

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ &
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΕΙΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η τεχνολογία αντιγράφει τη Φύση: Βιομιμητική - Μία προσέγγιση στο
Νηπιαγωγείο»**

Κατσιγιαννάκη Σοφία

ΒΟΛΟΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2022

UNIVERSITY OF THESSALY
DEPARTMENT OF ICHTHYOLOGY AND AQUATIC ENVIRONMENT AND
DEPARTMENT OF SPECIAL EDUCATION



JOINT POSTGRADUATE PROGRAMME
«EDUCATION FOR SUSTAINABILITY AND THE ENVIRONMENT»

POSTGRADUATE MASTER'S THESIS

«Technology copies Nature: Biomimetics -- An approach in kindergarten»

Katsigiannaki Sofia

VOLOS, SEPTEMBER 2022

Copyright © Σοφία Κατσιγιαννάκη 2022

Με επιφύλαξη παντός νόμιμου δικαιώματος. All rights reserved.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, 2022. Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (Μ.Δ.Ε), η οποία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Σπουδών: Εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον και τα λοιπά αποτελέσματα αποτελούν συνιδιοκτησία του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και τον συγγραφέα και το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, όπου εκπονήθηκε η Μ.Δ.Ε. καθώς και τον Επιβλέποντα Καθηγητή και την Επιτροπή Αξιολόγησης.

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Παρασκευόπουλος Στέφανος, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής,

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, *Επιβλέπων*.

Παπαδοπούλου Πηνελόπη, Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών

,Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, *Επιβλέπουσα*

Αθανασίου Κυριάκος, Ομότιμος Καθηγητής, Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην

Προσχολική Ηλικία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών,

Μέλος

Στην οικογένειά μου, Στους γονείς μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η συγγραφή και η εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας, δεν θα είχε ολοκληρωθεί επιτυχώς, χωρίς την πολύτιμη συμβολή κάποιων ανθρώπων. Σε αυτούς οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ από καρδιάς, για την βοήθεια και την στήριξη τους. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κυρία Παπαδοπούλου Πηνελόπη, καθηγήτρια στο Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε από την πρώτη στιγμή και την προθυμία να συνεργαστεί μαζί μου. Με καθοδήγησε υποστηρικτικά, παρέχοντας μου πολύτιμες συμβουλές και προτάσεις, καθοριστικές για την διεκπεραίωση της συγγραφής της εργασίας. Η μεταδοτικότητα, η στήριξη και οι γνώσεις που μοιράστηκε μαζί μου, αποτέλεσαν το κίνητρο που με ώθησε να υλοποιήσω με επιτυχία αυτήν την εργασία. Έπειτα, θέλω να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες προς όλους τους μαθητές και μαθήτριες της τάξης μου για τη συμμετοχή τους στην έρευνα, την Προϊσταμένη του Νηπιαγωγείου που υπηρετώ καθώς και τις συναδέλφους μου για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν. Τέλος, δε θα μπορούσα να παραλείψω από τις ευχαριστίες την οικογένειά μου, τους γονείς μου, Αθανάσιο και Ευαγγελία, αλλά και κάποια φιλικά πρόσωπα που με τη συμπαράστασή τους και την στήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια της προσπάθειάς μου με βοήθησαν πολύ στην ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η βιομημητική συνιστά μια σύγχρονη εφαρμογή των Φυσικών Επιστημών που έχει ως στόχο να εκμαιεύει ιδέες μέσω της παρατήρησης των δομών και των λειτουργιών των βιολογικών συστημάτων και της μίμησης μοντέλων της φύσης και να οδηγηθεί στον σχεδιασμό κατασκευών και μηχανών, προς διευκόλυνση της ανθρώπινης ζωής. Τα τελευταία χρόνια η διείσδυση της βιομημητικής σε διάφορους επιστημονικούς κλάδους, αποτελεί πρόκληση και για την εκπαίδευση, καθώς αποσκοπεί στον συνδυασμό απόκτησης μιας στέρεης βάσης γνώσεων με την εφευρετική ικανότητα των μαθητών να επινοούν πρωτοποριακές λύσεις, αντιγράφοντας τη φύση. Στην παρούσα εργασία περιγράφεται και αναλύεται ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η εφαρμογή και η αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Σειράς (ΔΜΣ), η οποία αποτελείται από οχτώ (8) δραστηριότητες που στόχο έχουν να μυήσουν τους μαθητές του νηπιαγωγείου στην έννοια της βιομημητικής και τον ρόλο που παίζει στην καθημερινότητα του σύγχρονου ανθρώπου. Ειδικότερα, επιδιώκεται να αντιληφθούν οι μαθητές της προσχολικής ηλικίας τη σχέση μεταξύ φύσης και επιστήμης, και πιο συγκεκριμένα να κατανοήσουν την άμεση σχέση των φυσικών χαρακτηριστικών και προσαρμογών του φυτού κολλιτσίδα με την εφεύρεση και την κατασκευή του βέλκρο, καθώς επίσης και συναφών παραδειγμάτων. Η εν λόγω ΔΜΣ σχεδιάστηκε, εφαρμόστηκε για τους 14 μαθητές ενός Δημόσιου Νηπιαγωγείου στη Βόρεια Εύβοια και πλαισιώθηκε μέσα από την κουκλοθεατρική παράσταση με τίτλο " Ένα παλτό ... λίγο διαφορετικό! ", που επιμελήθηκε η ίδια εκπαιδευτικός- ερευνήτρια. Ερευνάται η ικανότητα των μαθητών να κατανοήσουν πώς η αντιγραφή της φύσης από την τεχνολογία και την επιστήμη δημιουργεί προϊόντα προς ανθρώπινη χρήση. Ανιχνεύονται οι γνώσεις τους για τη

σχέση του φυτού κολλιτσίδα και της εφεύρεσης του βέλκρο, καθώς και η δυνατότητα να χρησιμοποιούν όργανα παρατήρησης του μικρόκοσμου, αλλά και να εντοπίζουν τη διαφορά με τον μακρόκοσμο. Προκειμένου να συλλεχθούν τα δεδομένα αξιοποιήθηκε η μέθοδος της ημιδομημένης συνέντευξης, όπου οι μαθητές απαντούν τα ίδια ερωτήματα πριν και μετά τη διεξαγωγή της ΔΜΣ, της μη συμμετοχικής παρατήρησης και τα ιχνογραφήματα των μαθητών μετά την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής έδειξαν ότι οι δραστηριότητες είχαν θετικό αποτέλεσμα ως προς την κατανόηση της έννοιας της βιομιμητικής, τη σχέση της με την τεχνολογία, τη σχέση της κολλιτσίδας με το βέλκρο και τον διαχωρισμό της έννοιας του μικρόκοσμου με τον μακρόκοσμο. Φαίνεται, λοιπόν, ότι το πέρας της ΔΜΣ οδήγησε στην ενεργοποίηση τόσο των ήδη υπάρχουσών γνώσεων των μαθητών, όσο των ενδιαφερόντων τους, συντελώντας καθοριστικά στην κατάκτηση της νέας γνώσης.

Λέξεις κλειδιά: Βιομιμητική, Νηπιαγωγείο, Διδακτική Μαθησιακή Σειρά (ΔΜΣ), Κολλιτσίδα, Βέλκρο.

ABSTRACT

Biomimicry is a modern practice of the application of Physical Sciences and the imitation of models of nature, which aims to elicit ideas through the observation of the structures and functions of its biological systems and the imitation of models of nature, leading to the design of structures and machines, in order to facilitate human life. In recent years, the penetration of biomimicry in various scientific disciplines is also a challenge for education, as it aims to combine the acquisition of a solid knowledge base with the inventive ability of students to invent innovative solutions, copying nature. This paper describes and analyzes the design, development, implementation and evaluation of a Teaching Learning Sequence (TLS), which consists of eight (8) activities that aim to introduce kindergarten students to the concept of biomimicry and the role it plays in the daily life of modern man. In particular, it is sought to make preschool students aware of the relationship between nature and science, and more specifically to understand the direct relationship of the physical characteristics and adaptations of the burdock plant with the invention and manufacture of velcro, as well as related examples. This TLS was designed, implemented for the 14 students of a Public Kindergarten School in Northern Evia and framed through the puppet show entitled "A coat ... which was a little different!", edited by the educator – researcher herself. Students' ability to understand how copying nature from technology and science creates products for human use is investigated. Their knowledge of the relationship of the burdock and the invention of velcro is traced, as well as the ability to use instruments for observing the microcosm, but also to spot the difference with the macrocosm. In order to collect the data, the method of the semi-structured interview was used, where students answer the same questions before and after the TLS, the non-participatory

observation and the traces of the students after the completion of the activities. The results of the application showed that the activities had a positive effect in terms of understanding the concept of biomimicry, its relationship with technology, the relationship of burdock with velcro and the separation of the concept of microcosm with macrocosm. It seems, therefore, that the end of the TLS led to the activation of both the existing knowledge of the students, as well as their interests, contributing decisively to the acquisition of new knowledge.

Keywords: Biomimicry, Kindergarten School, Teaching Learning Sequence (TLS), Burdock, Velcro.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
Η δομή της διπλωματικής	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ.....	5
1.1 Φυσικές Επιστήμες	5
1.2 Φυσικές Επιστήμες στο Νηπιαγωγείο	6
1.3 Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία (N-ET)	15
1.3.1 Ορισμοί.....	16
1.3.2 Χρήσεις των N-ET	17
1.3.3 N-ET και Εκπαίδευση	20
1.3.3.1 Η αξία της N-ET στην Εκπαίδευση	22
1.3.3.2 Δυσκολίες και Προοπτικές της N-ET στην Εκπαίδευση.....	23
1.4. Βιομηχανική	25
1.4.1 Ορισμοί της Βιομηχανικής	27
1.4.2 Velcro	30
1.4.3 Βιομηχανική και Εκπαίδευση	36
1.4.4 Η Βιομηχανική στο Νηπιαγωγείο	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	43
2.1 Εκπαιδευτικό Πλαίσιο της Έρευνας	43
2.1.1. Διδακτικές Μαθησιακές Σειρές (ΔΜΣ).....	44
2.1.2. Διδακτικός Μετασχηματισμός του Περιεχομένου.....	47
2.1.3. Παιδαγωγικές επιλογές - Διδακτικές μέθοδοι και τεχνικές.....	50
2.1.4 Εκπαιδευτικό Υλικό.....	57
2.1.5. Γενική Περιγραφή της Διδακτικής Παρέμβασης.....	59
2.1.6. Στόχοι της Διδακτικής Παρέμβασης.....	72
2.1.7. Αναλυτική Παρουσίαση των Δραστηριοτήτων της Διδακτικής Παρέμβασης	72
2.2 Σκοποί και Στόχοι της Έρευνας.....	90
2.2.1 Συμμετέχοντες.....	91
2.2.2 Συνθήκες της Έρευνας	93
2.2.3 Επιλογή Ποιοτικής Μεθόδου Έρευνας	94
2.2.4 Μέθοδος και Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων	95
2.2.5 Αξιοπιστία και Εγκυρότητα	110

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	111
3.1 Αποτελέσματα της Έρευνας	111
3.2 Τα ιχνογραφήματα των μαθητών.....	121
3.3 Σχόλια - Παρατηρήσεις.....	129
3.4 Αναστοχαστική Συζήτηση.....	134
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	136
4.1 Κύρια ευρήματα της Έρευνας.....	136
4.2 Περιορισμοί της Έρευνας	138
4.3 Προτάσεις για το μέλλον	140
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	141
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	141
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	145
Διαδικτυακές Πηγές.....	152
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΚΟΥΚΛΟΘΕΑΤΡΟ: «ΕΝΑ ΠΑΛΤΟ...ΛΙΓΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ!».....	153
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	155
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 : ΙΧΝΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΟΜΑΔΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.....	159
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4 : ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗ ΜΑΘΗΤΩΝ/ΤΡΙΩΝ	185
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6: ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	189

Λίστα Συντομογραφιών/ List of abbreviations

Φ.Ε = Φυσικές Επιστήμες

N-ET = Νανο-επιστήμη & Νανο-τεχνολογία

ΔΦΕ= Διδακτική Φυσικών Επιστημών

ΜΔΕ= Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Η/Υ= Ηλεκτρονικός Υπολογιστής

ΔΜΣ = Διδακτική Μαθησιακή Σειρά

Χρήση όρων

Στην παρούσα, προκειμένου να αποδοθεί η έννοια του μαθητή και της μαθήτριας, χρησιμοποιείται κυρίως η αρσενική εκδοχή του όρου με στόχο να προαχθεί η ευχέρεια της ανάγνωσής της. Να σημειωθεί ότι αυτό δεν αποτελεί μεροληπτική αντιμετώπιση του ενός ή του άλλου φύλου, ειδικά αν θα υποβαθμιζόταν η γονοματική και επιστημονική αξία της ΜΔΕ.

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Συνοπτική Περιγραφή της Διδακτικής Παρέμβασης.....	64
Πίνακας 2: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση εάν γνωρίζουν την κολλιτσίδα (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)	111
Πίνακας 3: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση που έχουν δει την κολλιτσίδα (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)	112
11	
Πίνακας 4: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση πως κολλάει η κολλιτσίδα (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)...	113
Πίνακας 5: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση εάν γνωρίζουν το βέλκρο (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)....	113
Πίνακας 6: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση τι είναι το βέλκρο (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση).....	114
Πίνακας 7: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση που έχουν δει το βέλκρο (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση).....	115
Πίνακας 8: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση με ποιο τρόπο πιστεύουν ότι κολλάει το βέλκρο (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση).....	116
Πίνακας 9: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση εάν γνωρίζουν κάποιο πράγμα που χρησιμοποιούμε πολύ συχνά το οποίο φτιάχτηκε από τους επιστήμονες που παρατήρησαν τα ζώα και τα φυτά της εξοχής (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)	1176
Πίνακας 10: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση ποιο πράγμα γνωρίζουν που χρησιμοποιούμε πολύ συχνά το οποίο φτιάχτηκε από τους επιστήμονες που παρατήρησαν τα ζώα και τα φυτά της εξοχής (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)	1187
Πίνακας 11: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση εάν ξέρουν πως μπορούν να μεγαλώσουν πράγματα για να τα δούμε καλύτερα (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση).....	119

Πίνακας 12: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση εάν γνωρίζεις κάποιο εργαλείο που μπορούμε να μεγαλώσουμε πράγματα για να τα δούμε καλύτερα; (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση).....	12019
Πίνακας 13: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) ως προς τον τρόπο που ζωγράφισαν την κολλιτσίδα όπως την παρατήρησαν με: α) το μάτι, β) το μεγεθυντικό φακό και γ) το μικροσκόπιο.....	122
Πίνακας 14: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) ως προς τον τρόπο που ζωγράφισαν το βέλκρο όπως το παρατήρησαν.....	124
Πίνακας 15: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) ως προς τον τρόπο που ζωγράφισαν την κολλιτσίδα και το βέλκρο πως κολλάει.....	125
Πίνακας 16: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) ως προς τον τρόπο που ζωγράφισαν το βέλκρο πάνω στο παλτό.....	126
Πίνακας 17: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) ως προς τον σχηματισμό ομάδων με τα αντικείμενα που μιμούνται τα αντίστοιχα ζώα και φυτά.....	127

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η προσχολική εκπαίδευση είναι μια ιδιαίτερα σημαντική εκπαιδευτική περίοδος στη ζωή ενός ατόμου, αφού τότε ανακαλύπτει τον κόσμο. Η ίδια η προσχολική ηλικία είναι ουσιαστικά ένα αναπτυξιακό στάδιο για τον κάθε άνθρωπο το οποίο χαρακτηρίζεται από έντονη επιθυμία για ανακάλυψη, περιέργεια και αυθόρμητο ενδιαφέρον για την απόκτηση γνώσης. Σύμφωνα με τον Bers(2018), οι μικροί μαθητές αποκτώντας πρακτικές εμπειρίες και ευκαιρίες να δουν, να πιάσουν και να νιώσουν τη μάθηση στην πράξη, είναι σε θέση να θυμούνται όσα έχουν μάθει, να κατανοούν έννοιες με τους δικούς τους όρους και να κατασκευάζουν τις γνώσεις τους.

Στην παρούσα εργασία θα μελετήσουμε τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών(Φ.Ε.), και πιο συγκεκριμένα της Νανοεπιστήμης – Νανοτεχνολογίας (N-ET) και της Βιομηχανικής στην προσχολική εκπαίδευση. Η διδασκαλία και η μάθηση της Νανοτεχνολογίας και του φαινομένου της Βιομηχανικής θεωρείται μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις στο ερευνητικό πεδίο της Διδακτικής των Φ.Ε, και για αυτό και το παρόν θέμα που επιλέχθηκε για την εκπόνηση της ΜΔΕ παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον. Τα πρώτα βήματα προς αυτή την κατεύθυνση έχουν ήδη ξεκινήσει, καθώς εντοπίζονται εκπαιδευτικά υλικά και δραστηριότητες για εκπαιδευόμενους όλων των βαθμίδων, ωστόσο σε πρώιμο στάδιο (Feather&Aznar, όπως αναφέρεται στο Τζιώλη & Σπύρτου, 2017). Σύμφωνα με τους Magana, Brophy και Bryan (2012), η διδασκαλία και η μάθηση της N-ET είναι μια ιδιαίτερα περίπλοκη εκπαιδευτική διαδικασία, αφού περιέχει έννοιες και φαινόμενα της νανοκλίμακας, τα οποία είναι εκτός της αισθητηριακής αντίληψης του ανθρώπου.

Παρότι η χρήση ψηφιακών τεχνολογιών έχει αξιολογηθεί ως μαθησιακά αποτελέσματα στην πρώιμη παιδική ηλικία (Dorouka, Papadakis&Kalogiannakis,

2021),αδιαμφισβήτητη είναι η έλλειψη του κατάλληλου διδακτικού υλικού για την εναρκτήρια εκμάθηση, από τα μικρά παιδιά, στοιχείων της τεχνολογίας αιχμής, που δεν είναι άλλη από την N-ET(Dorouka, Papadakis &Kalogiannakis, 2021).

Ωστόσο, σύμφωνα με τον Τσελφέ (2007), από την δεκαετία του '60 οι μαθητές βρέθηκαν αντιμέτωποι με ένα φειδωλό εννοιολογικό πλαίσιο αρκετά αφαιρετικό, αδυνατώντας να προβούν στην αποκωδικοποίηση και αφομοίωσή του και κατ' επέκταση στη μεταφορά του στο μαθησιακό περιβάλλον. Με αφορμή αυτό το γεγονός παρατηρήθηκε κατακόρυφη αύξηση των ποσοστών μαθητικής αποτυχίας έχοντας ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός κοινά αποδεκτού μύθου σχετικά με τη δυσκολία που εμφανίζουν οι Φ.Ε, καθώς και για τις εξαιρετικές ικανότητες που απαιτούνται από τα άτομα που τις υπηρετούν. Αυτός ο αποδεκτός μύθος, όμως, έχει συντελέσει στην παράλληλη εκρηκτική ανάπτυξη της διδακτικής των Φ.Ε, ενός κλάδου των επιστημών της αγωγής, ο οποίος στηρίζεται θεσμικά, ενώ παράλληλα ενισχύεται από τη σιωπηρή δυσαρέσκεια των δασκάλων για τη μαθητική αποτυχία. Οι πρώτες κινήσεις προς την κατεύθυνση της Διδακτικής Φυσικών Επιστημών (ΔΦΕ) καταγράφηκαν στις αρχές του '80, όπου ένα διδακτικό ρεύμα του κονστρουκτιβισμού ξεκίνησε αντιμετωπίζοντας το εμπειρικό σώμα γνώσεων των μαθητών ως λάθος και ως προς αντικατάσταση και κατέληξε να το βλέπει ως εναλλακτικό προς το αντίστοιχο επιστημονικό. Ενώ κατά τη δεκαετία του '90, στο πλαίσιο της πολιτικής εκτίμησης, σύμφωνα πάλι με τον Τσελφέ (2007), για μια επερχόμενη παγκόσμια κοινωνία, προωθήθηκε, για τη ΔΦΕ στα σχολεία πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, ο στόχος του επιστημονικού και τεχνολογικού εγγραμματισμού.

Ο κονστρουκτιβισμός (constructivism) στη μάθηση φαίνεται να υπερισχύει και να εφαρμόζεται τις τελευταίες δεκαετίες (Τσελφές, 2007). Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα

βασισμένα στις αρχές του κονστρουκτιβισμού, ιδιαίτερα στο χώρο των Φ.Ε, αναπτύσσονται και αξιολογούνται διεθνώς με θετικά μαθησιακά αποτελέσματα (Lemeignan&Weil-Barais, 1997). Η οπτικοποίηση πολύπλοκων εννοιών, διαδικασιών και συστημάτων, που προκύπτει από προσομοιώσεις, επιφέρει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα και προτείνεται ως βασικό συστατικό εικονικής πραγματικότητας, προσφέρει μεγάλες δυνατότητες για οπτικοποιήσεις φυσικών μεγεθών, εννοιών και φαινομένων, ως αποτέλεσμα οπτικού ερμηνευτικού πειραματισμού, και θέτει τον μαθητή στη θέση του ερευνητή με παρουσία και ενεργό συμμετοχή στη μαθησιακή διαδικασία (Μικρόπουλος, 2002). Βέβαια η νέα παιδαγωγική τάση στη διδασκαλία των Φ.Ε συγκλίνει στο διερευνητικό μοντέλο μάθησης, το οποίο βασίζεται στις αρχές του κονστρουκτιβισμού. Το συγκεκριμένο μοντέλο θέλει τους μαθητές να έχουν ενεργή εμπλοκή στην εκπαιδευτική διαδικασία αναπτύσσοντας ταυτόχρονα και συνθέτοντας γνωστικά σχήματα, τα οποία προκύπτουν μέσα από τη συσχέτιση των εμπειριών τους με τα φαινόμενα, τη διερευνητική συζήτηση που αναδύεται και το διαμεσολαβητικό ρόλο που κατέχει ο εκπαιδευτικός σ' αυτή (Driver, 1989).

Κατανοούμε, συμπερασματικά, το δικαιολογημένο ενδιαφέρον της εκπαιδευτικής και ακαδημαϊκής κοινότητας για τη διδασκαλία των Φ.Ε από τις πρώτες βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Η δομή της διπλωματικής

Στην παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (ΜΔΕ) με τίτλο «**Η Τεχνολογία αντιγράφει την Φύση: Βιομιμητική - Μία προσέγγιση στο Νηπιαγωγείο**»θα αναλύσουμε,στο πρώτο κεφάλαιο,τις Φ.Ε και το ρόλο που διαδραματίζουν στην εκπαίδευση, τη Νανοεπιστήμη και τη Νανοτεχνολογία, την αξία τους για την εκπαίδευση και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζονται κατά τη διδασκαλία τους. Θα εμβαθύνουμε στο φαινόμενο της βιομιμητικής, που είναι και το υπό μελέτη φαινόμενο της εργασίας, τον ρόλο που μπορεί να παίξει στην εκπαίδευση, και πιο συγκεκριμένα στο Νηπιαγωγείο, και πώς μπορεί να ενσωματωθεί μέσω του διδακτικού μέσου του κουκλοθέατρου στη διδασκαλία στην προσχολική ηλικία. Έπειτα,στο δεύτερο κεφάλαιο,θα αναφερθούμε στο εκπαιδευτικό πλαίσιο της έρευνας που εκπονήθηκε στα πλαίσια της παρούσας ΜΔΕ, τη γενική και συνοπτική περιγραφή της ΔΜΣ, την εφαρμογή και την αξιολόγησή της, δηλαδή τις συνθήκες κάτω από τις οποίες εκπονήθηκε, τους σκοπούς και τους στόχους της έρευνας, τους συμμετέχοντες, τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για να συλλεχθούν και να γίνει η επεξεργασία των δεδομένων της έρευνας, καθώς και την αξιοπιστία και εγκυρότητά της. Ακολούθως, στο τρίτο κεφάλαιο της ΜΔΕ θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της ποιοτικής έρευνας που διενεργήθηκε και της αξιολόγησης με βάση τους θεματικούς άξονες. Στο τέταρτο κεφάλαιο θα σχολιαστούν τα κύρια ευρήματα της έρευνας, η αποτίμηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, οι περιορισμοί της έρευνας, αλλά και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο μέλλον. Ακολουθεί η ελληνική και ξενόγλωσση βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της ΜΔΕ και τα σχετικά παραρτήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

1.1 Φυσικές Επιστήμες

Οι Φυσικές Επιστήμες ορίζονται ως *« οι Επιστήμες που μελετούν, με σκοπό να περιγράψουν , να προβλέψουν και να κατανοήσουν τα φυσικά φαινόμενα »*(Χρηστίδου,2015,σ.30).Πρόκειται για μια θεμελιώδης επιστήμη η οποία ασχολείται με την έρευνα και τη μελέτη των μεταβολών που συμβαίνουν στη φύση και γύρω μας. Τέτοιοι κλάδοι είναι η φυσική, η χημεία, η βιολογία, οι γεωεπιστήμες, οι επιστήμες του σύμπαντος (αστρονομία και κοσμολογία) και η μετεωρολογία. Αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του ανθρώπινου πολιτισμού και αναπτύσσονται μαζί του. Στη σύγχρονη εποχή, οι άνθρωποι περιγράφουν φαινόμενα σε μια κοινή γλώσσα που διαμορφώνουν με βάση τη δική τους λογική και εμπειρία (Χρηστίδου,2015). Ως εκ τούτου, οι άνθρωποι συνεχίζουν να κατανοούν και να μαθαίνουν τους μηχανισμούς της φύσης σε μεγαλύτερο βαθμό μέσω των Φ.Ε, ώστε να προβλέπουν και να ελέγχουν τις αλλαγές (φαινόμενα) της φύσης για την εξυπηρέτηση των αναγκών της ανθρώπινης κοινωνίας. Η ενασχόληση με τις φυσικές επιστήμες δεν είναι μια καινούργια διαδικασία για την ανθρωπότητα, σε συνδυασμό όμως με όλη τη γνώση που συσσωρεύτηκε στο πέρασμα των αιώνων, είχε καθοριστική επίδραση στον τρόπο σκέψης της σύγχρονης κοινωνίας, και για αυτό θεωρείται αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαίδευσης. Μέσω των Φυσικών Επιστημών *«είναι δυνατή η καλλιέργεια της κριτικής σκέψης και της κατανόησης για το πότε μπορούν οι άνθρωποι να επέμβουν, ώστε να εξασφαλίζουν καλύτερες συνθήκες διαβίωσης μέσα σε ένα κόσμο που κατακλύζεται από αμέτρητα επιτεύγματα της τεχνολογίας και της επιστήμης»* (Χρηστίδου, 2015, σ. 35), γεγονός που τις καθιστά απαραίτητο συστατικό για την εκπαίδευση των μελλοντικών πολιτών.

