούς πίνακες (βλ. Πίνακας 1 & 2), οι Ερευνητικές Εφαρμογές που αφορούν στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και συγκεκριμένα το Δημοτικό, ξεκινούν να εφαρμόζονται στις δύο τελευταίες τάξεις (Ε' & ΣΤ'). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός, ότι τότε εντάσσονται στα Αναλυτικά Προγράμματα διδασκαλίας οι Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό. Ακόμη, από το σύνολο των ερευνητικών εφαρμογών, μόλις μία αφορά Ερευνητική Εφαρμογή που εφαρμόστηκε στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Γυμνάσιο & Λύκειο). Τέλος, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, τρεις από τις ερευνητικές προσπάθειες Ερευνητικής Εφαρμογής Νανοτεχνολογίας, προσανατολίστηκαν σε παιδιά Προσχολικής ηλικίας (Νηπιαγωγείο).

Όπως προκύπτει από τις παραπάνω ερευνητικές προσπάθειες, τα φαινόμενα και οι έννοιες τις Νανοτεχνολογίας που έχουν προσεγγιστεί είναι οι εξής:

- Μακρόκοσμος, μικρόκοσμος, νανόκοσμος
- Όργανα παρατήρησης
- Μοντελοποίηση
- Υδροφοβικότητα – φαινόμενο λωτού
- Ιοί
- Φαινόμενο σαύρας Γκέκο
- Εφαρμογές Νανοτεχνολογίας
- Πολιτισμική κληρονομία

Προκειμένου να διδαχθούν αυτές οι έννοιες και τα φαινόμενα σε παιδιά Α/θμιας εκπαίδευσης χρησιμοποιήθηκαν τα εξής εκπαιδευτικά υλικά (Πίνακας 3):

Δημιουργία αφίσας.	Οπτικοακουστικό υλικό.	Ηλεκτρονικές και έντυπες πηγές.
Συλλογή δεδομένων από το φυσικό περιβάλλον.	Βιωματικά παιχνίδια. Θεατρικό δρώμενο.	Αλληλεπιδραστικό έκθεμα. Κούκλα.
Κατασκευή μοντέλων. Φύλλα εργασίας.	Εφαρμογή Gecko pad Λογισμικό Scratch	Εξάγωνες φόρμες (κουπατ). Πίνακες διπλής εισόδου.
Power point.	Επιτραπέζιο με απτικές διεπαφές.	Τρισδιάστατα παιχνίδια.
Δείγμα αίματος.		
Υφάσματα.	Πειράματα.	

Πίνακας 3 Εκπαιδευτικά υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη διδασκαλία του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας στην Α/θμια εκπαίδευση

Στο σύνολο τους, τα αποτελέσματα των ερευνητικών αυτών προσπαθειών, φανερώνουν πως υπήρχε έντονο το ενδιαφέρον το μαθητών όλων των βαθμίδων για συμμετοχή στις δραστηριότητες, παρά το ότι η Νανοτεχνολογία ήταν ένα αντικείμενο ξένο στην πλειοψηφία των παιδιών. Ένα ακόμη σημαντικό συμπέρασμα είναι, ότι ενώ πριν την εφαρμογή των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων, οι απόψεις των παιδιών ήταν ασαφής, ή μακριά από το επιστημονικά αποδεκτό, έπειτα από την εφαρμογή οι περισσότερες απαντήσεις πλησίαζαν την επιστημονική άποψη όπως αυτή είχε μετασηματιστεί. Σε πολλές μελέτες μάλιστα, μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης, τα παιδιά μπορούσαν να περιγράψουν φαινόμενα Νανοτεχνολογίας, με όρους Νανογραμματισμού.

1.4 Η κούκλα, το θεατρικό παιχνίδι και η μοντελοποίηση ως εκπαιδευτικά εργαλεία για την προσέγγιση των Φυσικών Επιστημών στο Νηπιαγωγείο

Κούκλα

Η χρήση κούκλας στην εκπαιδευτική διαδικασία αποτελεί πολύτιμο εργαλείο μάθησης καθώς προσφέρει στα παιδιά πολλαπλά οφέλη βοηθώντας τους να αποδράσουν σε έναν φανταστικό κόσμο και δίνοντάς τους την ευκαιρία να

εκφραστούν μέσα από διαφορετικούς τρόπους. Πιο συγκεκριμένα, συνεισφέρει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων όπως η υποκριτική, το θέατρο, δεξιότητες γραφής, τραγούδι κ.α. μεταξύ των μαθητών. Επιπλέον, βοηθάει στην ενδυνάμωση της γλώσσας και την επίλυση γλωσσικών προβλημάτων και αποτελεί αποτελεσματικό μέσο για τη διδασκαλία βασικών εννοιών μαθηματικών και φυσικής (ΦΕ). Ακόμη, η χρήση κούκλας που εξιστορεί μία ιστορία αποτελεί μία σπουδαία τεχνική που οδηγεί τα παιδιά στο να ανακαλύψουν τη χαρά της λογοτεχνίας και της μάθησης. Τέλος, η κούκλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί με οποιονδήποτε τρόπο, οπουδήποτε και οποιαδήποτε στιγμή ώστε να ζωντανέψει την ιστορία και να εξάψει την φαντασία των μικρών παιδιών (Gupta, 2020).

Οι κούκλες βοηθούν τους μαθητές να μπαίνουν στη θέση κάποιου άλλου και να εκφράζουν όσα αισθάνονται και σκέφτονται. Τα παιδιά κάνουν τις κούκλες να γελούν, να κλαίνε, να κοιμούνται κλπ, κάτι που αποτελεί έναν διασκεδαστικό τρόπο για αυτά ώστε να συμμετέχουν σε δραστηριότητες και να εκτιμήσουν διάφορους τρόπους ζωής (Ocal et al., 2021). Οι μαθητές προσχολικής ηλικίας χρησιμοποιούν τις αισθήσεις τους προκειμένου να δομήσουν πληροφορίες και να αναπτύξουν δεξιότητες ώστε να εξερευνήσουν και να αντιληφθούν το περιβάλλον γύρω τους. Αυτή η χρήση των αισθήσεων τους καθιστά περισσότερο ικανούς στο να αναπτύξουν γνωστικές δεξιότητες και να επιτύχουν τη μάθηση (Piaget & Inhelder, 1928/2000).

Η τέχνη, μέρος της οποίας αποτελεί και η κούκλα, βοηθά στις δεξιότητες διερεύνησης, παρατήρησης, ανακάλυψης, επικοινωνίας και δεξιοτήτων καθημερινής ζωής, μετατρέποντας τις σκέψεις των παιδιών σε θεμελιώδης σχηματισμούς (Fulton & Simpson-Steel, 2016). Συνεπώς προτείνεται ανάπτυξη δραστηριοτήτων τέχνης ώστε να γίνει πιο ενδιαφέρουσα η διδασκαλία ΦΕ για τους μαθητές. Έτσι, μέσα από δραστηριότητες ΦΕ, προάγεται η διερεύνηση και η αλληλεπίδραση και βοηθούνται οι μαθητές να εδραιώσουν σχέσεις αιτίου – αποτελέσματος. Όλα όσα συμβαίνουν στη φύση έχουν εξηγήσεις οι οποίες άλλοτε είναι απλές και άλλοτε πιο περίπλοκες. Γι' αυτό το λόγο αποτελεί πολύ σημαντική δραστηριότητα της επιστήμης η διερεύνηση των αιτιακών σχέσεων αλλά και των μηχανισμών που λειτουργούν ως διαμεσολαβητές για αυτές τις σχέσεις αιτίου - αποτελέσματος (NAEYC, 2009; NRC, 2012). Ακόμη, μελέτες φανερώνουν πως όταν η διδασκαλία περιεχομένου ΦΕ περιλαμβάνει τη χρήση κούκλας, οι μαθητές

χρησιμοποιούν περισσότερα παραδείγματα και δίνουν καλύτερες αιτιολογήσεις προκειμένου να περιγράψουν τις ιδέες τους. Σημειώνεται, επίσης, ότι η χρήση κούκλας κατά την εκπαιδευτική διαδικασία συμβάλλει στην αλλαγή του τρόπου που τα παιδιά χρησιμοποιούν τον λόγο και έχει παρατηρηθεί πως αυτή η αλλαγή συνεχίζει να υφίσταται και στη διδασκαλία χωρίς τη χρήση κούκλας (Naylor et al., 2007).

Η χρήση κούκλας στη διδασκαλία των ΦΕ αυξάνει την εμπλοκή των μαθητών και τα κίνητρά τους (Keogh et al., 2008; Brits et al., 2014; Naylor et al., 2007). Παρατηρείται ακόμη αυξημένη προθυμία των παιδιών να διατυπώσουν τις ιδέες τους να τις εξηγήσουν και να τις τεκμηριώσουν. Ακόμη, η κούκλα βοηθάει τα παιδιά να παραμείνουν συγκεντρωμένα και δείχνουν πρόθυμα να συμμετέχουν σε συζήτηση. Ο χαρακτήρας της κούκλας και η ιστορία που τη συνοδεύει δημιουργεί ένα πραγματικό πρόβλημα όπου οι μαθητές προσπαθούν ευχάριστα να λύσουν ώστε να βοηθήσουν τον ήρωα (Keogh et al., 2008). Τέλος, τα παιδιά αλληλεπιδρούν με την κούκλα και της θέτουν ερωτήσεις πιο άνετα απ' ότι θα έκαναν στον/στην εκπαιδευτικό της τάξης καθώς πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να εκφραστούν μπροστά σε άλλους επειδή είναι ντροπαλοί (Britts et al., 2014).

Η διδασκαλία της Νανοτεχνολογίας αφορά στη μελέτη οντοτήτων του νανόκοσμου που δεν είναι ορατές με γυμνό μάτι επομένως είναι δύσκολο να γίνουν αντιληπτές από μαθητές προσχολικής ηλικίας. Χρησιμοποιώντας κούκλα κατά την εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να γίνει σύνδεση του «πραγματικού κόσμου» και ενός κόσμου φανταστικού (μη ορατού). Αυτό συμβαίνει καθώς η κούκλα αναπαριστά δύο κόσμους ταυτόχρονα, τον κόσμο στον οποίο υπάρχει «τον πραγματικό» και έναν φανταστικό για τον οποίο μπορεί να μιλήσει. Συνεπώς, μέσα από το φανταστικό κόσμο, μπορεί να οδηγήσει τα παιδιά στον πολύ μικρό κόσμο της Νανοτεχνολογίας, τον νανόκοσμο, που δεν μπορεί να μελετηθεί εύκολα καθώς απαιτούνται εξειδικευμένα εργαλεία για την παρατήρηση του (Britts et al., 2014).

Η κούκλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα πολύ καλό εναλλακτικό εργαλείο μάθησης για να διδαχθούν τα μικρά παιδιά σύνθετα θέματα όπως αυτό της Νανοτεχνολογίας, καθώς βοηθάει στην αλληλεπίδραση των μαθητών μαζί της και συνεισφέρει στο να αποβάλλουν τις αφελείς τους ιδέες. Τέλος, η διδασκαλία με τη χρήση κούκλας βοηθάει τους μαθητές να καλλιεργήσουν συλλογισμούς σε

δραστηριότητες σχετικές με τη διδασκαλία των ΦΕ στις οποίες εντάσσεται και η Νανοτεχνολογία (Brits et al., 2014).

Θεατρικό παιχνίδι

Οι τέχνες, όπως ήδη αναφέρθηκε προηγουμένως, διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία ιδιαίτερα όταν πρόκειται για παιδιά προσχολικής ηλικίας. Το θεατρικό παιχνίδι είναι μία μορφή τέχνης που αποτελεί σημαντικό εκπαιδευτικό εργαλείο καθώς μέσα από αυτό τα παιδιά μπορούν να εκφράσουν τα συναισθήματά τους και να βελτιώσουν τη φαντασία τους. Ακόμη, επιτρέπει στα παιδιά να σκέφτονται και να δρουν ανεξάρτητα ενώ ταυτόχρονα συμβάλλει στο να βελτιώσουν οι μαθητές την κοινωνική και συνεργατική τους επίγνωση. Η μάθηση γίνεται μόνιμη όταν συμβαίνει από την εγγύτητα στο απόμακρο, από απλή σε σύνθετη αλλά και εκτελώντας την μέσα από βιωματικές διαδικασίες. Το θεατρικό παιχνίδι καθιστά το παιδί ικανό να μείνει ενεργό κατά την εκπαιδευτική διαδικασία καθώς το τοποθετεί στο κέντρο. (Tombak, 2014).

Επιπλέον το θεατρικό παιχνίδι στην εκπαίδευση, επιτρέπει την ανάπτυξη δεξιοτήτων μίμησης (imitation) και φαντασίας και βοηθάει τα παιδιά να κατανοήσουν τις οδηγίες που δίνονται κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων καθώς και να τις θυμούνται αργότερα. Με αυτό τον τρόπο, αναπτύσσεται η αντιληπτική τους ικανότητα, η μνήμη, η προσοχή και η συγκέντρωση τους κατά την εκπαιδευτική διαδικασία (Tombak, 2014).

Ο συνδυασμός δραστηριοτήτων θεατρικού παιχνιδιού με δραστηριότητες ΦΕ, συμβάλλει στην εκπαίδευση για τις ΦΕ και δημιουργεί δυνατά περιβάλλοντα μάθησης γεμάτα νόημα για τους μαθητές (Ødegaard, 2003). Τα δύο αυτά είδη δραστηριοτήτων φαίνεται να παρουσιάζουν κάποιες ομοιότητες, όπως για παράδειγμα, ότι και στις δύο περιπτώσεις δίνεται η δυνατότητα στα παιδιά να εμπλακούν ενεργά σε νοήματα και αντιλήψεις (Kampouri & Michaelides, 2014).

Οι δραστηριότητες θεατρικού παιχνιδιού, μπορούν να βοηθήσουν τα παιδιά να οικοδομήσουν επιστημονικές ιδέες, μέσα από συζητήσεις με τους εκπαιδευτικούς και τους συμμαθητές τους σχετικά με τα φαινόμενα που μελετούν, ενώ καθιστά ακόμη ικανά τα παιδιά να ανοικοδομήσουν επιστημονικά νοήματα (Kampouri & Michaelides, 2014).

Το θεατρικό παιχνίδι μπορεί να βελτιώσει τη διδασκαλία των ΦΕ καθώς επίσης και να προσφέρει την ανάπτυξη ποικίλων δεξιοτήτων όπως εννοιολογική κατανόηση. Συμβάλλει ακόμη, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης ενώ παράλληλα αποτελεί μία μέθοδο που μπορεί να αξιολογήσει την πρόοδο των παιδιών αναφορικά με τις γνώσεις τους και τον τρόπο σκέψης τους για την επιστήμη. Τέλος, έχει παρατηρηθεί ότι το θέατρο αυξάνει το ενδιαφέρον των μαθητών στη συμμετοχή τους σε δραστηριότητες ΦΕ (Walan & Enochsson, 2019).

Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι τέχνες, όπως είναι και το θεατρικό παιχνίδι, συντελεί στην ανάπτυξη της φαντασίας των μικρών παιδιών. Σύμφωνα με τον Vygotsky, η φαντασία είναι η ικανότητα να συνδυάζει κανείς εμπειρίες, επομένως, περισσότερες εμπειρίες σηματοδοτούν περισσότερα υλικά για τη φαντασία. Για τα παιδιά, το παιχνίδι είναι μια δραστηριότητα μέσω της οποίας αποκτούν συνείδηση και μέσα στο παιχνίδι τα συναισθήματα, οι σκέψεις και η θέληση είναι συσπειρωμένα. Στον κόσμο του Vygotsky υπάρχει αντιστοιχία ανάμεσα στη συνείδηση ενός ατόμου, δηλαδή στο εσωτερικό του περιβάλλον και στο εξωτερικό του περιβάλλον. Στο παιχνίδι, η συνείδηση του ατόμου και το εξωτερικό περιβάλλον συναντιόνται σε μία δημιουργική διαδικασία. Επομένως, υπάρχει ένας διάλογος ανάμεσα στο παιδί και στο περιβάλλον του παιχνιδιού που οδηγεί στην ανάπτυξη του παιδιού (Vygotsky, 1995).

Οι δραστηριότητες τέχνης, όπως είναι το θεατρικό παιχνίδι, προσφέρουν στους μαθητές τις εμπειρίες που χρειάζονται προκειμένου να αναπτύξουν τη γνώση. Ακόμη αποδεικνύεται πως το θέατρο βοηθά στην κατανόηση δύσκολων επιστημονικών νοημάτων (Walan & Enochsson, 2019) όπως είναι αυτά των ΦΕ και συγκεκριμένα το περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας.

Συνεπώς, το θεατρικό παιχνίδι στην εκπαιδευτική διαδικασία φαίνεται να έχει θετικό αντίκτυπο στην κατανόηση επιστημονικών εννοιών από παιδιά μικρής ηλικίας καθώς τους δίνει το κίνητρο να σκεφτούν υψηλές αφηρημένες έννοιες πιο δημιουργικά και να τις οπτικοποιήσουν. Οι μαθητές στις δραστηριότητες θεατρικού παιχνιδιού χρησιμοποιούν το σώμα τους ως εργαλείο μάθησης. Με αυτό τον τρόπο εκφράζουν και δομούν τις επιστημονικές σημασίες των εννοιών μέσα από διασκεδαστικούς διαλόγους με τους συμμαθητές και τους/τις εκπαιδευτικούς τους. Ένα τέτοιο μαθησιακό πλαίσιο GILBERT

είναι πιθανό να συμβάλλει στην θετική αλλαγή της στάσης των μαθητών αναφορικά με την επιστήμη. Οι θεατρικές δραστηριότητες προάγουν τη συνεργατική μάθηση και έτσι μειώνεται ή ακόμη εξαλείφεται το άγχος των μαθητών για την ικανότητα τους να μάθουν επιστήμες και ενισχύονται τα κίνητρα τους για τη μάθηση των επιστημών (Abed, 2016).

Μοντέλα

Τα μοντέλα έχουν οριστεί ως αναπαραστάσεις ιδεών, αντικειμένων, γεγονότων, διαδικασιών ή συστημάτων και αποτελούν μέθοδοι και προϊόντα της επιστήμης. Τα μοντέλα πρέπει να αποτελούν σημαντικό εργαλείο της μάθησης και διδασκαλίας ΦΕ τα οποία τα δημιουργεί, τα χειρίζεται και τα χρησιμοποιεί η επιστήμη από μόνη της προκειμένου να γίνουν αντιληπτά τα φαινόμενα της (Daly & Bryan, 2007).

Υπάρχουν πολλά ήδη αναπαραστάσεων. Οι πιο κοινές είναι οι αναπαραστάσεις δυο διαστάσεων όπως για παράδειγμα: ζωγραφιές, διαγράμματα, χάρτες, σκίτσα κ.α., αναπαραστάσεις τριών διαστάσεων όπως χειροπιαστά μοντέλα είτε σε διαφορετική κλίμακα είτε σε αναλογία, εικονικές αναπαραστάσεις συμπεριλαμβανομένων των προσομοιώσεων, χειρονομιακές, μαθηματικές και λεκτικές αναπαραστάσεις. Η επιλογή της πιο κατάλληλης αναπαραστάσης είναι πολύ σημαντική διαδικασία και καθορίζεται από κάποιους παράγοντες όπως: ο σκοπός που εξυπηρετεί τη διαδικασία, η φύση των στοιχείων που είναι να μοντελοποιηθούν, οι γνωσιολογικές πρακτικές που θα διεξαχθούν με τη χρήση του μοντέλου και το κοινό στο οποίο απευθύνεται (Gilbert & Justi, 2016).

Στη βιβλιογραφία καταγράφονται τα πολλαπλά οφέλη των μοντέλων κατά τη χρήση τους στην εκπαιδευτική διαδικασία και ιδιαίτερα όταν πρόκειται για τη διδασκαλία των ΦΕ. Μέσα από τη μοντελοποίηση, οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν θεωρίες, να ελέγξουν τις ιδέες τους και αναλύσουν δεδομένα κατανοώντας με αυτό τον τρόπο τις διαδικασίες της επιστήμης. Ακόμη βοηθάει τους μαθητές να εκφράσουν και να εξωτερικεύσουν τη σκέψη τους καθώς επίσης και να οπτικοποιήσουν και να ελέγξουν δομικά στοιχεία των εννοιολογικών τους ιδεών ενισχύοντας έτσι τη σκέψη τους. Η χρήση των μοντέλων συμβάλει στο να κατανοήσουν οι μαθητές ότι η επιστημονική γνώση είναι ανθρώπινο

κατασκευάσμα και ότι τα μοντέλα ποικίλουν ως προς την ικανότητα τους να προσεγγίσουν, να εξηγήσουν και να προβλέψουν τα φαινόμενα του πραγματικού κόσμου. Τέλος, η δόμηση γόνιμων επιστημολογικών ιδεών οδηγεί τους μαθητές στο να αιτιολογούν καλύτερα επιστημονικά ζητήματα και να αφομοιώνουν σε μεγαλύτερο βαθμό την εννοιολογική τους γνώση (Schwarz & White, 2005).

Τα μοντέλα κάθε τύπου είναι αναγκαία στην διδασκαλία του περιεχομένου των ΦΕ διότι δημιουργούν οπτικές αναπαραστάσεις και έτσι καθιστούν τους μαθητές ικανούς να συλλάβουν δύσκολα φαινόμενα. Η χρήση των μοντέλων γίνεται ακόμη πιο αναγκαία όταν όσον αφορά τη διδασκαλία της ναοκλίμακας όπου είναι δύσκολο να διδαχθούν οι μαθητές για φαινόμενα της ναοκλίμακας μέσα από φωτογραφίες, οπτικό μικροσκόπιο ή απλές παρουσιάσεις (Daly & Bryan, 2007). Έτσι η έλλειψη ηλεκτρονικών μικροσκοπίων από τα σχολικά εργαστήρια καθιστά αναγκαία τη δημιουργία και τη χρήση μοντέλων ως μοναδικού εργαλείου για την μελέτη του ναόκοσμου (Μάνου κ α., 2015).

Ο καλύτερος τρόπος, λοιπόν, για να διδαχθούν αφηρημένα και μη ορατά φαινόμενα είναι η χρήση πολλαπλών μοντέλων όπου το καθ' ένα αναπαριστά το φαινόμενο με διαφορετικό τρόπο και εστιάζει σε ένα διαφορετικό του γνώρισμα. Αυτή η ποικιλία των πολλαπλών μοντέλων επιτρέπει στους μαθητές να συλλέξουν πολλαπλές πληροφορίες και να δομήσουν τα δικά τους νοητικά μοντέλα για το φαινόμενο που μελετούν. Συνεπώς, τα μη ορατά φαινόμενα της ναοκλίμακας και η εξάρτηση από τα ρεαλιστικά μοντέλα για της διαδικασίες ανάπτυξης της ναοκλίμακας, καθιστούν αναγκαία τη χρήση τόσο δισδιάστατων όσο και τρισδιάστατων αναπαραστάσεων ώστε οι μαθητές να κατανοήσουν τις έννοιες και τη φύση της ναοκλίμακας (Daly & Bryan, 2007).

Δεδομένου ότι τα μοντέλα παρέχουν εξηγήσεις για καταστάσεις όπου οι μαθητές μπορούν εύκολα να συσχετίσουν, θα μπορούσε να βελτιώσει την εμπλοκή τους στη διαδικασία και στο περιεχόμενο της επιστημονικής τους γνώσης. Η απόκτηση των δεξιοτήτων μοντελοποίησης κάνει τα παιδιά να αισθάνονται ότι έχουν κάνει τη γνώση ιδιοκτησία τους και ότι μπορούν να αξιοποιήσουν αυτές τις δεξιότητες για να διερευνήσουν πολλά φαινόμενα που συναντούν στην καθημερινότητα τους (Gilbert & Justi, 2016).

Συνεπώς, όπως διαφαίνεται από τη βιβλιογραφία, η κούκλα, το θεατρικό παιχνίδι και τα μοντέλα αποτελούν σημαντικά εκπαιδευτικά εργαλεία και μπορούν να συνεισφέρουν στην κατάκτηση της γνώσης από παιδιά μικρής ηλικίας. Τα οφέλη των τριών αυτών εκπαιδευτικών εργαλείων μπορούν να συνοψιστούν παρακάτω:

- Εξάπτουν τη φαντασία των παιδιών.
- Προσφέρουν ένα διασκεδαστικό τρόπο μάθησης.
- Συνδράμουν στην ανάπτυξη της σχέσης αιτίου - αποτελέσματος στις δραστηριότητες ΦΕ.
- Με τη βοήθεια της φαντασίας, εισάγουν τα παιδιά σε κόσμους άγνωστους και μη ορατούς με γυμνό μάτι όπως στην περίπτωση της Νανοτεχνολογίας.
- Συμβάλλουν στη βιωματική μάθηση.
- Αναπτύσσουν την αντιληπτική ικανότητα των παιδιών.
- Προωθούν την εννοιολογική κατανόηση και τη γνώση.
- Οδηγούν στην κατανόηση δύσκολων, αφηρημένων και επιστημονικών εννοιών όπως αυτή της Νανοτεχνολογίας.
- Προάγουν τη συνεργατική μάθηση.
- Βοηθούν στην οπτικοποίηση της σκέψης.
- Συμβάλλουν στη δόμηση νοητικών μοντέλων.

1.5 Διδασκαλία αφηρημένων εννοιών σε παιδιά προσχολικής ηλικίας

Η διδασκαλία αφηρημένων εννοιών σε μαθητές/-τριες προσχολικής ηλικίας αποτελεί δύσκολο εγχείρημα εξαιτίας του μικρού ηλικιακού επιπέδου των παιδιών. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η κούκλα, το θεατρικό παιχνίδι και τα μοντέλα συμβάλλουν στη διδασκαλία τέτοιων εννοιών στο νηπιαγωγείο. Παρακάτω παρουσιάζονται επιπλέον εκπαιδευτικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τη διδασκαλία αφηρημένων εννοιών ΦΕ στην προσχολική εκπαίδευση.

Είναι ευρέως αποδεκτό ότι οι αλληλεπιδράσεις των παιδιών με τα άτομα του οικογενειακού και σχολικού τους περιβάλλοντος καθώς και η επαφή που έχουν με τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης (ΜΜΕ), αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την ανάπτυξή τους. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται οι προηγούμενες δομές που θα οδηγήσουν στη νέα γνώση. Επιπροσθέτως, οι φυσικές και κοινωνικές

εμπειρίες που αποκτούν οι μαθητές προσχολικής ηλικίας μέσα από τη φύση τους για εξερεύνηση, συνεισφέρουν στην ανάπτυξη της επιστημονικής κατανόησης (Allen & Kambouri-Danos, 2017).

Η δόμηση της επιστημονικής γνώσης από τους μαθητές επιτυγχάνεται μέσα από μία μαθησιακή πρόοδο. Με τον όρο αυτό εννοείται η περίοδος που απαιτείται ώστε οι μαθητές να δημιουργήσουν μια ολοκληρωμένη, τελική ιδέα (final, finished concept) που είναι επιστημονικά αποδεκτή. Αυτό περιλαμβάνει την πολλαπλή αλλαγή της ιδέας όπου κάθε φορά εξελίσσεται πλησιάζοντας έτσι την επιστημονική. Σημαντικό ρόλο στην επίτευξη της μαθησιακής προόδου αποτελούν οι παρανοήσεις των μαθητών οι οποίες έχουν να κάνουν με ιδέες οι οποίες διαφέρουν από τις αποδεκτές ιδέες της επιστημονικής κοινότητας (Allen & Kambouri-Danos, 2017). Αυτές οι παρανοήσεις θα πρέπει να αναγνωρίζονται και λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό διδασκαλίας ΦΕ (Kambouri, 2016).

Η φαντασία και η δημιουργικότητα αποτελούν σημαντικό παράγοντα στην ανάπτυξη επιστημονικής σκέψης σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Από τα πρώτα χρόνια της ζωής τους, τα παιδιά αναπτύσσουν δημιουργικές δραστηριότητες μέσα από το παιχνίδι και κυρίως το φανταστικό παιχνίδι (Vygotsky, 2004). Η μάθηση, όταν βασίζεται σε δραστηριότητες παιχνιδιού, προάγει τη φαντασία και τη δημιουργικότητα των μικρών παιδιών. Μέσα από αυτή τη διαδικασία οι μαθητές αναπτύσσουν τη φαντασία τους και έτσι μπορούν να φανταστούν ακόμη και πράγματα που δεν μπορούν να δουν κατακτώντας, με αυτό τον τρόπο, αφηρημένες έννοιες. Σε δραστηριότητες βασισμένες στη μάθηση μέσα από το παιχνίδι, αναφορικά με το γνωστικό αντικείμενο της χημείας που είχαν στόχο την κατανόηση της έννοιας «μικρό» από μαθητές προσχολικής ηλικίας, φάνηκε ότι αρχικά οι περιγραφές τους βασίστηκαν στις καθημερινές τους εμπειρίες, σταδιακά όμως αντιλήφθηκαν ότι τα πράγματα μπορεί να μην είναι έτσι όπως φαίνονται. Μέσα από την παρακολούθηση animation σε υπολογιστή βοηθήθηκαν στο να κατανοήσουν το μη ορατό και αντιλήφθηκαν τελικά ότι παρά τη μεγέθυνση τους τα αντικείμενα στην πραγματικότητα ήταν μικρά. Πιο συγκεκριμένα, μπόρεσαν να αντιληφθούν πως υπάρχουν διαφορετικά επίπεδα μικρότερων πραγμάτων στα καθημερινά αντικείμενα που μελετούσαν, όπως η πεταλούδα και το φύλλο, οδηγώντας τους σταδιακά στον κόσμο των μορίων και των ατόμων (Adbo & Vidal Carulla, 2020).

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας ιδιαίτερα συνυφασμένος με την δημιουργική σκέψη και τη φαντασία των μικρών παιδιών είναι η ζωγραφική. Η ζωγραφική αποτελεί μια τυπική δημιουργική δραστηριότητα ιδιαίτερα κατά την προσχολική περίοδο. Αποτελεί το κυριότερο μέσο ώστε να εκφράσουν τα παιδιά ό,τι τους απασχολεί (Vygotsky, 2004) και συμβάλλει στη δημιουργική σκέψη που είναι σημαντική για την ανάπτυξη αφηρημένων εννοιών (Güneş & Şahin, 2020). Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι η ζωγραφική βοηθάει στην έκφραση των παιδιών σχετικά με φαινόμενα φυσικών επιστημών επομένως μπορούν οι δάσκαλοι να κατανοήσουν τον τρόπο με τον οποίο σκέφτονται οι μαθητές (Åkerblom & Thorshag, 2021). Επιπλέον, μέσα από τα φανταστικά και ρεαλιστικά στοιχεία που εμπεριέχουν οι ζωγραφιές των παιδιών, αποκαλύπτουν την ανάπτυξη των αφηρημένων εννοιών και γνωστικών τους δομών. Για παράδειγμα, τα παιδιά προσέγγισαν την αφηρημένη έννοια του χρόνου μέσα από τα συστήματα σκέψης τους χρησιμοποιώντας λεκτικά και μη λεκτικά στοιχεία και απεικόνισαν και αφηγήθηκαν τη διαδικασία νοηματοδότησης της έννοιας του χρόνου σχηματίζοντας, για παράδειγμα, λαβυρίνθους που οδηγούν στο παρελθόν και στο μέλλον (Güneş & Şahin, 2020).

Σχετικά με τη διδασκαλία της αφηρημένης έννοιας του μαγνητισμού σε παιδιά προσχολικής ηλικίας, χρησιμοποιήθηκε η αφήγηση ιστοριών ως εκπαιδευτικό εργαλείο ώστε να κατανοήσουν οι μαθητές αυτό το φαινόμενο. Ενώ πριν από την εφαρμογή της εκπαιδευτικής διαδικασίας οι μαθητές φαίνεται να επικεντρώνονταν μόνο στην ελκτική ιδιότητα των μαγνητών, φάνηκε όμως, ότι η ιστορία τους βοήθησε να κατανοήσουν πως ο μαγνητισμός δημιουργεί τόσο έλξη όσο και απώθηση αλλά και να αντιληφθούν τα υλικά π.χ. ο μαγνήτης έλκει σιδερένια αντικείμενα. Τέλος, μετά την εφαρμογή του εκπαιδευτικής διαδικασίας, όταν ρωτήθηκαν οι μαθητές τι συμβαίνει και οι μαγνήτες κολλούν μεταξύ τους αναφέρθηκαν στο ότι υπάρχει μια μυστηριώδης δύναμη που δεν μπορούμε να δούμε και όταν οι μαγνήτες πλησιάσουν αρκετά ο ένας στον άλλο, οι μαγνήτες μπορεί να κολλήσουν μεταξύ τους ή όχι (Kalogiannakis, 2018, pp. 545).

Αναφορικά με την αφηρημένη έννοια της ύλης, έγινε προσπάθεια κατάκτηση της ατομικής μοριακής θεωρίας (atomic molecular theory AMT) από μαθητές μικρών ηλικιακών ομάδων συμπεριλαμβανομένου και αυτής του νηπιαγωγείου. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, προτείνεται η

επανανοηματοδότηση της ύλης και της συμπεριφοράς της σε μακροσκοπικό και μικροσκοπικό επίπεδο. Οι μαθητές προσχολικής ηλικίας μπορούν να κατανοήσουν το μέγεθος και το βάρος των αντικειμένων και γνωρίζουν ότι το πιο βαρύ από τα δύο αντικείμενα θα γείρει τη ζυγαριά. Ακόμη, οι μαθητές αυτής της ηλικίας δεν μπορούν να αντιληφθούν τα αντικείμενα ως μέρος της ύλης αλλά δίνουν σημασία κυρίως στα εξωτερικά τους χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα, το σχήμα, το μέγεθος, τη λειτουργία τους κ.α. (Wiser et al, 2013).

Για την ενίσχυση της ιδέας για την υλική κατασκευή των αντικειμένων, έγινε πιλοτική εφαρμογή σε μαθητές προσχολική ηλικίας και περιλάμβανε χειραπτικές δραστηριότητες ώστε να ελεγχθεί τελικά αν οι μαθητές αναθεωρήσουν τις αρχικές τους ιδέες σχετικά με τα υλικά. Παρουσιάστηκαν κάποια υλικά στους μαθητές και έγινε συζήτηση γι' αυτά εισάγοντας την έννοια «υλικά» και «φτιαγμένο από». Τέλος, ταξινομήσαν τα υλικά σε «οικογένειες» σύμφωνα με το υλικό και το σχήμα τους. Στη συνέχεια, τα ίδια υλικά κλήθηκαν να τα μαντέψουν και να τα περιγράψουν έχοντας κλειστά τα μάτια τους. Αναφορικά με την έννοια της ποσότητας των υλικών, χρησιμοποιήθηκαν και πάλι χειραπτικές δραστηριότητες, εισάγοντας αυτή τη φορά την έννοια «ποσότητα του» (amount of), χρησιμοποιώντας τουβλάκια λέγκο και βάζα με ρύζι όπου και στις δύο περιπτώσεις οι μονάδες του συνόλου είναι ορατές. Τόσο στα υλικά όσο και στην ποσότητα οι μαθητές εμφάνισαν βελτίωση μετά την εκπαιδευτική διαδικασία (Wiser et al., 2013).

Οι χειραπτικές δραστηριότητες που χρησιμοποιήθηκαν για τις έννοιες των υλικών και της ποσότητας φαίνεται να συνείσφεραν στην κατάκτηση της επιστημονικής έννοιας καθώς η νοηματοδότηση και η ανακάλυψη της αφηρημένης έννοιας είναι αρχικά εμπειρική και έπειτα γίνεται αφηρημένη (Åkerblom & Thorshag, 2021). Αυτό συμφωνεί και με την αντίληψη του Vygotsky (1934/1987) σύμφωνα με την οποία οι μαθητές/-τριες δεν μαθαίνουν την τελική μορφή των επιστημονικών εννοιών αλλά την αναπτύσσουν σταδιακά. Γι' αυτό πρέπει να υπάρχουν τα υλικά και ο χρόνος ώστε να αλληλοεπιδράσουν τα παιδιά προσχολικής ηλικίας και να κατακτήσουν τη γνώση (Safkes et al., 2011).

Επιπροσθέτως, σημαντικό ρόλο κατά την εκπαιδευτική διαδικασία διαδραματίζει ο διάλογος του εκπαιδευτικού με τους μαθητές καθώς προάγεται η εξωτερίκευση και η ανάπτυξη της σκέψης των παιδιών. Ακόμη, βοηθάει στην

εδραίωση των ιδεών των μαθητών και στην ανάπτυξη της δεξιότητας για προφορική αιτιολόγηση των απόψεων τους. Τέλος, η βοήθεια (scaffolding) που προσφέρεται από τον εκπαιδευτικό στους μαθητές κατά τη διδασκαλία, βοηθάει στην ανεξαρτησία των μαθητών ως διερευνητές και επιλυτές προβλημάτων, προάγει την εννοιολογική κατανόηση και δημιουργεί μεταγνωστικές στρατηγικές. (Cremin et al., 2015).

Κλείνοντας αυτή την ενότητα, παρατηρούμε πως εντοπίζονται ερευνητικές εργασίες που επικεντρώνονται στην διδασκαλία αφηρημένων εννοιών, όπως αυτές του χρόνου και της χιμείας, σε παιδιά της προσχολικής ηλικίας. Έχοντας ως γνώμονα τη δημιουργικότητα και τη φαντασία τους και αξιοποιώντας κατάλληλα εκπαιδευτικά εργαλεία, μπορούμε να τους οδηγήσουμε στην σταδιακή κατάκτηση δύσκολων επιστημονικών εννοιών αξιοποιώντας τις εμπειρίες τους, αφήνοντας τους να αλληλοεπιδράσουν με υλικά και δίνοντας τους χρόνο για να το πετύχουν.

1.6 Οι στόχοι του Αναλυτικού Προγράμματος (ΑΠ) για τη διδασκαλία φυσικών επιστημών στο Νηπιαγωγείο

Σε αυτή την ενότητα παρατίθενται οι ενότητες που περιλαμβάνει το ΑΠ αναφορικά με τις ΦΕ καθώς και ενδεικτικοί στόχοι για κάθε μία από αυτές. Το ΑΠ για τη διδασκαλία σε μαθητές/-τριες προσχολικής ηλικίας αναδεικνύει πολλά από τα εκπαιδευτικά υλικά που παρουσιάστηκαν στις παραπάνω ενότητες προκειμένου να καταστεί δυνατή η διδασκαλία σε αυτή την ηλικιακή ομάδα. Ειδικότερα μελετήθηκε το ΑΠ προσχολικής εκπαίδευσης με επικέντρωση στον τρόπο αξιοποίησης των εκπαιδευτικών εργαλείων που εντοπίστηκαν στη βιβλιογραφία (βίντεο, θεατρικό παιχνίδι, μοντέλα κ.α.) αναφορικά με τα παιδιά του νηπιαγωγείου.

Πιο συγκεκριμένα, η προβολή βίντεο μέσω Η/Υ συντελεί στο να αντλήσουν τα παιδιά πληροφορίες για τα αντικείμενα που μελετούν. Επιπροσθέτως τα μοντέλα εκτός από τα προαναφερόμενα οφέλη που παρατέθηκαν σε προηγούμενη νεότητα συμβάλλουν στην επίτευξη του τεχνολογικού γραμματισμού συμβάλλοντας παράλληλα στην εξοικείωση των παιδιών με το τεχνητό και τεχνολογικό περιβάλλον και η απόκτηση θετικής στάσης απέναντι στην επιστημονική πρακτική. Τέλος, μέσα από δραστηριότητες θεατρικού παιχνιδιού μπορούν να προσεγγίσουν

κριτικά έννοιες και φαινόμενα και προσδιορίζουν τον ρόλο ως ένα μέσο για να υποδυθούν έναν «άλλον» χαρακτήρα και να αλληλοεπιδράσουν σε έναν «άλλο» χρόνο και χώρο (Πεντέρη κ.α., 2021).

Τα παιδιά μέχρι να φτάσουν στο ηλικιακό φάσμα της προσχολικής ηλικίας έχουν ήδη διαμορφώσει κάποιες αντιλήψεις για τον κόσμο που τους περιβάλλει μέσα από την φυσική τους περιέργεια και τα βιώματα τους. Οι προγενέστερες αυτές αντιλήψεις, περισσότερο ή λιγότερο συνεκτικές, σαφής και ολοκληρωμένες, αποτελούν την βάση ώστε μέσα από κατάλληλες μαθησιακές εμπειρίες που βασίζονται στη διερευνητική μάθηση, να αποκτήσουν οι μαθητές θετική στάση απέναντι στον επιστημονικό τρόπο σκέψης. Στο πλαίσιο της διερευνητικής μάθησης και μέσα από τα προβλήματα που καλούνται να επιλύσουν, οι μαθητές υιοθετούν έννοιες και μεθόδους των επιστημών οδηγούμενοι έτσι σταδιακά με αυτό τον τρόπο στη συστηματοποίηση της σκέψης τους (ΦΕΚ, 2021).

Πιο συγκεκριμένα, το ΑΠ του νηπιαγωγείου αναφορικά με τις ΦΕ επιδιώκει τον επιστημονικό γραμματισμό μέσα από α) τη δημιουργία κατάλληλου υπόβαθρου για τη μελλοντική ανάπτυξη νέου και υψηλότερου επιπέδου επιστημονικών γνώσεων και δεξιοτήτων, β) την ανάπτυξη θετικής στάσης απέναντι στην επιστήμη και τη συνειδητοποίηση της σημασίας της στην καθημερινή ζωή και γ) την ανάπτυξη υπεύθυνης στάσης και δράσης για την προστασία της ζωής και του φυσικού περιβάλλοντος (Πεντέρη κ.α., 2021).

Αναλυτικότερα το ΑΠ του νηπιαγωγείου εστιάζει σε τρεις τομείς αναφορικά με τις ΦΕ. Ο πρώτος έχει να κάνει με τους ζωντανούς οργανισμούς. Ενδεικτικοί στόχοι αυτού του τομέα είναι: να αναγνωρίζουν οι μαθητές τις σχέσεις αλληλεξάρτησης ανάμεσα στους ζωντανούς οργανισμούς και το περιβάλλον στο οποίο ζουν και να αξιοποιούν στοιχεία από τη μορφολογία των ζωντανών οργανισμών για να κάνουν υποθέσεις για το είδος τους το μέρος και τον τρόπο με τον οποίο ζουν.

Ο δεύτερος τομέας έχει να κάνει με την ύλη και τα φαινόμενα, με ενδεικτικούς στόχους, να είναι οι μαθητές ικανοί να χρησιμοποιούν τις αισθήσεις τους και κατάλληλο λεξιλόγιο ώστε να περιγράψουν αντικείμενα και να διατυπώνουν προβλέψεις για διάφορα απλά φυσικά φαινόμενα και τις επιπτώσεις τους και να διαμορφώνουν μοντέλα με βάση τις παρατηρήσεις τους.

Τέλος, ο τρίτος τομέας αναφέρεται με τη Γη το πλανητικό σύστημα και το διάστημα στοχεύοντας ενδεικτικά στο να μπορούν οι μαθητές να αναγνωρίζουν το σχήμα και την κίνηση της Γης και των άλλων πλανητών του πλανητικού μας συστήματος. Ακόμη, να είναι ικανοί οι μαθητές να συσχετίζουν την κίνηση της Γης γύρω από τον εαυτό της με την εναλλαγή μέρας-νύχτας και την κίνησή της γύρω από τον ήλιο με την εναλλαγή των εποχών (Πεντέρη κ.α., 2021).

Συνεπώς, από τη μελέτη του ΑΠ για την προσχολική ηλικία, απορρέει το ότι δεν γίνεται αναφορά στα μικρόβια και τους ιούς. Οι οντότητες αυτές του μικρόκοσμου και του νανόκοσμου αντίστοιχα με τις οποίες καθημερινά οι μαθητές έρχονται σε επαφή παρά το γεγονός ότι δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι, επηρεάζουν τον μακρόκοσμο, δηλαδή τα ίδια τα παιδιά κάνοντας τους να προσβληθούν από πληθώρα ιώσεων.

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 Σκοπός της έρευνας

Στη βιβλιογραφία καταγράφονται ήδη έρευνες που εστιάζουν στη διδασκαλία του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας στην Α/θμια εκπαίδευση (Peikos et al., 2022). Καταγράφονται ακόμη, οι αντιλήψεις παιδιών ηλικίας 4-10 ετών αναφορικά με το πώς αντιλαμβάνονται και αναπαριστούν οντότητες του νανόκοσμου, και ειδικότερα τον SARS-CoV-2 (κορωνοϊό) (Bonoti et al., 2021). Στόχος της εργασίας είναι, η ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού που σχετίζεται με την έννοια του μεγέθους και των οργάνων παρατήρησης, καθώς και η ανάδειξη των αντιλήψεων των μαθητών -/-τριών πριν και μετά την πιλοτική εφαρμογή την εκπαιδευτικής παρέμβασης.

Πιο συγκεκριμένα ο κορωνοϊός, όπως ήδη έχει αναφερθεί, αποτελεί οντότητα του νανόκοσμου. Μέσα από την ανάπτυξη δραστηριοτήτων, τόσο για το μέγεθος όσο και για τα εργαλεία παρατήρησης, τα παιδιά μπορούν να κατανοήσουν πόσο μικρά είναι τα αντικείμενα του νανόκοσμου και ποια είναι τα ειδικά εργαλεία που απαιτούνται ώστε να μπορέσουν να τα παρατηρήσουν. Επιπλέον, οι μαθητές/-τριες καλούνται να αντιληφθούν πώς η δομή των масκών που αποτελούνται από μικρούς πόρους, διαφορετικούς για κάθε ήδος μάσκας, συμβάλει στη διαδικασία προστασίας από τη μετάδοση του κορωνοϊού.

Για το λόγο αυτό, τα ερευνητικά ερωτήματα (ΕΕ) που δημιουργήθηκαν είναι τα ακόλουθα:

ΕΕ 1: Ποιες είναι οι αντιλήψεις μαθητών/-τριών Νηπιαγωγείου για τον κορωνοϊό πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση;

ΕΕ 2: Ποιες είναι οι αντιλήψεις μαθητών/-τριών Νηπιαγωγείου αφενός για τη δομή της μάσκας και αφετέρου για τη λειτουργία της στην προστασία από τον κορωνοϊό πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση;

2.2 Συμμετέχοντες

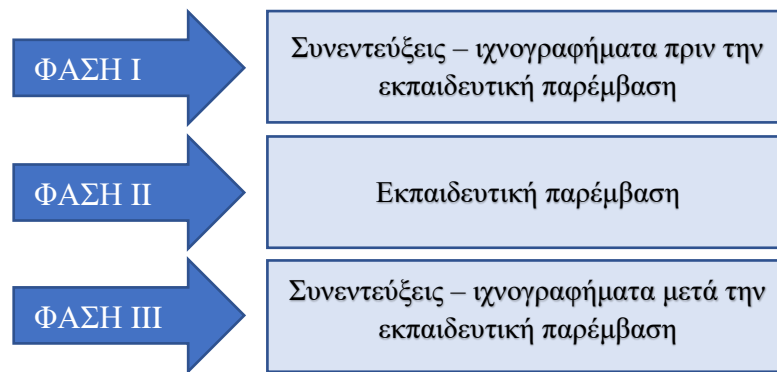
Στην έρευνα συμμετείχαν 10 παιδιά νηπιακής ηλικίας (5-6 ετών), 4 εκ των οποίων ήταν αγόρια και 6 ήταν κορίτσια, τα οποία φοιτούσαν σε Νηπιαγωγείο της Δυτικής Μακεδονίας. Αξίζει να σημειωθεί, πως ο αρχικός αριθμός των μαθητών που επρόκειτο να συμμετέχει στην έρευνα ήταν 15 παιδιά αλλά τελικά αξιολογήθηκε η συμμετοχή των 10 καθώς τα υπόλοιπα 5 απουσίαζαν κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής παρέμβασης, επομένως αποκλείστηκαν από τη διαδικασία της συνέντευξης μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση.

2.3 Εξασφάλιση πρόσβασης

Η επιλογή του σχολείου έγινε έπειτα από συνεννόηση του ερευνητή με τη διευθύντρια του Νηπιαγωγείου της Δυτικής Μακεδονίας, η οποία έδειξε αμέσως ενδιαφέρον για τη διδασκαλία του καινοτόμου περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας για τα παιδιά που φοιτούσαν εκεί. Η πρόσβαση στο σχολείο έγινε με άδεια της Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας ΠΔΜ με αριθμό: 26/17-05-2022 όπου διασφαλίζεται η ασφάλεια και η αυτονομία των συμμετεχόντων επίσης προστατεύονται πλήρως όλα τα δικαιώματα και τα προσωπικά τους δεδομένα. Τέλος, ζητήθηκε η γραπτή συγκατάθεση των γονέων πριν από την έναρξη της ερευνητικής διαδικασίας.

2.4 Ερευνητικός σχεδιασμός

Η παρούσα ερευνητική εργασία αφορά στο σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αξιολόγηση μιας σειράς δραστηριοτήτων σχετικά με τις αντιλήψεις μαθητών νηπιαγωγείου για τον κορωνοϊό αλλά και για τις αντιλήψεις τους στο πώς η χρήση μάσκας μειώνει τη μετάδοση του. Ο ερευνητικός σχεδιασμός διέπεται από τρεις φάσεις (Σχήμα 3). Στην πρώτη φάση (ΦΑΣΗ Ι) έγινε καταγραφή των προγενέστερων γνώσεων των παιδιών αναφορικά με το αντικείμενο μελέτης με τη χρήση ημι-δομημένης συνέντευξης και ιχνογραφημάτων.



Σχήμα 3 Σχηματική απεικόνιση ερευνητικής διαδικασίας

Στη συνέχεια η δεύτερη φάση (ΦΑΣΗ II) περιλαμβάνει την εφαρμογή της σειράς δραστηριοτήτων που δομήθηκαν για τη διδασκαλία του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας στην τάξη. Τέλος, η τρίτη φάση (ΦΑΣΗ III), αφορά στη συλλογή δεδομένων με τη διαδικασία της συνέντευξης μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση με τα ίδια μεθοδολογικά εργαλεία όπως και στη ΦΑΣΗ I.

2.5 Συλλογή δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων έγινε συνδυαστικά με ημι-δομημένες συνεντεύξεις και ιχνογραφήματα (ζωγραφιές) των παιδιών. Η διαδικασία αυτή ακολουθήθηκε τόσο πριν την εκπαιδευτική παρέμβαση ώστε να ανιχνευθούν οι προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών όσο και μετά την εφαρμογή της εκπαιδευτικής παρέμβασης. Ειδικότερα, η διάρκεια των συνεντεύξεων ήταν περίπου 10 λεπτά και για τα ιχνογραφήματα χρειάστηκε περίπου 10 λεπτά. Η λήψη των συνεντεύξεων πριν την εκπαιδευτική παρέμβαση έγινε μία εβδομάδα πριν την έναρξη της και η διαδικασία των συνεντεύξεων μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, μία μέρα μετά την ολοκλήρωση της. Προκειμένου να υπάρχει όσο το δυνατόν καλύτερο αποτέλεσμα, επιλέχθηκε μία ήσυχη αίθουσα για την ηχογράφηση των συνεντεύξεων πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, διαφορετική από αυτή που πραγματοποιούσαν οι μαθητές τις καθημερινές τους δραστηριότητες ώστε να μην αποσπάται η προσοχή τους.

Τα εν λόγω ερευνητικά εργαλεία, επιλέχθηκαν με γνώμονα τα χαρακτηριστικά της νηπιακής ηλικίας και τη δυνατότητα εφαρμογής τους στο νηπιαγωγείο. Τα παιδιά αυτής της ηλικίας δεν έχουν κατακτήσει ακόμη τις

δεξιότητες γραφής και ανάγνωσης, συνεπώς η ημι-δομημένη συνέντευξη θεωρήθηκε ο καταλληλότερος τρόπος ώστε να συλλεχθούν τα δεδομένα. Επιπροσθέτως, τα ιχνογραφήματα αποτελούν βασικό στοιχείο και συνηθισμένη δραστηριότητα του συγκεκριμένου ηλικιακού επιπέδου μέσα από τα οποία ο εκπαιδευτικός μπορεί να αντλήσει πληθώρα στοιχείων για τον τρόπο σκέψης των μικρών παιδιών (Cox, 2005; Åkerblom & Thorshag, 2021).

Η ανάπτυξη των ερευνητικών εργαλείων για την παρούσα ερευνητική προσπάθεια βασίστηκε σε ένα βαθμό σε προγενέστερη μελέτη όσον αφορά τις αντιλήψεις παιδιών νηπιαγωγείου και δημοτικού σχολείου για τον κορωνοϊό. Και σε εκείνη την περίπτωση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αποτελούσαν συνδυασμό ιχνογραφήματων και των περιγραφών τους από τα παιδιά (Bonoti et al., 2021). Αναφορικά με το σκέλος των ερευνητικών εργαλείων που στοχεύει στις αντιλήψεις των μαθητών/-τριών για τη δομή και τη λειτουργία των масκών, αναπτύχθηκε από τον ερευνητή. Τα ιχνογραφήματα και εδώ επιλέχθηκαν ως βασικό μέσο για να μπορέσουν να γίνουν, με μεγαλύτερη σαφήνεια, κατανοητές οι αντιλήψεις των νηπίων.

2.5.1 Ημι-δομημένη συνέντευξη

Κατά τη διάρκεια της πρώτης συνάντησης, πραγματοποιήθηκαν ατομικές συνεντεύξεις ώστε να καταγραφούν οι αρχικές αντιληψεις των παιδιών για δύο θεματικές:

1. Τις αντιλήψεις των παιδιών για τον κορωνοϊό.
2. Τις αντιλήψεις του για την προστασία των масκών από την μετάδοση του ιού.

Αναλυτικά η συνέντευξη ακολούθησε την εξής πορεία:

Θεματική 1: Αντιλήψεις των μαθητών για τον κορωνοϊό

EP1: *Τα τελευταία χρόνια ακούμε συνεχώς για τον κορωνοϊό. Για πες μου εσύ τι νομίζεις ότι είναι ο κορωνοϊός;*

Πιθανές βοηθητικές ερωτήσεις:

- *Δηλαδή αυτό πως το εννοείς;*

- , δώσε μου ένα παράδειγμα!

EP2: Ζωγράφισέ το μου να το καταλάβω καλύτερα σε παρακαλώ!

Πιθανές βοηθητικές ερωτήσεις:

- Για εξήγησε μου τι είναι αυτό που ζωγράφισες;

EP3: Πού νομίζεις ότι υπάρχει ο κορωνοϊός;

Πιθανές βοηθητικές ερωτήσεις:

- (σε περίπτωση που οι μαθητές αναφέρουν ότι δεν υπάρχει ο κορωνοϊός θα γίνει η ερώτηση) Γιατί νομίζεις ότι δεν υπάρχει;

EP4: Με ποιον τρόπο φαντάζεσαι ότι μπορούμε να τον δούμε;

Πιθανές βοηθητικές ερωτήσεις:

- Δηλαδή με ποια εργαλεία – όργανα μπορούμε να τον δούμε;

EP5: Νομίζεις ότι υπάρχει κάτι που να είναι πιο μικρό από τον κορωνοϊό;

Πιθανές βοηθητικές ερωτήσεις:

- για δώσε μου ένα παράδειγμα να το καταλάβω καλύτερα.

EP6: Νομίζεις ότι υπάρχει κάτι που να είναι πιο μεγάλο από τον κορωνοϊό;

Πιθανές βοηθητικές ερωτήσεις:

- Για δώσε μου ένα παράδειγμα.

Θεματική 2: Αντιλήψεις των μαθητών για τις μάσκες προστασίας

EP7: Έχουμε ακούσει ότι υπάρχουν τόσες μάσκες που μας προστατεύουν από τον κορωνοϊό. Τελικά αναρωτιέμαι, πώς μας προστατεύουν; Για εξήγησε μου, πώς νομίζεις ότι η μάσκα μπορεί να μας προστατέψει;

EP8: Θα ήθελες να μου το ζωγραφίσεις;

Πιθανές βοηθητικές ερωτήσεις:

- Εδώ πέρα δηλαδή τι έκανες;
- Εξήγησέ το μου για να το καταλάβω καλύτερα.



EP9: Εδώ έχω φέρει δύο μάσκες μαζί μου (υφασμάτινη, , FFP2). Έχεις φορέσει κάποια από αυτές; Αυτή που φοράς με ποια νομίζεις ότι μοιάζει; Νομίζεις ότι είναι ίδιες;

Πιθανές βοηθητικές ερωτήσεις:

- Σε τι νομίζεις ότι διαφέρουν;
- Θέλεις να μου δώσεις ένα παράδειγμα για να το καταλάβω καλύτερα;

EP10α & 10β : Αν είχαμε φανταστικά μάτια και μπορούσαμε να μπούμε μέσα σε αυτή τη μάσκα τι νομίζεις ότι θα βλέπαμε; (επαναλαμβάνεται η ίδια ερώτηση και για τις δύο μάσκες)

EP11α & 11β: Ζωγράφισε μου κάτω από κάθε μάσκα τι θα βλέπαμε με τα φανταστικά μας μάτια.