1.2 Φυσικές Επιστήμες στο Νηπιαγωγείο

Όπως προαναφέραμε οι Φ.Ε αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαίδευσης, αφού μέσω αυτών *«οικοδομούνται οι βασικές επιστημονικές γνώσεις και αναπτύσσονται οι ανάλογες ικανότητες και στάσεις οι οποίες επιτρέπουν στους μαθητές να αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά τα προβλήματα της καθημερινότητας και να συμμετέχουν στη κοινωνία ως ενεργοί πολίτες.»* (Πλακίτση, 2008, σ. 26). Την ανάγκη για διδασκαλία των Φ.Ε πρώτος υπογράμμισε ο JohnDewey (όπως αναφέρεται στο Archambault,1964),ο οποίος υποστήριξε ότι οι Φ.Ε πρέπει να διδάσκονται ως διαδικασία και τρόπος σκέψης, και όχι ως ένα αντικείμενο με γεγονότα που πρέπει να απομνημονεύσει ο μαθητής.

Σύμφωνα με τον Χατζηνικήτα (1995)η διδασκαλία των Φ.Ε συμβάλλει στην απόκτηση μερικών στοιχείων επιστημονικής μεθόδου και ορισμένων επιστημονικών και τεχνικών δεξιοτήτωνκαι σε έναν ορισμένο αριθμό εννοιών, καθώς και στην ανάπτυξη μιας επιστημονικής στάσης απέναντι στο φυσικό κόσμο. Επίσης, σύμφωνα με τον Ραβάνη (1999), *«η διδασκαλία των Φ.Ε συμβάλλει στην αξιοποίηση της περιέργειας, της φαντασίας και στη διευκόλυνση της συνεργασίας μεταξύ ανηλίκων και ενηλίκων αλλά και μεταξύ συνομηλίκων στο πλαίσιο του σχολικού και κοινωνικού περιβάλλοντος»*, και μέσω της διδασκαλίας αποδεικνύεται ότι *«επιστήμη και κοινωνία είναι συστήματα τα οποία βρίσκονται σε αδιάκοπη επικοινωνία και αλληλεξάρτηση.»* (Ραβάνης, 1999, σ.51).

Οι Φ.Ε δεν αποτελούν αντικείμενο μόνο των ανώτερων βαθμίδων εκπαίδευσης, αλλά είναι αναγκαίο να διδάσκονται από την προσχολική ηλικία κιόλας, σύμφωνα με τους Eshach και Fried (2005), οι οποίοι υποστήριζαν ότι οι Φ.Ε συνδέονται άμεσα με τον πραγματικό κόσμο και αναπτύσσουν δεξιότητες συλλογισμού.Μέσω της κατανόησης των εννοιών των Φ.Ε, οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα τον

κόσμο στον οποίο ζουν και να αναπτύξουν δεξιότητες στη διαβίωση εντός του (π.χ. χρήση ηλεκτρικού ρεύματος). Παράλληλα, μέσω της εισαγωγής και της διδασκαλίας των βασικών εννοιών των Φ.Ε, τα παιδιά αποκτούν και λειτουργίες συλλογισμού, οι οποίες θα τους φανούν χρήσιμες και σε άλλους τομείς της καθημερινότητας, αλλά και της ακαδημαϊκής τους ζωής (Eshach&Fried, 2005).

Συν τοις άλλοις Ζουπιδίς, Τσελφές, Παπαδοπούλου και Καραγιάννη (2022) υπογραμμίζουν τον σημαίνοντα ρόλο που κατέχει η διδασκαλία των Φ.Ε στο Νηπιαγωγείο απαριθμώντας τους λόγους που στηρίζουν την παραπάνω άποψη. Ο πρώτος εξ αυτών αφορά στην υιοθέτηση της θετικής συμπεριφοράς των μαθητών απέναντι στις Φ.Ε βασιζόμενοι στην έμφυτη περιέργεια που τους διακατέχει με σκοπό να παρατηρήσουν και να προβληματιστούν για το φυσικό κόσμο που τους περιβάλλει. Στη συνέχεια, ο δεύτερος λόγος αναδεικνύει τον ρόλο των Φ.Ε ως προπομπό για την καλύτερη κατανόηση του επιστημονικού περιεχομένου και των εννοιών μέσω της μύησης των μαθητών στα υπό μελέτη φυσικά φαινόμενα και τους επιστημονικούς όρους. Τέλος, ο τρίτος λόγος θέτει τη διδασκαλία των Φ.Ε ως βάση για την καλλιέργεια της επιστημονικής σκέψης και του αναστοχασμού των μαθητών της προσχολικής ηλικίας, καθώς και την ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού τους.

Βέβαια, οι απόψεις δίστανται σχετικά με τη διδασκαλία των Φ.Ε στην προσχολική ηλικία, αφού κυριαρχεί και η άποψη ότι είναι δυσνόητες για τους μαθητές του Νηπιαγωγείου. Ωστόσο, πρέπει να επισημανθεί ότι οι Φ.Ε ασχολούνται με ένα ευρύ φάσμα ιδεών, εννοιών και θεωριών που χρησιμοποιούνται για την ερμηνεία του κόσμου, προετοιμάζοντας έτσι τους μαθητές της προσχολικής ηλικίας, να γνωρίσουν τον κόσμο στον οποίο ζουν και πρόκειται να αναπτυχθούν (Driver&Bell, 1986). Τα ζητήματα που προκύπτουν από τις αντίθετες αυτές απόψεις για τη διδασκαλία των Φ.Ε

στην προσχολική ηλικία, επιδέχονται περαιτέρω συζήτηση μιας και δεν αποτελούν υποχρεωτικά εμπόδιο στην επαφή των μικρών μαθητών με τις Φ.Ε, καθώς υφίσταται και μια σειρά σημαντικών επιχειρημάτων που προωθούν την επαφή αυτή, τα οποία είναι:

- Η διδασκαλία των Φ.Ε σε παιδιά προσχολικής ηλικίας δεν αποσκοπεί στην ερμηνεία δυσνόητων επιστημονικών όρων ή στη λύση δύσκολων προβλημάτων, αλλά στην εισαγωγή επιστημονικών πρακτικών ανάλογα με τις δυνατότητες και τις αντιληπτικές ικανότητες των μαθητών σε απλή και κατανοητή γλώσσα, χρησιμοποιώντας απλά και καθημερινά πράγματα, όπως φυτά, νερό, σκιές (Οδηγός Εκπαιδευτικού για το Πρόγραμμα Σπουδών του Νηπιαγωγείου,2014).
- Σύμφωνα με τον Raffini (1993), είναι στη φύση των παιδιών να μαθαίνουν για τον περιβάλλοντα χώρο τους, συμπεριλαμβανομένου του φυσικού κόσμου και του δομημένου περιβάλλοντος. Έρευνες έχουν δείξει ότι τα παιδιά προσχολικής ηλικίας διακατέχονται από έμφυτη περιέργεια και πάθος για τη μάθηση.
- Η διδασκαλία των Φ.Ε από μικρή ηλικία δημιουργεί στα παιδιά θετική συμπεριφορά απέναντι σε αυτές, η οποία τα συνοδεύει και στα μετέπειτα σκαλοπάτια της εκπαίδευσης. Αυτό επιβεβαιώνεται και από την Bruce (1997), η οποία στο βιβλίο της για την προσχολική εκπαίδευση υπογραμμίζει ότι οι στάσεις και συμπεριφορές απέναντι στις Φ.Ε σχηματίζονται στην προσχολική ηλικία και επηρεάζουν σημαντικά τη μελλοντική ανάπτυξη του παιδιού. Επομένως, θα πρέπει οι εκπαιδευτικοί να διαμορφώνουν το κατάλληλο περιβάλλον μάθησης, στο οποίο οι μαθητές θα απολαμβάνουν και θα βιώνουν θετικές εμπειρίες σχετικά με τα φυσικά φαινόμενα και τα δεδομένα των Φ.Ε.

- Όσο πιο νωρίς ένα παιδί εκτεθεί στα φαινόμενα που μελετούν οι Φ.Ε τόσο καλύτερα πρόκειται να κατανοήσει στο μέλλον τα φυσικά νοήματα και τις έννοιες τους (Eshach&Fried, 2005).
- Τα παιδιά, σύμφωνα πάλι με τους EshachκαιFried (2005),είναι ικανά από πολύ μικρή ηλικία να κατανοήσουν επιστημονικές έννοιες και να εξηγήσουν βασιζόμενα σε αυτές το φυσικό και τεχνητό περιβάλλον γύρω τους. Η Brown (1990) επιβεβαιώνει ότι τα νήπια μπορούν να δικαιολογήσουν κάποιες αρχές και φαινόμενα όσο έχουν πρόσβαση σε περισσότερες πληροφορίες και έχουν την ικανότητα να ξεχωρίσουν ένα πειστικό από ένα μη πειστικό στοιχείο για να εξακριβώσουν μια υπόθεση.
- Ο τρόπος που εισάγονται οι Φ.Ε στα μικρά παιδιά επηρεάζει τον τρόπο που αυτά βλέπουν τον κόσμο για αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιείται από τον εκπαιδευτικό κατάλληλη ορολογία και κατάλληλη γλώσσα. Η χρήση επιστημονικής ορολογίας στην προσχολική ηλικία επηρεάζει την πρωταρχική ανάπτυξη των εννοιών των Φ.Ε, για αυτό θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή από τους εκπαιδευτικούς (Eshach&Fried, 2005). Επιπρόσθετα, η χρήση επιστημονικού λόγου από τόσο μικρή ηλικία συμβάλλει στην εύρεση και καθιέρωση μοτίβων επιστημονικών συζητήσεων από τους μικρούς μαθητές, όπως π.χ. «ας κάνω μια υπόθεση», «πώς το ξέρω αυτό», «πώς μπορώ να επιβεβαιώσω ότι αυτό ισχύει», προωθώντας έτσι την επιστημονική και κριτική σκέψη των μαθητών. (Eshach&Fried, 2005).

Για να επιτευχθούν τα ανωτέρωμέσω της Διδασκαλίας των ΦΕ,συστήνεται η πειραματικήδραστηριότητα να πραγματοποιείται από τους ίδιους τους μαθητές με τη βοήθεια του δασκάλου -όταν αυτό είναι αναγκαίο- και να επιλέγονται

συγκεκριμένα πειράματα προς διενέργεια διαμορφωμένα βάση του οικείου περιβάλλοντος των μαθητών (Πλακίτση,2008). Κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης στις Φ.Ε η εννοιολογική κατάκτηση θα είναι σταδιακή και θα αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου και τις προσλαμβάνουσες του κάθε μαθητή, εκτός της διδασκαλίας των Φ.Ε. Σε κάθε περίπτωση η χωρίς πειράματα διδασκαλία των Φ.Ε είναι εκ των προτέρων καταδικασμένη να μην επιτύχει και κάθε άλλη προσπάθεια του εκπαιδευτή (μελέτη, ερωτήσεις, ασκήσεις) είναι ελλιπής. Τέλος, η συνεργασία των μαθητών, κατά την διδασκαλία Φ.Ε, μπορεί να ενισχύσει πέρα από την μάθηση και τις επικοινωνιακές δεξιότητες των μαθητών. (Πλακίτση, 2008). Οι διδακτικές προσεγγίσεις των Φ.Ε μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σύμφωνα με τον Κουλαϊδή (1994) στις εξής προσεγγίσεις:

1. **Παραδοσιακή προσέγγιση** (Φάσεις: Προετοιμασία- Προσφορά/Παρουσίαση- Σύγκριση- Σύλληψη ή γενίκευση- Εφαρμογή ή άσκηση)
2. **Ανακαλυπτική προσέγγιση** (Φάσεις: Έναυσμα ενδιαφέροντος- Διατύπωση Υποθέσεων- Πειραματισμός- Διατύπωση/Καταγραφή Συμπερασμάτων- Εφαρμογές/Γενίκευση)
3. **Εποικοδομητική προσέγγιση**(Φάσεις: Προσανατολισμός- Ανάδειξη ιδεών των μαθητών- Αναδόμηση των ιδεών των μαθητών- Εφαρμογή των ιδεών- Ανασκόπηση των αλλαγών στις ιδέες)

Επιπρόσθετα, ο Καριώτογλου (2009) κάνει λόγο για τρία διδακτικά μοντέλα των Φ.Ε: α) το μοντέλο της μεταφοράς, όπου ο μαθητής παθητικά δέχεται όλες τις πληροφορίες από τον εκπαιδευτικό, ο οποίος λειτουργεί ως φορέας της γνώσης, β) το μοντέλο της ανακάλυψης, το οποίο υπηρετεί την ιδέα ότι η νέα γνώση προέρχεται από τους μαθητές, κατόπιν κατάλληλων διαμορφωμένων ερωτήσεων του εκπαιδευτικού. Ως

εκ τούτου, προτείνεται η χρήση οικείων εφαρμογών, πειραμάτων και δραστηριοτήτων, προκειμένου να επιτευχθούν τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα., γ) το μοντέλο εποικοδόμησης, κατά το οποίο ο συνδυασμός διδασκαλίας και προϋπάρχουσας γνώσης συμβάλλει στη δημιουργία προσωπικών νοημάτων των μαθητών.

Στο τελευταίο μοντέλο στηρίζεται και το θεωρητικό πλαίσιο της διερευνητικής μεθόδου μάθησης που αποτελεί μία σύγχρονη τάση στη Διδακτική των Φ.Ε στο Νηπιαγωγείο. Ο Keselman (2003, σ.899) ορίζει την διερευνητική μέθοδο μάθησης ως « *μία εκπαιδευτική στρατηγική κατά την οποία οι μαθητές ακολουθώντας μεθόδους και πρακτικές παρόμοιες με εκείνες που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες οικοδομούν τη νέα γνώση* ». Η συγκεκριμένη κυριάρχησε τη δεκαετία '60 και '70 με κύριους εκφραστές τον Piaget,ο οποίος κάνει λόγο για την ενεργή μάθησηκαι τον Bruner που υπογραμμίζει τη σημασία της αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών με τα υλικά επιτυγχάνοντας, έτσι την αποτελεσματική μάθηση.

Ως συνέπεια των παραπάνω ήταν η σύνταξη και αναμόρφωση καινοτόμων Αναλυτικών Προγραμμάτων στις χώρες που παρατηρούνταν οικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη κατά την περίοδο αυτή.(Καριώτογλου,2006). Το διερευνητικό μοντέλο μάθησης πλαισιώνεται από τεχνικές όπως το παιχνίδι ρόλων, τη δημιουργία ομάδων και φακέλου εργασιών των μαθητών, την παρατήρηση, τον καταγισμό ιδεών, τη δημιουργία εννοιολογικού χάρτη, αλλά και από διδακτικά μέσα όπως για παράδειγμα πίνακες και διαγράμματα (Κασιμάτη & Μαυροβουνιώτη, 2019).Κατά την εφαρμογή της διερευνητικής μεθόδου μάθησης, ο εκπαιδευτικός εισάγει την επιστημονική έρευνα στην προσχολική τάξη και οι μαθητές εφοδιάζονται με δεξιότητες όπως αυτές της κριτικής σκέψης, του επιστημονικού λόγου, της τεκμηρίωσης της

άποψής τους, της αυτοεκτίμησης και του αυτοσεβασμού τους (Κασιμάτη & Μαυροβουνιώτη,2019).

Οι Pedaste, Maeots, Leijen και Sarapu (2012) διακρίνουν την διερευνητική μέθοδο μάθησης σε πέντε φάσεις : α) την εμπλοκή, κατά την οποία οι μαθητές εκτίθενται στον αρχικό προβληματισμό ενεργοποιώντας έτσι την περιέργειά τους και στοχεύοντας συγχρόνως στη διερεύνηση του συγκεκριμένου θέματος, για το οποίο ο εκπαιδευτικός έχει λάβει υπόψη του τα ενδιαφέροντα των μαθητών, β) την διατύπωση υποθέσεων, κατά την οποία αρχικά διατυπώνονται ερωτήματα και στη συνέχεια δημιουργούνται υποθέσεις από τους μαθητές , αφού αποκτήσουν εμπειρία στο υπό διερεύνηση θέμα, γ) την έρευνα, κατά την οποία συγκεντρώνονται τα στοιχεία που δίνουν τη λύση στον αρχικό προβληματισμό που διατυπώθηκε μέσα από την υιοθέτηση επιστημονικών πρακτικών όπως για παράδειγμα την εξερεύνηση , τον πειραματισμό και την ερμηνεία των δεδομένων, δ) την ολοκλήρωση ,στην οποία γίνεται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας από τους μαθητές, και τέλος ε) την ανακεφαλαίωση, η οποία αποτελεί απόρροια των προηγούμενων φάσεων και διακρίνεται για την ανατροφοδότηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και τον προβληματισμό που δημιουργούν.

Οι Ford και Forman (2006) τονίζουν τον ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο που παίζει το διερευνητικό μοντέλο μάθησης στην διαμόρφωση ενός ευέλικτου μαθησιακού περιβάλλοντος, αφού συμμετέχοντας σε αυτό οι μαθητές της προσχολικής ηλικίας είναι ικανοί να σχηματίσουν υποθέσεις, να εξηγήσουν θεωρίες, να προβούν στον έλεγχο και στην αξιολόγηση αυτών, καθώς και να εφαρμόσουν ειδικούς τρόπους αναπαράστασης φαινομένων, ανταλλάσσοντας τις ιδέες τους. Επιπρόσθετα, βασική επιδίωξη του συγκεκριμένου διδακτικού μοντέλου, όπως υποστηρίζουν οι ίδιοι , αποτελεί η

συμμετοχή των μαθητών σε πραγματικές έρευνες, προσεγγίζοντας μια πιο ρεαλιστική αντίληψη της επιστημονικής προσπάθειας και διαμορφώνοντας ένα περιβάλλον μάθησης με επίκεντρο τον μαθητή. Απαραίτητη προϋπόθεση όλων όσων προαναφέρθηκαν, θεωρείται από τον Morrison(2013) η κατανόηση και η αποσαφήνιση της διαδικασίας της παραγωγής της επιστημονικής γνώσης από τους εκπαιδευτικούς. Συνάμα οι Ratcliffe και Millar (2009),προκειμένου να εφαρμοστεί αυτή η καινοτόμος προσέγγιση στο Νηπιαγωγείο, θέτουν βασικές παραμέτρους όπως τον χρόνο που απαιτείται, την διοργάνωση επιμορφωτικών προγραμμάτων των εκπαιδευτικών, τον εξοπλισμό εποπτικών μέσων και υλικών, καθώς και την απόδοση κινήτρων επαγγελματικής ανέλιξης.

Συγχρόνως με το διδακτικό μοντέλο της διερεύνησης εφαρμόζεται στην προσχολική τάξη και αυτό της ανακάλυψης, το οποίο χαρακτηρίζεται από τον Καριώτογλου (2009) ως μία μέθοδο κατά την οποία οι μαθητές αποκτούν ενεργό ρόλο καθώς προσεγγίζουν τη νέα γνώση μέσα από κατάλληλα ερωτήματα που έχει θέσει ο εκπαιδευτικός ,καλλιεργώντας ταυτόχρονα και τις νοητικές τους δεξιότητες. Οι ίδιοι επεξεργάζονται θέματα που αγγίζουν τα ενδιαφέροντά τους , πραγματοποιούν πειράματα , συλλέγουν πληροφορίες από τα δεδομένα , τα οργανώνουν , τα αναλύουν και παράγουν κανόνες. Σε αυτή την περίπτωση η αποκτηθείσα γνώση κατακτάται μέσα από τρία επίπεδα : α) οργανωτικό, β) αναλυτικό γ) παραγωγικό. Μέσα από αυτή τη διαδικασία η γνώση έχει ως επακόλουθο τη διερευνητική κατανόηση, επειδή στηρίζεται στην αρχική επεξεργασία των δεδομένων από τους ίδιους τους μαθητές (Καριώτογλου, 2009).

Τα δύο διδακτικά μοντέλα που προαναφέρθηκαν συμβάλλουν στη βελτίωση της διδασκαλίας των Φ.Ε στο Νηπιαγωγείο, επειδή βοηθούν τους μαθητές να αναπτύξουν την επιστημονική σκέψη και να αποκτήσουν δεξιότητες τέτοιες που συνθέτουν ένα

βασικό πλέγμα ικανοτήτων με τις οποίες θα επιτευχθεί η ένταξή τους στο ευρύτερο κοινωνικό περιβάλλον και η συμμετοχή τους στην κοινωνία της γνώσης.

Σε κάθε προσπάθεια διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών εμπλέκονται τα παρακάτω τρία διακριτά σώματα γνώσης: η φυσικό-επιστημονική γνώση, η σχολική της εκδοχή και η καθημερινή-βιωματική γνώση των μαθητών (Κουλαϊδής, 1994).

Σύμφωνα με τον Τσελφέ (2007), ένα διδακτικό έργο στις Φ.Ε αυξάνει τις πιθανότητες επιτυχίας του, αν επιδιώκει απλές συνδέσεις μέσα σε κάποιο από τα εξής πλαίσια:

- 1) παρεμβατικό (εργαστηριακό) πλαίσιο,
- 2) πλαίσιο μετάβασης από τις παρεμβάσεις (εργαστήριο) προς τις αναπαραστάσεις (θεωρία),
- 3) αναπαραστατικό (θεωρητικό πλαίσιο).

Δεδομένου ότι και η επιστημονική γνώση προσεγγίζεται με ολιστικό τρόπο, η Johnston (2013) αναδεικνύει τη δυνατότητα να καλλιεργηθούν ξεχωριστά οι δεξιότητες που τη συγκροτούν. Βασισόμενη σε αυτό κατηγοριοποιεί τις επιστημονικές δεξιότητες που κατακτώνται κατά τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας στις Φ.Ε σε: 1) δεξιότητες εξερεύνησης, 2) δεξιότητες σχεδιασμού, 3) δεξιότητες καταγραφής, 4) δεξιότητες ερμηνείας, 5) δεξιότητες επικοινωνίας. Τα τελευταία χρόνια οι Αυγητίδου, Παπαδοπούλου και Αλεξίου (2014) επισημαίνουν την αναφορά των παραπάνω δεξιοτήτων ως διδακτικές στρατηγικές στο Νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα του Νηπιαγωγείου. Ειδικότερα, οι μαθητές στις προτεινόμενες δραστηριότητες της θεματικής περιοχής Φ.Ε μέσω της παρατήρησης, της συλλογής, της ανάλυσης και της ερμηνείας των δεδομένων υιοθετούν μια διερευνητική συμπεριφορά προς τα ερεθίσματα και τις εμπειρίας της καθημερινότητας. Με αυτό τον τρόπο οι Φ.Ε

πλαισιώνουν μια κοινωνική διαδικασία, που όπως αναφέρουν και οι ίδιες αποτελείται από « σταθερές διαδικασίες και ρυθμίσεις».