Πιθανές βοηθητικές ερωτήσεις:

- Για εξήγησε μου τι είναι αυτό που ζωγράφισες;

EP12: Ποια νομίζεις ότι μας προστατεύει καλύτερα;

Πιθανές βοηθητικές ερωτήσεις:

Εξήγησέ το μου να το καταλάβω καλύτερα

2.6 Το περιεχόμενο και η δομή των δραστηριοτήτων

Η εφαρμογή της εκπαιδευτικής διαδικασίας πραγματοποιήθηκε τον Ιούνιο του 2021. Δεδομένου πως μία από τις χαρακτηριστικές οντότητες του νανόκοσμου είναι οι ιοί, η πανδημία COVID19 που προκλήθηκε από τον κορωνοϊό (SARS-CoV-2), θεωρήθηκε ότι μπορεί να αποτελέσει ένα πλαίσιο με νόημα για τους μαθητές. Το περιβάλλον μάθησης βασίστηκε στη διερεύνηση υποστηριζόμενο από

μία κούκλα που δημιουργήθηκε από τον ερευνητή η οποία είχε το ρόλο του επιστήμονα και έθετε ερωτήσεις στους μαθητές.

Ο γενικός σκοπός της εκπαιδευτικής παρέμβασης ήταν η εισαγωγή εννοιών της Νανοτεχνολογίας σε παιδιά προσχολικής ηλικίας μέσα από την διερεύνηση του νανόκοσμου. Επίσης στόχευε στην κατανόηση της έννοιας του «μεγέθους» και των «εργαλείων» που συμπεριλαμβάνονται στις Μεγάλες Ιδέες της Νανοτεχνολογίας. Οι δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν αφορούσαν παιδιά νηπιακής ηλικίας και στο σχεδιασμό του λήφθηκαν υπόψη οι αρχές της ομαδοσυνεργατικής και της διερευνητικής μάθησης.

Οι κεντρικοί γνωστικοί στόχοι της εκπαιδευτικής παρέμβασης ήταν οι εξής:

- Να είναι ικανοί/ες οι μαθητές/-τριες να αναφέρουν ότι ο κορωνοϊός βρίσκεται στο νανόκοσμο.
- Να μπορούν οι μαθητές/-τριες να αντιληφθούν ότι τα αντικείμενα φαίνονται διαφορετικά με γυμνό μάτι με το οπτικό μικροσκόπιο και με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.
- Να αναγνωρίζουν ότι το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο είναι το εργαλείο με το οποίο μπορούμε να παρατηρήσουμε το νανόκοσμο.
- Να κατανοήσουν ότι η υφασμάτινη μάσκα αποτελείται από πόρους μεγαλύτερης διαμέτρου από αυτή του κορωνοϊού και συνεπώς μπορεί να τη διαπεράσει.
- Να κατανοήσουν ότι η μάσκα υψηλής προστασίας FFP2 αποτελείται από πόρους πολύ μικρής διαμέτρου δυσκολεύοντας έτσι τον κορωνοϊό να τους διαπεράσει.
- Να προσδιορίσουν το θεατρικό παιχνίδι ως μέσο για να κατανοήσουν τον μηχανισμό προστασίας των масκών από τον κορωνοϊό.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται το περιεχόμενο για τις ΜΙ Μέγεθος και κλίμακα και ΜΙ Εργαλεία και όργανα παρατήρησης που περιλαμβάνονται στο εκπαιδευτικό υλικό. Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3, για τη ΜΙ Μέγεθος και κλίμακα επιλέχθηκαν να διδαχθούν οι έννοιες μακρόκοσμος, μικρόκοσμος και νανόκοσμος μέσα από την ποιοτική κατηγοριοποίηση των αντικειμένων στο κάθε

ένα από τους παραπάνω κόσμους. Συνεπώς, η ΜΙ Εργαλεία και όργανα και συγκεκριμένα τα όργανα παρατήρησης αποτελούν το μέσο για να γίνουν ορατά τα αντικείμενα του μακρόκοσμου, του μικρόκοσμου και του νανόκοσμου και έτσι μπορούν να προσφέρουν την ποιοτική διάκριση τους στις τρεις κλίμακες (μάκρο, μικρο και νάνο).

ΜΙ	Έννοια	Περιεχόμενο
Μέγεθος & Κλίμακα	Μακρόκοσμος	Ο κόσμος που μπορούμε να παρατηρήσουμε με τα μάτια μας.
	Μικρόκοσμος	Ο κόσμος που μπορούμε να παρατηρήσουμε και με το μικροσκόπιο και εκεί υπάρχουν μικρά αντικείμενα
	Κύτταρο	Τα κύτταρα είναι τα μικρά κομματάκια από τα οποία αποτελούνται οι ζωντανοί οργανισμοί όπως για παράδειγμα ο τοίχος αποτελείται από πολλά τούβλα.
	Νανόκοσμος	Ο κόσμος που μπορούμε να παρατηρήσουμε μόνο με το σούπερ μικροσκόπιο και υπάρχουν πολύ πολύ μικρά αντικείμενα.
Εργαλεία & Όργανα παρατήρησης	Μικροσκόπιο	Με αυτό μπορούμε να παρατηρήσουμε τα μικρά αντικείμενα στον μικρόκοσμο.
	Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο	Είναι το σούπερ μικροσκόπιο που μπορούμε να δούμε τα πολύ πολύ μικρά αντικείμενα του νανόκοσμου.

Πίνακας 3 Επεξήγηση εννοιών που χρησιμοποιήθηκαν στην εκπαιδευτική παρέμβαση

2.6.1 Υλοποίηση εκπαιδευτικής παρέμβασης

Η εκπαιδευτική διαδικασία υλοποιήθηκε σε έξι μαθήματα των 30'-45'. Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά το περιεχόμενο και τα εκπαιδευτικά υλικά για κάθε μία από τις δραστηριότητες.

Δραστηριότητα 1^η (Διάρκεια: 45 ')

Στην πρώτη δραστηριότητα η κούκλα που καθοδηγούσε τη διερευνητική διαδικασία αρχικά συστήθηκε στα παιδιά. Τους είπε πως το όνομά του ήταν Ρούλης Ερευνητούλης (Ρ) (Εικ. 1) και ότι τους είχε φέρει ένα βίντεο για τον κορωνοϊό καθώς είχε ακούσει ότι τον φοβούνται.

Παρουσιάστηκε λοιπόν στα παιδιά, ένα σύντομο animation (Εικ. 2) που δημιουργήθηκε από τον ερευνητή με σκοπό να εισάγει στα παιδιά το πρόβλημα και να τα παρακινήσει να συμμετέχουν στη λύση του.

Μέσα από το animation, τα παιδιά συνέλλεξαν πληροφορίες για:

- το μέγεθος του ιού (δεν μπορεί να τον δει ανθρώπου μάτι),
- το ότι υπάρχουν ειδικά εργαλεία που τον μελετούν χωρίς όμως να γίνεται αναφορά στο ποια είναι αυτά τα εργαλεία και
- τους τρόπους προστασίας από τον ιό (μάσκες, αντισηπικά, πλύσιμο χεριών)



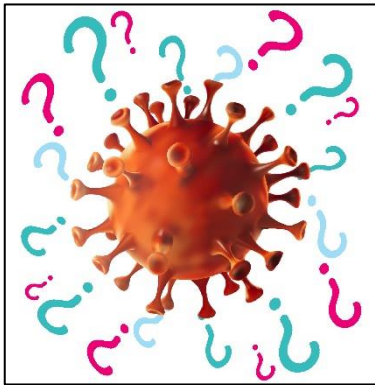
Εικόνα 1 Η κούκλα σε ρόλο επιστήμονα



Εικόνα 2 Στιγμιότυπο animation
<https://www.youtube.com/watch?v=HK6Mpm5c5m0>

Μετά την πρώτη προβολή του βίντεο ακολούθησε μία δεύτερη, αυτή τη φορά διακοπτόμενο. Συγκεκριμένα ο ερευνητής διέκοπτε το βίντεο στα σημεία που ο ήρωας έκανε κάποια ερώτηση και εμφάνιζε μία ερωτηματική κάρτα ξεχωριστή για την κάθε μία από τις ερωτήσεις. Αναλυτικότερα οι ερωτήσεις αφορούσαν στο:

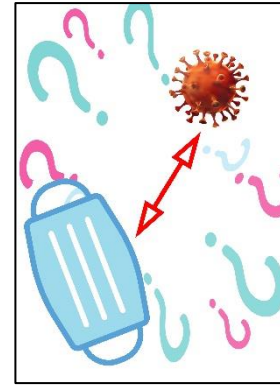
1. Τι είναι ο κορωνοϊός και γιατί δεν τον βλέπουμε; (Εικ. 3)
2. Γιατί πρέπει να φοράω μάσκα; (Εικ. 4)
3. Τι σχέση έχει η μάσκα με τον κορωνοϊό; (Εικ. 5)



Εικόνα 3 Τί είναι ο κορωνοϊός;



Εικόνα 4 Γιατί πρέπει να φοράω μάσκα;



Εικόνα 5 Τί σχέση έχει η μάσκα με τον κορωνοϊό;

Έγινε μία συζήτηση στην «παρεούλα», όπου τα παιδιά εξέθεσαν τις απόψεις τους αναφορικά με τις ερωτηματικές κάρτες και υποσχέθηκαν στην κούκλα - επιστήμονα πως θα τον βοηθήσουν ώστε να βρουν μία λύση και να μπορέσουν να απαντήσουν στις ερωτήσεις του ήρωα. Γι' αυτό το λόγο η κούκλα τους μοίρασε σκουφάκια ιατρικά μιας χρήσεως και καρτελάκια που έγραφαν τα ονόματά τους ώστε να γίνουν επιστήμονες και να τον βοηθήσουν σε όλη τη διερευνητική διαδικασία (Εικ. 6).



Εικόνα 6 Μαθητές/-τριες με σκουφάκια και καρτελάκια επιστήμονα

Δραστηριότητα 2^η (Διάρκεια: 45 ')

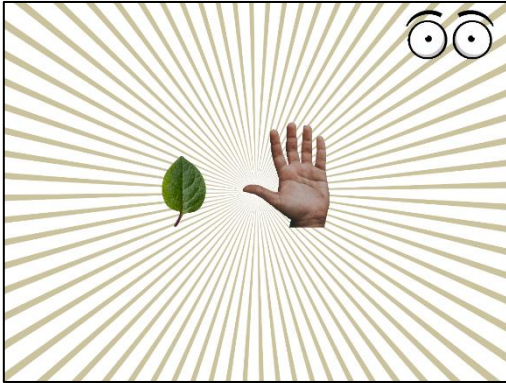
Στη δεύτερη δραστηριότητα πραγματοποιήθηκε η πρώτη «ψηφιακή» εξοικείωση των παιδιών με τα εργαλεία παρατήρησης (μάτια, οπτικό μικροσκόπιο, σούπερ μικροσκόπιο) καθώς και με τους τρεις κόσμους που παρατηρούμε αντίστοιχα με κάθε ένα από τα παραπάνω εργαλεία (μακρόκοσμος, μικρόκοσμος και νανόκοσμος). Όλη αυτή η διαδικασία πραγματοποιήθηκε με ψηφιακές εφαρμογές που δημιουργήθηκαν από τον ερευνητή στο προγραμματιστικό περιβάλλον του scratch.mit.edu.

Πριν την έναρξη του παιχνιδιού στον υπολογιστή, ο Ρούλης αναφερόμενος στο βίντεο όπου τονίζεται η χρήση του αντισηπτικού στην προστασία από τον κορωνοϊό προέτρεψε τα παιδιά να κοιτάξουν καλά την παλάμη τους με τα μάτια και μεγεθυντικό φακό ώστε να δουν αν φαίνεται ο κορωνοϊός. Τους ζήτησε ακόμη να πλησιάσουν κοντά τα μάτια τους στην παλάμη τους και έτσι διαπίστωσαν ότι από ένα σημείο και έπειτα όλα ήταν θολά. Ο Ε είχε ετοιμάσει ένα ακόμη κινητικό παιχνίδι. Έτσι ο Ρ ζήτησε τα παιδιά να γίνουν εξερευνητές της ζούγκλας και να συλλέξουν τα πλαστικοποιημένα (ψεύτικα) φύλλα που είχε σκορπίσει ο Ε στην αίθουσα. Ο Ρ ζήτησε τα παιδιά να μελετήσουν τα φύλλα όπως και την παλάμη τους με τα μάτια και τον μεγεθυντικό φακό αλλά και πάλι από ένα σημείο και έπειτα θόλωναν όσο τα πλησίαζαν στα μάτια ή απομάκρυναν τον μεγεθυντικό φακό.

Ο υπολογιστής ήταν συνδεδεμένος με τον προτζέκτορα ώστε να έχουν οπτική επαφή όλα τα παιδιά. Κάθε φορά ερχόταν ένα, ένα παιδί για να χειριστεί την εφαρμογή στο scratch.mit.edu με την υποστήριξη του ερευνητή.

Αρχικά, στην οθόνη του υπολογιστή εμφανίστηκε ένα φύλλο, μία παλάμη και στην πάνω δεξιά γωνία δύο μάτια (Εικ. 7). Έπειτα από προτροπή του Ρ, το πρώτο παιδί έκανε κλικ στα μάτια και τότε ακούστηκε μία φωνή να λέει «*Καλώς ήρθες στον μακρόκοσμο*». Σε αυτό το σημείο η κούκλα εξήγησε τους/τις μαθητές/τριες πως «*Ο μακρόκοσμος είναι ο κόσμος που μπορούμε παρατηρήσουμε εύκολα με τα μάτια μας και είναι πολύχρωμος. Ό,τι μπορούμε να δούμε γύρω μας ανήκει σε αυτόν τον κόσμο και το όνομα του είναι μακρόκοσμος για παράδειγμα το φύλλο ενός δέντρου, το μυρμήγκι, η πασχαλίτσα, οι κόκκοι της ζάχαρης...*»

Έπειτα από προτροπή τα παιδιά πατούσαν με τη σειρά το πάνω βέλος. Τα αντικείμενα γίνονταν ολοένα και μεγαλύτερα ώσπου θόλωσαν και τα μάτια εξαφανίστηκαν από την οθόνη (Εικ. 8).



Εικόνα 7 Scratch.mit.edu μακρόκοσμος



Εικόνα 8 Scratch.mit.edu θολά αντικείμενα μακρόκοσμου

Πριν προχωρήσει το παιχνίδι ο Ρ είπε στα παιδιά πως τους έχει φέρει να κάνουν ένα τοίχο από τουβλάκια lego και ένα παζλ. Κατά τη δημιουργία τόσο του παζλ όσο και του τοίχου, ο Ρ κουβέντιαζε με τα παιδιά εστιάζοντας στο ότι δημιουργούσαν μια κατασκευή αποτελούμενη από πολλά μικρά κομμάτια (Εικ. 9 & 10).



Εικόνα 9 Κατασκευή τοίχου από τουβλάκια lego

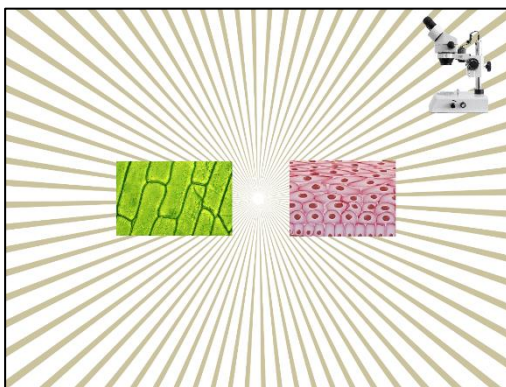


Εικόνα 10 Κατασκευή παζλ

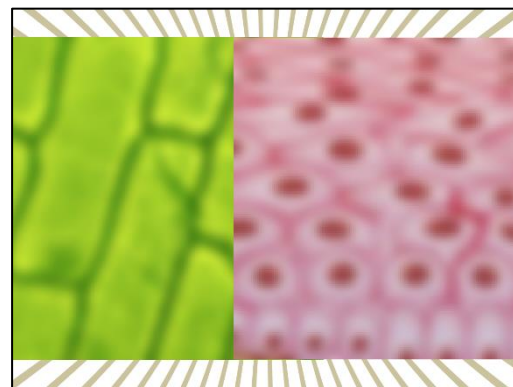
Η διαδικασία συνεχίστηκε στην ψυφιακή εφαρμογή του scratch.mit.edu πατώντας το πάνω βέλος και τώρα στην οθόνη του υπολογιστή εμφανίστηκαν εικόνες από κύτταρα ανθρώπινου δέρματος και φύλλου και στην πάνω δεξιά γωνιά ένα οπτικό μικροσκόπιο (Εικ. 11). Κάνοντας κλικ πάνω του ακούστηκε η φωνη να λέει «Έφτασες στο μικρόκοσμο». Ο Ρ εξήγησε στους/στις μαθητές/-τριες τι είναι ο μικρόκοσμος. «Ο μικρόκοσμος είναι και αυτός ένας πολύχρωμος κόσμος όπου υπάρχουν μικρά αντικείμενα που δεν μπορούμε να τα δούμε με το μάτι μας, γι' αυτό το λόγω χρησιμοποιούμε το μικροσκόπιο! Στον μικρόκοσμο μπορούμε να συναντήσουμε τα στόματα των φύλλων που ανοιγοκλείνουν συνέχεια για να βγει το νεράκι και να πάρουν αέρα τα φύλλα. Στη γειτονιά αυτή βρίσκονται και τα κύτταρα του δέρματος και των φύλλων. Αυτά για να τα δούμε λοιπόν χρειάζεται μικροσκόπιο!»

Έπειτα ο Ρ τους εξήγησε στα παιδιά πως με το μικροσκόπιο μπορέσαμε να παρατηρήσουμε καλύτερα μέσα στην παλάμη και στο φύλλο και πως έβλεπαν κύτταρα ανθρώπινου δέρματος και κύτταρα φυτού. Επιπλέον εξήγησε στα παιδιά ότι «Τα κύτταρα είναι μικρά κομματάκια των οργανισμών. Όπως για παράδειγμα, ο τοίχος και το παζλ που δημιουργήσατε είναι φτιαγμένα από μικρά κομματάκια, έτσι και οι ζωντανοί οργανισμοί όπως το φύλλο, ο άνθρωπος, ακόμη και το χέρι μας αποτελούνται από μικρά κομματάκια που τα λέμε κύτταρα.»

Έπειτα από μερικά κλικ τα αντικείμενα και πάλι θόλωσαν και το οπτικό μικροσκόπιο δε φαίνονταν πια στην οθόνη του υπολογιστή (Εικ. 12).



Εικόνα 11 Scratch.mit.edu μικρόκοσμος

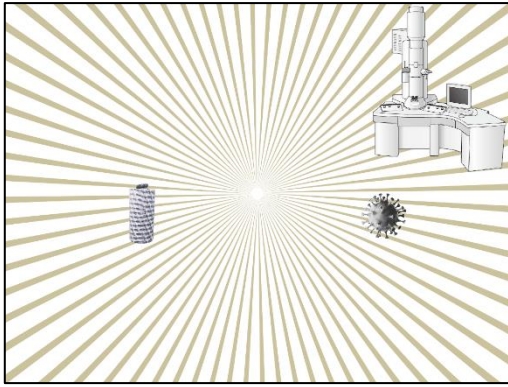


Εικόνα 12 Scratch.mit.edu θολά αντικείμενα μικρόκοσμου

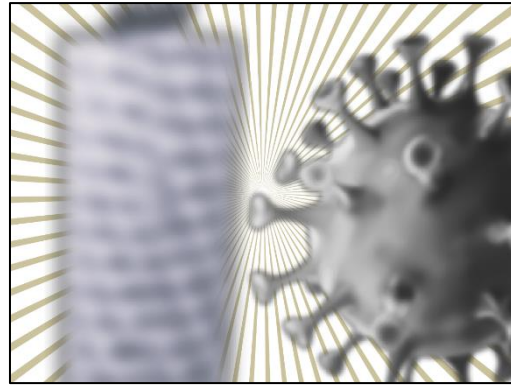
Πριν την τελική φάση ο Ε ετοίμασε ένα παιχνίδι μνήμης για τα παιδιά. Ο Ρ εμφάνισε στην παρεούλα τις εικόνες με τα αντικείμενα του μακρόκοσμου και του μικρόκοσμου που είχαν δει ήδη οι μαθητές/-τριες στο scratch.mit.edu (παλάμη, φύλλο, κύτταρα δέρματος και κύτταρα φυτού). Έδειχνε στα παιδιά μία κάρτα με τα όργανα παρατήρησης των δύο αυτών κόσμων (μάτια και οπτικό μικροσκόπιο) και τα παιδιά έπρεπε να αντιστοιχήσουν σωστά κάθε φορά το όργανο παρατήρησης με τις εικόνες που είχαν μπροστά τους. Ταυτόχρονα, ρωτούσε τα παιδιά πως λέγεται ο κόσμος που παρατηρούμε με το κάθε όργανο. Μόλις ολοκληρώθηκε το παιχνίδι με τις κάρτες οι μαθητές/-τριες συνέχισαν με το scratch.mit.edu.

Αυτή τη φορά εμφανίστηκε στην οθόνη του υπολογιστή ένας ιός φυτού και ο κορωνοϊός σε γκρίζες αποχρώσεις και στην πάνω δεξιά γωνία ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (σούπερ μικροσκόπιο) (Εικ. 13). Ο Ρ εξήγησε στα παιδιά ότι είναι ένα σούπερ μικροσκόπιο πιο δυνατό από το προηγούμενο που είχαν δει. Μόλις πάτησε ένα παιδί πάνω στην εικόνα του ακούστηκε η φωνή να λέει *«Πολύ ωραία, έφτασες στο νανόκοσμο»*. Στη συνέχεια εξήγησε στα παιδιά ότι με το σούπερ μικροσκόπιο μπορέσαμε να παρατηρήσουμε ακόμη πιο μικρά αντικείμενα από τα κύτταρα και ότι *«Ο νανόκοσμος είναι ένας κόσμος όπου υπάρχουν πολύ πολύ μικρά αντικείμενα που δεν μπορούμε να τα δούμε με το μάτι μας, ούτε όμως με το μικροσκόπιο. Τα αντικείμενα μοιάζουν γκρίζα! Για να παρατηρήσουμε και να μελετήσουμε το νανόκοσμο χρησιμοποιούμε το σούπερ μικροσκόπιο που είναι πολύ πιο μεγάλο από το προηγούμενο. Σε αυτό τον κόσμο βρίσκονται οι ιοί που μας κάνουν να αρρωσταίνουμε.»*

Στην συνέχεια ο Ρ εξήγησε στους/ στις μαθητές/-τριες ότι βλέπουν δύο ιούς ο ένας ιός που κάνει να αρρωσταίνουν τα φυτά καθώς είναι ζωντανό οργανισμό όπως ο άνθρωπος και μπορούν να αρρωστήσουν και ο άλλος είναι ο κορωνοϊός που αρρωσταίνει τους ανθρώπους. Επιπροσθέτως τονίστηκε στα παιδιά ότι ο νανόκοσμος είναι τελικά ο κόσμος στον οποίο μπορούμε να δούμε τον κορωνοϊό. Τα παιδιά, τέλος, συνέχισαν να πατούν το πάνω βέλος στο πληκτρολόγιο του υπολογιστή ώσπου και τα αντικείμενα του νανόκοσμου θόλωσαν τελικά και χάθηκε το σούπερ μικροσκόπιο από την οθόνη (Εικ. 14).



Εικόνα 13 Scratch.mit.edu νανόκοσμος



Εικόνα 14 Scratch.mit.edu θολά αντικείμενα νανόκοσμου

Δραστηριότητα 3^η (Διάρκεια 30 ')

Σε συνέχεια της προηγούμενης δραστηριότητας ο Ε είχε ετοιμάσει ένα μεγάλο πίνακα διπλής εισόδου όπου έπρεπε να συμπληρωθεί από τα παιδιά. Ο πίνακας συμπληρώθηκε με εικόνες που αφορούσαν τα εργαλεία παρατήρησης και τα αντικείμενα που βλέπουμε σε κάθε κόσμο καθώς και το όνομα του κάθε κόσμου. Ο Ρ με τη βοήθεια των παιδιών συμπλήρωσαν τον πίνακα (Εικ. 15).

Στη συνέχεια δόθηκε στους/στις μαθητές/-τριες ένα ατομικό φύλλο εργασίας, όπου περιλάμβανε έναν πίνακα με δύο στήλες και ρωτούσε που κρύβεται ο κορωνοϊός. Τα παιδιά έπρεπε να αντιστοιγήσουν το σωστό εργαλείο παρατήρησης με τον αντίστοιχο κόσμο και στη συνέχεια να κολλήσουν τα **X** σε όποιους κόσμους δεν μπορούμε να δούμε τον κορωνοϊό και **✓** στον νανόκοσμο, τον κόσμο στον οποίο είναι ορατός ο κορωνοϊός με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (Εικ. 16).



Εικόνα 15 Πίνακας διπλής εισόδου

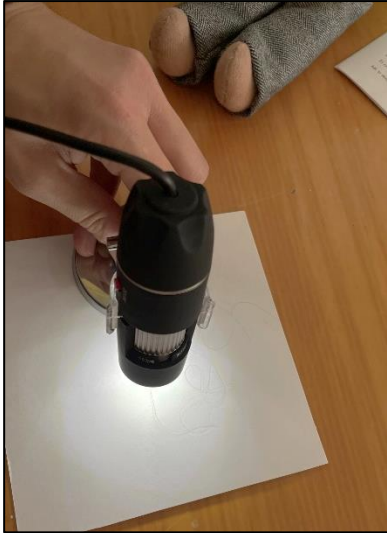


Εικόνα 16 Ατομικό φύλλο εργασίας

Δραστηριότητα 4^η (Διάρκεια 45 ')

Σε αυτή τη δραστηριότητα η τάξη μετατράπηκε σε εργαστήριο και τα παιδιά ήρθαν σε επαφή με πραγματικά όργανα παρατήρησης. Συγκεκριμένα, έπρεπε να μελετήσουν τρία αντικείμενα της καθημερινότητας (φύλλο, ανθρώπινη τρίχα και κόκκους ζάχαρης). Αρχικά τα παιδιά παρατήρησαν τα αντικείμενα με τα μάτια, στη συνέχεια με USB ψηφιακό μικροσκόπιο συνδεδεμένο στον υπολογιστή (Εικ. 17) και τέλος με προσομοίωση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου (Εικ. 18), κατασκευασμένο από τον ερευνητή, με την βοήθεια και της ψηφιακής εφαρμογής Myscope-explore ².

² https://myscope-explore.org/virtualSEM_explore.html



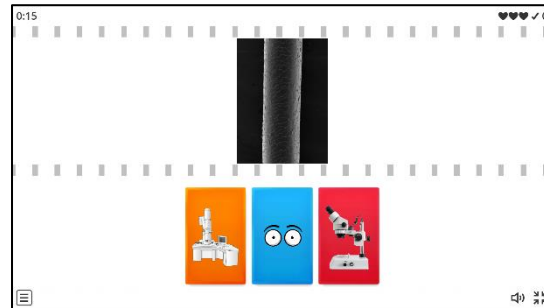
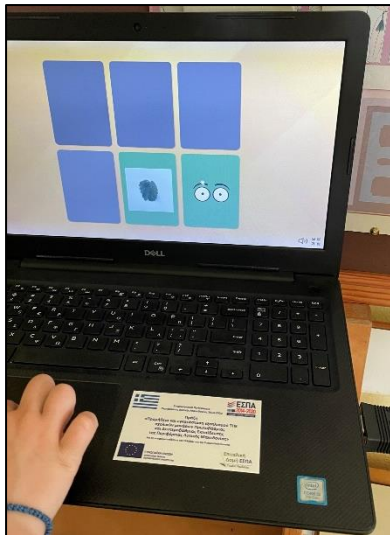
Εικόνα 17 Παρατήρηση με USB ψηφιακό μικροσκόπιο



Εικόνα 18 Παρατήρηση με προσομοίωση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου

Σκοπός ήταν πως τα αντικείμενα φαίνονται διαφορετικά στους τρεις κόσμους και ότι στο νανόκοσμο είναι γκρίζα σε αντίθεση με τους άλλους δύο. Αξίζει να σημειωθεί πως για να δουν τα παιδιά πραγματικό κύτταρο φυτού ο Ε δανείστηκε έτοιμο δείγμα φύλλου σε πλακάκι από το εργαστήριο βιολογίας της σχολής Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Επιστημών του ΠΔΜ. Έπειτα τα παιδιά έπαιξαν με ψηφιακά παιχνίδια που δημιουργήθηκαν από τον ερευνητή στο περιβάλλον του wordwall ³ (Εικ. 19 & 20) και είχαν στόχο την αντιστοίχιση των αντικειμένων με τα τρία όργανα παρατήρησης όπως φαίνονται στους τρεις κόσμους που παρατήρησαν προηγουμένως.