Πέραν του φυσικού περιβάλλοντος τα μικρά παιδιά θα πρέπει να εξοικειωθούν από μικρή ηλικία και με το τεχνητό περιβάλλον που κατασκευάζει ο άνθρωπος. Με τις νέες τεχνολογίες σε διάφορους τομείς διευκολύνεται, εξυπηρετείται και προστατεύεται η ανθρώπινη ζωή. Οπότε, έχουμε μια συνεχή εξέλιξη και πρόοδο των επιστημών προς την κατεύθυνση αυτή, χωρίς αυτό να σημαίνει πως δεν υπάρχει ανάπτυξη και χωρίς απαραίτητα να στηρίζεται σε κάποια επιστημονική θεωρία. Απόδειξη αυτή της εξέλιξης είναι και η νανοτεχνολογία, στην οποία θα πρέπει να μνηθούν οι μαθητές της προσχολικής αγωγής, αφού ασχολείται με ένα βασικό κομμάτι του κόσμου που τα περιβάλλει, τις διαστάσεις και τα μεγέθη.

1.3 Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία (N-ET)

Η N-ET αποτελεί ένα σχετικά νέο διεπιστημονικό πεδίο με προϊόντα και εφαρμογές που αξιοποιούν την τεχνολογία αιχμής και διεισδύουν συνεχώς στη σύγχρονη καθημερινή ζωή (Stavrou, Michailidi&Sgouros, 2018), υπόσχεται να επιλύσει παγκόσμιες διαχρονικές προκλήσεις. Σε διεθνές επίπεδο οι ερευνητές έχουν αναγνωρίσει τη μεγάλη εκπαιδευτική αξία της N-ET και την ανάγκη για ενσωμάτωσή της στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης με σκοπό τον επιστημονικό εγγραμματισμό των σύγχρονων πολιτών (Laherto,2012·Jones κ.ά., 2013). Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες και στην προσχολική ηλικία μπορεί να διδαχτεί η N-ET (Σπύρτου, Μάνου, Πέικος & Παπαδοπούλου, 2018·Jones κ.ά., 2013·Lin,Wu, Cho&Chen, 2015) την εδραίωση της όμως δυσκολεύει η έλλειψη κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού.

1.3.1 Ορισμοί

Τόσο στην επιστήμη όσο και στην τεχνολογία το πρόθεμα «νάνο», προέρχεται από την ελληνική λέξη νάνος (onlineetymologydictionary,χ.χ.),σημαίνει $10^{-9} = 0,000000001$. Ένα νανόμετρο (nm) ισούται με ένα δισεκατομμυριοστό του μέτρου (Καλλιακμάνη,2015).

Ως Νανοτεχνολογία «ορίζεται η επιστήμη, η μηχανική και η τεχνολογία στην νανοκλίμακα, δηλαδή στην κλίμακα διαστάσεων από 1 έως 100nm. Με άλλα λόγια οι λεγόμενες Νανοεπιστήμες και η Νανοτεχνολογία είναι η μελέτη και η χρήση εφαρμογών εξαιρετικά μικρών διαστάσεων σε πολλά επιστημονικά πεδία όπως η φυσική, η χημεία, η επιστήμη των υλικών και η μηχανικές επιστήμες.»(PostGraduateProgramonNanosciences&Nanotechnologies, 2013)

Οι Νανοεπιστήμες και η Νανοτεχνολογία σχετίζονται με τη δυνατότητα να βλέπουμε και να διαχειριζόμαστε τα άτομα και τα μόρια. Ωστόσο, είναι τόσο μικρές οι διαστάσεις οι οποίες πραγματεύονται, που καθίσταται αδύνατο να μελετηθούν χωρίς τον απαραίτητο υλικοτεχνικό εξοπλισμό. Συγκεκριμένα, τα απαραίτητα εργαλεία για την προσέγγιση της νανοκλίμακας αναπτύχθηκαν τα τελευταία 30-40 χρόνια (π.χ. μικροσκόπιο σάρωσης), και έτσι οι Νανοεπιστήμες και η Νανοτεχνολογία αποτέλεσαν αντικείμενο μελέτης και έρευνας.

Πατέρας της νανοτεχνολογίας θεωρείται ο JohnDalton ο οποίος σε μια συνεδρίαση της Φιλοσοφικής Εταιρείας του Μάντσεστερ το 1803 αναφέρθηκε στην ατομική του θεωρία ξεκινώντας ουσιαστικά μια επανάσταση για την τότε ερευνητική κοινότητα, διευκρινίζοντας την ύπαρξη των ατόμων. Ο όρος νανοτεχνολογία ωστόσο διατυπώθηκε πολύ αργότερα από τον NorioTaniguchi το 1974 στην αντίστοιχη διατριβή του για την νανοτεχνολογία (Καπετανάκης, 2006).

Αν και έχουν δοθεί πολλοί ορισμοί για το τι ακριβώς είναι η νανοτεχνολογία θα μπορούσαμε να πούμε ότι αναφέρεται ή περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Ανάπτυξη Έρευνας και Τεχνολογίας στο ατομικό, μοριακό και μακρομοριακό επίπεδο σε κλίμακα μεγέθους από 1 έως 100 nm.
- Ανάπτυξη και χρήση κατασκευών, συσκευών και συστημάτων που έχουν μοναδικές ιδιότητες και λειτουργίες εξ' αιτίας του πολύ μικρού τους μεγέθους.
- Ικανότητα ρύθμισης και χειρισμού της ύλης στην ατομική κλίμακα.
- Ο συνδυασμός όλων των παραπάνω με βάσει τις αρχές της Φυσικής, τους νόμους της Χημείας και Βιολογίας για την παραγωγή διατάξεων και συστημάτων στη νανοκλίμακα.

Ενώ για τον ορισμό της Νανοεπιστήμης μπορούμε να τον συνοψίσουμε, σύμφωνα με τον Καπετανάκη (2006) «στην μελέτη των φαινομένων και τον χειρισμό υλικών στην ατομική, στην μοριακή και στην μακρομοριακή κλίμακα, όπου οι ιδιότητες των υλικών διαφέρουν σημαντικά από αυτές σε μεγαλύτερη κλίμακα.»

1.3.2 Χρήσεις των N-ET

Η νανοεπιστήμη χαρακτηρίζεται συχνά ως οριζόντια, νευραλγική ή επιτρεπτική, αφού ουσιαστικά μπορεί να εισχωρεί σε όλους τους τομείς της τεχνολογίας. Συχνά συμβάλλει στην προσέγγιση διαφόρων πεδίων της επιστήμης και επωφελείται η ίδια από τη διεπιστημονική προσέγγιση, ενώ αναμένεται να οδηγήσει σε καινοτομίες που θα συμβάλουν στην αντιμετώπιση πολλών προβλημάτων με τα οποία βρίσκεται σήμερα αντιμέτωπη η κοινωνία (PostGraduateProgramonNanosciences&Nanotechnologies, 2013).

Ένα καθημερινό παράδειγμα χρήσης νανοτεχνολογίας είναι ο επεξεργαστής του Η/Υ όπου μέσα σε τόσο μικρή επιφάνεια (5X5 εκατοστά συνήθως) χωράει εκατομμύρια τρανζίστορς τα οποία συνδέονται και επικοινωνούν μεταξύ τους για την ορθή λειτουργία του υπολογιστή.

Η νανοτεχνολογία έχει και πολλές μελλοντικές ιατρικές εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων των μικροσκοπικών διαγνωστικών μέσων που θα μπορούν να εμφυτεύονται για την έγκαιρη διάγνωση ασθενειών, νανοτεχνολογικές επιστρώσεις θα μπορούν να βελτιώνουν τη διαδραστικότητα και βιοσυμβατότητα των εμφυτευμάτων. Τα ικρίωματα που διαθέτουν την ικανότητα αυτοοργάνωσης ανοίγουν τον δρόμο για νέες γενιές υλικών μηχανικής των ιστών και βιομιμητικών υλικών, από τα οποία μακροπρόθεσμα θα μπορούν να κατασκευάζονται τεχνητά όργανα. Υπό ανάπτυξη βρίσκονται νεωτεριστικά συστήματα για στοχοθετημένη χορήγηση φαρμάκων. Προσφάτως, νανοσωματίδια διοχετεύθηκαν σε καρκινικά κύτταρα για θεραπευτικούς σκοπούς (θερμική ίαση). Χρησιμοποιείται ήδη, επίσης, και για ανάπτυξη φαρμάκων και σκιαγραφικών για ιατρική απεικόνιση, καθώς και για εισαγωγή νέων βιοιατρικών αισθητήρων και αναλυτικών συσκευών (Δουμανίδης, 2010).

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2004) η N-ET χρησιμοποιείται και σε Τεχνολογίες της Πληροφορίας, συμπεριλαμβανομένων μέσων για την αποθήκευση δεδομένων με πολύ μεγάλες πυκνότητες καταγραφής (π.χ. 1 Terabit/inch²) και νέων τεχνολογιών απεικόνισης σε πολύ εύελικτα πλαστικά υλικά. Μακροπρόθεσμα, μέσω της N-ET μπορεί να γίνει εφικτή η επίτευξη μοριακής ή βιομοριακής νανοηλεκτρονικής και κβαντικής τεχνολογίας Η/Υ, οι οποίοι θα μπορούσαν να ανοίξουν νέους δρόμους πέρα από τη σημερινή τεχνολογία των υπολογιστών.

Η N-ET, επιπροσθέτως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας μέσω νέων κυψελών καυσίμου ή από νανοδομημένα στερεά υλικά πολύ μικρού βάρους και υψηλού δυναμικού αποθήκευσης υδρογόνου. Παράλληλα αναπτύσσονται χαμηλού κόστους και απόδοσης φωτοβολταϊκοί ηλιακοί συλλέκτες επιτυγχάνοντας έτσι μεγάλο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της ανάπτυξης νανοτεχνολογικών λύσεων που οδηγούν σε βελτιωμένη μόνωση, μεταφορά και φωτισμό (Καπετανάκης, 2006).

Χρησιμοποιούμε επίσης τη νανοτεχνολογία στην επιστήμη των υλικών με ευρείες εφαρμογές, όπου αναμένεται να έχουν σημαντικό αντίκτυπο σε όλους σχεδόν τους τομείς. Τα νανοσωματίδια χρησιμοποιούνται ήδη για να γίνουν πιο ισχυρά και αποτελεσματικά τα υλικά και τα καλλυντικά. Με τη βοήθεια της νανοτεχνολογίας, διάφορες επιφάνειες μπορούν επίσης να τροποποιηθούν ώστε να μην χαράσσονται, να γίνουν υδατοστεγής, καθαρές ή αποστειρωμένες. Η απόδοση των υλικών σε ακραίες συνθήκες μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά μέσω της N-ET, προσδίδοντας μεγάλο όφελος και δυνατότητα για καινοτομία και για ανάπτυξη σε τομείς όπως η αεροναυπηγική και η διαστημική βιομηχανία(Ευρωπαϊκή Επιτροπή,2004).

Η βιομηχανική παραγωγή σε επίπεδο νανοκλίμακας απαιτεί μια νέα διεπιστημονική προσέγγιση σε ό,τι αφορά τόσο την έρευνα όσο και την παραγωγή. Θεωρητικά, δύο είναι οι κύριες προσεγγίσεις: η πρώτη, με αφετηρία τα μικροσυστήματα, καταλήγει στην ελάχιστη δυνατή κλίμακα (κατιούσα προσέγγιση) και η δεύτερη μιμείται τη φύση μέσω της δημιουργίας δομών που εκκινούν από το ατομικό και το μοριακό επίπεδο (ανιούσα πορεία). Η πρώτη μπορεί να συσχετιστεί με συναρμολόγηση, η δεύτερη με σύνθεση. Η ανιούσα προσέγγιση βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο, η δυναμική της όμως

έχει μεγάλη εμβέλεια ώστε να μπορεί να επιφέρει ανατροπές στις τρέχουσες διεργασίες παραγωγής (Ευρωπαϊκή Επιτροπή,2004).

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2004)η χρήση επιστημονικών οργάνων για τη μελέτη των ιδιοτήτων της ύλης σε επίπεδο νανοκλίμακας επηρεάζει ήδη σημαντικά τόσο άμεσα όσο και έμμεσα, και δίνει έτσι ώθηση για πρόοδο σε ευρύ φάσμα τομέων. Η εφεύρεση του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σαρώσεως υπήρξε ορόσημο στη γέννηση της νανοτεχνολογίας. Τα επιστημονικά όργανα διαδραματίζουν, επιπρόσθετα, ουσιαστικό ρόλο για την ανάπτυξη ανιουσών και κατιουσών διεργασιών παραγωγής (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2004).

1.3.3 N-ET και Εκπαίδευση

Η νανοτεχνολογία και η νανοεπιστήμη συνιστά ένα καινοτομικόδιεπιστημονικό πεδίο,που προσφέρει πολλές δυνατότητες για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής σε πολλούς τομείς, συμπεριλαμβανομένης και της εκπαίδευσης(Δρογγίτη, Πέικος, Μάνου, & Σπύρτου, 2015).Η ένταξη της νανοτεχνολογίας στην εκπαίδευση έχει ως σκοπό τη μύηση των παιδιών στη νανοτεχνολογία από πολύ μικρή ηλικία. Η πρώτη φορά που τα παιδιά μαθαίνουν για τη νανοεπιστήμη και τα μεγέθη νανοκλίμακας είναι μέσα από την τυπική εκπαίδευση, και ειδικότερα διαμέσου του εκπαιδευτικού, που θα υιοθετήσει εκπαιδευτικές μεθόδους, ενισχύοντας την κατανόηση των όρων. Παρόλα αυτά ο Eshach (2006) προσημειώνει τον ρόλο των εμπειριών των παιδιών τόσο εκτός σχολείου όσο και εντός. Ακόμα, ο ίδιος αναφέρει τη σημασία της μάθησης σε μη τυπικό περιβάλλον, που σύμφωνα με το Εθνικό Συμβούλιο Ερευνών Αμερικής, μπορεί να είναι ένα μουσείο, ένα κέντρο επιστήμης, αποτελώντας πεδία βιωματικής μάθησης.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τους μαθητές προσχολικής ηλικίας να εισαχθούν από αυτή την ηλικία στις έννοιες της διάστασης και του μεγέθους. Μέσα από την εκπαίδευση στη διάκριση μεγεθών (μεγάλες- μικρές διαστάσεις) και των διάφορων μεγεθών αποκτούν αντίληψη του κόσμου στον οποίο πρόκειται να ζήσουν (Spencer&Angelotti, 2004). Για να μπορέσει ωστόσο ένα παιδί να κατανοήσει έναν κόσμο τόσο μικρό όσο αυτός της νανοτεχνολογίας θα πρέπει, σύμφωνα με τους ίδιους, πρώτα να κατανοήσει την ορατή ζώνη (μακρο), έπειτα την ημι-ορατή (μικρο) και να περάσει στη «νανοζώνη». Εφόσον αυτές οι ζώνες γίνουν κατανοητές στα παιδιά, τότε έρχονται αντιμέτωπα με την κατανόηση του πως η επιστήμη με τη βοήθεια της νανοτεχνολογίας κατασκευάζει μηχανισμούς και εργαλεία τόσο μικρά τα οποία δεν μπορούν να τα δει ανθρώπινο μάτι, αλλά είναι εξαιρετικά χρήσιμα για την καθημερινότητα του ανθρώπου (Spencer&Angelotti,2004).

Ο νανογραμματισμός ιδιαίτερα στη σύγχρονη κοινωνία της τεχνολογίας αποτελεί επιτακτική ανάγκη στα πλαίσια της επίτευξης μιας νανο-εγγράμματης κοινωνίας. Το συγκεκριμένο εγχείρημα είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο σύμφωνα με τον Yawson (2012)και απαιτεί την αλληλεπίδραση εκπαιδευτικών, ακαδημαϊκών και πολιτικών παραγόντων. Ένα πρώτο βήμα για την επίτευξη αυτού του εγχειρήματος είναι η εισαγωγή θεμελιωδών εννοιών και στοιχείων της N-ET στην εκπαίδευση των μικρών παιδιών της προσχολικής ηλικίας μέσω κατάλληλα διαμορφωμένων ψηφιακών εργαλείων.Η εισαγωγή του καινοτόμου περιεχομένου της N-ET στην προσχολική εκπαίδευση αποτελεί πρόκληση ακόμα και εν έτη 2022. Ήδη από τις αρχές του 21^{ου} αιώνα έχουν δημοσιευτεί τα πρώτα εργαλεία και οι αντίστοιχες δραστηριότητες για εκπαιδευόμενους όλων των βαθμίδων, συμπεριλαμβανομένης και της προσχολικής εκπαίδευσης, όχι μόνο στην τυπική αλλά και στη μη τυπική εκπαίδευση (Feather&Aznar, όπως αναφέρεται

στο Τζιώλη & Σπύρτου, 2017), ωστόσο η επικρατούσα άποψη των εκπαιδευτικών είναι ότι το εκπαιδευτικό υλικό που έχουν στα χέρια τους για τη διδασκαλία της N-ET είναι ακόμη έλλειπες.

1.3.3.1 Η αξία της N-ET στην Εκπαίδευση

Η εκπαιδευτική αξία της NE-T, συνίσταται στο ότι αποτελεί μια τεχνολογία αιχμής, η οποία μπορεί να συνδυαστεί με διερευνητικές δραστηριότητες και να εξάψει το ενδιαφέρον των παιδιών για τις Φ.Ε (Σπύρτου κ.ά., 2018). Ακόμη, έχει παρατηρηθεί ότι οι βασικές επιστημονικές έννοιες και δεξιότητες αρχίζουν να αναπτύσσονται ήδη από την παιδική ηλικία και η έκθεση σε τέτοιες εμπειρίες μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη της αναλυτικής σκέψης των παιδιών (Saidi & Sigauke, 2017). Αρκετοί είναι εκείνοι οι ερευνητές και οι εκπαιδευτικοί που υποστηρίζουν, σύμφωνα με τον Laherto (2012), ότι η N-ET θα πρέπει να ενταχθεί στην υποχρεωτική εκπαίδευση, προάγοντας τη συνολικότερη επίγνωση και εμπλοκή του κοινού σε αυτά τα αναπτυσσόμενα πεδία. Σε πολλές χώρες η εκπαίδευση στην N-ET αποτελεί ήδη επιτακτική ανάγκη με σκοπό την ανάπτυξη εξειδικευμένων ανθρώπινων πόρων για τις ταχέως αναπτυσσόμενες βιομηχανίες που σχετίζονται με τη N-ET (Stevens, Sutherland & Krajcik, 2009). Επιπροσθέτως σύμφωνα με τους Σπύρτου κ.ά. (2018) η προσέγγιση της N-ET στην προσχολική εκπαίδευση μπορεί να ενθαρρύνει τους εκπαιδευόμενους να ενασχοληθούν με θεμελιώδη στοιχεία της. Μια εκλαϊκευμένη μορφή της N-ET στην προσχολική ηλικία θα ενίσχυε τον «νανογραμματισμό» (Σπύρτου κ.ά., 2018) των παιδιών. Ο «νανογραμματισμός» θεωρείται ότι έχει αναπτυχθεί στα παιδιά όταν τα ίδια διαθέτουν γνώσεις και δεξιότητες που τα καθιστούν ικανά να διαχειρίζονται θέματα της καθημερινότητας τα οποία βασίζονται στην N-ET (Σπύρτου κ.ά., 2018). Επίσης πολλοί ερευνητές (Jones κ.ά., 2013· Lin κ.ά., 2015) υποστηρίζουν ότι η εισαγωγή της

διδασκαλίας της Ν-ΕΤ στην προσχολική αγωγή μπορεί να ενισχύσει τις αντιλήψεις των εκπαιδευομένων για τη διασύνδεση της φύσης με διάφορα γνωστικά πεδία όπως τις Φ.Ε, την Τεχνολογία, τη Μηχανική, τα Μαθηματικά, τη Βιολογία και τη Χημεία. Έτσι η διεπιστημονική φύση της Ν-ΕΤ θα μπορούσε να συντελέσει ανατρεπτικά στον υφιστάμενο κατακερματισμό των γνωστικών αντικειμένων υπό τους τίτλους διακριτών μαθημάτων και να απομακρύνει τους δασκάλους από τα αισθήματα ανασφάλειας στην προσπάθεια τους να ενσωματώσουν στο μάθημα τους θέματα από επιστημονικά πεδία που δεν εμπίπτουν στην εξειδίκευση τους (Dorouka, Papadakis&Kalogiannakis, 2021).

1.3.3.2 Δυσκολίες και Προοπτικές της Ν-ΕΤ στην Εκπαίδευση

Τόσο οι ενήλικες όσο και τα παιδιά αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση και στον διαχωρισμό μεγεθών ιδιαίτερα στις πολύ μικρές κλίμακες (μικρο και νανο). Αυτό το πρόβλημα σύμφωνα με τους Maganak.ά. (2012) είναι τόσο εννοιολογικό όσο και πρακτικό, αφού τόσο τα παιδιά όσο και οι ενήλικες δυσκολεύονται να προσδιορίσουν και να περιγράψουν τα υπερβολικά μικρά μεγέθη της νανοκλίμακας, καθώς δεν μπορούν εύκολα να τα οπτικοποιήσουν, γιατί πρόκειται για σχετικά αφηρημένα μεγέθη συγκριτικά με τα μετρήσιμα μεγέθη του “παρατηρήσιμου κόσμου” (Magana κ.ά., 2012). Το πρόβλημα αυτό πηγάζει κυρίως από τις ανθρώπινες αισθήσεις οι οποίες, βάσει πολλών ερευνών (Jones κ.ά., 2007·Magana κ.ά., 2012, Tretter, Jones, Andre, Negishi, &Minogue, 2006·Waldron, Spencer, &Batt, 2006), θέτουν περιορισμούς στην αντίληψη του κόσμου που μας περιβάλλει.

Η δυσκολία, συγκεκριμένα, των παιδιών να κατανοήσουν τα μεγέθη και την κλίμακα στα πολύ μικρά, αλλά και στα πολύ μεγάλα αντικείμενα έχει διαπιστωθεί από διάφορες μελέτες, όπως των Magana κ.ά. ,2012·Tretter κ.ά., 2006·Waldron κ.ά.,

2006·Magana,Brophyκαι Newby (2012).· Spencer κ.ά., 2004. Το γεγονός αυτό βάζει φραγμούς και στη διδασκαλία της νανοτεχνολογίας, αφού ο εκάστοτε δάσκαλος θα πρέπει να ανακαλύψει εκείνους τους τρόπους διδασκαλίας, ώστε να βοηθήσει τους μικρούς εκπαιδευόμενους να διαχωρίσουν τα μεγέθη και να προσπεράσουν ως έναν βαθμό τα «εμπόδια» που τους θέτουν οι αισθήσεις τους για να μπορέσουν να κατανοήσουν τον νανόκοσμο, τον οποίο δεν μπορούν να τον δουν με γυμνό μάτι.

Η αδυναμία των παιδιών στο να συλλάβουν τις πιο οριακές κλίμακες οφείλεται κυρίως στην έλλειψη αισθητηριακής εμπειρίας του μη ορατού κόσμου. Σε αυτό οφείλεται το γεγονός ότι η N-ET εστιάζει στη μελέτη των ιδιαίτερων ιδιοτήτων της ύλης, καθώς και τον χειρισμό της σε κλίμακα που όπως αναφέραμε κυμαίνεται από 1-100 nm (Xie&Pallant,2011)και εναντιώνεται στην κοινή διαίσθηση.

Οι εκπαιδευτικοί προκειμένου να ξεπεράσουν αυτό τον «σκόπελο» θα πρέπει να συγκρίνουν τα νανομεγέθη με άλλα πολύ μικρά μεγέθη που ήδη γνωρίζουν τα παιδιά.Χαρακτηριστικό παράδειγμα εισαγωγής στη νανοτεχνολογία ήταν η έκθεση *«Νάνο: μικρότερο και από τις βούλες μια πασχαλίτσας το 2004 (It’sananoworld,2004)»*. Ένας άλλος προτεινόμενος τρόπος από τον Σγουρό (2018)για την υπερπήδηση αυτού του εμποδίου είναι η οπτικοποίηση αντικείμενων με τη βοήθεια ΤΠΕ που έχουν μεγάλες διαφορές ως προς το μέγεθος τους. Έρευνες πάνω στην επίδραση της οπτικοποίησης με σκοπό την κατανόηση της νανοκλίμακας στα πλαίσια μιας ταινίας έδειξε ισχυρά θετική συσχέτιση μεταξύ της ικανότητας των παιδιών για αναλογικό συλλογισμό και ακρίβεια στη διάταξη των αντικειμένων (Jones κ.ά., 2007). Η οπτικοποίηση δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευόμενους της προσχολικής ηλικίας να αντιλαμβάνονται πιο εύκολα τη σχετική διαφορά στα μεγέθη των διαφόρων αντικειμένων και να κατανοήσουν τα προτερήματα του αναλογικού συλλογισμού

έναντι της απόλυτης σύγκρισης (Swarat, Light, Park&Drane,2011). Θεμελιώδη άλλωστε, σύμφωνα με τον Σγουρό (2018), στοιχεία για τον νανογραμματισμό των παιδιών δεν είναι μόνο η κατανόηση της νανοκλίμακας, αλλά και η προαγωγή της αναλογικής σύγκρισης.