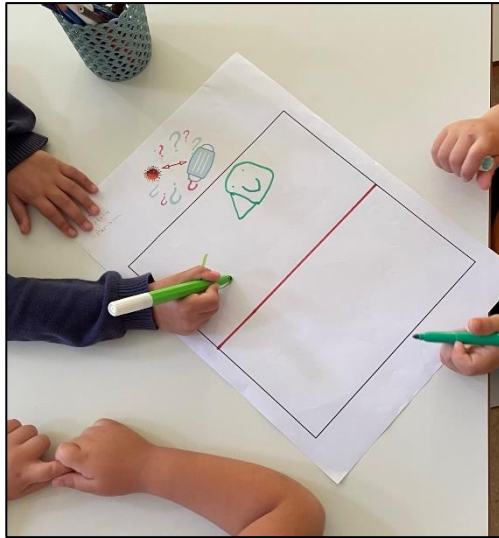
³<https://wordwall.net/resource/32736201>
<https://wordwall.net/resource/32735961>
<https://wordwall.net/resource/32736235>



Εικόνες 19 & 20 Στιγμιότυπα από τα ψηφιακά παιχνίδια

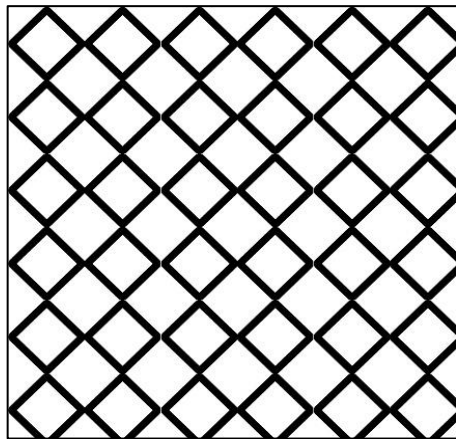
Δραστηριότητα 5^η (Διάρκεια 45 ')

Σε αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές/-τριες παρατήρησαν τα δύο ήδη μασκών (υφασμάτινη και μάσκα υψηλής προστασίας FFP2). Αρχικά τα παιδιά παρατηρούσαν τα αντικείμενα με τα μάτια, στη συνέχεια με USB ψηφιακό μικροσκόπιο συνδεδεμένο στον υπολογιστή και τέλος με προσομοίωση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου, κατασκευασμένο από τον ερευνητή, με την βοήθεια και των ψηφιακών απεικονίσεων σε μεγέθυνση. Σκοπός ήταν να αντιληφθούν τη διαφορά των δύο μασκών ως προς το μέγεθος των πόρων (τρύπες) που διαθέτουν οι οποίοι είναι ορατοί μόνο στον νανόκοσμο με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Πριν την παρατήρηση των μασκών με τα εργαλεία, χωρίστηκαν σε μικρές ομάδες και τους δόθηκε ένα ομαδικό φύλλο εργασίας χωρισμένο στη μέση. Στη μία πλευρά έπρεπε να απεικονίσουν το πως φαντάζονται ότι μας προστατεύουν οι μάσκες πριν την παρατήρηση τους και στην άλλη πλευρά να ζωγραφίσουν μετά την παρατήρηση των μασκών (Εικ. 21 & 22).

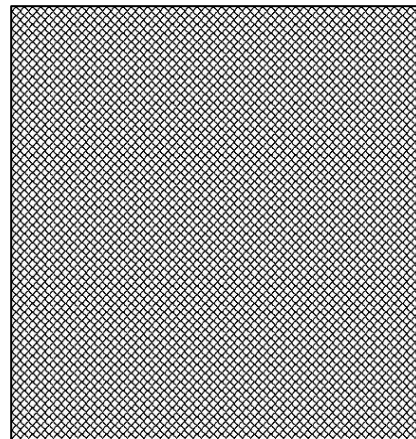


Εικόνα 21 & 22 Ομαδικά φύλλα εργασίας

Για την απεικόνιση των πόρων των масκών με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο δημιουργήθηκαν ψηφιακές αναπαραστάσεις σε μεγέθυνση από τον ερευνητή (Εικ. 23 & 24).



Εικόνα 23 Ψηφιακή απεικόνιση σε μεγέθυνση υφασμάτινης μάσκας



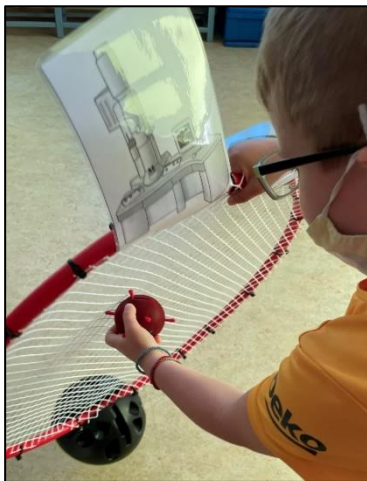
Εικόνα 24 Ψηφιακή απεικόνιση σε μεγέθυνση μάσκας FFP2

Έπειτα τα παιδιά συμπλήρωσαν τον πίνακα διπλής εισόδου που είχαν ήδη στον τοίχο με εικόνες των δύο масκών όπως φαίνονται στους τρεις κόσμους (Εικ. 25 & 26).

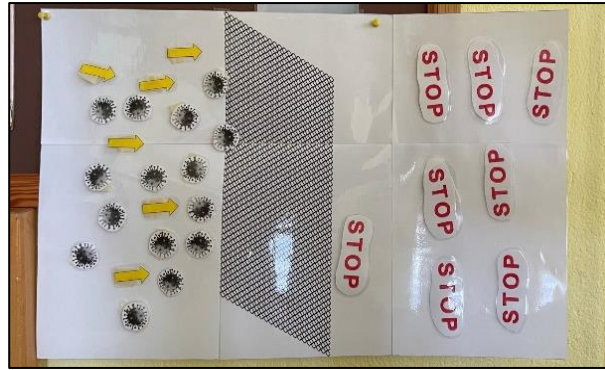


Εικόνα 25 & 26 Πίνακας διπλής εισόδου με εικόνες масκών

Τέλος, τα παιδιά έπαιξαν ένα παιχνίδι με τρισδιάστατα χειραπτικά μοντέλα масκών και ιών (Εικ. 27 & 28) ώστε να κατανοήσουν βιωματικά το πώς το μέγεθος των πόρων των масκών συμβάλλει στη μείωση της μετάδοσης του κορωνοϊού. Ακόμη δημιούργησαν μια δυναμική αφίσα (Εικ. 29) ώστε να κατανοήσουν αυτή τη λειτουργία των масκών στην προστασία από τον κορωνοϊό.



Εικόνα 27 & 28 Τρισδιάστατα χειραπτικά μοντέλα масκών και ιών



Εικόνα 29 Δυναμική αφίσα

Δραστηριότητα 6^η (Διάρκεια 45 ')

Η τελευταία δραστηριότητα αφορούσε σε ένα θεατρικό παιχνίδι. Συγκεκριμένα, μία ομάδα παιδιών οι κορωνοϊούληδες (Εικ. 30) έπρεπε να περάσουν από του υπόλοιπους κόσμους μέχρι να φτάσουν τελικά στο νανόκοσμο και να προσπαθήσουν να διαπεράσουν τους πόρους της μάσκας, τους μασκούληδες (Εικ. 31). Η μετάβαση από κόσμο σε κόσμο έγινε με ένα μαγικό φίλτρο που έπιναν οι κορωνοϊούληδες. Για το μακρόκοσμο η ομάδα παιδιών αναπαριστούσε τα μυρμήγκια (Εικ. 32) και για το μικρόκοσμο μία ομάδα παιδιών αναπαριστούσε τα κύτταρα του φύλλου, οι κυτταρούληδες (Εικ. 33).



Εικόνα 30 Οι κορωνοϊούληδες



Εικόνα 31 Οι μασκούληδες



Εικόνα 32 Τα μυρμήγκια



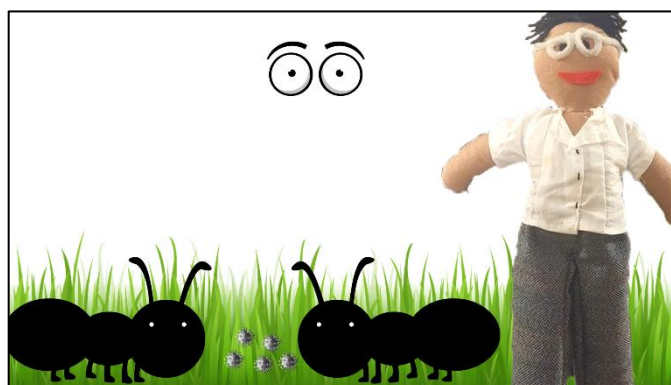
Εικόνα 33 Οι κυτταρούληδες

Σε κάθε στάση – κόσμο, οι κορωνοϊούληδες έπαιρναν πληροφορίες για το ποιο ήταν, για το πως ονομαζόταν η γειτονιά στην οποία έμεναν αλλά και με ποιο εργαλείο μπορούσαν να τους παρατηρήσουν. Αναφέρεται παρακάτω ένα ενδεικτικό παράδειγμα από τη συνάντηση των κορωνοϊούληδων με τους κυτταρούληδες.

Σκηνή δεύτερη: Κορωνοϊούληδες (Κ) και Κυτταρούληδες (ΚΤ)

- Κ1: Γεια σας ποιοι είστε εσείς;
- ΚΤ όλοι: Εμείς είμαστε τα κύτταρα, οι Κυτταρούληδες.
- Κ2: Και γιατί είστε έτσι κολλημένοι;
- ΚΤ1: Γιατί με αυτό τον τρόπο φτιάχνουμε τους ζωντανούς οργανισμούς. Όπως είναι το φύλλο στο οποίο βρισκόμαστε, τα μυρμήγκια, ακόμη και ο επιστήμονας.
- Κ2: Και πως λένε αυτή τη γειτονιά που μένετε Κυτταρούληδες;
- ΚΤ2: Τη λένε μικρόκοσμο και μπορούν να μας παρατηρήσουν μόνο με το μικροσκόπιο.
- ΚΤ3: Εσείς όμως δε μας είπατε ποιοι είστε;
- Κ3: Εμείς είμαστε οι Κορωνοϊούληδες.
- Κ4: Σας αφήνουμε όμως τώρα γιατί βιαζόμαστε.
- ΚΤ όλοι: Γεια σας Κορωνοϊούληδες.

Το σκηνικό ήταν σε ψηφιακή μορφή και αποτελούνταν από μία συλλογή διαφανειών Power point που είχε αναπτυχθεί από τον ερευνητή και περιλάμβανε συνδυασμό εικόνων και ήχων (Εικ. 34).



Εικόνα 33 Στιγμιότυπο σκηνικού από τη συνάντηση των κορωνοϊούληδων με τα μυρμήγκια

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΤΙΤΛΟΣ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΕΚΠ/ΚΑ ΥΛΙΚΑ
1 ^η	Διερευνώ τα μυστικά του κορωνοϊού	45'	<ul style="list-style-type: none"> • Animation για κορωνοϊό • Ερωτηματικές κάρτες
2 ^η	Που κρύβεται ο κορωνοϊός;	45'	<ul style="list-style-type: none"> • Λογισμικό scratch • Φύλλα πλαστικοποιημένα • Παζλ & τουβλάκια • Κάρτες: όργανα παρατήρησης – αντικείμενα τριών κόσμων
3 ^η		30'	<ul style="list-style-type: none"> • Πίνακας διπλής εισόδου • Ατομικά φύλλα εργασίας
4 ^η	Παρατήρηση καθημερινών αντικειμένων στους τρεις κόσμους	45'	<ul style="list-style-type: none"> • Ζάχαρη • Φύλο • Τρίχες • Οπτικό μικροσκόπιο • Μοντέλο ηλεκτρονικού μικροσκοπίου • Εφαρμογή myscope • Παιχνίδι αντιστοίχισης wordwall
5 ^η	Παρατήρηση των δύο τύπων масκών	45'	<ul style="list-style-type: none"> • Υφασμάτινη μάσκα • FFP2 μάσκα

	στους τρεις κόσμους		<ul style="list-style-type: none"> • Οπτικό μικροσκόπιο • Μοντέλο ηλεκτρονικού μικροσκοπίου • Λογισμικό scratch • Ομαδικά φύλλα εργασίας • Παιχνίδι: μοντέλα δύο μασκών – κορωνοϊού • Δυναμική αφίσα
6 ^η	Δραματοποίηση	45'	<ul style="list-style-type: none"> • Σκηνικό Power point • Διακριτικά ρόλων (αξεσουάρ κεφαλιού)

Πίνακας 4 Συνοπτική παρουσίαση δραστηριοτήτων - εκπαιδευτικών υλικών

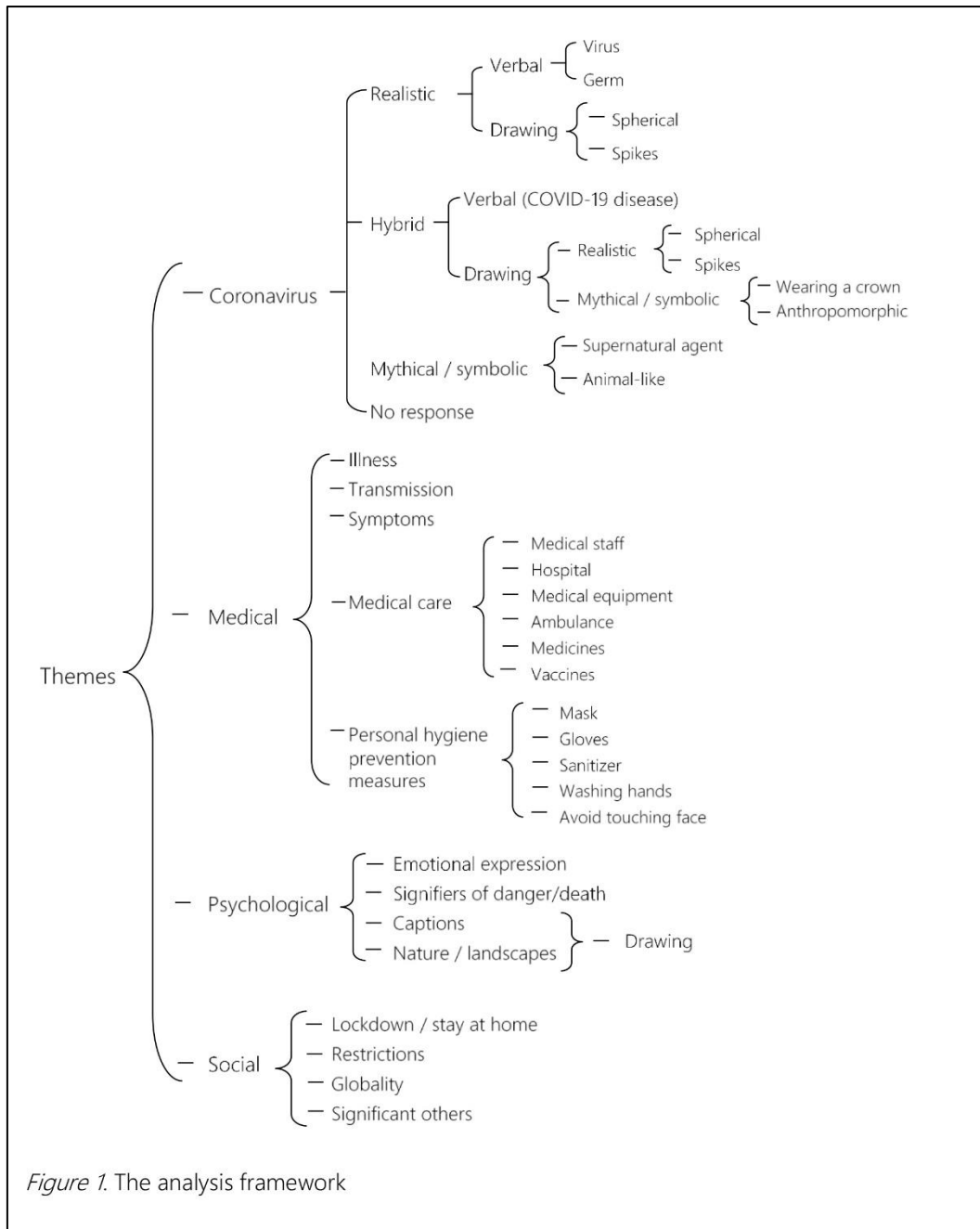
2.7 Διαδικασία κωδικοποίησης δεδομένων

Για τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν επιλέχθηκε η μέθοδος ανάλυσης περιεχομένου, όπου σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, αποτελεί συστηματική διαδικασία για την επεξεργασία πληροφοριών που έχουν καταγραφεί και χρησιμοποιεί μια συστηματική προσέγγιση που περιλαμβάνει τη συλλογή των δεδομένων την κωδικοποίηση και την ποσοτικοποίηση τους (Elango & Kumaravel, 2022).

Αρχικά, τόσο τα δεδομένα των από τις συνεντεύξεις όσο και τα ιχνογραφήματα των παιδιών μεταγράφηκαν σε λογιστικό φύλλο του excel. Στη συνέχεια τα δεδομένα που συλλέχθηκαν κωδικοποιήθηκαν σε κατηγορίες και μελετήθηκαν προκειμένου να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα. Η κωδικοποίηση των κατηγοριών προέκυψε από τις μονάδες νοήματος (MN), δηλαδή λέξεις ή φράσεις που έχουν νόημα για τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας (Cohen et al., 2008).

Όσον αφορά τις αντιλήψεις των μαθητών/-τριών για τον κορωνοϊό τόσο για τις συνεντεύξεις όσο και για τα ιχνογραφήματα η κατηγοριοποίηση βασίστηκε σε πρόσφατη μελέτη, ωστόσο πραγματοποιήθηκαν τροποποιήσεις με βάση τα δεδομένα της παρούσας έρευνας (Bonoti et al., 2021).

Πιο συγκεκριμένα, στο Σχήμα 4, παρουσιάζεται ότι σε έρευνα σχετική με τις αντιλήψεις μαθητών Α/θμιας εκπαίδευσης για τον κορωνοϊό αναδείχθηκαν ως βασικά θέματα: ο κορωνοϊός, ο ιατρικός τομέας, ο ψυχολογικός τομέας και ο κοινωνικός τομέας. Ειδικότερα, στο βασικό θέμα «Κορωνοϊός», προκύπτουν: α) ρεαλιστικές απαντήσεις π.χ. σφαιρικό σχήμα, προεξοχές κ.α., β) υβριδικές απαντήσεις π.χ. ανθρωπόμορφα χαρακτηριστικά, γ) μυθικές / συμβολικές απαντήσεις π.χ. υπερφυσικές δυνατότητες και δ) καμία απάντηση. Στο βασικό θέμα «Ιατρικός τομέας», εντοπίζονται: α) νόσηση, μετάδοση, συμπτώματα, β) ιατρική φροντίδα π.χ. νοσοκομείο, ασθενοφόρο, φάρμακα κ.α. και γ) προσωπική υγιεινή π.χ. μάσκες, γάντια, αντισηπτικό κ.α. Στο τρίτο βασικό θέμα «Ψυχολογικός τομέας», καταγράφονται: α) συναισθηματική έκφραση, β) δηλώσεις φόβου/κινδύνου θανάτου, γ) περιγραφές και δ) τοπία. Τα γ και δ αναφέρονται σε ιχνογραφήματα των παιδιών π.χ. άδειοι δρόμοι. Τέλος, στο βασικό θέμα «Κοινωνικός τομέας», προκύπτουν: α) lockdown, β) περιορισμοί, γ) παγκοσμιοποίηση της πανδημίας και δ) αδυναμία συνάντησής με σημαντικά πρόσωπα (σημαντικοί άλλοι) (Bonoti et al., 2021).



Σχήμα 4 Bonoti et al. (2021), αντιλήψεις μαθητών Α/θμιας εκπ/σης για τον κορωνοϊό.

Στις απαντήσεις των παιδιών εντοπίστηκαν ΜΝ από τις οποίες προέκυψαν κατηγορίες (Κ). Αναλυτικότερα, σε αυτό το σημείο παρουσιάζονται οι κατηγορίες όπως προέκυψαν για κάθε μία από αυτές. Το πρώτο μέρος της συνέντευξης αφορά στο ΕΕ1: «Ποιες είναι οι αντιλήψεις μαθητών Νηπιαγωγείου για τον κορωνοϊό πριν και μετά από την εφαρμογή της εκπαιδευτικής παρέμβασης;» και περιλαμβάνει έξι ερωτήσεις (ΕΡ) (ΕΡ1 – ΕΡ6).

Όσο αφορά την EP1 «Τι νομίζεις ότι είναι ο κορωνοϊός;» και στην EP2 (ιχνογράφημα) «Ζωγράφισέ το μου να το καταλάβω καλύτερα σε παρακαλώ!», δημιουργήθηκαν έξι κατηγορίες K0 - K5 και παρουσιάζονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5). Σε αυτές τις EP αξιοποιήθηκαν κάποιες από τις κατηγορίες που προέκυψαν στην ερευνά των Bonoti et al., (2021) όπως: καμία απάντηση, μέτρα προστασίας από τον ιό, ψυχολογικός τομέας, επιπτώσεις στην υγεία, ρεαλιστικές προσεγγίσεις και μυθικές-συμβολικές προσεγγίσεις. Η επιλογή των κατηγοριών έγινε με βάση τις MN που αναγνωρίστηκαν στα δεδομένα που συλλέχθηκαν.

K	ΤΙΤΛΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
K0	Καμία / Ασαφής απάντηση.	Δήλωση άγνοιας ή απάντηση ασαφής.
K1	Μέτρα προστασίας από τον ιό.	Αναφορά στη χρήση μάσκας και στην τήρηση αποστάσεων.
K2	Ψυχολογικός Τομέας.	Αναφορά σε αρνητικά συναισθήματα σχετικά με τον κορωνοϊό.
K3	Επιπτώσεις στην υγεία.	Αναφορά σε νόσηση και συμπτώματα.
K4	Ρεαλιστική προσέγγιση του ιού.	Αναφορά σε χαρακτηριστικά του κορωνοϊού όπως σχήμα, μέγεθος και προεξοχές.
K5	Μυθική- συμβολική προσέγγιση.	Αναφορά σε ανθρωπόμορφα χαρακτηριστικά του ιού.

Πίνακας 5 Κωδικοποίηση MN για EP1 Αντιλήψεις μαθητών/-τριών για τον κορωνοϊό & EP2Ιχνογραφήματα για τον κορωνοϊό

Σχετικά με όπως αντιλήψεις των μαθητών/-τριών στην EP3 «Που νομίζεις ότι υπάρχει ο κορωνοϊός;» προέκυψαν οι τέσσερις κατηγορίες K0 – K3 και παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 6).

Κ	ΤΙΤΛΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
K0	Καμία / Ασαφής απάντηση.	Δήλωση άγνοιας ή απάντηση ασαφής.
K1	Ανθρώπινος οργανισμός.	Αναφορά στον ανθρώπινο οργανισμό με έμφαση όπως επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων.
K2	Αντικείμενα – δραστηριότητες.	Αναφορά σε αντικείμενα και δραστηριότητες που έχουν συνδεθεί με τον κορωνοϊό, άψυχα αντικείμενα που υπάρχουν τριγύρω όπως.
K3	Χώρες, περιοχές και τοποθεσίες.	Αναφορά σε χώρες του κόσμου.

Πίνακας 6 Κωδικοποίηση MN για EP3 Που υπάρχει ο κορωνοϊός

Στην EP4 τα παιδιά ρωτήθηκαν «Με ποιον τρόπο φαντάζεσαι ότι μπορούμε να τον δούμε;». Σε αυτή την ερώτηση σχηματίστηκαν πέντε κατηγορίες K0 – K4 (Πίνακας 7).

Κ	ΤΙΤΛΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
K0	Καμία / Ασαφής απάντηση.	Δήλωση άγνοιας ή απάντηση ασαφής.
K1	Εργαλεία παρατήρησης μακρόκοσμου και μικρόκοσμου.	Αναφορά σε εργαλεία παρατήρησης όπως μεγεθυντικός φακός.
K2	Εργαλείο παρατήρησης του νανόκοσμου.	Αναφορά στο σούπερ μικροσκόπιο (ηλεκτρονικό μικροσκόπιο).
K3	Επίδραση νανόκοσμου στον μακρόκοσμο.	Αναφορά στα συμπτώματα του ιού.
K4	Μέγεθος ιού.	Αναφορά στο ότι δεν φαίνεται ή πως είναι αόρατος ή αναφορά στο μέγεθος του.

Πίνακας 7 Κωδικοποίηση MN για EP4 Τρόπος παρατήρησης του κορωνοϊού

Αναφορικά με την EP5 δηλαδή, «*Νομίζεις ότι υπάρχει κάτι που να είναι πιο μικρό από τον κορωνοϊό*» (Πίνακας 8) και EP6 «*Νομίζεις ότι υπάρχει κάτι που να είναι πιο μεγάλο από τον κορωνοϊό*», προέκυψαν τέσσερις κατηγορίες Κ0 – Κ3 (Πίνακας 9).

Κ	ΤΙΤΛΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Κ0	Καμία / Ασαφής απάντηση.	Δήλωση άγνοιας ή απάντηση ασαφής.
Κ1	Αντικείμενα του μακρόκοσμου.	Αναφορά σε αντικείμενα που είναι ορατά με γυμνό μάτι.
Κ2	Αντικείμενα του μικρόκοσμου.	Αναφορά σε μη ορατά με γυμνό μάτι αντικείμενα όπως είναι τα μικρόβια.
Κ3	Αρνητικές απαντήσεις.	Αναφορά σε αρνητικές απαντήσεις.

Πίνακας 8 Κωδικοποίηση MN για EP5 Μικρότερο αντικείμενο από τον κορωνοϊό

Κ	ΤΙΤΛΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Κ0	Καμία / Ασαφής απάντηση.	Δήλωση άγνοιας ή απάντηση ασαφής.
Κ1	Αντικείμενα του μακρόκοσμου.	Αναφορά σε αντικείμενα που είναι ορατά με γυμνό μάτι.
Κ2	Μυθικά / Συμβολικά αντικείμενα.	Αναφορά σε αντικείμενα της φαντασίας των παιδιών.
Κ3	Αρνητικές απαντήσεις.	Αναφορά σε αρνητικές απαντήσεις.

Πίνακας 9 Κωδικοποίηση MN για EP6 Μεγαλύτερο αντικείμενο από τον κορωνοϊό

Συνεχίζοντας το δεύτερο μέρος της συνέντευξης αφορά στο EE2: «Ποιες είναι οι αντιλήψεις μαθητών Νηπιαγωγείου αφενός για τη δομή της μάσκας και αφετέρου για τη λειτουργία της στην προστασία από τον κορωνοϊό πριν και μετά την εφαρμογή της εκπαιδευτικής παρέμβασης;» και περιλαμβάνει οκτώ ερωτήσεις (EP7 – EP12). Σχετικά με τις αντιλήψεις των παιδιών για τον ρόλο των масκών στην προστασία από τη μετάδοση του κορωνοϊού, αναπτύχθηκαν κατηγορίες επαγωγικά από τον ερευνητή.

Ειδικότερα στην EP7 «*Για εξήγησε μου, πώς νομίζεις ότι η μάσκα μπορεί να μας προστατέψει;*» και EP8 (ιχνογράφημα) «*Θα ήθελες να μου το ζωγραφίσεις;*» προέκυψαν πέντε κατηγορίες Κ0 – Κ4 (Πίνακας 10).

Κ	ΤΙΤΛΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
K0	Καμία / Ασαφής απάντηση.	Δήλωση άγνοιας ή απάντηση ασαφής.
K1	Μάσκα: αποκλεισμός ιού.	Αναφορά στο ότι οι μάσκες αποτελούν εμπόδιο στο να περάσει ο κορωνοϊός.
K2	Μέγεθος ιού.	Αναφορά στο ότι δεν φαίνεται ο ιός, πως είναι αόρατος.
K3	Δομή μάσκας.	Αναφορά στη δομή του εσωτερικού της μάσκας.
K4	Γενικές αναφορές στην προστασία.	Αναφορά στη χρήση масκών.

Πίνακας 10 Κωδικοποίηση MN για EP7 Με ποιον τρόπο προσφέρει η μάσκα προστασία από τον κορωνοϊό και EP8 Ιχνογραφήματα για το πώς η μάσκα προσφέρει προστασία από τον κορωνοϊό

Η κωδικοποίηση των MN για την EP9 «Έχω φέρει δύο μάσκες μαζί μου. Νομίζεις ότι είναι ίδιες;» περιλαμβάνει τρεις κατηγορίες K0 – K2 (Πίνακας 11).

Κ	ΤΙΤΛΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
K0	Καμία / Ασαφής απάντηση.	Δήλωση άγνοιας ή απάντηση ασαφής.
K1	Δομή μάσκας.	Αναφορά σε μη ορατά με γυμνό μάτι χαρακτηριστικά της μάσκας.
K2	Εξωτερικά χαρακτηριστικά μάσκας.	Αναφορά στα χαρακτηριστικά της μάσκας που είναι ορατά με το μάτι.