Σε κάθε περίπτωση απαιτούνται καινούργιες προσεγγίσεις στη διδασκαλία της N-ET, ώστε να ξεπεραστούν τα υφιστάμενα εμπόδια και να αναδειχθεί η σημαντικότητα και η διεπιστημονικότητάτης, καθώς και να εισαχθεί αποτελεσματικά στην εκπαίδευση των νηπίων, του κύριου δηλαδή μελλοντικού εργατικού δυναμικού για την τεχνολογία αιχμής, που αναμένεται να επηρεάσει ουσιαστικά όλες τις πτυχές της ανθρώπινης ζωής και ανάπτυξης στο μέλλον (Δορούκα, Παπαδάκης & Καλογιαννάκης, 2019).

Η νανοτεχνολογία πολύ συχνά χρησιμοποιείται ως «εργαλείο»για την υλοποίηση βιομιμητικών λύσεων, δηλαδή προϊόντων και διαδικασιών που δημιουργήθηκαν από τον άνθρωπο αντιγράφοντας κάποια λειτουργία ή χαρακτηριστικό της φύσης.

1.4 Βιομιμητική

Ο όρος βιομιμητική προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις «βίος» και «μιμητική». Πρώτος ο Αριστοτέλης διατύπωσε τηφράση « η τέχνη μιμείται τη φύση», αποδίδοντας στον όρο «τέχνη», οποιαδήποτε κατασκευή έφτιαχνε ο άνθρωπος και στον όρο «φύση» ,την πρωταρχική ύλη που κινείται και μεταβάλλεται.Η JanineBenyous (2002) χρησιμοποίησε για πρώτη φορά τον όρο στο βιβλίο της που πραγματευόταν τη «βιομιμητική θεώρηση», δηλαδή την παρατήρηση φαινομένων της φύσης από τον άνθρωπο και την αντιγραφή τους από τον άνθρωπο με σκοπό την επίλυση προβλημάτων. Πρωταρχικός της σκοπός ήταν να αναδείξει τον διαμεσολαβητικό ρόλο

που κατέχει η βιομιμητική στον επαναπροσδιορισμό της σχέσης ανθρώπου – περιβάλλοντος. Μάλιστα οργάνωσε μια κοινωνική επιχείρηση, βασιζόμενη στις αρχές της βιομιμητικής, η οποία ονομάστηκε Biomimicry 3.8 και είχε ως στόχο πολλοί ερευνητές, επιστήμονες, καλλιτέχνες, μηχανικοί, μεγάλων επιχειρήσεων να μοιραστούν ιδέες και έννοιες της ,να συμμετέχουν σε εκπαιδευτικά προγράμματα και διαγωνισμούς επιβράβευσης καινοτόμων ιδεών. (Hwang κ.ά,2015).

Η βιομιμητική, ωστόσο, δηλαδή η επιστήμη που μελετά και εξομοιώνει βιολογικά συστήματα με συγκεκριμένες επιθυμητές ιδιότητες έχει εμφανιστεί εδώ και πολλούς αιώνες (π.χ. ιπτάμενες μηχανές των αδελφών Ράιτ-αεροπλάνο βασισμένο στην πτήση του περιστεριού κ.α.). Από τα παλαιολιθικά μαχαίρια και τσεκούρια εμπνευσμένα από τις οδοντοστοιχίες πλέον εξαφανισμένων ζώων, στο ανθρακόνημα φτιαγμένο από νανοϋλικά, η βιομιμητική ανέκαθεν εξελισσόταν μαζί με την ανθρώπινη ιστορία. Στην ιστορική ανασκόπηση της βιομιμητικής δεν γίνεται να παραλειφθεί το όνομα το Otto Schmitt, καθώς επινόησε τον όρο και τον χρησιμοποίησε σε δημοσίευσή του στο 3^ο Διεθνές Συνέδριο της Βιοφυσικής στη Βοστώνη. Πρόκειται για εφευρέτη, μηχανικό και βιοφυσικό, που η καταγωγή του ήταν από την Αμερική, ο οποίος σχεδίασε και κατασκεύασε συσκευή που μιμήθηκε τη διάδοση των δυναμικών ενέργειας των νευρώνων.(Harkness, 2002). Αργότερα το 1960,τη λέξη βιομιμητική, τη χρησιμοποίησε και ο Jack Steele της NASA στα πλαίσια μιας εργασίας του και έπειτα ακολουθεί η επίσημη προσθήκη του όρου στο λεξικό το 1974.Τη δεκαετία του 1980, η τεχνητή νοημοσύνη και τα νευρωνικά δίκτυα που εισήχθησαν στην τεχνολογία της πληροφορίας είχαν εμπνευστεί από την επιθυμία των δημιουργών τους να μιμούνται τον ανθρώπινο εγκέφαλο. Η ύπαρξη κυττάρων και DNA στον άνθρωπο χρησιμεύει από

τότε ως πηγή έμπνευσης για τους νανοτεχνολόγους, που ελπίζουν μια μέρα να κατασκευάσουν συναρμολογούμενες συσκευές μοριακής κλίμακας (Bhushan,2009).

Έκτοτε ο κλάδος της βιομημητικής έχει αναπτυχθεί ραγδαία μέσω της νανο και βιοτεχνολογίας οι οποίες επέτρεψαν στους επιστήμονες να μελετήσουν, να αναλύσουν, αλλά και να μιμηθούν σχήματα, λειτουργίες, ιδιότητες της φύσης, ακόμη και ολόκληρα οικοσυστήματα (Μυλωνάκης,2021). Η βιομημητική έχει κεντρίσει το ενδιαφέρονσε πολλούς κλάδους. Υπολογίζεται ότι τα 100 πιο γνωστά βιομημητικά προϊόντα απέφεραν περίπου 1,5 δισεκατομμύρια δολάρια την περίοδο 2005–2008 μόνο στην αγορά των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής (Bhushan,2009).

1.4.1 Ορισμοί της Βιομημητικής

Σύμφωνα με τους Ατματζίδη, Ντούσκα και Καραβιώτη (2020) ως βιομημητική ορίζεται *«η καινοτόμα πρακτική της εφαρμογής και της μίμησης μοντέλων της φύσης με σκοπό την επίλυση σύγχρονων προβλημάτων και την δημιουργία τεχνολογιών πιο αποτελεσματικών και πιο φιλικών ως προς το περιβάλλον.»* Η φύση λειτουργεί αποτελεσματικά και κυκλικά, και αυτό έχει εμπνεύσει πολλούς επιστήμονες να χρησιμοποιήσουν τα χαρακτηριστικά των μηχανισμών και τις στρατηγικές σχεδιασμού της φύσης στις ανθρώπινες καινοτομίες. Ένας άλλος αρκετά αποδεκτός ορισμός για τη βιομημητική είναι αυτός που δίνεται στο άρθρο των Hwang κ.ά. (2015) που ορίζει τη βιομημητική ως *« την μελέτη της φύσης και των φυσικών φαινομένων για την κατανόηση των αρχών των υποκείμενων μηχανισμών, για τη λήψη ιδεών από τη φύση και την εφαρμογή εννοιών από την οποία μπορεί να επωφεληθούνε η επιστήμη, η μηχανική και η ιατρική»*. Εν συντομία, βιομημητική αποκαλείται *«μια δημιουργική μορφή τεχνολογίας*

που χρησιμοποιεί ή μιμείται τη φύση με σκοπό να βελτιώσει τις ανθρώπινες ζωές.»
(Hwang κ.ά.,2015, σ. 5705).

Μέσω της βιομιμητικής, ο άνθρωπος έχει τη δυνατότητα, αφού αναλύσει βιολογικά ένα πρόβλημα, να αναζητήσει την επίλυσή του στη φύση και αν όχι αυτή τη λύση, τότεπρακτικές που θα μπορούν να επιλύσουν ένα μέρος του προβλήματος. Αυτές οι λύσεις είναι τις περισσότερες φορές «φιλικές προς το περιβάλλον». Η βιομιμητική είναι δυνητικά η καλύτερη μέθοδος για να βοηθήσει το ανθρώπινο είδος να αντιμετωπίσει το μέλλον, την ανάπτυξη του πολιτισμού, την ρύπανση του περιβάλλοντος και την απειλή για έλλειψη πόρων(Hwang κ.ά.,2015).Σήμερα σε Ευρώπη, Ιαπωνία και ΗΠΑ, η βιομιμητική αναγνωρίζεται ως η τεχνολογία του μέλλοντος. Ειδικότερα, παγκόσμιες εταιρείες όπως η Ford, η GeneralElectric, η HermanMiller, η HP ,η IBM και η Nike συνεργάζονται με επιστήμονες προκειμένου να εξερευνήσουν ενδελεχώς νέες τεχνολογίες βασισμένες στη βιομιμητική (Hwang κ.ά., 2015).

Οι άνθρωποι έχουν επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τη φύση με την εκβιομηχάνιση και την εξόρυξη πόρων, ωστόσο η βιομιμητική μπορεί να συντελέσει στην αποφυγή αυτού του μοτίβου. Η βιομιμητική υπερβαίνει τα συνηθισμένα μοτίβα έρευναςχρησιμοποιώντας φυσικές ιδιότητες ως βάση για την καινοτομία νέωνπροϊόντων. Η συμβιωτική σχέσηβιομιμητικής και έρευνας παίζει κρίσιμο ρόλο στη συνύπαρξητων ανθρώπων με τη φύση και αναμένεται να διαδραματίσει ακόμα κρισιμότερο στο μέλλον. Είναι επομένως κρίσιμο να κατανοήσουμε τους τομείς στους οποίους η βιομιμητική μπορεί να συνεισφέρει, καθώςκαι παραδείγματα για καθέναν από αυτούς (Hargroves&Smith, 2006). Η βιομιμητικήμπορεί να χωριστεί, σύμφωνα με τα επίπεδα μίμησης και εφαρμογής, σε τρία επίπεδα, το πρώτο το οποίο μιμείται το

σχήμα και τη μορφή ενός φυσικού οργανισμού, το δεύτερο όπου μιμείται τις λειτουργίες ενός φυσικού οργανισμού και το τρίτο που μιμείται ολόκληρα οικοσυστήματα (Ατματζίδη κ.ά.,2020).

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα πρώτου επιπέδου βιομιμητικής είναι τα φύλλα του λωτού (*Nelumbo nucifera*). Σύμφωνα με τους Σπύρτου κ.α. (2018) όταν πέφτουν οι σταγόνες του νερού στην επιφάνεια του λωτού είναι σαν να μην έχουν καθόλου επαφή με την επιφάνειά του, δεν απλώνονται αλλά απωθούνται καθώς αποκτούν σφαιρικό σχήμα και κυλούν πάνω του σαν πέπλα. Συγχρόνως παρασύρουν τα σωματίδια λάσπης ή βρωμιάς που βρίσκονται στην επιφάνειά του, παραμένοντας καθαρά εξαιτίας της ικανότητας αυτοκαθαρισμού τους. Αυτό το φαινόμενο ορίζεται ως το φαινόμενο του λωτού (Lotuseffect). Η παραπάνω ικανότητα οφείλεται στη μορφολογία των φύλλων του, τα οποία χαρακτηρίζονται για την τραχιά υδρόφοβη επιφάνειά τους που αποτελείται από μικροπροεξοχές. Ο συνδυασμός των δύο παραπάνω συντελεί στην υπερυδροφοβικότητα των φύλλων του λωτού απέναντι στις σταγόνες του νερού (Σπύρτου κ.α., 2018). Βασισμένοι σε αυτή τη λειτουργία των φύλλων του λωτού ερευνητές δημιούργησαν ένα είδος χρώματος προσόψεων, το οποίο αφού στεγνώσει, δημιουργεί υδρόφοβες προεξοχές παρόμοιες με τις κέρινες προεξοχές του λωτού προσδίδοντας τους έτσι ίδιες υδροφοβικές ιδιότητες. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό παράδειγμα βιομιμητικής που μιμείται το σχήμα και τη μορφή ενός φυσικού οργανισμού είναι οι γεννήτριες της εταιρείας «Whalepower», η οποία μιμούμενη τα μικροεξογκώματα (tubercles) στα πτερύγια της μεγάπτερης ή καμπούρας φάλαινας (humpback) δημιούργησε γεννήτριες, οι οποίες αποδίδουν ως και 20% παραπάνω αιολική ενέργεια από τις συμβατικές, χάρη στα εξογκώματα που προσομοιάζουν αυτά της φάλαινας. Επιπρόσθετα, ένα πολύ σημαντικό παράδειγμα είναι το γνωστό σε όλους

μας Velcro, το οποίο και θα αναλύσουμε στο επόμενο υποκεφάλαιο, καθώς κατέχει πρωταγωνιστικό ρόλο στη διδακτική παρέμβαση που θα υλοποιήσουμε στην έρευνα της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Παράδειγμα της βιομιμητικής που μιμείται τις λειτουργίες ενός φυσικού οργανισμού αποτελεί η δημιουργία του αλγόριθμου ACO, ο οποίος στοχεύει στην επίλυση προβλημάτων συνδυαστικής βελτιστοποίησης με διάφορες χρήσεις, όπως την κατασκευή αυτόνομων ρομποτικών εφαρμογών και τη δημιουργία αυτόνομων οχημάτων, μιμούμενος τη συμπεριφορά των μυρμηγκιών όταν αναζητούν νέες τοποθεσίες και πιο σύντομους δρόμους εκκρίνοντας «φερομόνη» για να τα ακολουθήσουν τα υπόλοιπα μυρμηγκία δια της όσφρησης (Hwang κ.ά.,2015).

Επίσης χαρακτηριστικό παράδειγμα μίμησης ολόκληρων οικοσυστημάτων αποτελούν τα συστήματα “Eco-machine” της JohnToddEcologicalDesign, τα οποία καθαρίζουν με «οικολογικό» τρόπο το νερό από απόβλητα σε διάφορες περιοχές χρησιμοποιώντας λειτουργίες της φύσης (Hwang κ.ά.,2015).

Η βιομιμητική μπορεί να εφαρμοστεί σε αρκετές επιστήμες, όπως στην αρχιτεκτονική, στην ιατρική, στη μηχανική αλλά και στην τέχνη. Τα προϊόντα της είναι πιο αποτελεσματικά, με μεγαλύτερη βιωσιμότητα, πιο ανθεκτικά, με πολλαπλές χρήσεις και μεγαλύτερη απόδοση, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις είναι λιγότερο κοστοβόρα από παραδοσιακές κατασκευές. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα ωστόσο των προϊόντων της βιομιμητικής είναι η φιλικότητα προς το περιβάλλον (Ατματζίδα κ.ά.,2020).

1.4.2 Velcro

Το όνομα Velcro, προέρχεται από τις γαλλικές λέξεις «velour» (βελούδο) και «crochet» (γάντζος/αγκίστρι). Το Velcro ανακαλύφθηκε κατά λάθος από τον Ελβετό

Μηχανικό George deMestralτο 1948. Κατά τη διάρκεια μιας βόλτας στο δάσος με τον σκύλο του, πάνω στο παντελόνι του αλλά και πάνω στο τρίχωμα του σκύλου είχαν κολλήσει σπέρματα από το φυτό της κολλιτσίδας(*Arctium lappa*). Οι καρποί του φυτού κολλιτσίδα έχουν αγκίστρια (cockleburs), τα οποία έχουν την ιδιότητα να προσκολλώνται σε ρούχα και άλλες επιφάνειες πολύ εύκολα, και με αυτό τον τρόπο προσκολλήθηκαν στα ρούχα και στο σκύλο του GeorgedeMestral.Ο ίδιος ως ανήσυχο πνεύμα μελέτησε τα σπέρματα στο μικροσκόπιό του και παρατήρησε ότι είχαν χιλιάδες μικροσκοπικά «γαντζάκια» που αγκιστρώνονταν σε οτιδήποτε περνούσε κοντά τους. Παρότι που το συγκεκριμένο φαινόμενο από την αρχή του κίνησε το ενδιαφέρον,για να κατανοήσει και να εφαρμόσει το σύστημα άγκιστρου που διέθεταν οι καρποί της κολλιτσίδας του πήρε 14 χρόνια μέχρι την οριστική εισαγωγή του Velcro στον κόσμο. Εφηύρε ένα ύφασμα το Velcro, το 1955, που στο ένα κομμάτι έφερε τους γαντζούς σαν την κολλιτσίδα και στο άλλο έφερε μικρές θηλιές σαν τα ρούχα ή τις γούνες των ζώων. Όταν αυτά τα δύο κομμάτια ενώνονταν, οι γαντζοί του πρώτου υφάσματος πιάνονταν ισχυρά στις θηλιές του δεύτερου. (Ριζοπούλου, Χειμώνα, Κούκου & Γκίκας, 2022).

Οι πρώτες δοκιμές του Velcroέγιναν χρησιμοποιώντας βαμβάκι, το οποίο ήταν ακατάλληλο για χρήση στο βέλκρο, και έτσι ο deMestralδοκίμασε διάφορα υλικά. Μετά από επανειλημμένες δοκιμές, κατάλαβε τελικά ότι τα συνθετικά λειτουργούσαν καλύτερα και έτσι χρησιμοποίησε νάιλον με θερμική επεξεργασία, μια ισχυρή και ανθεκτική ουσία.Για να παράγει μαζικά το νέο του προϊόν, ο deMestral χρειάστηκε επίσης να σχεδιάσει έναν ειδικό τύπο αργαλειού που θα μπορούσε να πλέξει τις ίνες με το σωστό μέγεθος, σχήμα και πυκνότητα - αυτό του πήρε αρκετά ακόμη χρόνια.Μέχρι το 1955, ο deMestral είχε ολοκληρώσει τη βελτιωμένη έκδοση του προϊόντος όπου κάθε τετραγωνική ίντσα υλικού περιείχε 300 άγκιστρα, μια πυκνότητα που είχε

αποδειχθεί αρκετά ισχυρή για να παραμείνει στερεωμένη, αλλά ήταν αρκετά εύκολο να ξεκολλήσει όταν χρειαζόταν(Greelane,2020).

Όπως ήταν αναμενόμενο ο Ελβετός μηχανικός κατοχυρώνει το όνομα Velcro και αποκτά δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για τον τρόπο κατασκευής του προκειμένου να προφυλάξει τη σπουδαία ανακάλυψή του από ενδεχόμενη «κλοπή». Η πρώτη μαζική παραγωγή γίνεται στην Ευρώπη και αργότερα στις Η.Π.Α και στον Καναδά και γίνεται εμπορική επιτυχία. Η NASA άρχισε και αυτή να χρησιμοποιεί το προϊόν για να εμποδίσει τα αντικείμενα να «κυμαίνονται» κάτω από συνθήκες μηδενικής βαρύτητας και αργότερα χρησιμοποιώντας το Velcro για τα κράνη και τις στολές των αστροναυτών της. Το 1968, αντικαθιστά τα παραδοσιακά κορδόνια στα αθλητικά παπούτσια(Puma), μια καινοτομία που ήρθε για να μείνει αφού μέχρι σήμερα έχει καθιερωθεί ιδιαίτερα στα παιδικά παπούτσια(Greelane,2020).

Σήμερα οι χρήσεις του Velcro ποικίλουν. Χρησιμοποιείται ως στερεωτικό χαλιών/μοκετών, για την καλύτερη οργάνωση καλωδίων, σε θήκες/τσάντες/βαλίτσες/αθλητικά ρούχα αντικαθιστά το φερμουάρ. Επίσης χρησιμοποιείται ως στερεωτικό για ελαφριά αντικείμενα σε τοίχο αντί καρφιού και σε περιβάλλοντα υγειονομικής περίθαλψης (μανσέτες πιεσομέτρων, ορθοπεδικές συσκευές και φορέματα χειρουργών). Το συναντούμε ακόμη και σε παιχνίδια, σε μαξιλάρια καθισμάτων αεροπορικών εταιρειών, αλλά και σε στρατιωτικές στολές (Greelane,2020).

Η διαδικασία που ακολούθησε ο deMestral για την ανάπτυξη του Velcro - εξετάζοντας μια πτυχή της φύσης και χρησιμοποιώντας τις ιδιότητές της για πρακτικές εφαρμογές - έγινε γνωστή ως "βιομιμητική"(Greelane, 2020).

Μια ακόμη πολύ σημαντική εφαρμογή της βιομιμητικής είναι η ιδιότητα της ξηρής πρόσφυσης (Dryadhesion) που συναντάται στα «μαξιλάρια προσάρτησης» στα πόδια

πολλών ζώων, συμπεριλαμβανομένων πολλών εντόμων (π.χ. σκαθάρια και μύγες), αράχνες και σαύρες (π.χ. γκέκο), τα οποία μπορούν να προσκολληθούν σε μια ποικιλία επιφανειών και χρησιμοποιούνται από τα ζώα για μετακίνηση, ακόμη και σε κάθετους τοίχους ή σε όλη την οροφή (Autumn κ.ά., 2000· Bhushan 2009). Η βιολογική εξέλιξη αυτών των «μαξιλαριών» για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα έχει οδηγήσει στη βελτιστοποίηση των συστημάτων προσάρτησης ποδιών τους. Αυτή η δυναμική ικανότητα προσάρτησης αναφέρεται ως αναστρέψιμη πρόσφυση ή έξυπνη πρόσφυση (Bhushan, 2009). Συστήματα προσκόλλησης σε διάφορα ζώα, όπως έντομα, αράχνες και σαύρες, έχουν παρόμοιες δομές. Όσο το μέγεθος (μάζα) του ζώου αυξάνεται, η ακτίνα των τερματικών στοιχείων προσάρτησης μειώνεται (Arzt, Gorb & Spolenak, 2003· Federle, Barnes, Baumgartner, Drechsler, & Smith, 2006). Αυτό επιτρέπει να υπάρχει μεγαλύτερος αριθμός «σετ» συστημάτων προσκόλλησης σε μια περιοχή, αυξάνοντας έτσι τη γραμμική διάσταση της επαφής και τη δύναμη πρόσφυσης. Οι μύγες και τα σκαθάρια έχουν τα μεγαλύτερα «μαξιλαράκια» στερέωσης και τη χαμηλότερη πυκνότητα τερματικών στοιχείων προσάρτησης. Οι αράχνες έχουν εξαιρετικά εκλεπτυσμένα στοιχεία πρόσδεσης που καλύπτουν τα πόδια τους. Ενώ οι σαύρες Γκέκο έχουν τόσο τη μεγαλύτερη μάζα σώματος όσο και τη μεγαλύτερη πυκνότητα τερματικών στοιχείων προσάρτησης (spatula). Οι αράχνες και τα γκέκο μπορούν να δημιουργήσουν υψηλή ξηρή πρόσφυση, ενώ τα σκαθάρια και οι μύγες αυξάνουν την πρόσφυση εκκρίνοντας υγρά στη διεπιφάνεια επαφής. Το gecko είναι το μεγαλύτερο ζώο που μπορεί να παράγει τόσο υψηλή (ξηρή) πρόσφυση στη στήριξη του βάρους του με υψηλό συντελεστή ασφάλειας (Autumn κ.α., 2000· Bhushan, 2009). Η μίμηση της δομής των ποδιών των γκέκο επέτρεψε την ανάπτυξη μιας υπερκολλητικής πολυμερικής ταινίας ικανής για καθαρή, στεγνή πρόσφυση, η οποία

είναι αναστρέψιμη (Geim κ.ά., 2003· Gorb, Varenberg, Peressadko&Tuma, 2007). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι κοινές τεχνητές κόλλες, όπως π.χ. απλή ταινία ή κόλλα γραφείου, περιλαμβάνουν τη χρήση υγρών συγκολλητικών που συνδέουν μόνιμα δύο επιφάνειες. Οι επαναχρησιμοποιούμενες κόλλες εμπνευσμένες από τις σαύρες γκέκο έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν σε καθημερινά αντικείμενα, όπως ταινίες, συνδετήρες και παιχνίδια, αλλά και σε υψηλή τεχνολογία, όπως σε μικροηλεκτρονικές και διαστημικές εφαρμογές χωρίς να συνδέσουν μόνιμα τις δύο επιφάνειες, αλλά μόνο όταν ο χρήστης το επιθυμεί (Bhushan, 2009).