Πίνακας 11 Κωδικοποίηση MN για EP9 Διαφορές ανάμεσα στα δύο είδη масκών

EP10α «Αν είχαμε φανταστικά μάτια και μπορούσαμε να δούμε μέσα από αυτή τη μάσκα (υφασμάτινη), τι νομίζεις ότι θα βλέπαμε;» και EP11α «Ζωγράφισε μου κάτω από την εικόνα της υφασμάτινης μάσκας τι θα βλέπαμε με τα φανταστικά μας μάτια» εντοπίστηκαν τέσσερις κατηγορίες K0 – K3 (Πίνακας12).

Κ	ΤΙΤΛΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
K0	Καμία / Ασαφής απάντηση.	Δήλωση άγνοιας ή απάντηση ασαφής.
K1	Δομή μάσκας.	Αναφορά σε μη ορατά με γυμνό μάτι χαρακτηριστικά της μάσκας.
K2	Εξωτερικά χαρακτηριστικά μάσκας.	Αναφορά στα χαρακτηριστικά της μάσκας που είναι ορατά με το μάτι.
K3	Αντικείμενα νανόκοσμου	Αναφορά σε αντικείμενα του νανόκοσμου.

Πίνακας 12 Κωδικοποίηση MN για EP10α Τι θα βλέπαμε μέσα στην υφασμάτινη μάσκα και EP11α Ιχνογραφήματα για το τι θα βλέπαμε στην υφασμάτινη μάσκα

Στην EP10β «*Αν είχαμε φανταστικά μάτια και μπορούσαμε να δούμε μέσα από αυτή τη μάσκα (FFP2), τι νομίζεις ότι θα βλέπαμε;*», και στην EP11β «*Ζωγράφισε μου κάτω από την εικόνα της FFP2 μάσκας τι θα βλέπαμε με τα φανταστικά μας μάτια*», αποτελείται από πέντε κατηγορίες Κ0 – Κ4 (Πίνακας 13).

Κ	ΤΙΤΛΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
K0	Καμία / Ασαφής απάντηση.	Δήλωση άγνοιας ή απάντηση ασαφής.
K1	Δομή μάσκας.	Αναφορά σε μη ορατά με γυμνό μάτι χαρακτηριστικά της μάσκας.
K2	Εξωτερικά χαρακτηριστικά μάσκας.	Αναφορά στα χαρακτηριστικά της μάσκας που είναι ορατά με το μάτι.
K3	Αντικείμενα μικρόκοσμου.	Αναφορά σε αντικείμενα του μικρόκοσμου.
K4	Αντικείμενα νανόκοσμου	Αναφορά σε αντικείμενα του νανόκοσμου.

Πίνακας 13 Κωδικοποίηση MN για EP10β Τι θα βλέπαμε μέσα στην FFP2 μάσκα και EP11β Ιχνογραφήματα για το τι θα βλέπαμε στην FFP2 μάσκα

Τέλος, για την ΕΡ12 «Ποια νομίζεις ότι μας προστατεύει καλύτερα;», οι κατηγορίες που δημιουργήθηκαν είναι τρεις Κ0 – Κ2 (Πίνακας 14).

Κ	ΤΙΤΛΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Κ0	Καμία / Ασαφής απάντηση.	Δήλωση άγνοιας ή απάντηση ασαφής.
Κ1	Αναφορά στην άσπρη η στη μαύρη μάσκα με έμφαση στα εξωτερικά χαρακτηριστικά.	Αναφορά στα χαρακτηριστικά της μάσκας που είναι ορατά με το μάτι
Κ2	Θεωρούν ότι και οι δύο μάσκες προσφέρουν την ίδια προστασία από τον κορωνοϊό.	Αναφορά και στις δύο μάσκες ως προς την προστασία που προσφέρουν από τον κορωνοϊό.

Πίνακας 14 Κωδικοποίηση ΜΝ για Ε12 Ποια από τις δύο μας προστατεύει καλύτερα

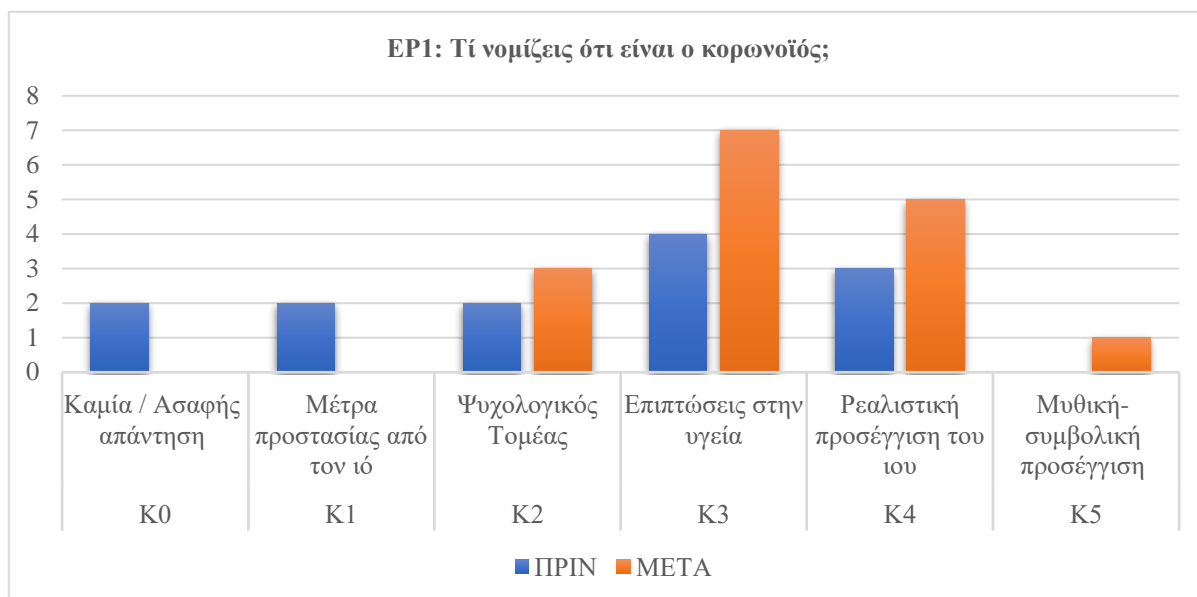
3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο σημείο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την πιλοτική εφαρμογή της εκπαιδευτικής παρέμβασης για την διδασκαλία του περιεχομένου της Νανοτεχνολογίας σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Συγκεκριμένα, θα γίνει μία σύγκριση τόσο των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές/-τριες πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων θα ακολουθήσει τη σειρά των ερωτήσεων όπως ήταν δομημένες στη συνέντευξη, για το Ερευνητικό Ερώτημα 1 και για το Ερευνητικό Ερώτημα 2.

3.1 Αποτελέσματα για το EE1: Ποιες είναι οι αντιλήψεις μαθητών/-τριών Νηπιαγωγείου για τον κορωνοϊό πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση;

EP1 & EP2: Τι νομίζεις ότι είναι ο κορωνοϊός; / Ζωγράφισε το μου να το καταλάβω καλύτερα.

Στο Σχήμα 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τις EP1 & EP2 πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση. Φαίνεται ότι πριν την εκπαιδευτική παρέμβαση οι περισσότερες MN εντοπίζονται τις κατηγορίες K3 και K4, για παράδειγμα ένας μαθητής είπε: «Ο κορωνοϊός μας αρρωσταίνει», και μια μαθήτρια ανέφερε «Είναι πράσινος, έχει κύκλο και γραμμούλες» αντίστοιχα. Λιγότερες MN σημειώθηκαν στις K0, K1 και K2. Για παράδειγμα μία μαθήτρια ανέφερε «Δεν ξέρω», μία μαθήτρια είπε «Είναι αλήθεια και αν φοράς μάσκα δεν θα κολλήσεις» ενώ μία άλλη μαθήτρια είπε «Είναι κάτι που μας τρομάζει», αντίστοιχα. Τέλος, δεν παρατηρήθηκε καμία MN που να αφορά την K5.



Σχήμα 5 Αποτελέσματα EP1

Έπειτα από την εκπαιδευτική παρέμβαση οι περισσότερες MN συγκεντρώνονται στις K3, K4 και K2. Χαρακτηριστικά ένας μαθητής είπε «...μας κάνει να κολλήσουμε γιατί μπαίνει στο στόμα μας στη μύτη μας στα μάτια μας στα αυτιά μας παντού και μας κάνει να αρρωστήσουμε», μία μαθήτρια ανέφερε «Νομίζω ότι είναι ένα μικρό πλάσμα» και μία άλλη μαθήτρια είπε «Είναι κακός δεν αγαπάει τους ανθρώπους», αντίστοιχα. Επίσης, μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, εντοπίζεται μόνο μία MN στην K5 όπου μία μαθήτρια ανέφερε «Είναι ζωηρός». Τέλος, δεν εντοπίζεται καμία MN στις K0 και K1.

Στην EP2 ζητήθηκε από τους/τις μαθητές/-τριες να αποτυπώσουν σχεδιαστικά (ιχνογραφήματα) πως αντιλαμβάνονται τον κορωνοϊό και στη συνέχεια να περιγράψουν το ιχνογράφημα τους με την προτροπή του ερευνητή.

Πριν από την εκπαιδευτική παρέμβαση, όπως φαίνεται στο Σχήμα 6, στα ιχνογραφήματα και τις περιγραφές των παιδιών κυριαρχούν MN στην K5 όπου μία μαθήτρια είπε «Είναι ο κορωνοϊός, είναι χαρούμενος, και αυτά που έχει γύρω γύρω του είναι μαλλιά» (Εικ. 35), στην K4 όπου μία μαθήτρια είπε «Έκανα ένα κύκλο γραμμούλες και μικρά κυκλάκια» (Εικ. 36) και στην K3 όπου ο μαθητής στη συνέντευξή του αναφέρεται στον κορωνοϊό ως αρρώστια (Εικ. 37).

M Είναι μια σκέπη, ένα αγοράκι που έχει αρρωστήσει και αυτό είναι το κρεβάτι που ζαπλώνει.

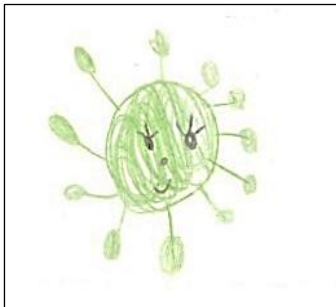
E Από τι έχει αρρωστήσει το παιδάκι;

M Από τον κορωνοϊό.

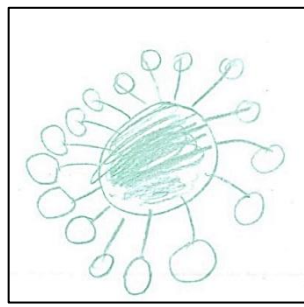
E Άρα νομίζεις ότι ο κορωνοϊός είναι μια αρρώστια;

M Ναι.

Επίσης εντοπίζεται μία MN στην Κ0 όπου ένας μαθητής ανέφερε «Εδώ πέρα είναι αυτός ο άνθρωπος, ο άνθρωπος πυροβολεί τον κορωνοϊό και όταν τον πυροβόλησε έκλαιγε και είχε σημάδια γι' αυτό είναι λυπημένος και έφυγε. Αυτοί κόλλησαν κόλλα 5 και χαίρονται επειδή κέρδισαν τον κορωνοϊό. Αυτά γύρω γύρω του είναι που βγάζει μερικές φούσκες και μας κάνει να αρρωσταίνουμε» (Εικ. 38) Τέλος δε σημειώθηκε καμία MN στις Κ1 και Κ2.



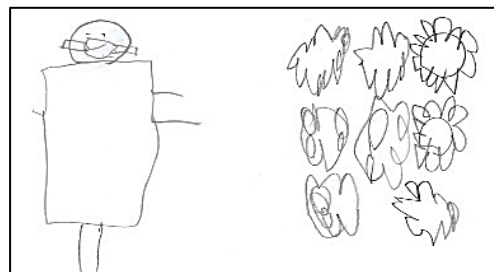
Εικόνα 35 Μυθική -
συμβολική προσέγγιση του
ιού



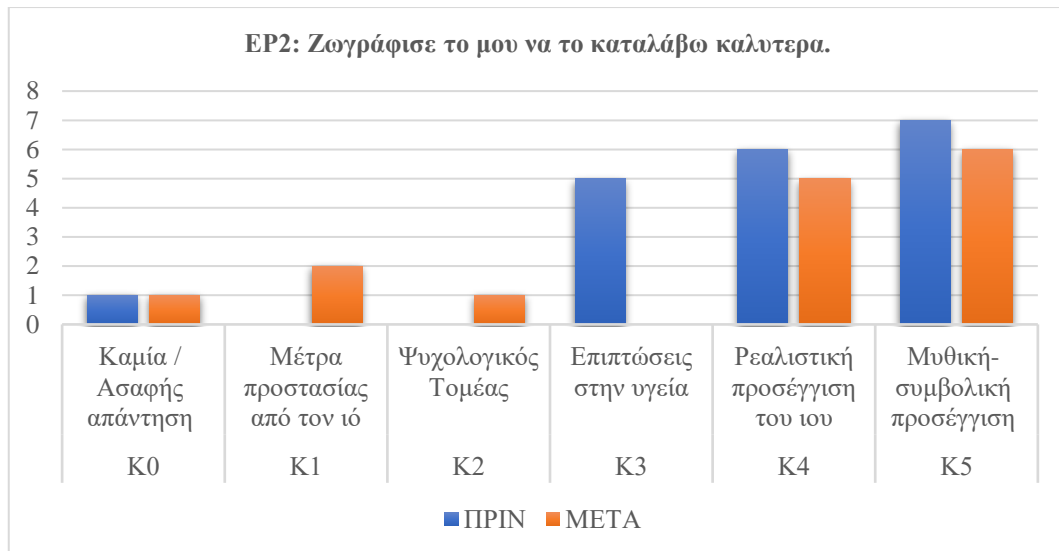
Εικόνα 36 Ρεαλιστική
αποτύπωση του ιού



Εικόνα 38 Ασαφής
απάντηση



Εικόνα 37 Επιπτώσεις στην υγεία



Σχήμα 6 Αποτελέσματα EP2

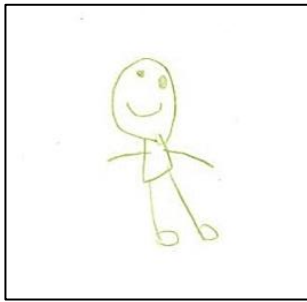
Έπειτα από την εκπαιδευτική παρέμβαση παρατηρούνται ΜΝ σε όλες της κατηγορίες εκτός από την Κ3. Πιο συγκεκριμένα οι περισσότερες ΜΝ εντοπίζονται στις κατηγορίες Κ5 όπου μία μαθήτρια ανέφερε τον κορωνοϊό ως ένα παιδάκι με χέρια και πόδια (Εικ. 39).

M Ο κορωνοϊός μοιάζει με ένα παιδάκι με χέρια και με πόδια.

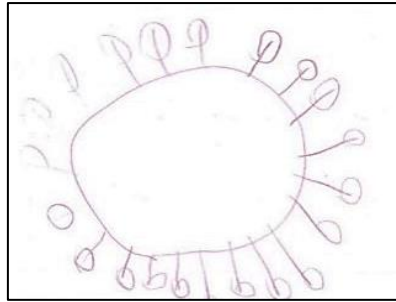
E Αυτό είναι το μικρόβιο που μας κάνει να αρρωσταίνουμε;

M Ναι

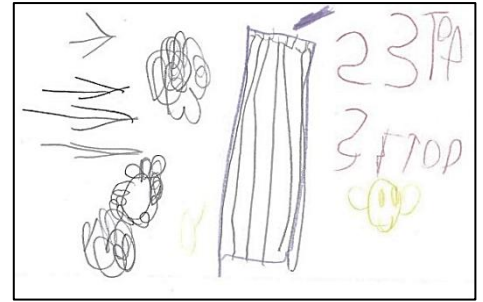
Ακόμη, αρκετές ΜΝ σημειώθηκαν στην Κ4 όπου μία μαθήτρια είπε: «Είναι ο κορωνοϊός αυτά είναι κάτι που μπορεί να μείνει μέσα μας» (Εικ. 40) και Κ1 όπου ένας μαθητής ανέφερε: «Πηγαίνει ο κορωνοϊός προς την πράσινη μάσκα και λέει στοπ και κάνουν γιούπι» (Εικ. 41). Ένα μικρό μέρος των ΜΝ εντοπίζεται στις Κ2 και Κ0. Συγκεκριμένα, μία μαθήτρια δήλωσε: «Είναι ένας άνθρωπος και αυτός είναι ο κορωνοϊός. Ο άνθρωπος είναι λυπημένος γιατί αρρώστησε και ο κορωνοϊός είναι χαρούμενος γιατί τον κόλλησε» (Εικ. 42) και ένας μαθητής είπε: «Αυτοί εδώ πέρα είναι μερικοί στρατιώτες που προστατεύουν τη γη, αυτός είναι ο κορωνοϊός που προσπαθεί να ξεφύγει αλλά τον είδανε» (Εικ. 43), αντίστοιχα.



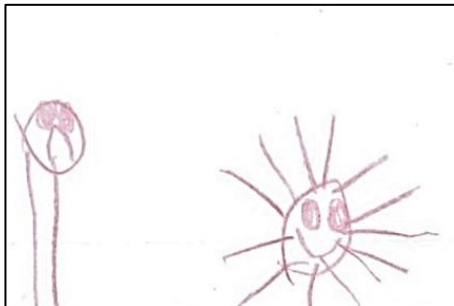
Εικόνα 39 Μυθική -
συμβολική προσέγγιση του
ιού



Εικόνα 40 Ρεαλιστική προσέγγιση
του ιού



Εικόνα 41 Μέτρα προστασίας από τον ιό



Εικόνα 42 Ψυχολογικός τομέας



Εικόνα 43 Καμία - ασαφής απάντηση

EP3: Πού νομίζεις ότι υπάρχει ο κορωνοϊός;

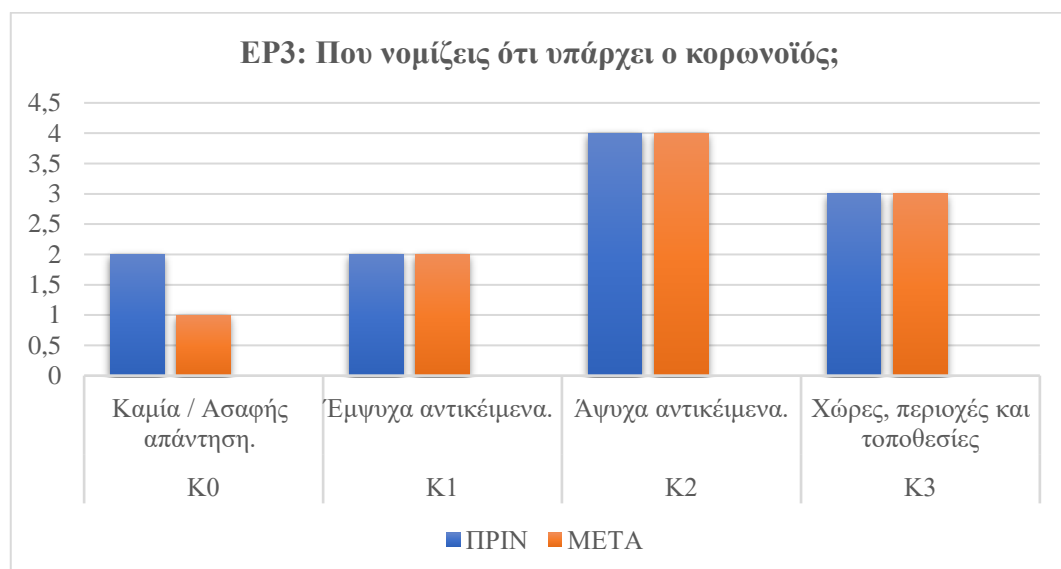
Σε αυτή την ερώτηση όπως προκύπτει και από το Σχήμα 7, τόσο πριν όσο και έπειτα από την εκπαιδευτική παρέμβαση, εντοπίστηκε ο ίδιος αριθμός MN στις K1, K2 και K3. Χαρακτηριστικά για την K1 μία μαθήτρια ανέφερε: «Σε κάποιους ανθρώπους που μπορεί να έχουν κορωνοϊό και μπορεί να κολλήσουν και τους άλλους ανθρώπους και να αρρωστήσουν» (πριν) και «Στους ανθρώπους» (μετά). Για την K2 μία μαθήτρια είπε: «Στο πάτωμα» (πριν) και μία άλλη μαθήτρια ανέφερε: «Σε όλα αυτά τα πράγματα στα κάγκελα[...]» (μετά). Για την K3 πριν την εκπαιδευτική παρέμβαση ένας μαθητής αναφέρθηκε σε διάφορες χώρες όπου υπάρχει ο κορωνοϊός

Μ Υπάρχει στην Ελλάδα, ο κορωνοϊός ήρθε από την Κίνα. Ο κορωνοϊός είναι στην Ιταλία στη Γερμανία[...]

E Άρα μου αναφέρεις πολλές χώρες, άρα θεωρείς ότι είναι σε όλες τις χώρες;

M Ναι.

Για την Κ3 μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση ένας μαθητής δήλωσε: «Υπάρχει σε όλες τις χώρες». Όσον αφορά την Κ0 πριν από την εκπαιδευτική παρέμβαση σημειώθηκαν περισσότερες ΜΝ συγκριτικά με τις ΜΝ που παρατηρήθηκαν μετά την ολοκλήρωση της. Πιο συγκεκριμένα ένας μαθητής ανέφερε: «Μια φορά που ήταν στο βόρειο πόλο πάρα πολύ κρύωνε γι' αυτό πήγε σε μια πιο ζεστή εκεί τον πυροβόλησαν, στη Γερμανία τον έδιωξαν, στην Αυστραλία εκεί πέρα είχε θάλασσα, μια χώρα που ήταν η Πτολεμαΐδα γι' αυτό πήγε εκεί σε εμάς στους Έλληνες» (πριν) και ο μαθητής ανέφερε «Πού να ξέρω. Υπάρχει στο μέλλον» (μετά).

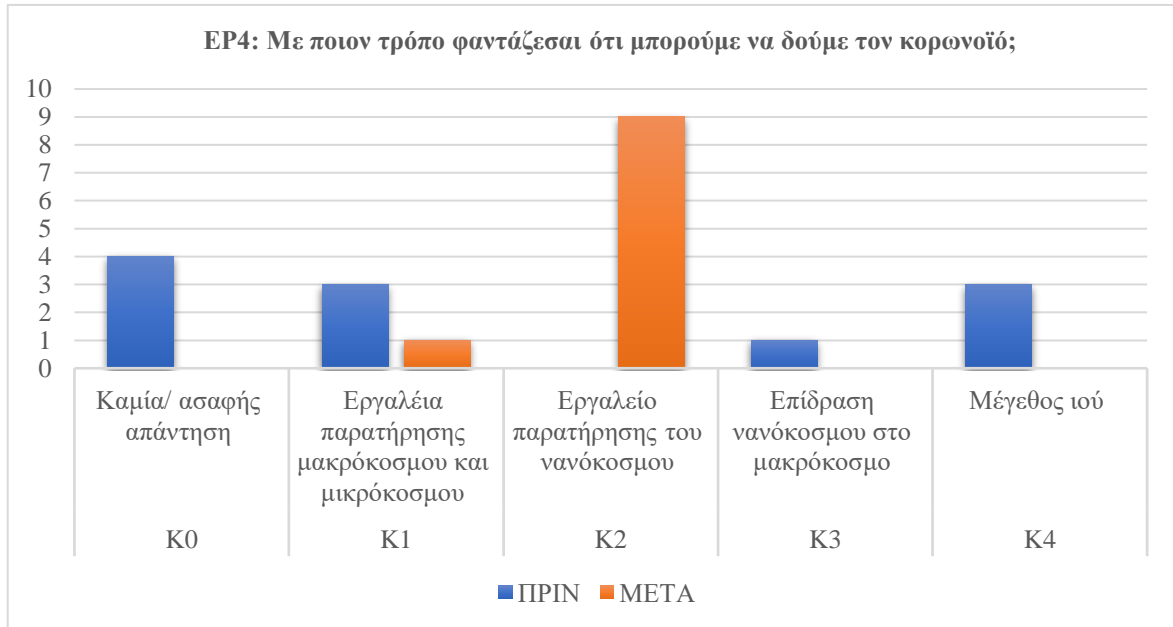


Σχήμα 7 Αποτελέσματα EP3

EP4: Με ποιον τρόπο φαντάζεσαι ότι μπορούμε να τον δούμε;

Σε αυτή την ερώτηση επιχειρήθηκε η εκμαίευση των αντιλήψεων των παιδιών για τη ΜΙ: Εργαλεία και όργανα παρατήρησης. Συγκεκριμένα, στο Σχήμα 8, φαίνεται ότι πριν την εκπαιδευτική παρέμβαση κυριαρχούσαν ΜΝ στις Κ0 όπου ένας μαθητής είπε: «Είναι πράσινος και μπορούμε να τον δούμε όταν δεν είναι πάνω σε κάτι πράσινο», Κ1 όπου μία μαθήτρια δήλωσε: : «Με μικροσκόπιο αλλιώς δεν μπορούμε να τον δούμε» και Κ4 όπου μία άλλη μαθήτρια ανέφερε: «Δεν

μπορούμε να το δούμε γιατί είναι μικρός». Ακόμη, εντοπίστηκε μόνο μία MN στην Κ3 όπου μία μαθήτρια είπε «Το καταλαβαίνουμε όταν αρρωστήσουμε δηλαδή όταν κάνουμε αψού». Τέλος δε σημειώθηκε καμία MN στην Κ2.



Σχήμα 8 Αποτελέσματα EP4

Έπειτα από την εκπαιδευτική παρέμβαση, οι απαντήσεις σχεδόν όλων των μαθητών/-τριών περιλάμβαναν MN στην Κ2. Χαρακτηριστικά ένας μαθητής αναφέρθηκε στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

M Μόνο με το σούπερ μικροσκόπιο.

E Άρα που νομίζεις ότι υπάρχει ο κορωνοϊός;

M Υπάρχει στο νανόκοσμο

Επίσης, μία μόνο MN σημειώθηκε στην Κ1 όπου μία μαθήτρια αναφέρθηκε στον φακό ως εργαλείο για την παρατήρηση του κορωνοϊού.

M Με ένα μεγάλο φακό μπορούμε να βλέπουμε παντού όπου είναι ο κορωνοϊός.

E Με ένα μεγάλο φακό τι εννοείς;

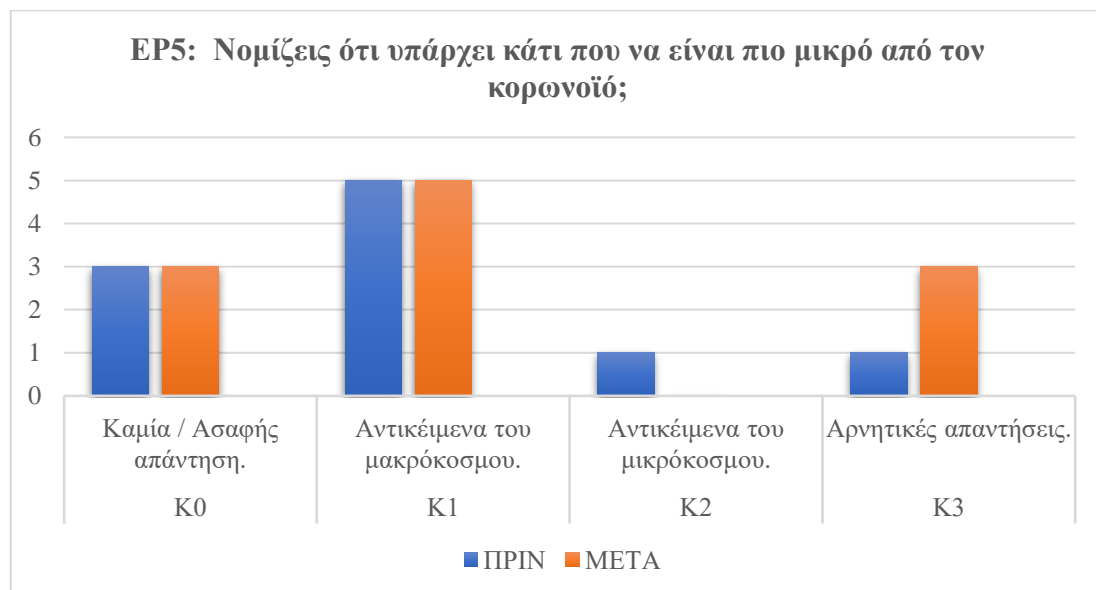
M Εννοώ να πάρουμε ένα κάτι και αυτό θα μας δείχνει πού είναι ο κορωνοϊός.

E Αυτό το κάτι μήπως θυμάσαι πώς το λένε;

Τέλος, στις υπόλοιπες κατηγορίες δεν σημειώθηκε καμία MN.