Εκτός της δυνατότητας της φύσης για ξηρή πρόσφυση (dry adhesion) οι επιστήμονες έχουν μιμηθεί και την ικανότητα της υγρής πρόσφυσης (wet adhesion). Μερικά αμφίβια, όπως οι βάτραχοι δέντρων και χειμάρρων και οι δενδρόβιες σαλαμάνδρες, έχουν την ικανότητα να προσκολλώνται και να κινούνται σε υγρά ή και πλημμυρισμένα περιβάλλοντα χωρίς να πέφτουν επειδή στα δάκτυλά τους έχουν τα λεγόμενα «μαξιλαράκια στερέωσης» (Federle κ.ά., 2006). Η δομή αυτών των μαξιλαριών μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ανάπτυξη κατασκευών με αναστρέψιμη πρόσφυση σε συνθήκες υγρασίας ή πλημμύρας. Για παράδειγμα τα πέλματα των ελαστικών που χρησιμοποιούνται στα οχήματα μεταφοράς είναι εμπνευσμένα από τα σχέδια στα δάκτυλα και τα μαξιλαράκια δεντροβατράχων για να μη γλιστρούν σε βρεγμένους δρόμους ή σε συνθήκες χιονιού. Σύμφωνα με τους Federle κ.ά. (2006) το νερό ή το χιόνι ρέει έξω από τα υπάρχοντα κανάλια, ανάμεσα στα πέλματα, παρέχοντας μια στενή επαφή μεταξύ των πέλματος των ελαστικών και δρόμου που οδηγεί σε υψηλή πρόσφυση, η οποία είναι υπεύθυνη για το καλό κράτημα κατά την οδήγηση σε βρεγμένο δρόμο και την αποφυγή ατυχημάτων.

Ένα άλλο διάσημο προϊόν της βιομηχανικής είναι τα μαγιό τα οποία δημιουργήθηκαν βασισμένα στο δέρμα του καρχαρία (sharkskin) των Γκαλαμπάγκος. Πιο συγκεκριμένα, η διάσημη εταιρεία κατασκευής μαγιό Speedo εκμεταλλευόμενη το φαινόμενο της χαμηλής υδροδυναμικής αντίστασης (Low hydro dynamic drag) που παρουσιάζει το δέρμα του συγκεκριμένου καρχαρία ,δημιούργησε το 2006 ένα ολόσωμο μαγιό το οποίο μιμούταν το δέρμα, το οποίο ονομάστηκε Fast skin και δημιουργήθηκε για επαγγελματίες κολυμβητές. Το μαγιό κατασκευάστηκε από ύφασμα πολυουρεθάνης με μια υφή που βασίστηκε στα λέπια καρχαρία. Στους Θερινούς Ολυμπιακούς Αγώνες του 2008, τα δύο τρίτα των κολυμβητές φορούσαν το συγκεκριμένο μαγιό Speedo, και ένας μεγάλος αριθμός παγκόσμιων ρεκόρ καταρρίφθηκε σε εκείνους τους αγώνες. Εκτός από την Speedo και διάφοροι κατασκευαστές σκαφών, πλοίων και αεροσκαφών προσπαθούν να μιμηθούν το δέρμα του καρχαρία για μείωση της τριβής και ελαχιστοποίηση της προσκόλλησης οργανισμών στα πλοία/σκάφη (Fish,2006). Αρκετά χρόνια αργότερα το 2014 επιστήμονες του Χάρβαρντ δημιούργησαν ένα μαγιό από τεχνητό δέρμα καρχαρία το οποίο μιμούταν το δέρμα συγκεκριμένα του ρυγχοκαρχαρία (Isurusoxyrinchus) ενός από τους ταχύτερους του είδους, το οποίο μειώνει δραστικά την αντίσταση του νερού και απευθύνεται στο ευρύ κοινό και όχι μόνο στους επαγγελματίες κολυμβητές. Το δέρμα του συγκεκριμένου ρυγχοκαρχαρία αποτελείται από «πλακοειδή λέπια» σαν μικρά δόντια που διαθέτουν ειδικά αυλάκια τα οποία ελαχιστοποιούν την τριβή του με το νερό, οπότε η μίμηση του προσέφερε εύφορο έδαφος στους ερευνητές του Χάρβαρντ για τη δημιουργία του «γρήγορου» μαγιό, το οποίο σύμφωνα με τους κατασκευαστές του μειώνει 8,7% τη τριβή στο νερό (iefimerida,2014).

1.4.3 Βιομημητική και Εκπαίδευση

Η φιλοσοφία της βιομημητικής βασίζεται στην ιδέα ότι πολλά από τα προβλήματα στα οποία η ανθρωπότητα δυσκολεύεται να βρει λύσεις, έχουν ήδη λυθεί στη φύση (Lurie-Luke, 2014). Πολλοί τομείς μπορούν να επωφεληθούν από τη βιομημητική, όπως αναφέραμε αναλυτικά προηγουμένως. Σε αυτούς τους τομείς μπορεί να συμπεριληφθεί και η εκπαίδευση.

Έχουν γίνει διάφορες χρήσεις της βιομημητικής στην εκπαίδευση πέραν της παραδοσιακής χρήσης που αναφέραμε στην ΔΦΕ. Ένα τέτοιο παράδειγμα ήταν ο Synthetic Tutor Assistant (STA) του ευρωπαϊκού έργου με τίτλο Expressive Agents for Symbiotic Education and Learning (EASEL) όπου δημιουργήθηκε ένα βιομημητικό ρομπότ το οποίο θα λειτουργούσε ως συνομήλικος βοηθός μικρών μαθητών (πρωτοσχολική ηλικία). Έρευνες έχουν αποδείξει ότι τα ρομπότ μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση του μαθητή, αλλά και τα κίνητρά για μάθηση (Saerbeck, Schut, Bartneck & DJanse, 2010). Το STA κατασκευάστηκε «βιομημητικά» με πρότυπο μίμησης τον άνθρωπο για να παρέχει εξατομικευμένο περιεχόμενο, προσαρμοσμένο στις ανάγκες και τις δυνατότητες του κάθε μαθητή με πολλά δυνατά σενάρια αντίδρασης και ανταπόκρισης στον ανθρώπινο παράγοντα. Στην έρευνα των Vouloutsi κ.ά. (2015) το βιομημητικό ρομπότ STA όντως απέσπασε την προσοχή των μικρών μαθητών και τους βοήθησε στη διάρκεια του μαθήματος, όχι αντικαθιστώντας τον δάσκαλο φυσικά, αλλά ως βοηθητικός παράγοντας του μαθήματος.

Βιομημητικά ρομπότ με άλλες μορφές πέραν της ανθρώπινης έχουν χρησιμοποιηθεί επίσης για εκπαιδευτικούς λόγους, όσο και για θεραπευτικούς, όπως για παράδειγμα το διαδραστικό βιομημητικό ρομπότ MiRo-E με τη μορφή σκύλου. Το MiRo-E κατασκευάστηκε από την Consequential Robotics για χρήση στην εκπαίδευση και στην

έρευνα αλληλεπίδρασης ανθρώπου-ρομπότ (Consequential Robotics, χ.χ.). Η εμφάνιση θηλαστικού και η συμπεριφορά του MiRo-E σχεδιάστηκε για να είναι ελκυστική στον χρήστη (Prescott, Mitchinson, Conran, Power&Bridges, 2018) και το σύστημα ελέγχου του έχει διαμορφωθεί από εγκεφάλους ζώων, με τρία επίπεδα όλο και πιο εξελιγμένα για επεξεργασία (από απλές αντανακλαστικές συμπεριφορές έως υψηλού επιπέδου βρόχους, που μπορούν να εφαρμόσουν γνωστικές ικανότητες).

Συγκεκριμένα στην έρευνα των Barber, Somogyi, McBride&Proops (2021), που χρησιμοποιήθηκε ένα MiRo-E και ένας αληθινός σκύλος-θεραπευτής σε παιδιά 11—12 ετών, οι παρατηρήσεις της κοινωνικής αλληλεπίδρασης, των συμπεριφορών έναρξης και αντίδρασης των παιδιών και του σκύλου/ρομπότ έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες αφιέρωσαν παρόμοιο χρόνο σε θετική κοινωνική επαφή με το ρομπότ και τον σκύλο, αλλά συνολικά περισσότερο χρόνο αλληλεπίδρασης κατέγραψαν με το ρομπότ. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι το ρομπότ ανταποκρινόταν περισσότερο στις συμπεριφορές μίμησης των παιδιών.

Η πρόκληση της βιομιμητικής στην εκπαίδευση είναι η απόκτηση μιας «στέρεης βάσης γνώσεων» για τους εμπλεκόμενους επιστημονικούς κλάδους σε συνδυασμό με την ικανότητα των μαθητών να έχουν ανοιχτή σκέψη, ώστε να μπορούν να αναπτύσσουν καινοτόμες λύσεις «αντιγράφοντας» την φύση (Speck&Speck, 2021). Αυτός ο φαινομενικά αντιφατικός συνδυασμός εξασφαλίζει τη μεταφορά της γνώσης από τη βιολογία στη μηχανική/αρχιτεκτονική/τέχνη κ.ο.κ. και αντίστροφα στη βάση μιας κοινής γλώσσας που είναι απολύτως κατανοητή σε όλους τους εμπλεκόμενους, όπως για παράδειγμα η γλώσσα των μοντέλων, των αλγορίθμων ή των μαθηματικών διατυπώσεων. Η βιομιμητική έχει σύμφωνα με τους Speck και Speck (2021) την ικανότητά να διεγείρει το ενδιαφέρον του μαθητή για την τεχνολογία μέσω της

«γοητείας» των απτών βιολογικών λύσεων και να ξυπνήσει τον ενθουσιασμό του για τη φύση μέσω της κατανόησης της τεχνολογίας. Η ανάγκη για την ένταξη της βιομιμητικής στην εκπαίδευση όλων των βαθμίδων εντάθηκε από την πανδημία του κορονοϊού, κατά την οποία αναδείχθηκε η σημασία της προετοιμασίας του διδακτικού περιεχομένου με τέτοιο τρόπο, ώστε οι μαθητές ή οι φοιτητές να μπορούν να το δουλέψουν οι ίδιοι μόνοι τους χωρίς τη βοήθεια του εκπαιδευτή (τηλεκπαίδευση)(Eurochild,2020). Στο πλαίσιο αυτό, αλλά και σε κανονικές συνθήκες μαθήματος, τόσο σε πανεπιστήμια όσο και σε σχολικά περιβάλλοντα, τα πειράματα που είναι βασισμένα στη βιομιμητική είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για τη μετάδοση επιστημονικής και τεχνικής γνώσης και σκέψης. Αρχικά, είναι ιδιαίτερο εύκολα να πραγματοποιηθούν αφού επί το πλείστον τα πειράματα βιομιμητικής μπορούν να πραγματοποιηθούν με καθημερινούς πόρους (π.χ. μπουκάλι με νερό, υγρό πιάτων, φύλλα φυτών) και με απλές προφυλάξεις ασφαλείας (π.χ. προστατευτικά γυαλιά, ποδιές, γάντιακλπ.). Σύμφωνα πάλι με τους Speck και Speck (2021) η βιομιμητική απευθύνεται όχι μόνο σε μαθητές δευτεροβάθμιας και φοιτητές, αλλά και σε παιδιά νηπιαγωγείου, επισκέπτες σε εξωσχολικούς χώρους μάθησης (π.χ. επιστημονικά κέντρα, ζωολογικούς και βοτανικούς κήπους), και απλούς πολίτες όλων των ηλικιών. Πρόκειται, δηλαδή, για ένα φαινόμενο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για το ευρύ κοινό, πέρα από τις βαθμίδες εκπαίδευσης, στη δια βίου μάθηση.

Σύμφωνα με την έρευνα των Merve&Baygam (2021), που πραγματοποιήθηκε σε μαθητές της Πέμπτης Τάξης του Δημοτικού Σχολείου, η διδακτική παρέμβαση που εφαρμόστηκε είχε ως αποτέλεσμα οι μαθητές να εισαχθούν στην έννοια της Βιομιμητικής, παρατηρώντας πολλά παραδείγματα οργανισμών της φύσης και δημιουργώντας μοντέλα εμπνευσμένα από αυτούς. Ακολούθως, η έρευνα των

Canbazoglu, Bilici, Küpeli & Guzey (2021) σε μαθητές Γυμνασίου αποτέλεσε το έναυσμα να εξερευνήσουν και να γνωρίσουν επιστημονικές έννοιες, μεταξύ άλλων και της βιομημητικής. Συγκεκριμένα, οι μαθητές παρατήρησαν και ερεύνησαν ζωντανούς οργανισμούς και εν συνεχεία κατασκεύασαν οχήματα αντιγράφοντας το σχήμα του σώματος και το σύστημα κίνησης εντόμων (ακρίδες, μυρμήγκια, αράχνες, κ.τ.λ.)

Σύμφωνα με τους Speck και Speck(2021) υπάρχουν δέκα επιχειρήματα που υποστηρίζουν την πολύτιμη συμβολή που μπορεί να έχει η βιομημητική στην εκπαίδευση. Αυτά είναι:

1. Ο ενθουσιασμός για την τεχνολογία προκαλείται μέσω της πρόσβασης στα βιολογικά μοντέλα.
2. Ο ενθουσιασμός για τη «ζωντανή φύση» προκαλείται μέσω τεχνικών προκλήσεων και λύσεων.
3. Τα σύγχρονα αποτελέσματα επιστημονικής έρευνας μπορούν να παρουσιαστούν έγκαιρα με εκπαιδευτικό υλικό που έχει αναπτυχθεί πρόσφατα και είναι εύκολα στο να κατανοηθούν και να εκτελεστούν από τους μαθητές της εκάστοτε βαθμίδας.
4. Οι μαθητές μέσω της διδασκαλίας της βιομημητικής αποκτούν προσωπικές δεξιότητες: προσωπική ευθύνη, επιμονή και πρωτοβουλία.
5. Οι μαθητές αποκτούν επαγγελματικές ικανότητες: διεπιστημονική εργασία και σκέψη, κατανόηση των διαδικασιών βιομηχανικής παραγωγής, κατανόηση των διεργασιών της καινοτομίας και κριτικά ανοιχτή σκέψη προς τις νέες τεχνολογίες.
6. Οι μαθητές μέσω της βιομημητικής αποκτούν κοινωνικές ικανότητες: ικανότητα ομαδικής εργασίας, επικοινωνιακές δεξιότητες, συνεργασία και υπευθυνότητα.
7. Αυξάνεται η ευαισθητοποίηση για τη βιοποικιλότητα.
8. Ενθαρρύνεται η συζήτηση για τη «βιομημητική και αειφόρο ανάπτυξη».

9. Έλκονται οι νέοι επιστήμονες: η ποικιλία των θεμάτων και των δραστηριοτήτων στον τομέα της βιομημητικής ανοίγει ένα δρόμο προς τη διεπιστημονική γνώση και τις σχετικές ικανότητες.

10. Η δια βίου επαγγελματική κατάρτιση ενισχύεται μέσω της διεπιστημονικής προσέγγισης της βιομημητικής.

1.4.4 Η Βιομημητική στο Νηπιαγωγείο

Στον ταχέως αναπτυσσόμενο κόσμο που όλοι ζούμε, η βιομημητική προσφέρει καθημερινά όλο και περισσότερες βιώσιμες λύσεις στα προβλήματα της καθημερινότητας και ίσως να αποτελεί και το κλειδί για ένα βιώσιμο μέλλον του πλανήτη Γη. Για να φτάσουμε όμως σε αυτό θα πρέπει τα μικρά παιδιά να διδαχτούν από νωρίς όχι μόνο το πως θα επιβιώσουν και θα επιτύχουν στον σύγχρονο πολύπλοκο κόσμο, αλλά να μπορούν να δουν και να εκτιμούν την αξία και την πολυπλοκότητα του φυσικού κόσμου που τους περιβάλλει και την άμεση σύνδεση του ανθρώπου με τη φύση (Biomimicry Institute, χ.χ.).

Οι μαθητές σύμφωνα με τον οδηγό του BiomimicryInstitute (χ.χ.) θα πρέπει από μικρή ηλικία να είναι σε θέση να «διαβάσουν» ένα δέντρο τόσο αβίαστα όσο θα διάβαζαν ένα βιβλίο. Δηλαδή, να μπορούν να παρατηρούν και να κατανοούν ότι ένα δέντρο δεν είναι απλώς μια πηγή καυσίμου, ή ξύλο για την κατασκευή ενός σπιτιού, αλλά επίσης μια καταπληκτική τεχνολογία από μόνη της, η οποία αποθηκεύει ενέργεια από τον ήλιο, κινεί λίτρα νερού χωρίς μηχανοκίνητη αντλία, δημιουργεί υλικά από άνθρακα και παρέχει αμέτρητες υπηρεσίες στο οικοσύστημα στο οποίο ανήκει. Όταν μάθουμε στα μικρά παιδιά να βλέπουν την τεχνολογία στη φύση με αυτόν τον τρόπο,

ανοίγουμε τον δρόμο σε έναν πιο βιώσιμο κόσμο, στον οποίο ο άνθρωπος αισθάνεται πραγματικά άρρηκτα συνδεδεμένος με το περιβάλλον γύρω του και όχι ανώτερος του.

Η βιομιμητική είναι ένα εγγενώς διεπιστημονικό πεδίο, το οποίο γεφυρώνει τα όρια της παραδοσιακής τάξης και του σχολείου και τα συνδέει με τον πραγματικό κόσμο. Οι μαθητές του Νηπιαγωγείου μέσω της διδασκαλίας της βιομιμητικής, λόγω της έμφυτης δημιουργικότητας και περιέργειας, ανακαλύπτουν δύσκολες έννοιες του κόσμου που τους περιβάλλει πιο διασκεδαστικά από ότι αν τις διδασκόντουσαν μέσω ενός βιβλίου(Biomimicry Institute, χ.χ.).

Ιδιαίτερα τα απλά πειράματα που αναφέραμε στην προηγούμενη ενότητα 1.4.3, με καθημερινά απλά υλικά αποτελούν έναν απλό βιοματικό τρόπο να εισάγουμε τους μαθητές της προσχολικής ηλικίας στη βιομιμητική. Σε κάθε περίπτωση οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη δύο παράγοντες όταν σχεδιάζουν την διδασκαλία της βιομιμητικής. Αρχικά, το κατάλληλο λεξιλόγιο και το επίπεδο πολυπλοκότητας για τη συζήτηση του θέματος, επιλέγοντας παραδείγματα βιομιμητικής που οι μικροί μαθητές μπορούν να συσχετίσουν (π.χ. βέλκρο στα παπούτσια τους). Σε όλες τις περιπτώσεις, συνιστάται ανεπιφύλακτα η εισαγωγή της βιομιμητικής αν όχι μέσω πειραμάτων, μέσω παραδειγμάτων της καθημερινότητας καθώς αποτελούν βασικό παράγοντα κατανόησης. Ειδικά για τους μαθητές της προσχολικής ηλικίας θα πρέπει να χρησιμοποιούνται απλοί ορισμοί οι οποίοι αποτυπώνουν την ουσία της βιομιμητικής χωρίς τη χρήση μπερδεμένων και δυσνόητων όρων, όπως για παράδειγμα: "Μαθαίνω από τη φύση πώς να φτιάχνω πράγματα καλύτερα." / "Αντιγράφω τη σαύρα γκέκο" κτλπ.(Biomimicry Institute,2021).

Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται από την έρευνα των Sumrall, Sumrall&Robinson, (2019) που πραγματοποίησαν στο Ηνωμένο Βασίλειο, σε μαθητές προσχολικής και

πρωτοσχολικής ηλικίας στο πλαίσιο της οποίας η έννοια της βιομημητικής προσεγγίζεται με επιτυχία. Ειδικότερα, οι μαθητές οι οποίοι συμμετέχουν σε μια σειρά δραστηριοτήτων, εκ των οποίων η μια αφορά την ιστορία του βέλκρο και την εφεύρεσή του, αντιλαμβάνονται πώς η φύση συμβάλλει στη δημιουργία πρακτικών εφαρμογών για την καθημερινή ζωή των ανθρώπων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

2.1 Εκπαιδευτικό Πλαίσιο της Έρευνας

Η εν λόγω έρευνα βασίζεται στη διδακτική παρέμβαση που αφορά στο γνωστικό αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών και πιο συγκεκριμένα στο φαινόμενο της βιομημητικής στο Νηπιαγωγείο. Μάλιστα η συγκεκριμένη προσέγγιση σχεδιάζεται, αναπτύσσεται και αξιολογείται σύμφωνα με τη θεωρία των Διδακτικής Μαθησιακής Σειράς (ΔΜΣ), η οποία κατά την επιστημονική κοινότητα τα τελευταία χρόνια αποτελεί μία από τις σημαντικότερες περιοχές της έρευνας στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Η ΔΜΣ αποτελείται από οκτώ δραστηριότητες που περιγράφονται αναλυτικά και στοχεύουν στην επεξήγηση και κατανόηση του φαινομένου της βιομημητικής, της οποίας χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η εφεύρεση του βέλκρο, η οποία μιμείται την ιδιότητα του φυτού κολλιτσίδα. Η διδακτική μέθοδος που έχει υιοθετήσει η συγκεκριμένη ΔΜΣ βασίζεται στη διερευνητική μάθηση και στο πλαίσιο του κοινωνικού κονστρουκτιβισμού, όπου σύμφωνα με τη Χαλκιά (2010), δίδεται ιδιαίτερη βαρύτητα στη μάθηση όταν οι μαθητές εργάζονται, αλληλεπιδρούν και οικοδομούν τη νέα γνώση όντας ενεργά μέλη μιας ομάδας ή ενός συνόλου της τάξης. Σε πρώτη φάση διερευνώνται οι πρότερες ιδέες και αντιλήψεις των μαθητών μέσω συγκεκριμένων σχετικών ερωτήσεων επί του θέματος στα πλαίσια της ημιδομημένης συνέντευξης, πριν την έναρξη της παρέμβασης. Στη συνέχεια, διεξάγονται οι δραστηριότητες βάση του σεναρίου, το οποίο διατρέχει όλη τη ΔΜΣ με το σχήμα τεχνολογικό πρόβλημα - επιστημονική διερεύνηση και επιστροφή στην ανεύρεση λύσης του αρχικού προβλήματος που τέθηκε, αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο τα κίνητρα και το ενδιαφέρον των μαθητών για διερεύνηση. Το σενάριο στην προκειμένη περίπτωση είναι το ξεχασμένο παλτό στην ντουλάπα της μαμάς του κ. Μαϊμουδάκη, το οποίο

έμεινε χωρίς κουμπιά για πολλά χρόνια εξαιτίας της ασθένειας της μοδίστρας και ο προβληματισμός που δημιουργήθηκε για την επαναχρησιμοποίηση του. Μέσα στα πλαίσια του εν λόγω σεναρίου, με αφορμή το πραγματικό πρόβλημα που προέκυψε και με το συνδυασμό των διεπιστημονικών δραστηριοτήτων που σχεδιάστηκαν, διαπλέκεται η νέα επιστημονική γνώση με την πρότερη γνώση και το αντίθετο, ωθώντας έτσι τους μαθητές στην ενεργό μάθηση. Μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης, οι μαθητές απαντούν στις ίδιες ερωτήσεις της συνέντευξης όπως και πριν την εφαρμογή της ΔΜΣ και έτσι γίνεται η εσωτερική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της ΔΜΣ, που σύμφωνα με τους Méheut και Psillos (2004), διενεργείται σύγκριση της τελικής με την αρχική γνωστική κατάσταση των μαθητών. Στην περίπτωση αυτή πραγματοποιείται σύγκριση των απαντήσεων που συλλέχθηκαν πριν και μετά την παρέμβαση από τους μαθητές που συμμετείχαν σε αυτήν εξ αρχής και σε σχέση πάντα με τους διδακτικούς στόχους που τέθηκαν.