EP5: Νομίζεις ότι υπάρχει κάτι που να είναι πιο μικρό από τον κορωνοϊό;

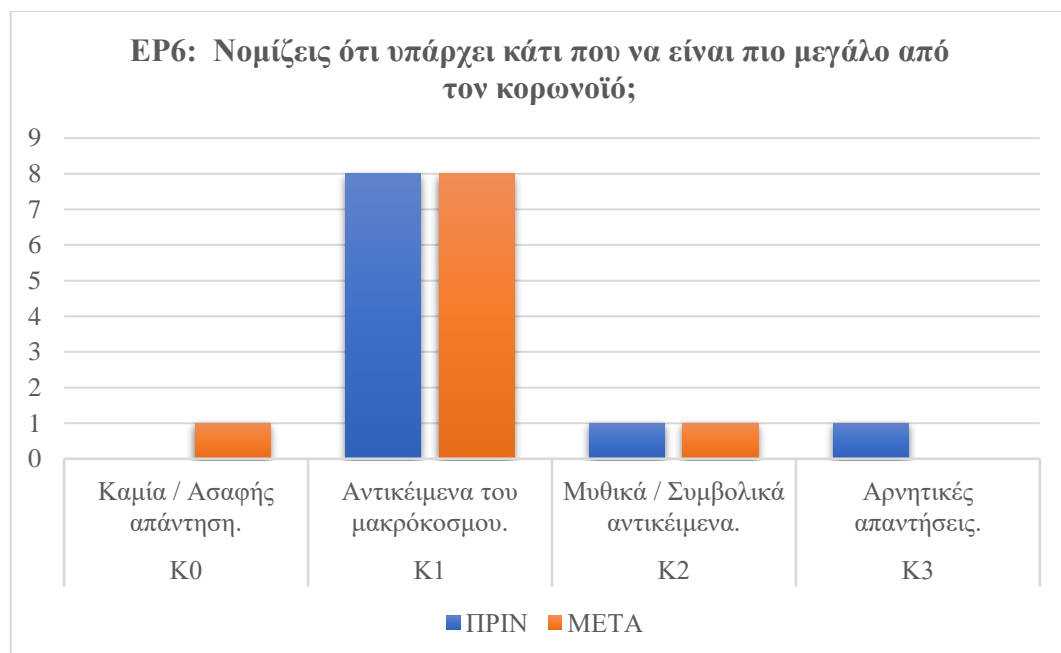
Στην EP5 όπως προκύπτει από το Σχήμα 9, πριν από την εκπαιδευτική παρέμβαση οι περισσότερες MN συγκεντρώθηκαν στην K1 όπου μία μαθήτρια είπε: «Ναι ένα μυρμήγκι» και K0 όπου μία μαθήτρια δήλωσε: «Ναι είναι οι πιο μικροί οι κορωνοϊοί και φεύγουν κάποιου». Παράλληλα, ίδιος αριθμός MN παρατηρήθηκε στις K2 όπου ένας μαθητής ανέφερε: «Ναι τα λίγο πιο μικρά μικρόβια» και K4 όπου ένας μαθητής είπε «Όχι». Μετά την ολοκλήρωση της εκπαιδευτικής παρέμβασης, επικράτησαν και πάλι οι MN στην K1. Για παράδειγμα, μία μαθήτρια είπε: «Αυτά που βγαίνουν από την ξύστρα[...]». Διατηρήθηκαν στο ίδιο επίπεδο οι MN για την K0, μία μαθήτρια είπε: «Δεν ξέρω» και αυξήθηκαν οι MN για την K4 όπου μία μαθήτρια είπε: «Όχι».



Σχήμα 9 Αποτελέσματα EP5

EP6: Νομίζεις ότι υπάρχει κάτι που να είναι πιο μεγάλο από τον κορωνοϊό;

Στη συγκεκριμένη ερώτηση όπως δείχνει το Σχήμα 1ο, τόσο πριν όσο και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση εντοπίστηκε ο ίδιος αριθμός MN στις Κ1 και Κ2. Συγκεκριμένα, για την Κ1 μία μαθήτρια δήλωσε: «Μία μπάλα ποδοσφαίρου» (πριν) και μία άλλη μαθήτρια είπε «Το σπίτι» (μετά). Για την Κ2, ένας μαθητής ανέφερε: «Ναι ο βασιλιάς κορωνοϊός επειδή τα παιδιά κορωνοϊοί είναι μέχρι εδώ και ο βασιλιάς κορωνοϊός είναι μέχρι εδώ» (πριν) επίσης, ο μαθητής ανέφερε: «Ο δράκος» (μετά). Για την Κ0 πριν από την εκπαιδευτική παρέμβαση δεν σημειώθηκε καμία MN ενώ μετά την ολοκλήρωση της σημειώθηκε μία MN όπου μία μαθήτρια είπε: «Μεγάλος κορωνοϊός τεράστιος κορωνοϊός». Αντίθετα, στην Κ3 σημειώθηκε μόνο μία MN πριν την εκπαιδευτική παρέμβαση όπου μία μαθήτρια δήλωσε: «Όχι» ενώ μετά την εφαρμογή της καμία.

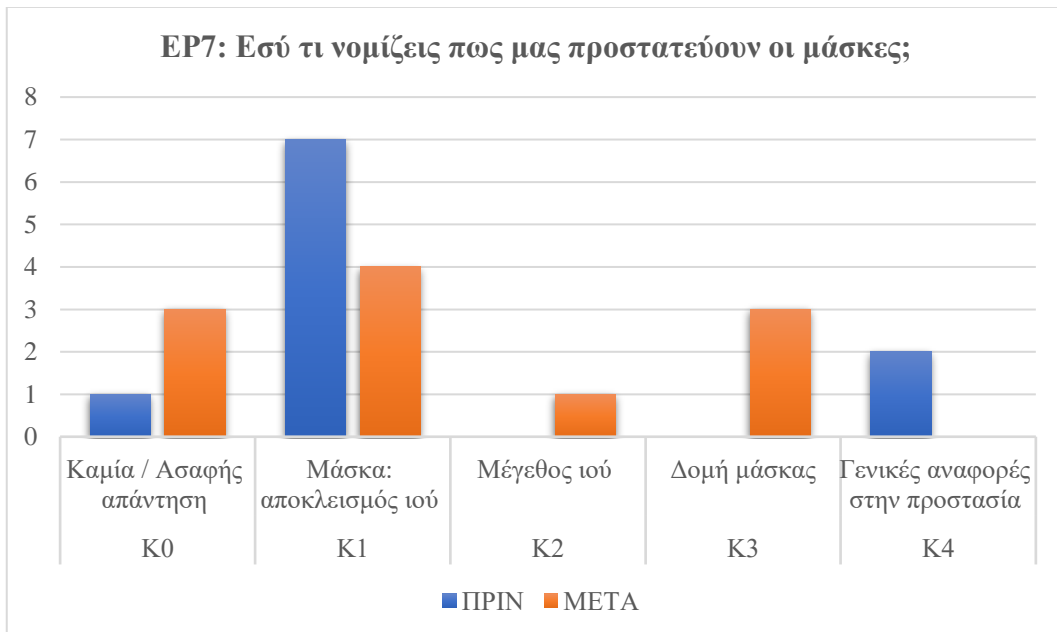


Σχήμα 10 Αποτελέσματα EP6

3.2 Αποτελέσματα για το ΕΕ2: Ποιες είναι οι αντιλήψεις μαθητών/-τριών Νηπιαγωγείου αφενός για τη δομή της μάσκας και αφετέρου για τη λειτουργία της στην προστασία από τον κορωνοϊό πριν και μετά την εφαρμογή της εκπαιδευτικής παρέμβασης;

EP7 & EP8: Πώς νομίζεις ότι η μάσκα μπορεί να μας προστατέψει; / Θα ήθελες να μου το ζωγραφίσεις;

Στην EP7 όπως φαίνεται στο σχήμα 11, πριν την εκπαιδευτική παρέμβαση η πλειονότητα των ΜΝ συγκεντρώθηκε στην Κ1 όπου μία μαθήτρια ανέφερε: «Τις βάζουμε στη μύτη και στο στόμα για να μην μπαίνει ο κορωνοϊός». Λιγότερες ΜΝ σημειώθηκαν στην Κ4 «Ναι μας προστατεύει από τον κορωνοϊό» ενώ εντοπίστηκε μία μόνο ΜΝ στην Κ0 όπου ένας μαθητής δήλωσε: «Επειδή ο κορωνοϊός μπαίνει στη μύτη μας, φοβούνται και δεν μπαίνουν επειδή θα έχει σκοτάδι και οι κορωνοϊοί δεν μπαίνουν». Στις υπόλοιπες κατηγορίες (Κ2 και Κ3) δεν εντοπίστηκε καμία ΜΝ.



Σχήμα 11 Αποτελέσματα EP7

Μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, οι περισσότερες ΜΝ παρατηρούνται στην Κ1 όπου ένας μαθητής είπε: «Τη φοράμε και έρχονται εκεί στη μάσκα και τους λένε στοπ και μόλις σταματάει το στοπ λένε γιούπι». Ακόμη, εντοπίστηκε

ίδιος αριθμός MN στην Κ0 όπου μία μαθήτρια είπε: «Είναι χοντρές τις βάζουμε και δεν μπορεί να μπει» και Κ3 όπου όπου μία μαθήτρια ανέφερε: «Γιατί πρέπει να τις φοράμε στη μύτη και στο στόμα. Δεν μπορούν να μπου μέσα οι κορωνοϊοί. Γιατί η μάσκα έχει μικρούτσικα τέτοια και δεν μπορούν να μπου μέσα». Ακόμη, σημειώθηκε μία MN στην Κ2 όπου η μαθήτρια δήλωσε : «[...]ο ιός δεν μπορεί να μπει μέσα στη μάσκα γιατί δεν είναι τόσο μικρός». Τέλος, δε σημειώθηκε καμία MN στην Κ4.

Σχετικά με την ΕΡ8, όσον αφορά τα ιχνογραφήματα για το πως νομίζουν οι μαθητές/-τριες ότι η μάσκα μας προστατεύει από τον κορωνοϊό, όπως φαίνεται στο Σχήμα 12 παρατηρήθηκαν τα εξής. Οι πλειονότητα των MN για τα ιχνογραφήματα πριν από την εκπαιδευτική παρέμβαση σημειώθηκε στην Κ1. Χαρακτηριστικά μία μαθήτρια είπε: «Είναι ένας άνθρωπος που φοράει μάσκα και ένας κορωνοϊός που δεν μπορεί να μπει» (Εικ. 44). Αρκετές MN παρατηρήθηκαν στην Κ2 όπου μία μαθήτρια δήλωσε: «Είναι αυτός ο κορωνοϊός και η μάσκα αυτά είναι για τη μύτη, ο κορωνοϊός είναι από έξω και δεν μπορεί να περάσει γιατί η μάσκα είναι πολύ χοντρή και αυτός είναι μικρός οπότε δεν μπορεί να περάσει» (Εικ. 45). Σε πολύ μικρότερο βαθμό στην Κ4. Για παράδειγμα, ένας μαθητής είπε: «Ο Νικόλας ο φίλος μου που φοράει μάσκα ο κορωνοϊός πήγε μέχρι τη μάσκα του και έφυγε» (Εικ. 46). Τέλος αρκετές MN σημειώθηκαν στην Κ0. Για παράδειγμα, ένας μαθητής είπε ότι ο κορωνοϊός δεν πλησιάζει τη μάσκα καθώς φοβάται το σκοτάδι (Εικ. 47).

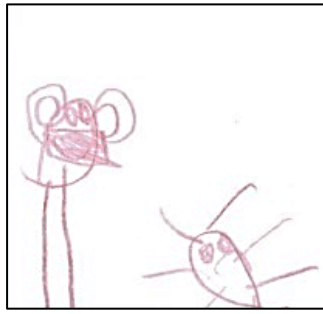
M Αυτή είναι η μάσκα ο κορωνοϊός πάει να μπει στη μύτη του επειδή πετάει.

E Τα καταφέρνει περνάει από τη μάσκα;

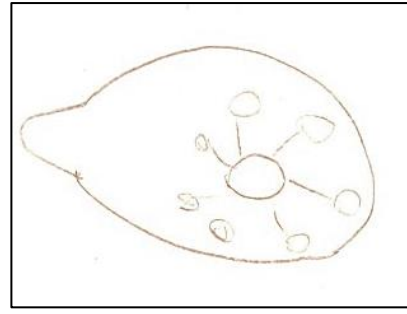
M Αν η μάσκα είναι κάτω από τη μύτη μπορεί να μπει.

E Αν όμως τη φοράμε σωστά; ΜΔεν μπορεί να περάσει επειδή φοβάται το σκοτάδι.

Τέλος δεν παρατηρήθηκε καμία MN στην Κ3 αναφορικά με τη δομή της μάσκας.



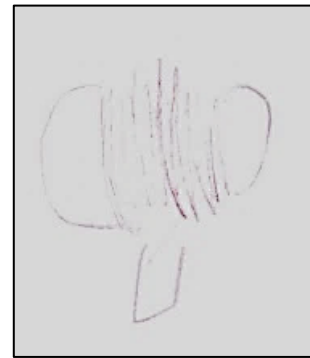
Εικόνα 44 Μάσκα: αποκλεισμός ιού



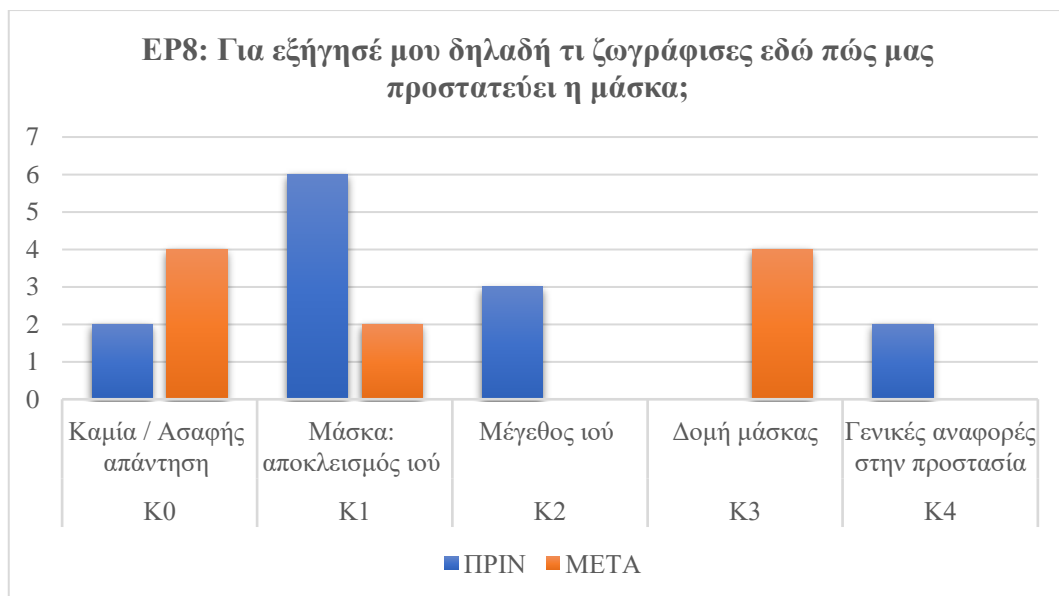
Εικόνα 45 Μέγεθος ιού



Εικόνα 46 Γενικές αναφορές στην προστασία



Εικόνα 47 Καμία - ασαφής απάντηση



Σχήμα 12 Αποτελέσματα EP9

Μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση εντοπίστηκαν αρκετές ΜΝ στην Κ0 όπου ένας μαθητής είπε: «Είναι οι κορωνοϊοί που σημαίνει ότι παν οι κορωνοϊοί αλλά η

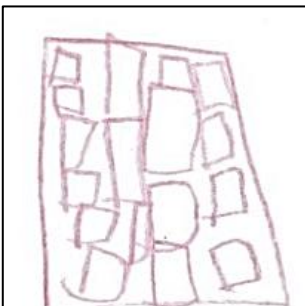
μάσκα τους φυσάει πίσω. Η ανάσα του ανθρώπου που βγαίνει έτσι πάει έτσι διώχνουν τον κορονοϊό και τον πάει πίσω» (Εικ. 48) και Κ3 όπου μία μαθήτρια δήλωσε: «Γιατί πέφτει πάνω και πέφτει. Αυτά είναι τα μικρούλια που έχει η μάσκα και δε χωράει να περάσει από αυτά τα μικρούλια γιατί είναι μεγάλος και έχω κάνει που πέφτει πάνω στη μάσκα και ξαναπέφτει κάτω» (Εικ. 49). Ακόμη, ένας μικρός αριθμός ΜΝ εντοπίστηκε στην Κ1 όπου ένας μαθητής αναφέρθηκε στο ότι η μάσκα αποκλείει τον κορονοϊό (Εικ. 50).

M Το αγοράκι φοράει μάσκα και θα κάνει μπόινγκ και θα τον διώξει τον κορονοϊό.

E Τι γίνεται όμως στη μάσκα και διώχνει τον κορονοϊό;

M Επειδή φοράμε μάσκα και δεν μπορεί να μπει.

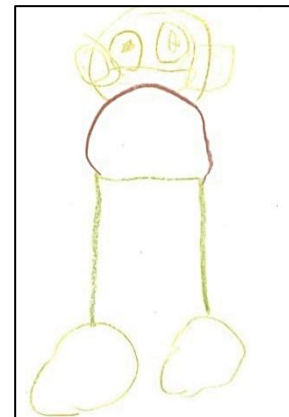
Τέλος, καμία ΜΝ δεν σημειώθηκε για την Κ2 σχετικά με το μέγεθος του ιού.



Εικόνα 49 Δομή μάσκας



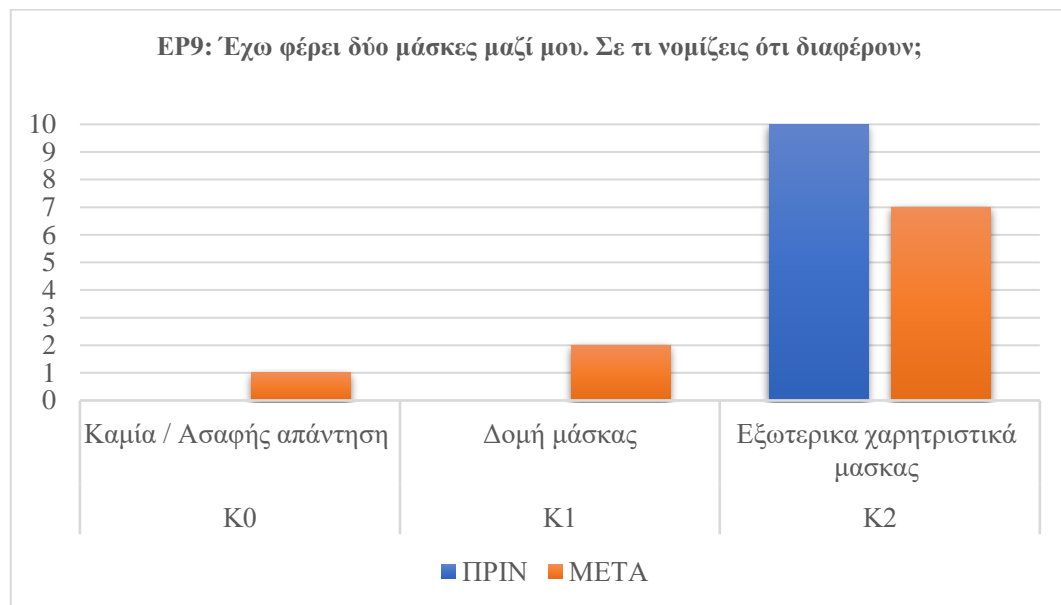
Εικόνα 48 Καμία - Ασαφής απάντηση



Εικόνα 50 Προστασία από τον ιό

EP9: Έχω φέρει δύο μάσκες μαζί μου. Σε τι νομίζεις ότι διαφέρουν;

Όπως προκύπτει από το Σχήμα 13, πριν από την εκπαιδευτική παρέμβαση, το σύνολο των MN για την EP9 συγκεντρώθηκαν στην Κ2. Για παράδειγμα ένας μαθητής είπε: «Έχουν διαφορετικά χρώματα. Η μία είναι μαύρη και άλλη είναι άσπρη. Η μία έχει τετράγωνα και η άλλη έχει σχήματα». Στις υπόλοιπες κατηγορίες δεν σημειώθηκε καμία MN.



Σχήμα 13 Αποτελέσματα EP9

Μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση κυριάρχησαν οι MN στην Κ2 όπου μία μαθήτρια δήλωσε: «Η μαύρη έχει μικρά σχέδια και η άλλη είναι όλη άσπρη». Παρατηρήθηκαν ακόμη MN στην Κ1, για παράδειγμα μία μαθήτρια αναφέρθηκε στη δομή της τους εσωτερικού της μάσκας

M Όχι, Η μία είναι μαύρη και η άλλη είναι άσπρη.

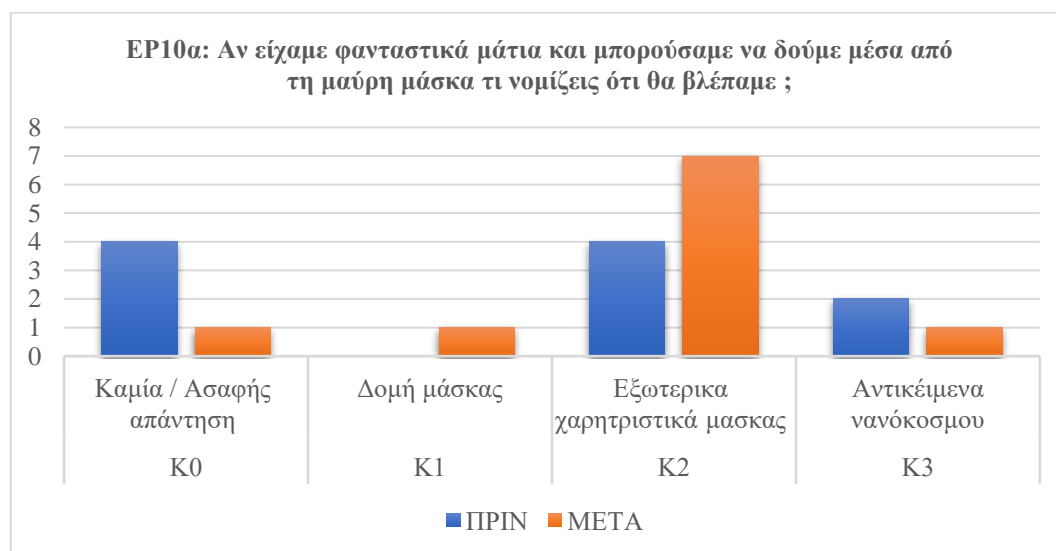
E Τις είδαμε όμως και με κάποια εργαλεία θυμάσαι;

M Α ναι σωστά αυτή είχε μεγάλα κουτάκια και αυτή είχε μικρά κουτάκια.

Τέλος, μία μόνο MN σημειώθηκε στην Κ0 όπου ένας μαθητής είπε: «Μπορεί στην μαύρη να το αντέχει και στην άσπρη όχι».

EP10α & EP10β: Αν είχαμε φανταστικά μάτια και μπορούσαμε να μπούμε μέσα σε αυτή τη μάσκα (υφασμάτινη & FFP2) τι νομίζεις ότι θα βλέπαμε;

Στην EP10α αναφορικά με το τι θα έβλεπαν τα παιδιά με τα φανταστικά τους μάτια μέσα σε μία υφασμάτινη μάσκα προστασίας, όπως φαίνεται στο Σχήμα 14, πριν από την εκπαιδευτική παρέμβαση παρατηρήθηκαν οι περισσότερες MN σημειώθηκαν στις Κ0 και Κ2. Χαρακτηριστικά, μία μαθήτρια είπε: «Θα βλέπαμε τριγωνάκια και λουλουδάκια» και μία άλλη μαθήτρια ανέφερε: «Θα βλέπουμε μόνο μαύρο». Ένα μικρό μέρος MN σημειώθηκαν στην Κ3, για παράδειγμα ένας μαθητής είπε: «Θα μπορούσα να έβλεπα κιόλας και τον κορωνοϊό», ενώ δεν εντοπίστηκαν MN στην Κ1.

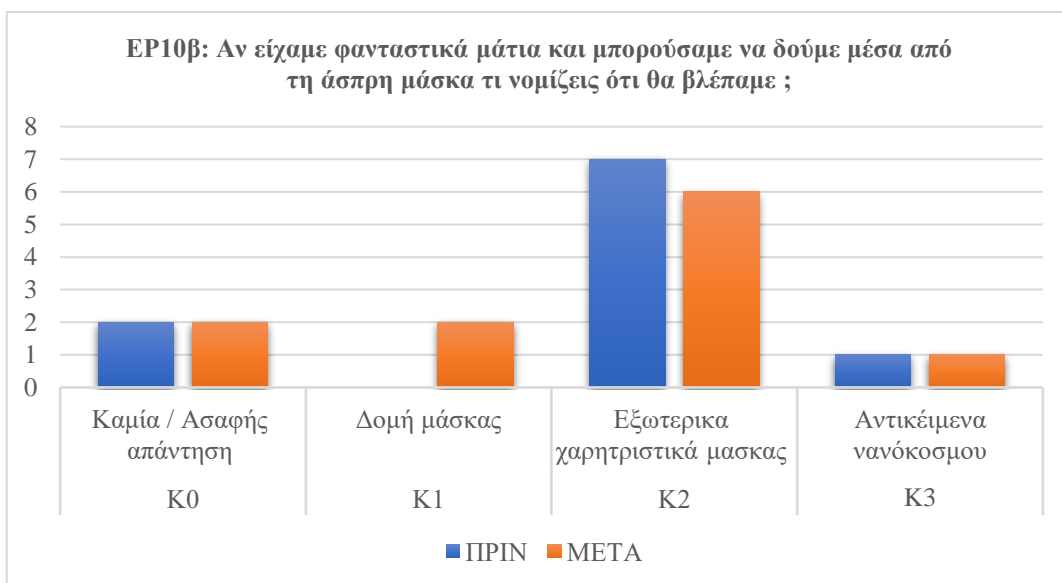


Σχήμα 14 Αποτελέσματα EP10α

Μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, εντοπίστηκαν MN σε όλες τις κατηγορίες εκτός από την Κ3. Πιο συγκεκριμένα, η πλειονότητα των MN παρατηρήθηκε στην Κ2 όπου ένας μαθητής είπε: «Θα βλέπαμε μόνο μαύρο». Τέλος, από μία MN σημειώθηκε στις Κ0, Κ1 και Κ3. Για παράδειγμα, ένας μαθητής δήλωσε: «Τίποτα», ένας άλλος μαθητής είπε: «Σε αυτήν θα βλέπαμε πιο μεγάλες τρύπες» και ένας μαθητής ανέφερε: «Θα βλέπαμε τους κορωνοϊούς αν είχαμε μαγικά μάτια θα βλέπαμε και άλλους και άλλους ιούς», αντίστοιχα.

Στην ΕΡ10β αναφορικά με το τι θα έβλεπαν τα παιδιά με τα φανταστικά τους μάτια μέσα σε μία μάσκα υψηλής προστασίας (FFP2), όπως προκύπτει από το Σχήμα 15, πριν από την εκπαιδευτική παρέμβαση το πλήθος των ΜΝ συγκεντρώθηκε στην Κ2. Για παράδειγμα, μία μαθήτρια είπε: «Θα βλέπαμε άσπρα μέσα σε αυτή τη μάσκα». Ακόμη, μικρότερο μέρος ΜΝ βρέθηκαν στις Κ0 όπου ένας μαθητής ανέφερε: «Θα βλέπαμε σχήματα, στρατιώτες όπως και στην προηγούμενη μάσκα, ας πούμε ότι αυτός είναι ο κορωνοϊός και αυτή είναι η μάσκα και αυτοί είναι που σκοτώνουν τον κορωνοϊό» και Κ3 όπου ένας μαθητής είπε: «Αμα είναι μέσα κορωνοϊός από αυτές τις τρυπούλες».

Τέλος καμία ΜΝ δεν σημειώθηκε για την Κ1.



Σχήμα 15 Αποτελέσματα ΕΡ10β

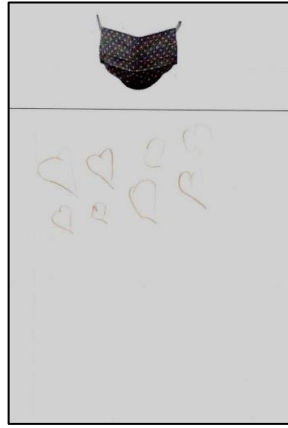
Μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση οι περισσότερες ΜΝ παρατηρούνται στην Κ2 όπου ένας μαθητής δήλωσε: «Θα βλέπαμε όλα τα χρώματα που έχουν οι μάσκες» επίσης, παρέμειναν στο ίδιο επίπεδο οι ΜΝ για τις Κ0 όπου μία μαθήτρια είπε: «Δεν ξέρω» και Κ3 όπου μία μαθήτρια είπε: «Θα βλέπαμε τους κορωνοϊούς αν είχαμε μαγικά μάτια θα βλέπαμε και άλλους και άλλους ιούς». Σημειώθηκαν ακόμη, ΜΝ για την Κ1. Χαρακτηριστικά, ένας μαθητής ανέφερε: «Σε αυτή τρύπες είναι πιο μικρές πολύ πολύ μικρές» .