2.1.1. Διδακτικές Μαθησιακές Σειρές (ΔΜΣ)

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν λάβει χώρα κάποιες τάσεις σχετικά με τη διδασκαλία των Φ.Ε, οι οποίες είναι μικρότερης εμβέλειας στην έρευνα και στην πράξη. Πρόκειται για τις Διδακτικές Μαθησιακές Σειρές (ΔΜΣ) που ο Kariotoglou (2002) ορίζει «ως διδακτικές παρεμβάσεις που υλοποιούνται μέσα σε λίγες διδακτικές ώρες» και σύμφωνα με τον Lijnse (1995, σ.189) «συνιστούν προϊόντα Αναπτυξιακής Έρευνας». Ο Psillos (2004) τονίζει ότι η τάση αυτή των τελευταίων χρόνων σχετικά με τη διδακτική των Φ.Ε εμπίπτει στο βασικό χαρακτηριστικό γνώρισμα της έρευνας, κατά το οποίο η διδασκαλία και η μάθηση διερευνώνται σε μικρής ή μεσαίας κλίμακας θέματα ή μεμονωμένες δραστηριότητες και όχι σε μεγάλης κλίμακας δραστηριότητες

που απαρτίζουν ένα αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών. Εξάλλου, οι ΔΜΣ διακρίνονται για τον διττό τους χαρακτήρα, γιατί εκτός από ερευνητικά εργαλεία κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας, μπορούν να αποτελέσουν καινοτόμες διδακτικές προσεγγίσεις σε μεμονωμένα θέματα που είναι λιγότερο ευνόητα από τους μαθητές (Méheut&Psillos, 2004). Σε αυτό το σημείο, αξίζει να αναφερθούν και οι δύο διαστάσεις που δομούνται οι ΔΜΣ, σύμφωνα με τους Méheutκαι Psillos (2004), την «επιστημονική» και την «παιδαγωγική». Η πρώτη συσχετίζει την επιστημονική γνώση με τον υλικό κόσμο, βασιζόμενη στον τρόπο με τον οποίο αναλύεται το περιεχόμενο της ακολουθίας και το διδακτικό της μετασχηματισμό, ενώ η δεύτερη αναφέρεται στο σχεσιακό μοντέλο του εκπαιδευτικού, των μαθητών και της μαθησιακής διαδικασίας. Σύμφωνα με τα παραπάνω οι Καμίδου, Σπύρτου και Καριώτογλου (2007) αναδεικνύουν τη σημασία σχεδιασμού και υλοποίησης ενός συνόλου δραστηριοτήτων που προκύπτουν από τον συνδυασμό των δύο προαναφερόμενων διαστάσεων και λαμβάνουν υπόψη τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις των μαθητών, αλλά και συγχρόνως εστιάζουν σε συγκεκριμένο επιστημονικό περιεχόμενο. Έχοντας ορίσει το περιεχόμενο αλλά και τα δομικά χαρακτηριστικά των ΔΜΣ αξίζει να αναφερθούμε και στο θεωρητικό πλαίσιο που έχει αναπτυχθεί σχετικά με την περιγραφή και ανάλυση της διαδικασίας σχεδιασμού και ανάπτυξης τους. Το πλαίσιο αυτό συγκροτείται από μοντέλα, όπως αναφέρονται στο Ζουπίδης (2012), εκ των οποίων το πρώτο είναι αυτό της Αναπτυξιακής Έρευνας (Developmental Research) (Lijnse, 1995), το οποίο εστιάζει στο ρόλο του μαθητή που λειτουργεί ως πρωταρχικός παράγοντας ανάπτυξης μιας ΔΜΣ, ενώ συγχρόνως κατέχει και ψυχολογική διάσταση. Το δεύτερο μοντέλο αναφέρεται στην Εκπαιδευτική Επανοικοδόμηση (Educational Reconstruction) (Duit, 2007) κατά την οποία δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στον εκπαιδευτικό, στον μαθητή και

στην αλληλένδετη σχέση που αναπτύσσουν μέσα στην τάξη και χαρακτηρίζεται από την ψυχοκοινωνική διάστασή του. Κατόπιν το τρίτο μοντέλο που ονομάζεται Διδακτικός Ρόμβος (Didactical Rhombus) (Méheut&Psillos, 2004), δίνει ιδιαίτερη έμφαση στο να διακρίνει στοιχεία των ΔΜΣ και των σχέσεων μεταξύ τους και κατέχει επιστημολογική ή και παιδαγωγική διάσταση. Ακολουθεί το τέταρτο μοντέλο, που αναφέρεται ως Κόσμος – Ιδέες – Τεκμήρια (Cosmos – Ideas – Evidence) (Méheut&Psillos, 2004) και χαρακτηρίζεται για την παραγωγική και περιγραφική του φύση, καθώς επίσης και για τη χρησιμότητά του στον σχεδιασμό και τη διάκριση ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των δραστηριοτήτων μιας ΔΜΣ. Τέλος, το πέμπτο μοντέλο που βασίζεται στον Σχεδιασμό της Έρευνας (Design – based Research) (Anderson&Shattuck, 2012) αναδεικνύει τη συσχέτιση έρευνας και πράξης. Μολονότι τα προαναφερόμενα μοντέλα παρουσιάζουν κάποιες διαφορές μεταξύ τους, αξίζει να σημειωθεί ότι όλα εστιάζουν στη διαδικασία του σχεδιασμού και της ανάπτυξης μιας ΔΜΣ. Ειδικότερα, σημαντικό ρόλο παίζει το περιεχόμενο που πρόκειται να διδαχθεί, καθώς επίσης και το κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό που θα το εμπλουτίζει κατά τη διάρκεια όλης της παρέμβασης. Ακόμα, δίδεται ιδιαίτερη σημασία στην έρευνα σχετικά με τη διδασκαλία και τη μάθηση που αφορά τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για τις έννοιες που προσεγγίζονται, όπως επίσης και στην ερευνητική διαδικασία αναφορικά με την ανάπτυξη και την αξιολόγηση της εφαρμογής μιας ΔΜΣ. Ύστερα από βιβλιογραφική ανασκόπηση που αφορά την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας μιας ΔΜΣ, όπως αναφέρουν οι Méheut και Psillos (2004), παρουσιάζονται δύο μεθοδολογικές προσεγγίσεις. Η πρώτη αναφέρεται στη σύγκριση των αρχικών με των τελικών γνώσεων που αποκτούν οι μαθητές μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης. Προκειμένου να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητά της, συλλέγονται δεδομένα από

ερωτηματολόγια ή ημιδομημένες συνεντεύξεις και αξιολογείται ως προς την εφαρμογή της αναφορικά με τους διδακτικούς στόχους που είχαν τεθεί στην αρχή. Σε αυτό το σημείο εφαρμόζεται η εσωτερική αξιολόγηση των αρχικών και των τελικών απαντήσεων αποκλειστικά και μόνο των μαθητών που συμμετείχαν εξ αρχής στη διαδικασία. Σε άλλη περίπτωση, όπως αυτή της εξωτερικής αξιολόγησης συγκρίνονται οι απαντήσεις των συμμετεχόντων με τις απαντήσεις που δίνουν μαθητές του ίδιου επιπέδου χωρίς να συμμετέχουν ενεργά. Αξίζει να αναφερθεί ότι στα πλαίσια της εξωτερικής αξιολόγησης μελετάται κατά πόσο είναι αποτελεσματική η ΔΜΣ για τους ίδιους διδακτικούς στόχους και σε σχέση με άλλες διδακτικές προσεγγίσεις. Ακολούθως, η δεύτερη μεθοδολογική προσέγγιση αφορά τα λεγόμενα γνωστικά μαθησιακά μονοπάτια (Cognitive Learning Pathways), όπως υποστηρίζουν οι Petri και Niedderer (1998), τα οποία εστιάζουν στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της ΔΜΣ σε συγκεκριμένες μαθησιακές καταστάσεις και στον έλεγχο των υποθέσεων που βασίστηκε ο σχεδιασμός των πρώτων, καθώς και η βελτίωσή τους. Συνοψίζοντας, οι Συμεωνίδου, Παπαδόπουλου και Καριώτογλου (2016) σημειώνουν τη σημασία της εφαρμογής μιας ΔΜΣ στη Διδασκαλία Φ.Ε στην προσχολική εκπαίδευση, θέτοντας ως προϋπόθεση το κατάλληλο περιεχόμενο και τον σχεδιασμό αυτής. Για αυτούς οι ΔΜΣ αποτελούν «δείγματα καλής διδακτικής πρακτικής, τα οποία αναπτύσσονται και σταθεροποιούνται μέσα από διαδοχικούς κύκλους εφαρμογής- αξιολόγησης- αναθεώρησης- νέας εφαρμογής».

2.1.2. Διδακτικός Μετασχηματισμός του Περιεχομένου

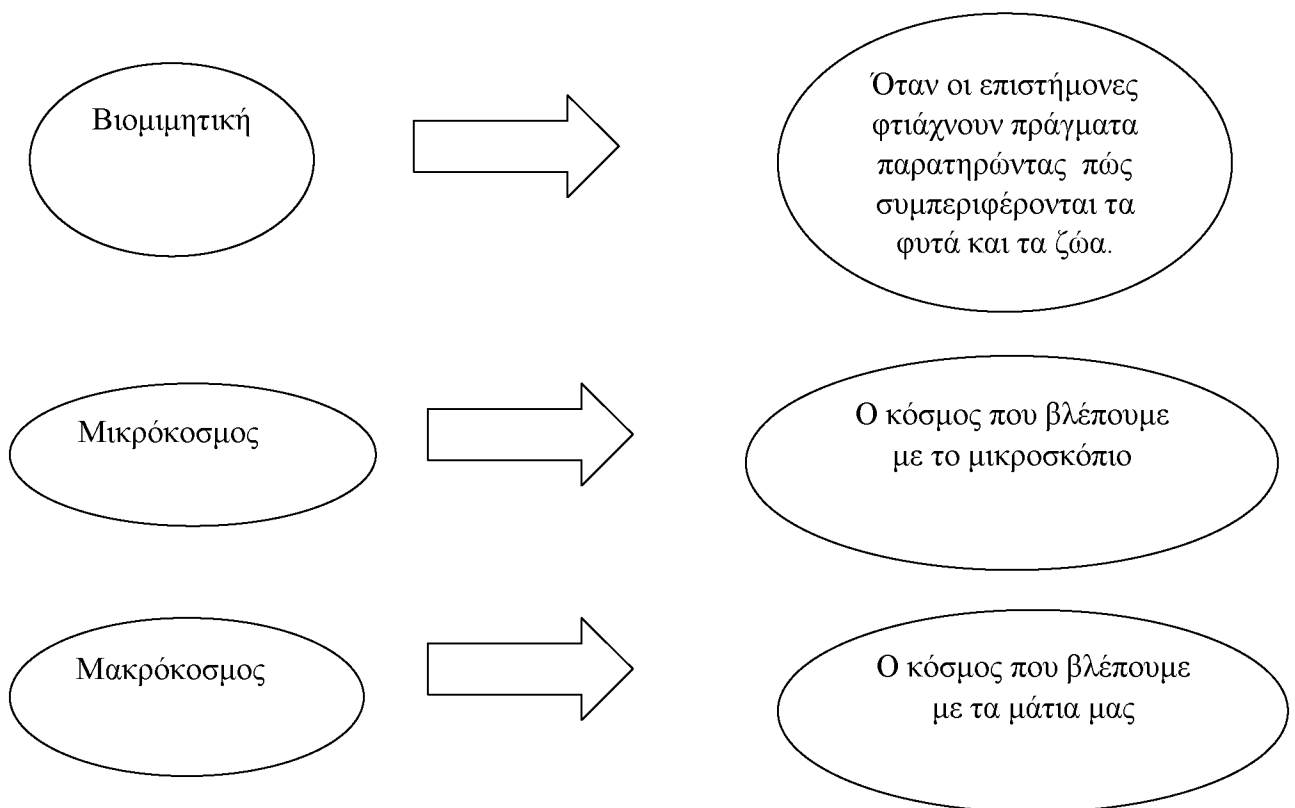
Το περιεχόμενο της επιστημονικής γνώσης, όπως αυτή παράγεται και τεκμηριώνεται από την επιστημονική κοινότητα, δεν είναι ιδιαίτερα ευνόητο στους

μαθητές όλων των βαθμίδων και ειδικότερα στους μαθητές του Νηπιαγωγείου. Με αφορμή αυτό και προκειμένου να διδαχθεί το περιεχόμενο αυτής της γνώσης στον μαθητικό πληθυσμό, η επιστημονική γνώση μετατρέπεται σε γνώση κατάλληλη για την εκπαιδευτική πράξη. Με τον όρο Διδακτικό Μετασχηματισμό του Περιεχομένου ο Καριώτογλου (2021, σ. 42) «αναφέρεται στην κάθε αλλαγή που γίνεται στο επιστημονικό περιεχόμενο των Φ.Ε σε ένα τύπο γνώσης που να είναι ενδεδειγμένος και ευπροσάρμοστος στη μαθησιακή διαδικασία.»

Ο όρος αυτός εισήχθη για πρώτη φορά, σύμφωνα με τον Κολιόπουλο (2006), από τον Chevallard το 1985 στο περιεχόμενο της διδακτικής των Μαθηματικών και αφορά δύο επίπεδα, με πρώτο αυτό που τον χαρακτηρίζει ως αντικείμενο διδασκαλίας και δεύτερο αυτό που αναφέρεται στο περιεχόμενο της διδασκαλίας που πραγματεύεται ο εκπαιδευτικός στην τάξη. Στα παραπάνω προστίθεται και η άποψη των Kariotoglou, Papadopoulou, Koledinis και Strangas (2013) που διακρίνουν εξίσου δύο επίπεδα διδακτικού μετασχηματισμού του περιεχομένου. Πρώτον, υπογραμμίζουν τη σημασία των προϋπαρχουσών επιστημονικών γνώσεων των εκπαιδευτικών ώστε να διδάξουν το περιεχόμενο στους μαθητές και δεύτερον θέτουν ως βασική παράμετρο τη γνώση, το περιεχόμενο που πρόκειται να διδαχθούν οι μαθητές.

Αυτή η γνώση και το περιεχόμενο θα κατακτηθεί από τους μαθητές, σύμφωνα με τους Βελλοπούλου και Ραβάνη (2006) με την προϋπόθεση οι εκπαιδευτικοί και ιδιαίτερα οι νηπιαγωγοί να προγραμματίζουν δραστηριότητες, έργα και δράσεις που προάγουν τον ενεργό ρόλο των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία και όχι να στοχεύουν μόνο στη μετάδοση αυτών. Για το λόγο αυτό ο Καριώτογλου (2021) επισημαίνει ότι ο εκπαιδευτικός από την πλευρά του χρησιμοποιεί απλό λεξιλόγιο για να εισάγει επιστημονικές έννοιες και φαινόμενα, χρησιμοποιώντας απλά υλικά και

κείμενα, μετασχηματίζοντάς τα και δίνοντάς τα νέο όνομα που θα είναι περισσότερο αντιληπτό από τους μαθητές. Στη συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση επιλέχθηκε να μετασχηματιστούν οι έννοιες σύμφωνα με τους διδακτικούς στόχους που έχουν τεθεί. Η ΔΜΣ απαρτίζεται από οκτώ δραστηριότητες στον οποίων το περιεχόμενο αναφέρονται οι παρακάτω μετασχηματιζόμενες έννοιες, προκειμένου να διευκολυνθεί η κατανόηση των επιστημονικών όρων. Με βάση όλα τα παραπάνω διαμορφώνονται οι παρακάτω μετασχηματιζόμενες έννοιες (Σχήμα 1) :



2.1.3. Παιδαγωγικές επιλογές - Διδακτικές μέθοδοι και τεχνικές

Το κουκλοθέατρο στο Νηπιαγωγείο

Τις τελευταίες δεκαετίες το κουκλοθέατρο άρχισε να θεωρείται από πολλούς ως ένα μέσο που συμβάλλει στη διαπαιδαγώγηση των ανθρώπων και κυρίως των παιδιών. Το κουκλοθέατρο πλέον αποτελεί ένα παραδοσιακό εργαλείο για τον εκπαιδευτικό με απαραίτητη και σταθερή σχέση ιδιαίτερα στο χώρο της προσχολικής εκπαίδευσης. Η χρήση κούκλας στην προσχολική εκπαίδευση αναπτύσσει τα παιδιά ολόπλευρα μέσω του παιχνιδιού και οργανωμένων δραστηριοτήτων. Κατά τη διάρκεια του κουκλοθέατρου οι μαθητές ανακαλύπτουν διάφορες πτυχές του εαυτού τους και δημιουργούν φιλικές σχέσεις, αναπτύσσουν φανταστικό παιχνίδι, πειραματίζονται ενώ στο τέλος μπορούν να κοινωνικοποιηθούν με τα άτομα γύρω τους και να μάθουν να συνυπάρχουν με αυτά (Δαράκη, 1978).

Επιπρόσθετα, ο διάλογος που πραγματοποιούν με τους ήρωες του κουκλοθέατρου συντελεί στη σύσφιξη της σχέσης δασκάλου- μαθητή, προσφέροντας στους μαθητές συναισθηματική ένταση και απόλαυση. Η κούκλα έχει την ικανότητα να διεισδύει στον εσωτερικό κόσμο του παιδιού και να εκμαιεύει τους προβληματισμούς του. Τη στιγμή της αλληλεπίδρασης με την κούκλα του κουκλοθέατρου οι μαθητές μπορούν να εξωτερικεύσουν τα συναισθήματά τους με την απουσία αναστολών ή αισθημάτων ντροπής, καθώς γνωρίζουν ότι εκείνη τη στιγμή υποδύονται ένα μη υπαρκτό πρόσωπο, με συνέπεια να εκφράζονται πιο ελεύθερα και να περνούν την ώρα τους δημιουργικά (Μαγουλιώτης, 2009). Η κούκλα προκαλεί στο παιδί συναισθήματα που δεν αισθάνεται όταν έρχεται σε επαφή με τους μεγάλους και αυτό συμβαίνει γιατί διατηρεί διαφορετικούς δεσμούς μαζί της. Όλα τα παραπάνω επιβεβαιώνει και ο Τζιάνι Ροντάρι

λέγοντας ότι « τα παιδιά έλεγαν στην κούκλα ό,τι δε θα μπορούσαν ποτέ να πουν στο δάσκαλο ».

Με τη χρήση του κουκλοθέατρου ως εκπαιδευτικό εργαλείο στην προσχολική αγωγή ο εκάστοτε εκπαιδευτικός μπορεί να βρει μια δίοδο να μεταλαμπαδεύσει βασικούς κανόνες ή γνώσεις ξεφεύγοντας από τον δασκαλοκεντρικό τρόπο διδασκαλίας κάνοντας τη μάθηση βιωματική και παροτρύνοντας τα παιδιά με τη βοήθεια της κούκλας να κάνουν πράξη ό,τι έχουν διδαχτεί από αυτήν, επιτυγχάνοντας τον αρχικό στόχο του δασκάλου (Μαγουλιώτης,2009),τον ενστερνισμό των βασικών κανόνων συμπεριφοράς και την απόκτηση γνώσεων. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να διοργανώσει και άλλες δραστηριότητες χρησιμοποιώντας κούκλες όπως: παιχνίδια γνωριμίας, κατασκευές, οργάνωση θεατρικής παράστασης, εκδρομές και επισκέψεις σε θέατρα σκιών ή κουκλοθέατρα κ.α. Μια ακόμη διαδεδομένη χρήση της κούκλας στην προσχολική εκπαίδευση είναι το «ζωντάνεμά» της μέσω της αφήγησης ενός παραμυθιού.

Με αυτή τη χρήση της κούκλας ο εκπαιδευτικός κάνει την αφήγηση ενός παραμυθιού πιο αληθινή και διασκεδαστική από την παραδοσιακό τρόπο αναγνώσεως παραμυθιών. Έτσι άλλωστε γίνεται και η ίδια η αφήγηση πιο θεατρική, ενώ και τα ίδια τα παιδιά πιο δημιουργικά και δραστήρια (Μαγουλιώτης, 2009). Σύμφωνα με τον Ζαν Ζορζ (1996)η αφήγηση ενός παραμυθιού με τη χρήση κουκλοθέατρου βοηθά τα παιδιά να αντιληφθούν και να κατανοήσουν περισσότερο το παραμύθι από ότι θα το καταλάβαιναν μέσω μιας απλής και μονότονης ανάγνωσης. Έτσι, αναδεικνύεται η ιδιαίτερη παιδαγωγική αξία που έχει για τους μαθητές της προσχολικής ηλικίας το παραμύθι με τη χρήση της κούκλας.

Ο εκπαιδευτικός με τη χρήση του κουκλοθέατρου συμβάλει ενεργά στην κοινωνικοποίηση των μαθητών της προσχολικής εκπαίδευσης. Όλοι οι εκπαιδευτικοί, αλλά και οι ψυχολόγοι αναγνωρίζουν την αξία του ως παράγοντα αγωγής και προτείνουν να εφαρμόζεται σε όλες τις χώρες ως δραστηριότητα λεκτικής άσκησης και έκφρασης (Δαράκη,1978). Υπάρχουν διάφορα είδη κούκλας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο νηπιαγωγείο. Μερικά από τα κλασσικά είδη από αυτά είναι:

- Κούκλες με κλωστές, νευρόσπαστα ή μαριονέτες
- Κούκλα ανδρείκελο ή Γαντοκούκλα
- Κούκλες με ραβδιά
- Επίπεδες κούκλες
- Κούκλες των σκιών

Λόγω της ευρείας διάδοσης της χρήσης του κουκλοθέατρου στην προσχολική αγωγή έχουν δημιουργηθεί και άλλα νεότερα είδη τα οποία ανταποκρίνονται καλύτερα στις σύγχρονες απαιτήσεις. Τέτοια νεότερα είδη είναι (Κοντογιάννη, 2012):

- Κούκλες σώματος ή κούκλες που φοράμε
- Δαχτυλοκούκλες
- Κούκλες μάσκας
- Κούκλες σαλιάρας
- Κούκλες της ποδιάς
- Κούκλες Humanities
- Κούκλες με σύρμα ή περίγραμμα
- Κούκλες από μαγνήτη
- Κούκλες αντικειμένων
- Γιγαντόκούκλες

- Κούκλες Μπουράγκου
- Κούκλες με σκοινιά ή αλλιώς Όπερας
- Κούκλες Μάπετ

Ο πολυαισθητηριακός χαρακτήρας του κουκλοθέατρου για τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας λειτουργεί, σύμφωνα με τον Somers (2003), όπως αναφέρεται στο Λενακάκης και Τσολάκη (2016), ως μια μικρογραφία της πραγματικότητας, την οποία και προσαρμόζουν στις δικές τους ανάγκες και επιθυμίες, αξιοποιώντας τόσο τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις όσο και την κούκλα ως ένα διαβατήριο στο μαγευτικό ταξίδι της γνώσης. Ο Piaget (1929), διακρίνοντας εύκολα τη δυνατότητα των παιδιών της προσχολικής ηλικίας να μεταφέρουν στοιχεία του πραγματικού κόσμου στον κόσμο της φαντασίας τους και αντίστροφα, επιβεβαιώνει την επιλογή του κουκλοθέατρου ως διδακτικό μέσο των Φυσικών Επιστημών, εξάγοντας τον παιγνιώδη χαρακτήρα που αποκτά η μαθησιακή διαδικασία.

Η Άλκηστις (2011) τονίζοντας την αξία της κούκλας και την πρωταρχική θέση που αυτή κατέχει στην εκπαιδευτική διαδικασία, διακρίνει την ικανότητά της να ασκεί επιρροή στη διαμόρφωση των γνωστικών δομών των μαθητών, ενώ σύμφωνα με τον Μαγουλιώτη (2009) οι τελευταίοι μπορούν να μιμηθούν ή να αναπαραστήσουν τις εμπειρίες τους. Στην παρούσα ΔΜΣ η αξιοποίηση του κουκλοθέατρου συνίσταται στην πρόωθηση της μαθησιακής διαδικασίας, αλλά και στη σχέση αλληλεξάρτησης που υπάρχει μεταξύ της εκπαιδευτικού και των μαθητών, αλλά και των μαθητών μεταξύ τους.

Στηριζόμενοι στην παιδαγωγική αξία της χρήσης της κούκλας, σύμφωνα με το Πρόγραμμα Σπουδών για το Νηπιαγωγείο (2014), επιδιώκεται η επίτευξη των πολύπλευρων διδακτικών στόχων μέσα από τη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων της

ΔΜΣ. Ειδικότερα, δίνεται το βήμα στους μαθητές να συμμετέχουν σε σημαίνουσες και πρωτόγνωρες για αυτούς ανακαλύψεις, κατακτώντας την έννοια της βιομημητικής και ταυτόχρονα συνδέοντας την εφεύρεση του βέλκρο με το φυτό κολλιτσίδα. Κατά τη διάρκεια της κουκλοθεατρικής παράστασης οι μαθητές συνδιαλέγονται με τους ήρωες – κούκλες, ταυτίζονται μαζί τους και εκφράζουν τα συναισθήματά τους, βιώνοντας στην πραγματικότητα το πρόβλημα που αντιμετωπίζουν. Παρακολουθώντας την παράσταση της ΔΜΣ "Ένα παλτό... λίγο διαφορετικό ", οι μαθητές συμμετέχουν σε μια ολιστική δημιουργική διαδικασία που τους οδηγεί σε νέα γνωστικά μονοπάτια, που εξυμνούν τη σχέση φύσης και επιστήμης, καθώς και έννοιες όπως μικρόκοσμος και μακρόκοσμος.