EP11α & 11β: Ζωγράφισε μου κάτω από την κάθε μάσκα (υφασμάτινη & FFP2) τι θα βλέπαμε μέσα της με τα φανταστικά μας μάτια.

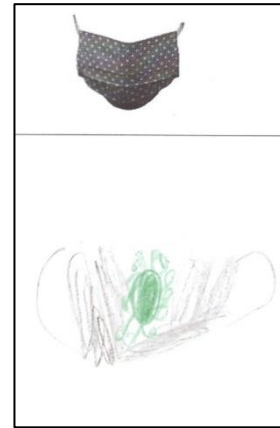
Συγκεκριμένα, στην EP11α, σχετικά με τα ιχνογραφήματα για το τι θα έβλεπαν μέσα στην υφασμάτινη μάσκα προστασίας, όπως φαίνεται από το Σχήμα 16, πριν από την εκπαιδευτική παρέμβαση κυριάρχησαν οι MN στην Κ2 όπου μία μαθήτρια είπε: «Μαύρα και τέτοια τριγωνάκια και τέτοια λουλουδάκια» (Εικ. 51). Επίσης, ένα μικρό μέρος MN σημειώθηκε στις Κ0 όπου μία μαθήτρια είπε: «Καρδούλες» (Εικ. 52) και Κ3 όπου ένα μαθητής ανέφερε: «Θα βλέπαμε τον κορωνοϊό αλλά όχι και τόσο καλά» (Εικ. 53). Τέλος, δεν εντοπίστηκαν MN στην Κ1.



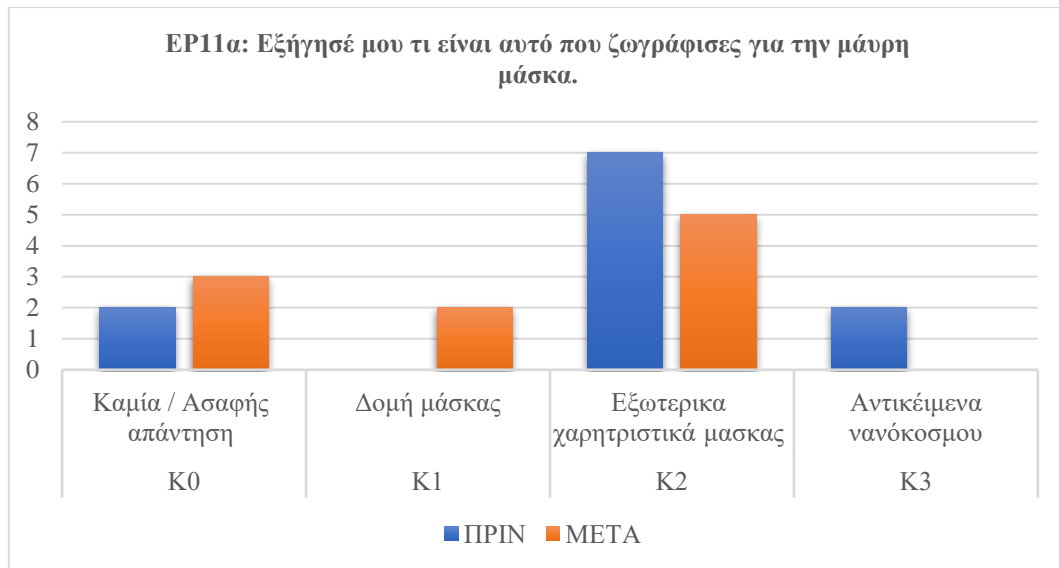
Εικόνα 51 Εξωτερικά χαρακτηριστικά μάσκας



Εικόνα 52 Καμία - ασαφής απάντηση



Εικόνα 53 Αντικείμενα του νανόκοσμου



Σχήμα 16 Αποτελέσματα EP11a

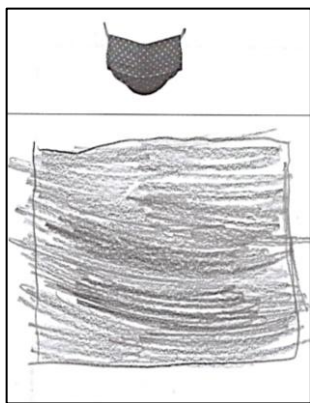
Μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση επικράτησαν οι ΜΝ στην Κ2. Για παράδειγμα, μία μαθήτρια είπε: «Αυτή είναι η μάσκα η μαύρη και θα βλέπαμε μαύρο και άσπρο» (Εικ. 54). Επίσης, παρατηρήθηκαν ΜΝ στην Κ0 όπου ένας μαθητής είπε ότι δεν θα έβλεπε τίποτα (Εικ. 55).

M Τίποτα.

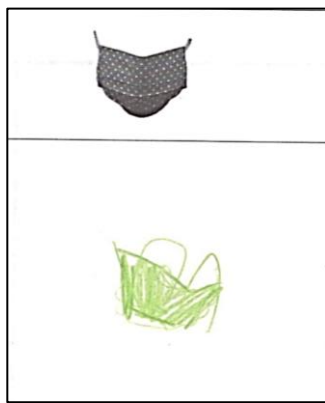
E Τι είναι αυτό που ζωγράφισες;

M Τη μάσκα και όλο το πράγμα και δεν βλέπουμε τίποτα.

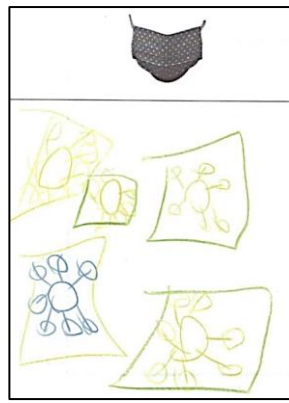
Ακόμη, σημειώθηκαν ΜΝ στην Κ1 όπου μία μαθήτρια ανέφερε: «Εδώ έχω ζωγραφίσει ότι θα βλέπαμε μεγάλα κουτάκια. Ο κορωνοϊός χωράει από τα μεγάλα κουτάκια» (Εικ. 56). Τέλος, καμία ΜΝ δεν σημειώθηκε στην Κ3.



Εικόνα 54 Εξωτερικά χαρακτηριστικά μάσκας

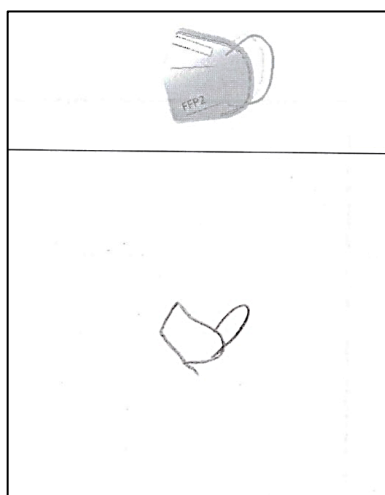


Εικόνα 55 Καμία - ασαφής απάντηση

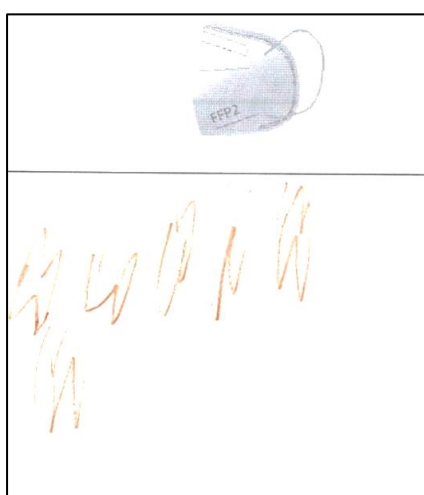


Εικόνα 56 Δομή μάσκας

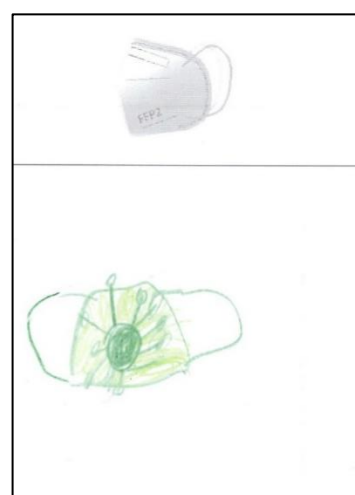
Στην ΕΡ11β, σχετικά με τα ιχνογραφήματα για το τι θα έβλεπαν μέσα στην μάσκα υψηλής προστασίας (FFP2), όπως φαίνεται στο Σχήμα 17, πριν από την εκπαιδευτική παρέμβαση το μεγαλύτερο μέρος των ΜΝ εντοπίστηκαν στην Κ2. Χαρακτηριστικά, μία μαθήτρια ανέφερε: «Είναι μια μάσκα άσπρη και αυτό εδώ είναι το λαστιχάκι της» (Εικ. 57). Ακόμη, αρκετές ΜΝ σημειώθηκαν στην Κ0 όπου μία μαθήτρια είπε: «Αστεράκια» (Εικ. 58) και λιγότερες στην Κ4 όπου ένας μαθητής ανέφερε: «Μια πράσινη μάσκα που θα βλέπαμε τα πάντα εδώ ο κορωνοϊός φαίνεται καλύτερα» (Εικ. 59). Τέλος καμία ΜΝ δεν παρατηρήθηκε στις Κ1 και Κ3.



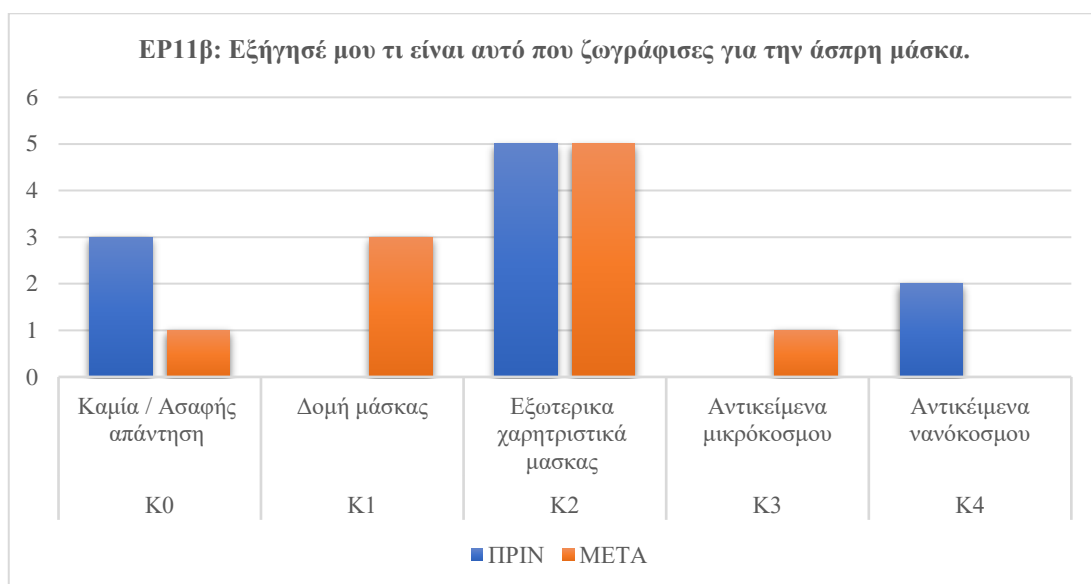
Εικόνα 57 Εξωτερικά χαρακτηριστικά μάσκας



Εικόνα 58 Καμία - ασαφής απάντηση



Εικόνα 59 Αντικείμενα νανόκοσμου



Σχήμα 17 Αποτελέσματα EP11β

Μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, οι περισσότερες ΜΝ παρατηρήθηκαν στην Κ2. Για παράδειγμα, μία μαθήτρια είπε: «Άσπρο» (Εικ. 60) . Ακόμη, αρκετές ΜΝ εντοπίστηκαν στην Κ1 όπου μία μαθήτρια αναφέρθηκε στους πόρους της μάσκας (Εικ. 62).

M Εδώ θα βλέπαμε κορωνοϊούς.

E Είδαμε εμείς κορωνοϊούς όταν τις εξετάσαμε;

M Όχι αλλά αν είχαμε φανταστικά μάτια θα βλέπαμε.

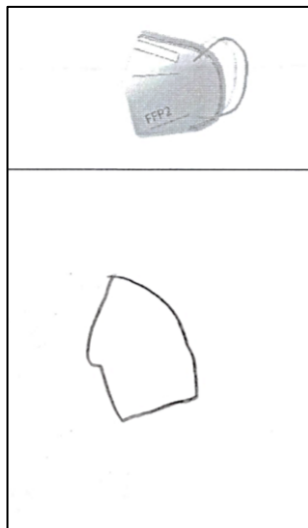
E Προηγουμένως είπες ότι στην άλλη μάσκα θα βλέπαμε μεγάλα κουτάκια σε αυτήν θα βλέπαμε το ίδιο;

M Όχι σε αυτήν θα βλέπαμε μικρά κουτάκια.

E Θέλεις να μου τα ζωγραφίσεις και αυτά; Εδώ τώρα που έκανες τα κουτάκια τόσα μικρά νομίζεις ότι θα χωρέσει ο κορωνοϊός;

M Όχι τώρα δεν χωράει.

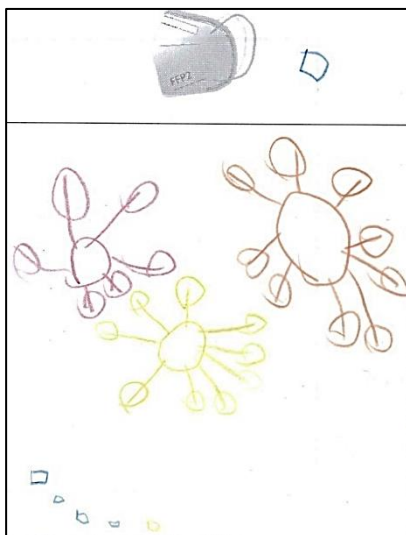
Τέλος, από μία ΜΝ σημειώθηκε στην Κ0 και στην Κ3. Χαρακτηριστικά, μία μαθήτρια είπε: «Γραμμούλες» (Εικ. 61) και ένας δήλωσε: «Ένα άσπρο κύτταρο» (Εικ. 63). Τέλος δεν εντοπίστηκαν ΜΝ στην Κ4.



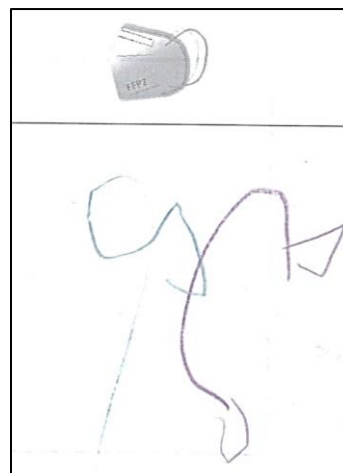
Εικόνα 60 Εξωτερικά χαρακτηριστικά μάσκας



Εικόνα 61 Καμία - ασαφής απάντηση



Εικόνα 62 Δομή μάσκας

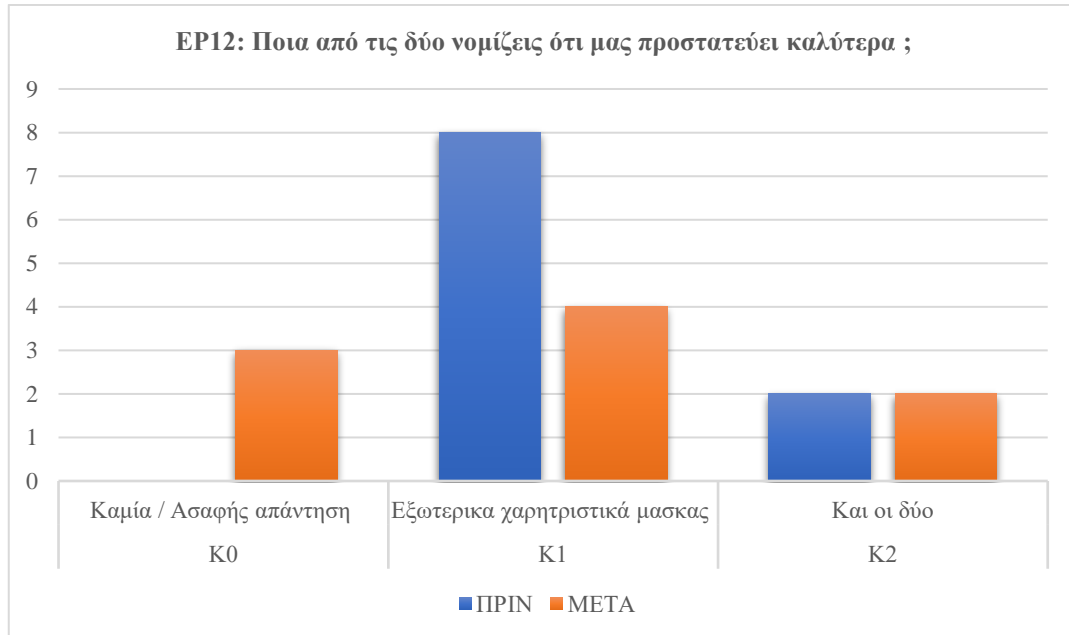


Εικόνα 63 Αντικείμενα του μικρόκοσμου

EP12: Ποια νομίζεις ότι μας προστατεύει καλύτερα;

Στην EP12, όπως φαίνεται στο Σχήμα 18, πριν από την εκπαιδευτική παρέμβαση κυριάρχησαν ΜΝ στην Κ1. Για παράδειγμα, μία μαθήτρια ανέφερε: «Η

άσπρη γιατί μας καλύπτει καλύτερα το πρόσωπο». Ακόμη, μία ΜΝ σημειώθηκε στην Κ2 όπου ένας μαθητής είπε: «Και οι δυο μας προστατεύουν το ίδιο». Τέλος, καμία δεν παρατηρήθηκε στην Κ0.



Σχήμα 18 Αποτελέσματα EP12

Μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, επικράτησαν οι ΜΝ στην Κ1 όπου μία μαθήτρια δήλωσε: «Μας προστατεύει άσπρη γιατί είναι πιο χοντρή». Ακόμη, παρατηρήθηκε μικρός αριθμός ΜΝ για στην Κ2. Για παράδειγμα, μία μαθήτρια ανέφερε: «Και οι δύο». Τέλος, καταγράφηκαν ΜΝ στην Κ0 όπου μία μαθήτρια είπε ότι η λευκή μάσκα είναι πιο δυνατή.

M Η άσπρη γιατί αυτή μας προστατεύει καλύτερα.

E Τι γίνεται και μας προστατεύει καλύτερα;

M Είναι πιο δυνατή.

4° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται τα συμπεράσματα όπως προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν κατά τις διαδικασίες των συνεντεύξεων πριν και μετά και παρουσιάστηκαν αναλυτικά στο προηγούμενο κεφάλαιο. Τα συμπεράσματα παρατίθενται ανά ερευνητικό ερώτημα και γίνεται συσχέτιση με αποτελέσματα προγενέστερων ερευνητικών προσπαθειών που εντοπίστηκαν στη βιβλιογραφία.

4.1 Οι αντιλήψεις μαθητών-τριών νηπιαγωγείου αναφορικά με τον κορωνοϊό

Αναφορικά με τις αντιλήψεις των μαθητών/-τριών σχετικά με το «*Τι νομίζεις ότι είναι ο κορωνοϊός*» και τα ιχνογραφήματα που δημιούργησαν για το πως τον κατανοούν αρχικά κυριάρχησαν περιγραφές αναφορικά με τις επιπτώσεις που έχει ο κορωνοϊός στην υγεία καθώς και ρεαλιστικές περιγραφές του ιού. Στα ιχνογραφήματα παρατηρήθηκαν οι ανθρωπομορφικές προσεγγίσεις, οι ρεαλιστικές προσεγγίσεις και ο αντίκτυπος που έχει ο ιός στην υγεία.

Αυτά τα ευρήματα φαίνεται να συμφωνούν με προγενέστερη μελέτη αναφορικά με τις αντιλήψεις παιδιών μικρών ηλικιών για τον κορωνοϊό (Bonoti et al., 2021) όπου οι ρεαλιστικές προσεγγίσεις φαίνεται να συνδέονται με τα ερεθίσματα που έλαβαν τα παιδιά από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης που ήταν έντονα κατά την περίοδο έξαρσης της πανδημίας όπου κυριαρχούσε το μοντέλο του κορωνοϊού για παράδειγμα σε σφαιρικό με προεξοχές. Επίσης, οι μυθικές ή συμβολικές προσεγγίσεις του κορωνοϊού, όπου συμπεριλήφθηκαν ιχνογραφήματα που τον αποτύπωναν με ανθρωπόμορφα χαρακτηριστικά όπως, μάτια, χέρια και πόδια, οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στο ηλικιακό επίπεδο των μαθητών/-τριών όπου έχουν την τάση να αποτυπώνουν άγνωστα σε αυτούς αντικείμενα με ανθρωπόμορφα χαρακτηριστικά.

Τέλος, οι επιπτώσεις στην υγεία, μπορούν να συνδεθούν με τις ίδιες τις εμπειρίες των παιδιών, όπου είτε τα ίδια είτε άτομα από το οικογενειακό τους περιβάλλον νόσησαν και εμφάνισαν συμπτώματα του κορωνοϊού.

Αναφορικά με το που νομίζουν τα παιδιά ότι βρίσκεται ο κορωνοϊός φαίνεται πως τόσο πριν όσο και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, οι απαντήσεις τους παρατηρήθηκαν στον ίδιο βαθμό σε όλες τις κατηγορίες ενώ δεν αναφέρθηκε από κανέναν μαθητή/-τρια ο νανόκοσμος. Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι παρότι υπήρξαν δραστηριότητες για το νανόκοσμο όπως το θεατρικό παιχνίδι που συμβάλλει βιωματικά στην κατάκτηση αφηρημένων εννοιών, ενδεχόμενα ο τρόπος διατύπωσης της ερώτησης στη συνέντευξη δεν βοήθησε τους/τις μαθητές/-τριες ώστε να δώσουν τις επιθυμητές απαντήσεις.

Σχετικά με τα εργαλεία και όργανα παρατήρησης, πριν από την εκπαιδευτική παρέμβαση, οι μαθητές/-τριες απάντησαν είτε με ασάφεια είτε αναφερόμενοι σε όργανα παρατήρησης του μικρόκοσμου. Μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση η πλειονότητα των παιδιών (9/10), αναφέρθηκαν στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο ως το εργαλείο με το οποίο μπορούμε να παρατηρήσουμε το κορωνοϊό. Σημαντικό ρόλο φαίνεται να διαδραμάτισε η χειραπτική δραστηριότητα με το μοντέλο ηλεκτρονικού μικροσκοπίου που χρησιμοποίησαν μόνοι τους οι μαθητές. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, χειραπτικές δραστηριότητες έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί για να μπορέσουν οι μαθητές να προσεγγίσουν την αφηρημένη έννοια της ατομικής μοριακής θεωρίας με θετικά αποτελέσματα (Åkerblom & Thorshag, 2021).

Αναφορικά με το αν υπάρχει κάποιο μικρότερο αντικείμενο από τον κορωνοϊό, πριν από την εκπαιδευτική παρέμβαση κυριαρχούσαν απαντήσεις για αντικείμενα ορατά με γυμνό μάτι, αντικείμενα του μακρόκοσμου, όπως πασχαλίτσα, ποντίκι και μυρμήγκι. Τα ευρύτερα παρουσιάζουν συμφωνία με προγενέστερη μελέτη (Καρατέγου, 2021), όπου ζητήθηκε από τα παιδιά να αναφέρουν το μικρότερο αντικείμενο που μπορούν να σκεφτούν και οι απαντήσεις τους αφορούσαν σε μεγάλο βαθμό αντικείμενα του μακρόκοσμου. Μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, παρά το γεγονός ότι και πάλι κυριάρχησαν τα αντικείμενα του μακρόκοσμου, εμφανίστηκαν περισσότερες αρνητικές απαντήσεις συγκριτικά με πριν, τα παιδιά δηλαδή εξέφρασαν πως δεν υπάρχει κάτι μικρότερο από τον κορωνοϊό. Αυτό πιθανόν οφείλεται στην δραστηριότητα που δομήθηκε στο προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch.mit.edu όπου οι μαθητές/-τριες αναζητώντας το κορωνοϊό ξεκίνησαν από τον μακρόκοσμο, πέρασαν στον μικρόκοσμο και έφτασαν στο νανόκοσμο όπου και τον εντόπισαν. Στην

προσπάθειά τους να συνεχίσουν το παιχνίδι είδαν ότι δεν είχε άλλο, επομένως μπορεί να συσχέτισαν ότι δεν υπάρχει κάτι μικρότερο από αυτόν.

Σχετικά με την ερώτηση για το αν υπάρχει κάτι που να είναι μεγαλύτερο από τον κορωνοϊό, τόσο πριν όσο και μετά από την εκπαιδευτική παρέμβαση σημειώθηκαν απαντήσεις για αντικείμενα ορατά με γυμνό μάτι, αντικείμενα του μακρόκοσμου. Σε αυτή την ερώτηση τα παιδιά ανέφεραν ως παραδείγματα, το σπίτι, τον ελέφαντα το παλάτι κ.α. Το γεγονός ότι αναφέρθηκαν σε μεγάλα αντικείμενα είναι πιθανόν συνυφασμένο με τη λέξη «μεγάλο» που χρησιμοποιήθηκε στην ερώτηση. Αντίθετα στην προηγούμενη ερώτηση που χρησιμοποιήθηκε η λέξη «μικρό», τα παραδείγματα περιορίστηκαν ως επι το πλείστον σε έντομα.

4.2 Οι αντιλήψεις μαθητών/-τριών νηπιαγωγείου αναφορικά με τη δομή και τη λειτουργία των масκών

Τόσο πριν όσο και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση παρατηρείται μία μακροσκοπική αντίληψη, όσον αφορά το πως αντιλαμβάνονται οι μαθητές/-τριες προσχολικής ηλικίας τη δομή και τον ρόλο των масκών στην προστασία από τον κορωνοϊό. Πιο συγκεκριμένα τα παιδιά τόσο πριν όσο και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση αναφέρθηκαν κατά κύριο λόγο σε εξωτερικά χαρακτηριστικά των масκών όπως, το χρώμα τους, η υφή τους, η εφαρμογή τους στο πρόσωπο κ.α.

Ένα μικρό μόνο μέρος φαίνεται να μετατοπίστηκε μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, κάνοντας αναφορά στα δομικά χαρακτηριστικά των масκών και στο μηχανισμό που μειώνει τη μεταδοτικότητα του ιού. Χαρακτηριστικά αυτά τα παιδιά ανέφεραν ότι η υφασμάτινη μάσκα αποτελείται από μεγάλες τρύπες (πόρους) αποτυπώνοντας τον ιό να χωράει μέσα από αυτές. Αντιθέτως, για την μάσκα υψηλής προστασίας (FFP2), οι τρύπες (πόροι) ήταν πολύ μικρές και ο κορωνοϊός πολύ μεγαλύτερος δεν χωρούσε να τις διαπεράσει. Αυτή η μικρή αλλαγή, πιθανόν οφείλεται, στη χειραπτική δραστηριότητα που χρησιμοποιήθηκε με τα μοντέλα масκών και ιών που χρησιμοποιήθηκαν ως παιχνίδι από τα παιδιά.

Στο σημείο αυτό, θα μπορούσε να γίνει συσχέτιση με την ερευνητική προσπάθεια των Peikos et al., (2021, 2022), όπου κατά τη διδασκαλία του

μηχανισμού καθαρισμού του νερού με τη χρήση νανο – φίλτρων, πριν την εκπαιδευτική παρέμβαση οι μαθητές/-τριες έδιναν μακροσκοπικές απαντήσεις. Μετά την εφαρμογή της εκπαιδευτικής παρέμβασης, άλλαξαν τις αντιλήψεις τους εξηγώντας τη διαδικασία φιλτραρίσματος του νερού κάνοντας αναφορά σε νανοδομές του φίλτρου.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ – ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ

Πλαίσιο της παρούσας μελέτης αποτέλεσε η πανδημία που προκάλεσε ο κορωνοϊός καθώς και οι μάσκες προστασίας που μας προστατεύουν από τον ιό. Στόχος της εργασίας ήταν αφενός η ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού που σχετίζεται με την έννοια του μεγέθους και των οργάνων παρατήρησης και αφετέρου η ανάδειξη των αντιλήψεων των μαθητών /-τριών πριν και μετά την πιλοτική εφαρμογή την εκπαιδευτικής παρέμβασης. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκαν ατομικές ημι-δομημένες συνεντεύξεις και ιχνογραφήματα πριν και μετά την εφαρμογή.