Διερευνητική μάθηση

Η διερευνητική μάθηση συνδέεται άμεσα με την έμφυτη περιέργεια του ανθρώπου και την τάση του για εξερεύνηση του περιβάλλοντα χώρου. Ο Brunner (1996) διακρίνει ως το κυριότερο χαρακτηριστικό της διερευνητικής μάθησης την εμπλοκή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία. Μέσω της δημιουργίας βιοματικών καταστάσεων, οι μαθητές οδηγούνται στη διεκπεραίωση αληθινών προβλημάτων, αποκτώντας με αυτό τον τρόπο κίνητρα για μάθηση και ενεργή συμμετοχή στην πρόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων. Έτσι, διατηρείται η νέα γνώση στη μνήμη των μαθητών, καθώς τα προϊόντα μάθησης που αποκτώνται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αποτελούν προσωπική τους επιτυχία. Στη διερευνητική μάθηση, οι εκπαιδευτικοί δεν θα πρέπει να έχουν την προσμονή από τους μαθητές τους να ανακαλύψουν τα πάντα, αλλά να επικεντρωθούν στη συσχέτιση της νέας γνώσης με την παλιά και τα φαινόμενα, όπως τα βιώνουν οι μαθητές μέσω της εμπειρίας (Πλακίτση, 2008). Ο ρόλος του εκπαιδευτικού χαρακτηρίζεται ως εμπνευστικός και καθοδηγητικός, λειτουργώντας υποστηρικτικά, καθώς ο αριθμός των αποκρίσεων του περιορίζεται στο ελάχιστο. Ως εκ τούτου, η

συγκεκριμένη ΔΜΣ παρέχει ένα ελκυστικό διερευνητικό περιβάλλον διδασκαλίας και μάθησης, για να αποκτήσουν οι μαθητές ρόλο ερευνητή και στηριζόμενοι στις ήδη υπάρχουσες γνώσεις τους να λειτουργήσουν υπεύθυνα και ομαδικά τόσο για τη διαμόρφωση της μαθησιακής διαδικασίας όσο και για την εξαγωγή αυθεντικών συμπερασμάτων.

Ομαδοσυνεργατική μάθηση

Ο Οδηγός Εκπαιδευτικού για το Πρόγραμμα Σπουδών του Νηπιαγωγείου (2014) κάνει λόγο για τη σπουδαιότητα της ομαδοσυνεργατικής μάθησης. Σύμφωνα με την Μπιρμπίλη (2005) μέσω της ομαδοσυνεργατικής μάθησης αναπτύσσονται διάλογοι επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών, ενώ συγχρόνως προάγεται η συνδιαλλαγή νέων γνώσεων, διαφορετικών στρατηγικών σκέψης και εμπειριών μεταξύ τους. Επιπρόσθετα, καλλιεργείται η ανάπτυξη θετικής στάσης για τη μάθηση, ενώ ενισχύουν την αυτοεκτίμησή τους και διαμορφώνουν θετικές διαπροσωπικές σχέσεις μεταξύ τους. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, στην παρούσα ΔΜΣ η εφαρμογή της ομαδοσυνεργατικής μάθησης εδραιώνεται με τη σταδιακή ενίσχυση ανάληψης πρωτοβουλιών και την ανάπτυξη συνεργασίας, προκειμένου οι μαθητές να ανακαλύψουν τη νέα γνώση για το φυτό κολλιτσίδα και το βέλκρο. Στις ομάδες που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων οι μαθητές ανταλλάσσουν απόψεις, αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και προπάντων αναπτύσσουν γνωστικές ικανότητες, κατακτώντας τη νέα γνώση πιο εύκολα, αφού έρχονται σε επαφή με φυσικά υλικά και μη και αναπτύσσουν κίνητρα για μάθηση και συμμετοχή στη μαθησιακή διαδικασία.

Επίλυση προβλήματος

«Η επίλυση προβλήματος θεωρείται θεμελιώδης ικανότητα για τον άνθρωπο, καθώς το μεγαλύτερο μέρος της συνειδητής μας σκέψης αφορά σε προβλήματα» (Polya, 1973, σ. 32). Κατά την εφαρμογή της διδακτικής μεθόδου της επίλυσης προβλήματος οι μαθητές οδηγούνται στην ενεργητική και ανακαλυπτική μάθηση. Συγκεκριμένα, συμμετέχουν στη μαθησιακή διαδικασία και κινητοποιούνται μέσω του επαγωγικού συλλογισμού, προκειμένου να οδηγηθούν στη νέα γνώση. Αξιοσημείωτο είναι δε ότι στηρίζονται στις προϋπάρχουσες γνώσεις τους και μέσω της κριτικής και δημιουργικής τους σκέψης, αναζητούν εναλλακτικές λύσεις και τελικά θεμελιώνουν τη νεοαποκτηθείσα γνώση. Ο εκπαιδευτικός δρα περισσότερο διευκολυντικά και διαμεσολαβητικά, ενώ υποστηρίζει τη διαδικασία μάθησης των μαθητών (Hmelo-Silver, 2004). Στην εν λόγω ΔΜΣ το πρόβλημα που τίθεται είναι η αναζήτηση λύσης σχετικά με τον τρόπο κλεισίματος του παλτό. Αυτό δύναται να χαρακτηριστεί ως ρεαλιστικό και είναι οικείο στις εμπειρίες των μαθητών, στοχεύοντας να προσελκύσει το ενδιαφέρον τους, αλλά και να τους δώσει το έναυσμα να εκφραστούν ελεύθερα σε ομαδικό πλαίσιο. Τελικά, εφόσον οι μαθητές κατανοήσουν τη σχέση μεταξύ του βέλκρο και της κολλιτσίδας και καταλήξουν αναμενόμενα να επιλέξουν ως λύση τη χρήση του βέλκρο για το παλτό, αναστοχάζονται και αυτοαξιολογούν τις νέες μαθησιακές τους εμπειρίες.

Πείραμα

Με τη χρήση του πειράματος κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας προάγεται τόσο η νοητική ανάπτυξη των μαθητών όσο και η ενίσχυση γνωστικών και κοινωνικών δεξιοτήτων (Κουμαράς, όπως αναφέρεται στο Πατσαδάκης, 2014). Σύμφωνα με τον Πατσαδάκη (2014), όσο επιτελείται η πειραματική διαδικασία οι

μαθητές έχουν τη δυνατότητα να παρατηρήσουν, να προβούν σε υποθέσεις, να εξάγουν συμπεράσματα, ενώ είναι σε θέση να τα ελέγξουν και έπειτα να τα γενικεύσουν. Οι Στύλος, Κώτσης και Εμβαλωτής (2015) αναδεικνύουν τη δυνατότητα που δίνει το πείραμα στους εκπαιδευτικούς για να αξιοποιήσουν τις παρανοήσεις των μαθητών και σε συνδυασμό με την προσφορά της νέας γνώσης να προκληθεί γνωστική σύγκρουση στοχεύοντας στην κατάκτησή της. Έτσι, στην παρούσα ΔΜΣ οι μαθητές καλούνται να αξιοποιήσουν τις χειρωνακτικές τους δεξιότητες με αφορμή τη δοκιμασία και το χειρισμό διάφορων υλικών, προκειμένου να διαπιστώσουν σε ποιο από αυτά λειτουργεί ο μηχανισμός αγκίστρωσης της κολλιτσίδα, καθώς και η λειτουργία του βέλκρο, οδηγώντας τους έτσι στην επίλυση του αρχικού τους προβληματισμού.

2.1.4 Εκπαιδευτικό Υλικό

Κατά τη διάρκεια της ΔΜΣ αξιοποιήθηκε ποικίλο εκπαιδευτικό υλικό. Ειδικότερα, απαρτίζεται από τα εξής:

α) *φυτό κολλιτσίδα*: Αποτελεί το βασικό υλικό της ΔΜΣ, αφού οι μαθητές έρχονται σε επαφή με αυτό, εξετάζοντάς το και επιδιώκοντας να γίνουν γνώστες της ιδιότητάς του και της άμεσης σχέσης που έχει με την κατασκευή του βέλκρο. Η γνωριμία με το φυσικό υλικό αναμένεται να διεγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών, καθώς και την περιέργειά τους για την ενσωμάτωσή του και τον κυρίαρχο ρόλο που κατέχει στην εκπαιδευτική διαδικασία.

β) *βέλκρο*: Συνιστά κύριο υλικό στην κατανόηση της έννοιας της βιομιμητικής κατά τη διάρκεια της ΔΜΣ από την πλευρά των μαθητών, καθώς αποτελεί ένα αντικείμενο πολλαπλής χρήσης στην καθημερινότητά τους. Με την επεξεργασία του βέλκρο στοχεύεται οι μαθητές να εξοικειωθούν με τη λειτουργία του και να αντιληφθούν ότι η εφεύρεσή του αποτελεί προϊόν μίμησης του φυτού κολλιτσίδα. Στη δραστηριότητα της

ΔΜΣ οι μαθητές χωρίζουν και ενώνουν τα δύο αντίθετα μέρη του και καταλήγουν στη σημασία της χρήσης του στη λύση του προβλήματος του παλτό.

γ) *ψηφιακό μικροσκόπιο*: Η λειτουργία του επιτυγχάνεται μέσω της σύνδεσής του με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Κατέχει σημαντικό ρόλο στη διεξαγωγή της ΔΜΣ, καθώς μέσω της εξονυχιστικής παρατήρησης της φυσιολογίας του φυτού και της λειτουργίας του βέλκρο επιτυγχάνεται η εδραίωση των νεοαποκτηθεισών γνώσεων. Η χρήση του ψηφιακού μικροσκοπίου προωθεί το βαθμό βιωματικότητας της δραστηριότητας, αφού οι μαθητές εξασκούνται στο να παρατηρούν και συγχρόνως να ενισχύουν τη λεπτή τους κινητικότητα. Καλούνται να το κρατήσουν με το χέρι τους, να εστιάσουν σωστά πάνω από το αντικείμενο παρατήρησης και να προσαρμόσουν το μέγεθος της εικόνας, ώστε να είναι ευδιάκριτο και κατανοητό.

δ) *κούκλες κουκλοθέατρον*: Η χρήση της αυτοσχέδιας κούκλας και της δαχτυλόκουκλας του κουκλοθέατρου ενισχύει και θεμελιώνει τους στόχους της ΔΜΣ, καθώς οι ήρωες ενσαρκώνονται και με τη σειρά τους οι μαθητές ταυτίζονται συναισθηματικά με αυτούς και το πρόβλημα, και καθοδηγούνται σταδιακά στην εύρεση της καταλληλότερης λύσης του. Κατά τη διάρκεια της παράστασης, οι μαθητές συνδιαλέγονται με τους ήρωες, αναπτύσσουν την ενσυναίσθησή τους και αποκτούν ενεργό ρόλο κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

ε) *οπτικοακουστικό υλικό*: Η ενσωμάτωση εκπαιδευτικού βίντεο και έγχρωμων εικόνων στη ΔΜΣ, σχετικών με την ιστορία, εμπλουτίζει την εκπαιδευτική διαδικασία και προσελκύει το ενδιαφέρον των μαθητών. Επιπρόσθετα, συνεισφέρει δυναμικά στην κατανόηση του μαθησιακού περιεχομένου, ενισχύοντας τη συγκράτηση των πληροφοριών και αποσαφηνίζοντας τις δυσνόητες, έως τώρα, πληροφορίες για τους μαθητές. Μέσω της προβολής και παρατήρησης του οπτικοακουστικού υλικού οι

μαθητές προσεγγίζουν τη νέα γνώση με έναν αυθόρμητο ενθουσιασμό και οδηγούνται σταδιακά στην κατάκτηση αυτής.

στ) *διάφορα υλικά κατασκευών*: Δεδομένη είναι η χρήση διάφορων υλικών κατασκευών (π.χ. μαρκαδόροι, φύλλα A4), προκειμένου να πραγματοποιηθεί η ομαλή διεξαγωγή της δραστηριότητας. Η παραγωγή ιχνογραφημάτων με τη βοήθεια των υλικών αυτών, ενισχύει τη δημιουργικότητα των μαθητών και φανερώνει τα μαθησιακά αποτελέσματα.

2.1.5. Γενική Περιγραφή της Διδακτικής Παρέμβασης

Οι μαθητές μέσα από την κουκλοθεατρική παράσταση που παρακολουθούν στην τάξη τους από τον κ. Μαϊμουδάκη και την παρέα του, αλληλεπιδρούν με το εκπαιδευτικό υλικό της παρέμβασης, ενώ είναι γνώστες του προβλήματος που αντιμετωπίζει το παλτό της μαμάς του, καθώς έμεινε χωρίς κουμπιά νιώθοντας άχρηστο και λυπημένο.

Οι χαρακτήρες του κουκλοθέατρου είναι :

1. Το παλτό, που δεν έχει κουμπιά και βρίσκεται χρόνια στην ντουλάπα νιώθοντας άχρηστο και λυπημένο.
2. Ο κ. Μαϊμουδάκης, ο οποίος συνομιλεί με το παλτό της μαμάς του και μαθαίνει για το πρόβλημά του.
3. Η κ. Καμηλούλα, η φίλη του κ. Μαϊμουδάκη, που συμμετέχει στη συζήτηση με το παλτό και τον φίλο της και θέλει να βοηθήσει.
4. Ο κ. Βέλκρο, που οι φίλοι του τον φωνάζουν κ. Χριτς – Χράτς, συστήνεται στους μαθητές και τους γνωστοποιεί στοιχεία της καταγωγής του.
5. Η κ. Κολλιτσίδα, το φυτό που αποτέλεσε την αφορμή της κατασκευής του κ. Βέλκρο.

Οι μαθητές διερευνούν το πρόβλημα, αναζητούν τη λύση του μαζί με τον κ. Μαϊμουδάκη και τους φίλους του, ώστε το παλτό της μαμάς του να κλείνει και να είναι ζεστό για να μπορεί να το φορέσει.

Η εκπαιδευτικός ενημερώνει σε προηγούμενο χρόνο τους μαθητές ότι ο φίλος τους, ο κ. Μαϊμουδάκης θα επισκεφτεί την τάξη τους και ότι χρειάζεται την πολύτιμη βοήθειά τους για το πρόβλημα που τον απασχολεί. Οι μαθητές έχουν εξοικειωθεί με την παρουσία του, διότι τους επισκέπτεται συχνά προβληματίζοντάς τους για πολλά θέματα που τον απασχολούν.

Αυτή τη φορά, όμως μαζί με τη φίλη του, την κ. Καμηλούλα δείχνουν φανερά προβληματισμένοι με αυτό που έχει συμβεί στο παλτό της μαμάς του. Μέσα από την διαδοχή των δραστηριοτήτων που θα ακολουθήσουν οι μαθητές καθοδηγούνται σταδιακά με τέτοιο τρόπο ώστε να εντοπίσουν τη λύση στο πρόβλημα του παλτό. Η εισαγωγική δραστηριότητα διεξάγεται από τον ίδιο τον κ. Μαϊμουδάκη, ο οποίος με τη φωνή της εκπαιδευτικού, παίζει κουκλοθεατρική παράσταση μαζί με τους υπόλοιπους ήρωες (κούκλες) και τελευταίο τον κ. Βέλκρο.

Με την εμφάνισή του στη σκηνή, ο κ. Βέλκρο συστήνεται και μιλά για τον εαυτό του προβάλλοντάς τους συγχρόνως και ένα σχετικό βίντεο.

Έτσι, λοιπόν, παρουσιάζεται στους μαθητές η σχετική ιστορία, της οποίας η αφορμή ήταν το αποτέλεσμα μιας βόλτας ενός μηχανικού, που το όνομά του ήταν Ζόρζ ντε Μεστράλ, με το σκύλο του που γέμισε κολλιτσίδες. Η διεξοδική παρατήρηση του παραπάνω φαινομένου από τον Ελβετό μηχανικό αποτέλεσε την εφεύρεση της κατασκευής του βέλκρο.

Μάλιστα, ο κ. Βέλκρο τη στιγμή που συστήνεται στους μαθητές και μιλά για τον εαυτό του, αναφέρει ότι θα χρειαστούν δύο ειδικά εργαλεία, το μεγεθυντικό φακό και

το ψηφιακό μικροσκόπιο, που μόνο με αυτά μπορούν να τον παρατηρήσουν προσεκτικά και να κατανοήσουν τον μηχανισμό λειτουργίας του. Σε αυτό το σημείο παρουσιάζεται και η κ. Κολλιτσίδα, η οποία αναφέρει ότι η ύπαρξή της και η μανία της να κολλάει στα ρούχα και στο τρίχωμα των ζώων εντυπωσίασε τον εφευρέτη και μ' αυτόν τον τρόπο τον ώθησε στην εφεύρεση του κ. Χριτς – Χράτς.

Στις εν λόγω δραστηριότητες αξιοποιείται η διερευνητική μάθηση, μέσω της οποίας οι μαθητές οδηγούνται σταδιακά στην ανακάλυψη της νέας γνώσης. Παράλληλα, μέσα από τον διάλογό τους με τον κ. Μαϊμουδάκη και την παρέα του, παίρνουν συνεχώς ανατροφοδότηση και αναλόγως αποφασίζουν τι θα κάνουν σε κάθε φάση. Το βασικό μέρος των δραστηριοτήτων αποτελείται από πέντε φάσεις :

- α) τη γνωριμία με το πρόβλημα ,
- β) παρατήρηση,
- γ) συλλογή πληροφοριών
- δ) πειραματισμός
- ε) κατασκευή παλτό και εφαρμογή του βέλκρο σε αυτό
- στ) αποτελέσματα

Στη δεύτερη δραστηριότητα, αρχικά οι μαθητές χωρίζονται σε τρεις ομάδες. Κάθε ομάδα με τη σειρά της αγγίζει το φυτό κολλιτσίδα και το παρατηρεί προσεκτικά. Πρώτα με γυμνό μάτι, μετά με τον μεγεθυντικό φακό και τέλος με το ψηφιακό μικροσκόπιο. Μετά από αυτό οι μαθητές καλούνται να αποτυπώσουν σε χαρτί αυτό που βλέπουν και διομαδικά συνδιαλέγονται για τις παρατηρήσεις τους.

Εδώ, αξίζει να σημειωθεί ότι, γίνεται αναφορά των όρων «μικρόκοσμος» και «μακρόκοσμος» στους μαθητές, ενώ επεξηγείται η διαφοροποίηση των εννοιών αυτών κατά τη διάρκεια χρήσης των παραπάνω εργαλείων.

Στην τρίτη δραστηριότητα ακολουθείται η ίδια διαδικασία αντίστοιχα για το βέλκρο. Ακολούθως, τα μέλη της κάθε ομάδας ζωγραφίζουν στο χαρτί αυτά που παρατήρησαν. Στο τέλος, η κάθε ομάδα ανταλλάσει τις απόψεις της και έπειτα κοινοποιεί και συγκρίνει τα αποτελέσματα σχετικά με τους τρόπους παρατήρησης.

Έπειτα, οι μαθητές αποφασίζουν να καλέσουν στην παρέα τους τον κ. Βέλκρο και την κ. Κολλιτσίδα, για να διατυπώσουν τις απορίες τους σχετικά με τα αποτελέσματα που εξήγαγαν από τις παρατηρήσεις τους. Με τη σειρά της η κάθε ομάδα, υπό την καθοδήγηση της εκπαιδευτικού, καταγράφει σε ένα χαρτόνι τις ερωτήσεις που έχει να κάνει στους δύο ήρωες.

Στην τέταρτη δραστηριότητα οι ήρωες επισκέπτονται και πάλι τους μαθητές, αφού τους έχουν προσκαλέσει, γιατί χρειάζονται κάποιες εξηγήσεις που μόνο αυτοί οι δύο μπορούν να τους δώσουν. Έτσι, διατυπώνονται από την μεριά των μαθητών οι ερωτήσεις που έχουν καταγράψει προηγουμένως και ακολουθεί διάλογος. Μετά, η εκπαιδευτικός παρουσιάζει στους μαθητές εικόνες σχετικές με την ιστορία της εφεύρεσης του βέλκρο και τη σχέση του με το φυτό κολλιτσίδα και τους ζητά να προχωρήσουν στη σειροθέτηση αυτών.

Στην πέμπτη δραστηριότητα οι μαθητές κάνουν υποθέσεις, με την προτροπή της εκπαιδευτικού, σχετικά με τα υλικά που θα χρειαστούν για να υλοποιήσουν το πείραμα με το οποίο θα κατανοήσουν το μηχανισμό αγκίστρωσης της κολλιτσίδας και του βέλκρο, αντίστοιχα. Στη συνέχεια, χωρίζονται σε ομάδες και αφού συγκεντρώσουν τα υλικά στα οποία έχουν καταλήξει ότι θα χρησιμοποιήσουν, πειραματίζονται με αυτά δημιουργώντας έναν πίνακα με εκείνα που αγκιστρώνονται στην κολλιτσίδα και στο βέλκρο και με εκείνα που δεν κολλούν. Όταν διαμορφωθούν οι πίνακες, η κάθε μία ομάδα παρουσιάζει τον δικό της, αναλύοντας τα συμπεράσματα που εξήγαγε.

Στην έκτη δραστηριότητα, αφού έχουν λάβει υπόψη τους τα αποτελέσματα του πειράματός τους, οι μαθητές επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν το βέλκρο για να κλείσει το παλτό της μαμάς του κ. Μαϊμουδάκη και να μπορέσει να το φορέσει. Έτσι, σχεδιάζουν, κόβουν και κολλούν το δικό τους παλτό και τοποθετούν τις δύο αυτοκόλλητες ταινίες του βέλκρο σε αυτό και το ανοιγοκλείνουν για να κατανοήσουν την εφαρμογή του.

Στην έβδομη δραστηριότητα οι μαθητές παρουσιάζουν στον κ. Μαϊμουδάκη τα παλτό που έφτιαξαν, καθώς και τις ζωγραφιές που τους ζήτησε να του χαρίσουν, στις οποίες αποτυπώνουν τη διαδικασία του πειράματος και το παλτό που έφτιαξαν με το βέλκρο. Αφού, συλλέξουν όλα τα παλτό, δημιουργούν όλοι μαζί μία ομαδική εργασία μ' αυτά τοποθετώντας αυτοκόλλητα πολύχρωμα χαρτάκια (post-it) και γράφοντας το δικό τους μήνυμα για τη λύση του προβλήματος του παλτό. Έπειτα, οι μαθητές παρουσιάζουν σε όλη την παρέα του κ. Μαϊμουδάκη το έργο τους και μιλούν για τις εντυπώσεις τους στην εκπαιδευτική.

Τέλος, στην όγδοη δραστηριότητα ο κ. Μαϊμουδάκης και η κ. Καμηλούλα δείχνουν στους μαθητές κι άλλες εικόνες από αντικείμενα που χρησιμοποιείται το βέλκρο στην καθημερινή ζωή, ενώ οι μαθητές συνδιαλέγονται, τονίζοντας συγχρόνως και τη χρησιμότητά του. Στη συνέχεια, τους αναφέρουν κι άλλα παραδείγματα που αφορούν αντικείμενα της καθημερινότητας, δείχνοντας συγχρόνως και τις ανάλογες εικόνες αντικειμένων, των οποίων η κατασκευή τους αντιγράφει ιδιότητες ζώων, όπως το σαμιαμίδι και τον καρχαρία.

Με αφορμή τα παραπάνω, η κ. Καμηλούλα προτρέπει τους μαθητές να αγγίξουν και να τοποθετήσουν ένα αντικείμενο στην αντιολισθητική βάση αυτοκινήτου, καθώς αποτελεί αντιγραφή της ιδιότητας του σαμιαμιδιού. Έπειτα, οι μαθητές, αφού

αποτυπώσουν στο χαρτί ό,τι παρατήρησαν, ομαδοποιούν τα αντικείμενα που κατασκεύασε ο άνθρωπος προς χρήση του με το φυτό και το ζώο, από το οποίο αντέγραψε την ιδιότητα.