Ένα σημαντικό σημείο που αξίζει να αναφερθεί, είναι το εργαλείο συλλογής δεδομένων. Συστήνεται η βελτίωση του εργαλείου συλλογής δεδομένων τόσο για την έννοια του Μεγέθους όσο και για τις ερωτήσεις που αφορούν τις μάσκες προστασίας από τον κορωνοϊό, καθώς από τις απαντήσεις των παιδιών φαίνεται ότι τους δυσκόλεψε να εκφράσουν τις απόψεις τους. Ειδικότερα, προτείνεται η διατύπωση περισσότερο σαφών ερωτήσεων προς τα παιδιά σχετικά με το που νομίζουν ότι βρίσκεται ο κορωνοϊός και ο εμπλουτισμός αυτών των ερωτήσεων με περισσότερες πιθανές βοηθητικές ερωτήσεις ώστε να μπορούν να απαντήσουν ότι ο κορωνοϊός βρίσκεται στο νανόκοσμο.

Αναφορικά με την εκπαιδευτική παρέμβαση, προτείνεται η βελτίωση των δραστηριοτήτων σχετικά με τις μάσκες προστασίας από τον ιό, έτσι ώστε να αναπτύξουν τα παιδιά έναν απλό αιτιακό συλλογισμό ότι το μέγεθος των πόρων αποτελεί μια βασική αιτία για την αποτελεσματικότητα της μάσκας στην προστασία από τον κορωνοϊό. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό προτείνεται ο εμπλουτισμός της εκπαιδευτικής παρέμβασης με χειραπτικές δραστηριότητες και υλικά που βρίσκονται στο καθημερινό περιβάλλον των παιδιών. Για παράδειγμα

μπορούν να πειραματιστούν οι μαθητές/-τριες με ένα σουρωτήρι από το οποίο θα προσπαθούν να περάσουν καθημερινά υλικά όπως είναι ρύζι και αλεύρι καταλήγοντας έτσι σε έναν απλό αιτιακό συλλογισμό ότι οι τρύπες που έχει το σουρωτήρι επιτρέπουν κάποια από τα υλικά να το διαπεράσουν και κάποια όχι. Κατ' αντιστοιχία και οι μάσκες με τους μικρούς πόρους που διαθέτουν αποτρέπουν τον κορωνοϊό να τις διαπεράσει καθώς είναι μεγαλύτερος από αυτούς.

Επιπροσθέτως, παρατηρήθηκε πως ο χρόνος που υπήρχε για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων επέφερε πίεση τόσο στον ερευνητή όσο και στα παιδιά. Αξίζει να σημειωθεί πως υπήρχε έντονο ενδιαφέρον των παιδιών για συμμετοχή στις δραστηριότητες. Εντούτοις, προς το τέλος των δραστηριοτήτων έδειχναν να κουράζονται και να θέλουν να ολοκληρωθεί η δραστηριότητα γρήγορα προκειμένου να παίξουν, ελεύθερα, στην αυλή του σχολείου. Αυτό εξηγείται και από το γεγονός ότι η εκπαιδευτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε λίγο πριν τη λήξη του σχολικού έτους. Συνεπώς, συστήνεται περισσότερος χρόνος για την υλοποίηση της εκπαιδευτικής παρέμβασης ώστε να μην δημιουργούνται ζητήματα όπως τα παραπάνω.

Τέλος, ένας ακόμη περιορισμός εντοπίζεται στο μικρό δείγμα της παρούσας έρευνας (10 μαθητές/-τριες). Προτείνεται εκ νέου εφαρμογή σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών/-τριών που θα επιτρέψει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

- Βελέντζας, Α., Δημητριάδη, Κ., Μανδρίκας, Α., Μαργαρίτης, Α., & Σάλτα Κ. (2015). Εφαρμογή Διδακτικής Ενότητας σε θέματα Νανοτεχνολογίας. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης & Μ. Καλλέργη (Επιμ.), *Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές: 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 8 – 10 Μαΐου 2015*: Πρακτικά (σσ. 53 – 59). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
Ανακτήθηκε από:
http://www.enepnet.gr/index.php?page=proceedingsconference&proceeding_conference_id=10
- Γκίτσας, Σ. (2017). *Το φαινόμενο του λωτού στο δημοτικό σχολείο: Σχεδιασμός, ανάπτυξη και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού σε περιβάλλον μη-τυπικής εκπαίδευσης* (Μεταπτυχιακή εργασία).
Ανάκτηση από:
https://dspace.uowm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/688/Gkitsas_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Δρογγίτη, Ε., Πέικος, Γ., Μάνου, Α., & Σπύρτου, Α. (2015). Διδασκαλία στις Νανοεπιστήμες-Νανοτεχνολογίας (N-ET) στο δημοτικό σχολείο: μελέτη του ενδιαφέροντος των μαθητών για τη N-ET. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης & Μ. Καλλέργη (Επιμ.), *Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές: 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 8 – 10 Μαΐου 2015*: Πρακτικά (σσ. 1073 – 1080). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
Ανακτήθηκε από:
http://www.enepnet.gr/index.php?page=proceedingsconference&proceeding_conference_id=10
- Καρατέγου, Α. (2021). *Ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού για την εισαγωγή στις νανοτεχνολογίας στη πρωτοσχολική και προσχολική εκπαίδευση* (Δημοσιευμένη Διπλωματική εργασία).
- Καριώτογλου, Π. (2004). Επισκέψεις μαθητών σε Επιστημονικά και Τεχνολογικά Μουσεία: διδακτικές και ερευνητικές όψεις. *3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή ΝΤ στην εκπαίδευση*, (σσ. 45-51). Θεσσαλονίκη.
Ανακτήθηκε από:
<http://www.clab.edc.uoc.gr/aestit/3rd/contributions/45.pdf>
- Κουτρομάνος, Κ. (2021). *Πρόταση παρουσίασης εφαρμογών στις Νανοτεχνολογίας στην Α/θμια Εκπαίδευση* (Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία).
Ανακτήθηκε από:
<https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/handle/11400/809>

- Κρεμμύδα, Ο. (2019). *Εκπαιδευτικές δραστηριότητες για την εξοικείωση παιδιών μικρής ηλικίας με εφαρμογές στις Νανοτεχνολογίας για την προστασία στις πολιτιστικής κληρονομιάς* (Μεταπτυχιακή εργασία). Ανακτήθηκε από: <https://dspace.uowm.gr/xmlui/handle/123456789/1480>
- Κρεμμύδα, Ο., Παπαδοπούλου, Π., Καρατάσιος, Γ., & Σπύρτου Α. (2020). Η νανοτεχνολογία και η αξιοποίησή της στην προστασία στις πολιτισμικές στις κληρονομιάς: Μια Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία για παιδιά προσχολικής ηλικίας. Στο Α. Σπύρτου, Π. Παπαδοπούλου, Α. Ζουπίδης, Γ. Μαλανδράκης & Π. Καριώτογλου (Επιμ.), «*Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και στις Τεχνολογίας στον 21^ο αι.*»: 11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 19 – 21 Απριλίου 2019: Πρακτικά (σσ. 57 – 62). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Φλώρινα. Ανακτήθηκε από: http://synedrio2019.enepnet.gr/?page_id=1386
- Κυριτσάκης, Κ., Α. (2014). *Θεωρία Ηλεκτρονικής μικροσκοπίας εγγύς πεδίου* (Διδακτορική διατριβή). Διαθέσιμο από: Εθνικό Αρχείο Ηλεκτρονικών Διατριβών.
- Μακρή, Ζ. (2021, 8 Νοεμβρίου). Πρόγραμμα Σπουδών για την Προσχολική Εκπαίδευση. *Φύλλο Εφημερίδας στις Κυβέρνησης (ΦΕΚ)* https://www.esos.gr/sites/default/files/articles-legacy/programma_spydon_gia_tin_prosholiki_ek_paideysi.pdf
- Μάνου, Λ., & Σπύρτου, Α. (2013). Η εισαγωγή στις Νανοεπιστήμης – Νανοτεχνολογίας στην υποχρεωτική εκπαίδευση: βιβλιογραφική επισκόπηση του περιεχομένου και σύνδεση του με το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για στις Φυσικές Επιστήμες. Στο Δ. Βαβουγιός & Σ. Παρασκευόπουλος (Επιμ.), *8^ο Πανελλήνιο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 26-28 Απριλίου 2013*: Πρακτικά (σσ. 664 – 671). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος. Ανακτήθηκε από: <http://www.enepnet.gr/library/praktika/2013-praktika.pdf>
- Μάνου, Λ., Καζαής, Κ., Μπλούχου, Σ., Τιανταφυλλίδου, Ρ., Αγορίτσα, Μ., & Σπύρτου, Α. (2015). Δραστηριότητες για την εισαγωγή στοιχείων στις Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης & Μ. Καλλέργη (Επιμ.), *Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές: 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 8 – 10 Μαΐου 2015*: Πρακτικά (σσ. 1066 – 1072). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Ανακτήθηκε από: http://www.enepnet.gr/index.php?page=proceedingsconference&proceedingconference_id=10
- Μάνου, Λ., Σπύρτου, Α., Χατζηκρανιώτης, Ε., & Καριώτογλου, Π. (2015). Βιβλιογραφική επισκόπηση του περιεχομένου στις διδασκαλίας στις Νανοεπιστήμης – Νανοτεχνολογίας στις τρεις βαθμίδες εκπαίδευσης. Στο

Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης & Μ. Καλλέργη (Επιμ.), *Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές: 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 8 – 10 Μαΐου 2015*: Πρακτικά (σσ. 203 – 211). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Ανακτήθηκε από:

http://www.enepnet.gr/index.php?page=proceedingsconference&proceedingconference_id=10

Μιχαηλίδη, Α., & Σατύρου, Δ. (2020). Τεχνουργήματα μαθητών σχετικά με τη νανοτεχνολογία στο πλαίσιο μιας σύμπραξης μεταξύ τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης. Στο Α. Σπύρτου, Π. Παπαδοπούλου, Α. Ζουπιδής, Γ. Μαλανδράκης & Π. Καριώτογλου (Επιμ.), «*Επαναπροσδιορίζοντας τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών και στις Τεχνολογίες στον 21^ο αι.*»: 11^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 19 – 21 Απριλίου 2019: Πρακτικά (σσ. 30 – 38). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Φλώρινα.

Ανακτήθηκε από:

http://synedrio2019.enepnet.gr/?page_id=1386

Πέικος, Γ., Μάνου, Λ., & Σπύρτου, Α. (2015). Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού για τη Διδασκαλία στις Νανοτεχνολογίες στο Δημοτικό Σχολείο: Πιλοτική Εφαρμογή. Στο Χ. Σκουμπουρδή & Μ. Σκουμιός (Επιμ.), «*Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και στις Φυσικές Επιστήμες*»: 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή, 17 – 18 Οκτωβρίου 2014: Πρακτικά (σσ. 327 – 346). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.

Ανακτήθηκε από:

<http://ltee.aegean.gr/sekpy/2014/files/proceedings2014.pdf>

Πέικος, Γ., Παπαδοπούλου, Χ., & Μάνου, Λ. (2015). Ιδέες και γνώσεις των μαθητών για τη Νανοεπιστήμη – Νανοτεχνολογία στο δημοτικό σχολείο. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης & Μ. Καλλέργη (Επιμ.), *Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές: 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 8 – 10 Μαΐου 2015*: Πρακτικά (σσ. 1047-1052). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Ανακτήθηκε από:

http://www.enepnet.gr/index.php?page=proceedingsconference&proceedingconference_id=10

Πέικος, Γ., Σπύρτου, Α., & Μάνου, Λ. (2018). Εφαρμογή και αξιολόγηση Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη διδασκαλία του περιεχομένου στις Νανοεπιστήμες – Νανοτεχνολογίας στο Δημοτικό σχολείο. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Επιμ.), «*Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης*»: 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 7-9 Απριλίου 2017: Πρακτικά (σσ. 802 – 810). Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο.

Ανακτήθηκε από:

http://synedrio2017.enepnet.gr/images/Praktika10ouSynedriou_Teliko.pdf

- Πέικος, Γ., Σπύρτου, Α., & Μάνου, Λ. (2018). Εκπαιδευτικό υλικό για την προσέγγιση στις Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας στο Δημοτικό σχολείο: Οι τροποποιήσεις από την πρώτη εφαρμογή στη δεύτερη. Στο Χ. Σκουμπουρδή & Μ. Σκουμιός (Επιμ.), *«Εκπαιδευτικό υλικό Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών: διαφορετικές στις, διασταυρούμενες πορείες μάθησης»: 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή, 9 – 11 Νοεμβρίου 2018*: Πρακτικά (σσ. 612 – 616). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.
Ανακτήθηκε από:
<http://ltee.aegean.gr/sekpy/2018/files/proceedings2018.pdf>
- Πεντέρη, Ε., Χλαπάνα, Ε., Μέλλιου, Κ., Φιλιππίδη, Α., & Μαρινάτου, Θ. (2021). Πρόγραμμα Σπουδών Προσχολικής Εκπαίδευσης-Νηπιαγωγείου. Στο πλαίσιο στις Πράξης «Αναβάθμιση των Προγραμμάτων Σπουδών και Δημιουργία Εκπαιδευτικού Υλικού Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης» του ΙΕΠ με MIS 5035542
- Σακελλάρη, Κ., & Μάνου, Λ. (2018). Η εισαγωγή των φαινομένων στις κλίμακας νάνο στο Δημοτικό Σχολείο: το φαινόμενο στις σαύρας Γκέκο. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Επιμ.), *«Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης»: 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 7-9 Απριλίου 2017*: Πρακτικά (σσ. 856 – 861). Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης.
Ανακτήθηκε από:
http://synedrio2017.enepnet.gr/images/Praktika10ouSynedriou_Teliko.pdf
- Σακελλάρη, Κ. (2019). *Το φαινόμενο στις σαύρας Γκέκο στην κλίμακα του νάνο: πειραματικό περιβάλλον μικτής πραγματικότητας στο Δημοτικό Σχολείο* (Μεταπτυχιακή εργασία).
Ανακτήθηκε από:
<http://dspace.uowm.gr/xmlui/handle/123456789/1478>
- Σπύρτου, Α., Δαγρέ, Ε., Μάνου, Λ., & Κωνσταντινίδη, Ε. (2018). Διδασκαλία στις φύσης και του ρόλου των μοντέλων με έννοιες και φαινόμενα Νανοεπιστήμης – Νανοτεχνολογίας στο Δημοτικό Σχολείο. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Επιμ.), *«Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης»: 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 7-9 Απριλίου 2017*: Πρακτικά (σσ. 523 – 530). Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης.
Ανακτήθηκε από:
http://synedrio2017.enepnet.gr/images/Praktika10ouSynedriou_Teliko.pdf
- Σπύρτου, Α., Πέικος, Γ., & Μάνου, Λ. (2016). Ταξινόμηση και σειροθέτηση αντικειμένων για την κατανόηση του μεγέθους στην κλίμακα του νάνο από μαθητές Δημοτικού Σχολείου. Στο Μ. Σκουμιός & Χ. Σκουμπουρδή (Επιμ.), *«Το εκπαιδευτικό υλικό στα Μαθηματικά και το εκπαιδευτικό υλικό στις Φυσικές Επιστήμες: μοναχικές πορείες ή αλληλεπιδράσεις»: 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή, 14 – 16 Οκτωβρίου 2016*: Πρακτικά (σσ. 196 – 205). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.
Ανακτήθηκε από:
<http://ltee.aegean.gr/sekpy/2016/files/proceedings2016.pdf>

Τζίμα, Γ., & Πέικος, Γ. (2017). Φεστιβάλ Φυσικών Επιστήμων και Τεχνολογίας: Δραστηριότητες για το Φαινόμενο του Λωτού στην Α/Θμια Εκπαίδευση στο Πλαίσιο μιας Κοινότητας Μάθησης. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Επιμ.), «Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης»: 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών των Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 7-9 Απριλίου 2017: (σσ.862–867). Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Ανακτήθηκε από:

http://synedrio2017.enepnet.gr/images/Praktika-10ou-Synedriou_Teliko.pdf

Τζιώλη, Μ., & Σπύρτου, Α. (2018). «Όταν η Χιονάτη βρέθηκε στον νανόκοσμο»: Πιλοτική εφαρμογή στοιχείων Νανοτεχνολογίας στο Νηπιαγωγείο. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Επιμ.), «Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης»: 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 7-9 Απριλίου 2017: Πρακτικά (σσ. 848 – 855). Πανεπιστημιούπολη Ρεθύμνου, Κρήτη.

Ανακτήθηκε από:

http://synedrio2017.enepnet.gr/images/Praktika10ouSynedriou_Teliko.pdf

Ξενόγλωσση

Adbo, K., & Vidal Carulla, C. (2020). Learning about science in preschool: Play-based activities to support children's understanding of chemistry concepts. *International Journal of Early Childhood*, 52(1), 17-35.

<https://doi.org/10.1007/s13158-020-00259-3>

Abed, O. H. (2016). Drama-Based Science Teaching and Its Effect on Students' Understanding of Scientific Concepts and Their Attitudes towards Science Learning. *International Education Studies*, 9(10), 163 – 173.

<http://dx.doi.org/10.5539/ies.v9n10p163>

Åkerblom, A., & Thorshag, K. (2021). Preschoolers' use and exploration of concepts related to scientific phenomena in preschool. *Journal of Childhood, Education & Society*, 2(3), 287-302.

<https://doi.org/10.37291/2717638X.202123115>

Ali, S. A. (2020). Application of Nanomaterials in Environmental Improvement. In S. Mousumi (ed.), *Nanotechnology and the Environment*. IntechOpen Limited, London.

[10.5772/intechopen.91438](https://doi.org/10.5772/intechopen.91438)

Allen, M., & Kambouri-Danos, M. (2017). Substantive conceptual development in preschool science: contemporary issues and future directions. *Early Child Development and Care*, 187(2), 181-191.

<https://doi.org/10.1080/03004430.2016.1237561>

Ban, K., & Kocijancic, S. (2011). Introducing topics on nanotechnologies to middle and high school curricula. *2nd World Conference on Technology and Engineering Education. Ljubljana 5-8 September 2011*, (pp. 78-83).

- Blonder, R. (2010). The influence of a teaching model in nanotechnology on chemistry teachers' knowledge and their teaching attitudes. *Journal of Nano Education*, 2(1-2), pp. 67-75.
- Blonder, R., & Sakhnini, S. (2016). What Are the Basic Concepts of Nanoscale Science and Technology (NST) that Should Be Included in NST Educational Programs? In K. Winkelmann, B. Bhushan (eds.), *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education*, Science Policy Reports (pp. 117 – 127). Springer International Publishing, Switzerland.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-31833-2_4
- Bonoti, F., Christidou, V., & Papadopoulou, P. (2021). Children's conceptions of coronavirus. *Public Understanding of Science*, 31(1), 35-52.
DOI: 10.1177/09636625211049643
- Brits, J. S., Potgieter, A., & Potgieter, M. J. (2014). Exploring the Use of Puppet Shows in Presenting Nanotechnology Lessons in Early Childhood Education. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE)*, 5(4), 1798 – 1803.
DOI: 10.20533/ijcdse.2042.6364.2014.0250
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2008). *Materials Science and Engineering: An Introduction*. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken.
Retrieved from:
<http://kaizenha.com/wp-content/uploads/2016/04/Materials-Textbook-8th-Edition.pdf>
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2008). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας* (Σ. Κυρανάκης, Μ. Μαυράκη, Χ. Μητσοπούλου, Π. Μπιθάρα, & Μ. Φιλοπούλου, Μετ.)Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Cremin, T., Glauert, E., Craft, A., Compton, A., & Stylianidou, F. (2015). Creative little scientists: Exploring pedagogical synergies between inquiry-based and creative approaches in early years science. *Education 3-13*, 43(4), 404-419.
<http://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080/03004279.2015.1020655>
- Cox, M. (2005). *The pictorial world of the child*. Cambridge University Press.
- Daly, F., & Bryan, L. (2007). Models of Nanoscale Phenomena as Tools for Engineering Design and Science Inquiry. Paper presented at 2007 Annual Conference & Exposition, Honolulu, Hawaii. 10.18260/1-2—2413
- Elango, M., & Kumaravel, K. (2022). Content Analysis of OER: A Literature Review. *Shanlax International Journal of Education*, 10(3), 61-70.
DOI: <https://doi.org/10.34293/education.v10i3.4872>
- Feather, J., L. & Aznar, M., F. (2011). *Nanoscience Education, Workforce Training, and K-12 Resources*. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group.
<https://doi.org/10.1201/9781315219417>
- Filiponi, L., Sutherland, D. (2012). *Nanotechnologies: Principles, Applications, Implications and Hands-on Activities*. European Commission Luxemburg.
- Fulton, L. A., & Simpson-Steele, J. (2016). Reconciling the divide: Common processes in science and arts education. *The STEAM Journal*, 2(2), 1–8.
<https://doi.org/10.5642/steam.20160202.03>.

- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education* (Vol. 9). Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-29039-3>
- Güneş, G., & Şahin, V. (2020). Preschoolers' thoughts on the concept of time. *The Journal of Genetic Psychology*, 181(4), 293-317. <https://doi.org/10.1080/00221325.2020.1753645>
- Gupta, R. (2020). Puppetry Art - A Pedagogical Tool in Teacher Education Programme. *Journal of Xi'an University of Architecture & Technology*, 12(4), 309 – 323. <https://doi.org/10.37896/JXAT12.04/777>.
- Ishida, N. & Craig, S. J. V. (2019). Direct Measurement of Interaction Forces between Surfaces in Liquids Using Atomic Force Microscopy. *KONA Powder and Particle Journal*, 36, pp. 187-200. <http://dx.doi.org/10.14356/kona.2019013>
- Kalogiannakis, M., Nirgianaki, G. M., & Papadakis, S. (2018). Teaching magnetism to preschool children: The effectiveness of picture story reading. *Early Childhood Education Journal*, 46(5), 535-546. DOI 10.1007/s10643-017-0884-4
- Kambouri, M. (2016). Investigating early years teachers' understanding and response to children's preconceptions. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(6), 907-927. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2014.970857>
- Kambouri, M., & Michaelides, A. (2014). Using drama techniques for the teaching of early years Science: a case study. *Journal of Emergent Science*, 7, 7-14.
- Keogh, B., Naylor, S., Maloney, J., & Simon, S. (2008). Puppets and engagement in science: a case study. *NorDiNa* 4(2), 142 – 150 <https://doi.org/10.5617/nordina.289>
- 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), pp. 22-37. <https://doi.org/10.1080/02635143.2014.971733>
- 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), pp. 2181-2203. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.715316>
- Mandrikas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2019). Teaching nanotechnology in primary education. *Research in Science & Technological Education*, 38(4), pp. 377-395.
- Manou, L., Spyrtou, A., Hatzikraniotis, E., & Kariotoglou, P. (2018). Content transformation for experimental teaching nanoscale science and engineering to primary teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1076(1). Bristol. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1076/1/012006>

- Murty, B. Σ., Shankar, P., Raj, B., Rath, B. B. & Murday, J. (2013). *Textbook of Nanoscience and Nanotechnology*. Bangalore: Springer & Universities Press (India) Private Limited.
- National Association for the Education of Young Children. (2009). NAEYC standards for early childhood professional preparation: Position statement. <https://cut.ly/ETt9HqL>
- National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press. <https://cut.ly/AzBZIKB>
- Naylor, S., Keogh, B., Downing, B., Maloney, J., & Simon, S. (2007). The Puppets Project: Using Puppets to Promote Engagement and Talk in Science. In E. Pintó & D. Couso (Eds.), *Contributions from Science Education Research* (pp. 289 – 296). Springer.
- Ocal, E., Karademir, A., Saatcioglu, O., & Demirel, B. (2021). Preschool Teachers' Preparation Programs: The Use of Puppetry for Early Childhood Science Education. *International Journal of Educational Methodology*, 7(2), 305 – 318. doi: 10.12973/ijem.7.2.305
- Ødegaard, M. (2003). Dramatic Science. A Critical Review of Drama in Science Education. *Studies in Science Education*, 39(1), 75 – 101. <https://doi.org/10.1080/03057260308560196>
- Peikos, G., Spyrtou, A., Pnevmatikos, D., & Papadopoulou, P. (2020). Nanoscale science and technology education: primary school students' preconceptions of the lotus effect and the concept of size. *Research in Science & Technological Education*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1841149>
- Peikos, G., Spyrtou, A., Pnevmatikos, D., & Papadopoulou, P. (2021). Primary school students' preconceptions about the term nanotechnology and the water nano-filters. In *New perspectives in science education—Proceedings of the 10th International Conference New Perspectives in Science Education* (pp. 227-282). Filodiritto Editore. DOI: 10.26352/F318_2384-9509
- Peikos, G., Spyrtou, A., Pnevmatikos, D., & Papadopoulou, P. (2022). A teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology content at primary school level: evaluation of students' learning. *International Journal of Science Education*, 44(12), 1932-1957. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2105976>
- Piaget, J., & Inhelder, B. (2000). *The psychology of childhood* (H. Weaver, Μετ.). Basic Books.
- Roco, M. C. (2003). Broader Societal Issues of Nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*, 5(3), pp. 181-189. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1025548512438>
- Roco, M. C. (2011). The long view of nanotechnology development: the National Nanotechnology Initiative at 10 years. *Journal of Nanoparticle Research*, 13 (2), pp.427-445.

- Sabelli, N., Schank, P., Rosenquist, A., Stanford, T., Cormia, R. & Hurst, K. (2005). Report of the workshop science and technology education at the nanoscale. SRI International. Ανακτήθηκε από:
<https://nanosense.sri.com/documents/reports/NanoWorkshopReportDraft.pdf>
- Saçkes, M., Trundle, K., Bell, R., & O'Connell, A. (2011). The influence of early science experience in kindergarten on children's immediate and later science achievement: Evidence from the early childhood longitudinal study. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 217-235.
<https://doi.org/10.1002/tea.20395>
- Sakhnini, S., & Blonder, R. (2015). Essential Concepts of Nanoscale Science and Technology for High School Students Based on a Delphi Study by the Expert Community. *International Journal of Science Education*, 37 (11), pp.1699-1738.
- Sallah, S. & Lenggoro, I. W. (2018). Nanoparticles Carrying Biological Molecules: Recent Advances and Applications. *KONA Powder and Particle Journal*, 35, pp. 89-111.
[10.14356/kona.2018015](https://doi.org/10.14356/kona.2018015)
- Shong, W. C., Haur, C. S. & Wee, S. T. A. (2010). *Science at the Nanoscale: An introductory textbook*. Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.
- Sockman, B. R., Ristvey, J., & Jones, C. S. (2012). Student Understanding of Nanoscience through the Gecko's Surface to Surface Interactions. *International Journal of Engineering Education*, 28(5), 1068- 1077.
- Spyrtou A., Manou L., Peikos G., & Zachou P. (2019) Facilitating Primary Student Teachers' Development of Critical Thinking Through a Nanotechnology Module. In: Tsitouridou M., A. Diniz J., Mikropoulos T. (eds.), *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education. TECH-EDU 2018*. Communications in Computer and Information Science, (pp. 137 - 152) Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20954-4_10
- Stevens, S., Sutherland, L., & Krajcik, J. (2009). *Big ideas of nanoscale science and engineering: A guidebook for secondary teachers*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling Knowledge: Developing students' Understanding of Scientific Modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165–205. https://doi.org/10.1207/s1532690xci2302_1
- Tombak, A. (2014). Importance Of Drama In Pre-School Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 143, 372-378.
- Vygotsky, L. S. (2004). Imagination and creativity in childhood. *Journal of Russian & East European Psychology*, 42(1), 7-97.
- Vygotsky, L. S. (1995). *Fantasi och kreativitet i barndomen*. (K. Ö. Lindsten, Μετ.) Gothenburg: Daidalos. (Αυθεντική έκδοση 1930).

- Vygotsky, L. S. (1987). Thinking and speech. In R. W. Rieber and A. S. Carton (Eds.) *The collected works of L.S. Vygotsky. Vol. 1. Problems of general psychology*, 39- 285. (N. Minick, Trans.). Plenum. (Original work published 1934)
- Walan, S., & Enochsson, A.-B. (2019). The potential of using a combination of storytelling and drama, when teaching young children science. *European Early Childhood Education Research Journal*, 27(6), 821 – 836. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2019.1678923>
- Wansom, S., Mason, T. O., Hersam, M. C., Drane, D., Light, G., Cormia, R., & Bonder, G. (2009). A rubric for post-secondary degree programs in nanoscience and nanotechnology. *International Journal of Engineering Education*, 25(3), pp. 615-627.
Ανακτήθηκε από:
http://chemed.chem.purdue.edu/chemed/bodnergroup/PDF_2008/99%20Mason%20Int%20J%20Engr%20Educ.pdf
- Wiser, M., Frazier, K. E., & Fox, V. (2013). At the beginning was amount of material: A learning progression for matter for early elementary grades. In *Concepts of matter in science education* (pp. 95-122). Springer, Dordrecht.