Πίνακας 1: Συνοπτική Περιγραφή της Διδακτικής Παρέμβασης						
ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	ΒΑΣΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ	ΠΡΟΣΔΩΚΟΜΕΝΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ/ΥΛΙΚΑ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ
1 ^η	Η παράσταση κουκλοθέατρου με τίτλο : " Ένα παλτό ...λίγο διαφορετικό!"	Εντοπισμός του προβλήματος του παλτό της μαμάς του κ. Μαιμουδάκη και προσομοίωση της εφεύρεσης του βέλκρο με το φυτό κολλιτσίδα	Ερμηνεία κουκλοθεατρικής παράστασης Παρακολούθηση σχετικού βίντεο για την εφεύρεση του βέλκρο Συζήτηση με τους μαθητές	σκηνή του κουκλοθέατρου σενάριο της κουκλοθεατρικής παράστασης γαντόκουκλες αυτοσχέδιες κούκλες κουκλοθέατρου ηλεκτρονικός υπολογιστής	15'	Να παρακολουθήσουν και να συμμετάσχουν ενεργά στην κουκλοθεατρική παράσταση. Να προβληματιστούν σχετικά με τη λύση που πρέπει να βρεθεί ώστε να κλείνει το παλτό της μαμάς του κ. Μαιμουδάκη. Να επεξεργαστούν τις πληροφορίες που παρέχονται

						μέσα από την προβολή βίντεο.
2 ^η	Επαφή με το φυτό κολλιτσίδα Εισαγωγή και ερμηνεία των εννοιών «μικρόκοσμος» και «μακρόκοσμος»	Κατανόηση και Διαχωρισμός των εννοιών «μικρόκοσμος» και «μακρόκοσμος» Περιγραφή και σύγκριση των δεδομένων από την παρατήρηση της κολλιτσίδας με το γυμνό μάτι και τα όργανα παρατήρησης	Παρατήρηση σε ομάδες και περιγραφή της μορφολογίας της κολλιτσίδας με γυμνό μάτι, με μεγεθυντικό φακό και με ψηφιακό μικροσκόπιο Ερμηνεία και σύγκριση των αποτελεσμάτων	φυτό κολλιτσίδα μεγεθυντικός φακός ψηφιακό μικροσκόπιο μαρκαδόροι χαρτί A4	25'	Να κατανοήσουν τη σημασία της παρατήρησης και της περιγραφής για τη μελέτη των ιδιοτήτων των όντων ή των αντικειμένων που μας περιβάλλουν Να προβούν σε παρατηρήσεις με το γυμνό τους μάτι, με τον μεγεθυντικό φακό και το ψηφιακό μικροσκόπιο. Να χρησιμοποιήσουν τη ζωγραφική για να αποτυπώσουν ό,τι παρατήρησαν Να αντιληφθούν την ερμηνεία

						των εννοιών «μικρόκοσμος» και «μακρόκοσμος», Να αναγνωρίσουν τη χρησιμότητα των οργάνων παρατήρησης. Να ερμηνεύσουν και να συγκρίνουν τα αποτελέσματα από τις παρατηρήσεις τους.
3η	Παρατήρηση του βέλκρο	Περιγραφή και σύγκριση των δεδομένων από την παρατήρηση του βέλκρο με το γυμνό μάτι και τα όργανα παρατήρησης	Παρατήρηση σε ομάδες και περιγραφή του βέλκρο με γυμνό μάτι, μεγεθυντικό φακό και ψηφιακό μικροσκόπιο Επικαιροποίηση της αποκτηθείσας γνώσης σχετικά με τον «μικρόκοσμο» και τον «μακρόκοσμο» Ερμηνεία και σύγκριση	μεγεθυντικός φακός ψηφιακό μικροσκόπιο βέλκρο (αυτοκόλλητη ταινία) μαρκαδόροι	25'	Να κατανοήσουν τη σημασία της παρατήρησης και της περιγραφής για τη μορφή του βέλκρο, Να προβούν στην παρατήρηση του βέλκρο με

			των αποτελεσμάτων Καταγραφή των ερωτήσεων	χαρτί A4 χαρτόνι		το γυμνό τους μάτι, με τον μεγεθυντικό φακό και το ψηφιακό μικροσκόπιο Να ζωγραφίσουν ό,τι παρατήρησαν Να ερμηνεύσουν και να συγκρίνουν τα αποτελέσματα, Να συνεργαστούν και να καταγράψουν τις ερωτήσεις τους.
4 ^η	Η ιστορία της εφεύρεσης του κ. Βέλκρο και η σχέση του με την κ. Κολλιτσίδα	Κατανόηση της σχέσης της εφεύρεσης του βέλκρο με το φυτό κολλιτσίδα	Διατύπωση ερωτήσεων – Συζήτηση Παρατήρηση και περιγραφή σχετικών εικόνων με την ιστορία της εφεύρεσης του βέλκρο Σειροθέτηση των παραπάνω εικόνων	σκηνή του κουκλοθέατρου αυτοσχέδιες κούκλες κουκλοθέατρου έγχρωμες εικόνες	10'	Να περιγράψουν σχετικές εικόνες με την ιστορία της εφεύρεσης του βέλκρο. Να κατανοήσουν ότι η εφεύρεση του βέλκρο προσομοιάζει

						την ιδιότητα της κολλιτσίδας. Να τοποθετήσουν στη σωστή σειρά τις εικόνες της ιστορίας.
5η	Πείραμα με διάφορα υλικά, την κολλιτσίδα και το βέλκρο	Κατανόηση της λειτουργίας του μηχανισμού αγκίστρωσης της κολλιτσίδας και του βέλκρο και εξαγωγή συμπερασμάτων	Χωρισμός σε ομάδες και υποθέσεις για τη συγκέντρωση των κατάλληλων υλικών που θα χρησιμοποιηθούν στο πείραμα Διεξαγωγή του πειράματος με διάφορα υλικά, την κολλιτσίδα και το βέλκρο Κατασκευή πίνακα με τα παραπάνω υλικά Έλεγχος και παρουσίαση των αποτελεσμάτων	τσόχα μάλλινο ύφασμα χαρτούφασμα χαρτί αλουμινόχαρτο βαμβάκι χαρτόνι μαρκαδόροι φυτό κολλιτσίδα βέλκρο με αυτοκόλλητη ταινία σε άσπρο και μαύρο χρώμα	15'	Να πειραματιστούν με υλικά που έχουν στη διάθεσή τους Να συμμετέχουν ενεργά σε όλη τη διαδικασία του πειράματος. Να κατανοήσουν τον μηχανισμό αγκίστρωσης της κολλιτσίδας και του βέλκρο, αντίστοιχα. Να κατασκευάσουν

						<p>έναν πίνακα με τα υλικά που κολλούν στην κολλιτσίδα και στο βέλκρο και με αυτά που δεν κολλούν.</p> <p>Να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα του πειράματος.</p>
6 ^η	Επιλογή του βέλκρο για τη λύση του προβλήματος του παλτό	Επίλυση του προβλήματος του παλτό της μαμάς του κ. Μαϊμουδάκη Κατανόηση του λόγου της εφαρμογής του βέλκρο στο παλτό της μαμάς του Μαϊμουδάκη	Κατασκευή παλτό από τσόχα Τοποθέτηση και εφαρμογή του βέλκρο στο παλτό που κατασκευάστηκε	τσόχα μαρκαδόροι ψαλίδι βέλκρο με αυτοκόλλητο	20'	<p>Να σκεφτούν και να επιλέξουν τη χρήση του βέλκρο για το πρόβλημα του παλτό της μαμάς του κ. Μαϊμουδάκη.</p> <p>Να σχεδιάσουν το περίγραμμα στο ύφασμα που έχουν επιλέξει και να κατασκευάσουν το δικό τους παλτό.</p> <p>Να τοποθετήσουν</p>

						και να εφαρμόσουν το βέλκρο στο παλτό που κατασκεύασαν .
7 ^η	Ιχνογραφήματα Ομαδική εργασία	Αποτύπωση της εφαρμογής του βέλκρο στο παλτό που κατασκεύασαν μέσω της ζωγραφικής	Ζωγραφική όλης της διαδικασίας του πειράματος και της εφαρμογής του βέλκρο στο δικό τους παλτό Συλλογή όλων των κατασκευών παλτό που έφτιαξαν με το βέλκρο Σύνθεση των παλτό και δημιουργία ομαδικής εργασίας Παραγωγή μηνυμάτων σε πολύχρωμα αυτοκόλλητα χαρτάκια σχετικά με τη λύση του προβλήματος	χρωματιστά χαρτιά A4 μαρκαδόροι αυτοκόλλητα πολύχρωμα χαρτάκια (post-it) οι κατασκευές παλτό των μαθητών χαρτόνια κόλλες	25'	Να αποτυπώσουν μέσα από τη ζωγραφική, τη διαδικασία του πειράματος και την εφαρμογή του βέλκρο στο παλτό που κατασκεύασαν . Να γράψουν το δικό τους μήνυμα για τη λύση του προβλήματος του παλτό. Να εκφράσουν τις εμπειρίες και τις εντυπώσεις τους.
	Χρησιμότη	Κατανόηση της	Παρατήρηση εικόνων	γαντόκουκλες	15'	Να

8 ^η	τα του βέλκρο στην καθημερινή ζωή και αναφορά σε άλλα παραδείγματα αντικειμένων που προσομοιάζουν ιδιότητες ζώων	<p>χρησιμότητας του βέλκρο και σε άλλους τομείς της καθημερινότητας</p> <p>Συσχέτιση με άλλα παραδείγματα αντικειμένων της σύγχρονης τεχνολογίας που η κατασκευή τους προσομοιάζει την ιδιότητα ζώων</p>	<p>με αντικείμενα που χρησιμοποιείται το βέλκρο</p> <p>Τοποθέτηση αντικειμένου στην αντιολισθητική βάση αυτοκινήτου</p> <p>Παρατήρηση εικόνων με αντικείμενα που η κατασκευή τους προσομοιάζει ιδιότητες ζώων</p> <p>Ζωγραφική και ομαδοποίηση των παραπάνω παραδειγμάτων</p>	<p>σκηνή του κουκλοθέατρου</p> <p>αντιολισθητική βάση αυτοκινήτου</p> <p>έγχρωμες εικόνες</p> <p>μαρκαδόροι</p> <p>λευκό χαρτί A4</p>	<p>αναγνωρίσουν τη σημασία της χρησιμότητας του βέλκρο στην καθημερινή ζωή</p> <p>Να αντιληφθούν και να αναγνωρίσουν παραδείγματα αντικειμένων της σύγχρονης τεχνολογίας που η κατασκευή τους προσομοιάζει ιδιότητες ζώων.</p> <p>Να προβούν στη ζωγραφική και ομαδοποίηση των παραπάνω παραδειγμάτων.</p>
----------------	--	--	---	---	--

2.1.6. Στόχοι της Διδακτικής Παρέμβασης

Στα πλαίσια της Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας οι γενικοί στόχοι είναι οι εξής:

- α) να αναπτύξουν και να καλλιεργήσουν δεξιότητες της επιστημονικής διερεύνησης (προβληματισμός - παρατήρηση- υπόθεση - πείραμα-αποτελέσματα),
- β) να αναπτύξουν την κριτική τους σκέψη,
- γ) να συνεργαστούν και να αλληλεπιδράσουν με τους συνομήλικούς τους,
- δ) να κατανοήσουν την αξία της ομαδικής εργασίας και της από κοινού ανακάλυψης,
- ε) να αντιληφθούν την αξιοποίηση των ιδιοτήτων των φυτών και των ζώων από τον άνθρωπο για την κατασκευή αντικειμένων της καθημερινότητάς του
- στ) να αποκτήσουν θετικές στάσεις και συμπεριφορές για τη φύση και τους οργανισμούς της,
- ζ) να επιλέξουν και να χρησιμοποιήσουν δημιουργικά τα υλικά που έχουν στη διάθεσή τους για να κάνουν μία κατασκευή,
- η) να αναπτύξουν την αισθητική τους αντίληψη και έκφραση,
- θ) να εκφράσουν τα συναισθήματά τους και τις απόψεις τους,
- ι) να αποκτήσουν θεατρική παιδεία,

2.1.7. Αναλυτική Παρουσίαση των Δραστηριοτήτων της Διδακτικής Παρέμβασης

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται διεξοδικά οι οκτώ δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο της ΔΜΣ :

Δραστηριότητα 1^η : Κουκλοθέατρο με τίτλο: « Ένα παλτό... λίγο διαφορετικό!»

Εκτιμώμενη Διάρκεια : 15΄

Υλικά : σενάριο της κουκλοθεατρικής παράστασης, σκηνή του κουκλοθέατρου, γαντόκουκλες, αυτοσχέδιες κούκλες κουκλοθέατρου, ηλεκτρονικός υπολογιστής

Οι διδακτικοί στόχοι της 1^{ης} δραστηριότητας είναι οι εξής:

α) να παρακολουθήσουν και να συμμετάσχουν ενεργά στην κουκλοθεατρική παράσταση

β) να προβληματιστούν σχετικά με τη λύση που πρέπει να βρεθεί ώστε να κλείνει το παλτό της μαμάς του κ. Μαιμουδάκη

γ) να επεξεργαστούν τις πληροφορίες που παρέχονται μέσα από την προβολή βίντεο

Αρχικά, πραγματοποιείται καλωσόρισμα και γνωριμία με τους ήρωες της κουκλοθεατρικής παράστασης. Η εκπαιδευτικός μαζί με τους μαθητές βρίσκονται στη σχολική τάξη που θα διεξαχθεί η διδακτική παρέμβαση και κάθονται στα καρεκλάκια τους σε σχήμα κύκλου, ώστε να είναι ορατή από όλους η σκηνή του κουκλοθέατρου που έχει στηθεί. Στη συνέχεια, η εκπαιδευτικός ερμηνεύει την κουκλοθεατρική παράσταση με τίτλο: « Ένα παλτό... λίγο διαφορετικό!» και οι μαθητές παρακολουθούν και συμμετέχουν ενεργά.

Κατά την έναρξη της παράστασης, το παλτό κάνει γνωστό το πρόβλημα που αντιμετωπίζει στον κ. Μαιμουδάκη και τη φίλη του κ. Καμηλούλα, η οποία είχε την καταπληκτική ιδέα να φωνάξει τον κ. Βέλκρο (κ. Χριτς- Χρατς) για να τον γνωρίσουν τα παιδιά για πρώτη φορά και να ακούσουν την ιστορία της εφεύρεσής του. Ο ίδιος τους εξιστορεί πως η εφεύρεσή του ήταν το αποτέλεσμα μιας βόλτας ενός μηχανικού με το σκύλο του που γέμισε κολλισίδες από τις οποίες αντέγραψε μία καταπληκτική ιδιότητα! Βέβαια, για να κατανοήσουν πώς λειτουργεί, τους αναφέρει ότι για να τον παρατηρήσουν από πολύ κοντά θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν δύο ειδικά εργαλεία και όχι μόνο με τα γυμνά τους μάτια.

Η κ. Κολλιτσίδα με τη σειρά της συστήνεται και μιλά για τον εαυτό της και τις συνήθειές της! Έπειτα, ο κ. Χριτς – Χράτς παροτρύνει τους μαθητές να παρακολουθήσουν το βίντεο που τους παρουσιάζει αμέσως μετά.

Ακολούθως, πραγματοποιείται συζήτηση ανάμεσα στους μαθητές, στον κ. Μαϊμουδάκη και στην κ. Καμηλούλα . Ενδεικτικές ερωτήσεις :

- α) Ποιο είναι το πρόβλημα του παλτό της μαμάς του κ. Μαϊμουδάκη;
- β) Με ποιο τρόπο θα μπορούσαμε να το βοηθήσουμε;
- γ) Από ποιον θα μπορούσαμε να ζητήσουμε βοήθεια για το πρόβλημα του;
- δ) Τι συνέβη στη βόλτα που πήγε ο Ζόρζ ντε Μεστράλ; Τι παρατήρησε;
- ε) Πώς θα μπορούσαμε να παρατηρήσουμε από πολύ κοντά την κολλιτσίδα και το βέλκρο;
- στ) Τι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για να τα παρατηρήσουμε καλύτερα, όπως έκανε ο Ζόρζ ντε Μεστράλ;

Με αυτόν τον τρόπο εισάγονται στην ιστορία της εφεύρεσης του βέλκρο, στην προσομοίωσή του με το φυτό κολλιτσίδα και στη χρήση του μεγεθυντικού φακού και του ψηφιακού μικροσκοπίου.



Εικόνα 1 : Παρακολούθηση της κουκλοθεατρικής παράστασης

Δραστηριότητα 2^η : Παρατήρηση του φυτού κολλιτσίδα με γυμνό μάτι, με μεγεθυντικό φακό και ψηφιακό μικροσκόπιο

Εκτιμώμενη Διάρκεια : 20΄

Υλικά : φυτό κολλιτσίδα , μεγεθυντικός φακός, ψηφιακό μικροσκόπιο, μαρκαδόροι , χαρτί A4

Οι διδακτικοί στόχοι της 2^{ης} δραστηριότητας είναι οι εξής:

- α) να κατανοήσουν τη σημασία της παρατήρησης και της περιγραφής για τη μελέτη των ιδιοτήτων των όντων ή των αντικειμένων που μας περιβάλλουν
- β) να προβούν σε παρατηρήσεις με το γυμνό τους μάτι, με τον μεγεθυντικό φακό και το ψηφιακό μικροσκόπιο

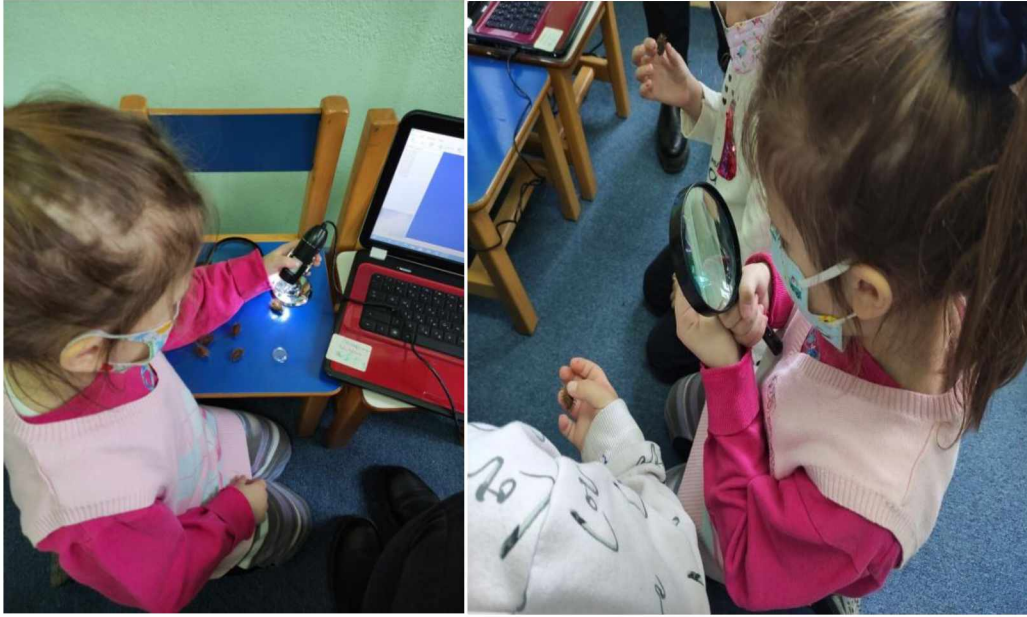
- γ) να χρησιμοποιήσουν τη ζωγραφική για να αποτυπώσουν ό,τι παρατήρησαν
- δ) να αντιληφθούν την ερμηνεία των εννοιών «μικρόκοσμος» και «μακρόκοσμος»,
- ε) να αναγνωρίσουν τη χρησιμότητα των οργάνων παρατήρησης
- στ) να ερμηνεύσουν και να συγκρίνουν τα αποτελέσματα από τις παρατηρήσεις τους

Αρχικά, οι μαθητές χωρίζονται σε τρεις ομάδες. Κάθε ομάδα με τη σειρά της αγγίζει το φυτό κολλιτσίδα και το παρατηρεί προσεκτικά. Πρώτα με γυμνό μάτι, μετά με τον μεγεθυντικό φακό και τέλος με το ψηφιακό μικροσκόπιο. Στα πλαίσια αυτής της δραστηριότητας, με την καθοδήγηση της εκπαιδευτικού, εισάγεται η χρήση του μεγεθυντικού φακού και του ψηφιακού μικροσκοπίου, με στόχο να γνωρίσουν και να κατανοήσουν οι μαθητές τη χρησιμότητα των δύο εργαλείων. Εδώ, αξίζει να σημειωθεί ότι, γίνεται αναφορά των όρων «μικρόκοσμος» και «μακρόκοσμος» στους μαθητές, ενώ επεξηγείται η διαφοροποίηση των εννοιών αυτών κατά τη διάρκεια χρήσης των παραπάνω εργαλείων.

Στη συνέχεια ακολουθεί συζήτηση με τον κ. Μαϊμουδάκη και την κ. Καμηλούλα, οι οποίοι θέτουν ερωτήματα ενδεικτικά:

- α) Τι παρατηρήσατε αγγίζοντας την κολλιτσίδα ;
- β) Πώς είναι η κολλιτσίδα;
- γ) Με ποιο εργαλείο παρατηρήσατε πιο καλά την κολλιτσίδα;
- δ) Πώς μοιάζουν αυτά που παρατηρήσατε με τα δύο εργαλεία; Τι μέγεθος έχουν τώρα;

Έπειτα, οι μαθητές καλούνται να αποτυπώσουν σε χαρτί αυτό που βλέπουν με το γυμνό τους μάτι, με τον μεγεθυντικό φακό και μετά με το ψηφιακό μικροσκόπιο και διομαδικά συνδιαλέγονται για τις παρατηρήσεις τους.



Εικόνα 2 : Παρατήρηση του φυτού κολλιτσίδα

Δραστηριότητα 3^η : Παρατήρηση του βέλκρο με γυμνό μάτι, με μεγεθυντικό φακό και ψηφιακό μικροσκόπιο

Εκτιμώμενη διάρκεια : 25΄

Υλικά : βέλκρο (αυτοκόλλητη ταινία),μεγεθυντικός φακός, ψηφιακό μικροσκόπιο, μαρκαδόροι , χαρτί A4, χαρτόνι

Οι διδακτικοί στόχοι της 3^{ης} δραστηριότητας είναι οι εξής:

- α) να κατανοήσουν τη σημασία της παρατήρησης και της περιγραφής για τη μορφή του βέλκρο,
- β) να προβούν στην παρατήρηση του βέλκρο με το γυμνό τους μάτι, με τον μεγεθυντικό φακό και το ψηφιακό μικροσκόπιο,
- γ) να ζωγραφίσουν ό,τι παρατήρησαν,
- δ) να ερμηνεύσουν και να συγκρίνουν τα αποτελέσματα,

ε) να συνεργαστούν και να καταγράψουν τις ερωτήσεις τους.

Σε συνέχεια της προηγούμενης δραστηριότητας οι μαθητές παραμένουν στις ομάδες και παρατηρούν αντίστοιχα τη μορφή του βέλκρο με τους τρεις παραπάνω τρόπους. Ακολούθως, μέσω της ζωγραφικής αποτυπώνουν αυτά που παρατήρησαν και πραγματοποιείται συζήτηση με τον κ. Μαϊμουδάκη και την κ. Καμηλούλα, οι οποίοι θέτουν ερωτήματα ενδεικτικά:

α) Τι παρατηρήσατε αγγίζοντας το βέλκρο;

β) Πώς είναι το βέλκρο;

γ) Με ποιο εργαλείο παρατηρήσατε πιο καλά το βέλκρο;

δ) Πώς μοιάζουν αυτά που παρατηρήσατε με τα δύο εργαλεία; Τι μέγεθος έχουν τώρα;

δ) Ποιους μπορούμε πάλι να καλέσουμε στην παρέα μας, μετά από τις παρατηρήσεις σας;

Οι μαθητές αποφασίζουν να καλέσουν στην παρέα τους τον κ. Βέλκρο, τον γνωστό σε όλους Κ. Χριτς – Χράτς και την κ. Κολλιτσίδα, για να διατυπώσουν τις ερωτήσεις τους σχετικά με ότι παρατήρησαν προηγουμένως. Με τη σειρά της η κάθε ομάδα και με την υποστήριξη και καθοδήγηση της εκπαιδευτικού σε ένα χαρτόνι καταγράφει τις ερωτήσεις που έχει αποφασίσει να κάνει στους δύο ήρωες.



Εικόνα 3 : Παρατήρηση του βέλκρο

Δραστηριότητα 4^η : Η ιστορία της εφεύρεσης του κ . Βέλκρο (κ. Χριτς- Χράτς) και η σχέση του με την κ. Κολλιτσιίδα

Εκτιμώμενη διάρκεια : 10 ´

Υλικά : σκηνή του κουκλοθέατρου, αυτοσχέδιες κούκλες κουκλοθέατρου, έγχρωμες εικόνες

Οι διδακτικοί στόχοι της 4^{ης} δραστηριότητας είναι οι εξής:

α) να περιγράψουν σχετικές εικόνες με την ιστορία της εφεύρεσης του βέλκρο

γ) να κατανοήσουν ότι η εφεύρεση του βέλκρο προσομοιάζει την ιδιότητα της κολλιτσίδας

δ) να τοποθετήσουν στη σωστή σειρά τις εικόνες της ιστορίας

Σε συνέχεια της προηγούμενης δραστηριότητας ο κ. Βέλκρο και η κ. Κολλιτσίδα παραμένουν με τους μαθητές, παρουσιάζοντάς τους σχετικές εικόνες της εφεύρεσης του βέλκρο, αλλά και της μορφολογίας της κολλιτσίδας. Αφού τις παρατηρήσουν προσεκτικά, τις περιγράφουν και η εκπαιδευτικός συγχρόνως θέτει ενδεικτικά ερωτήματα όπως:

α) Τι παρατηρήσατε σ' αυτές τις εικόνες;

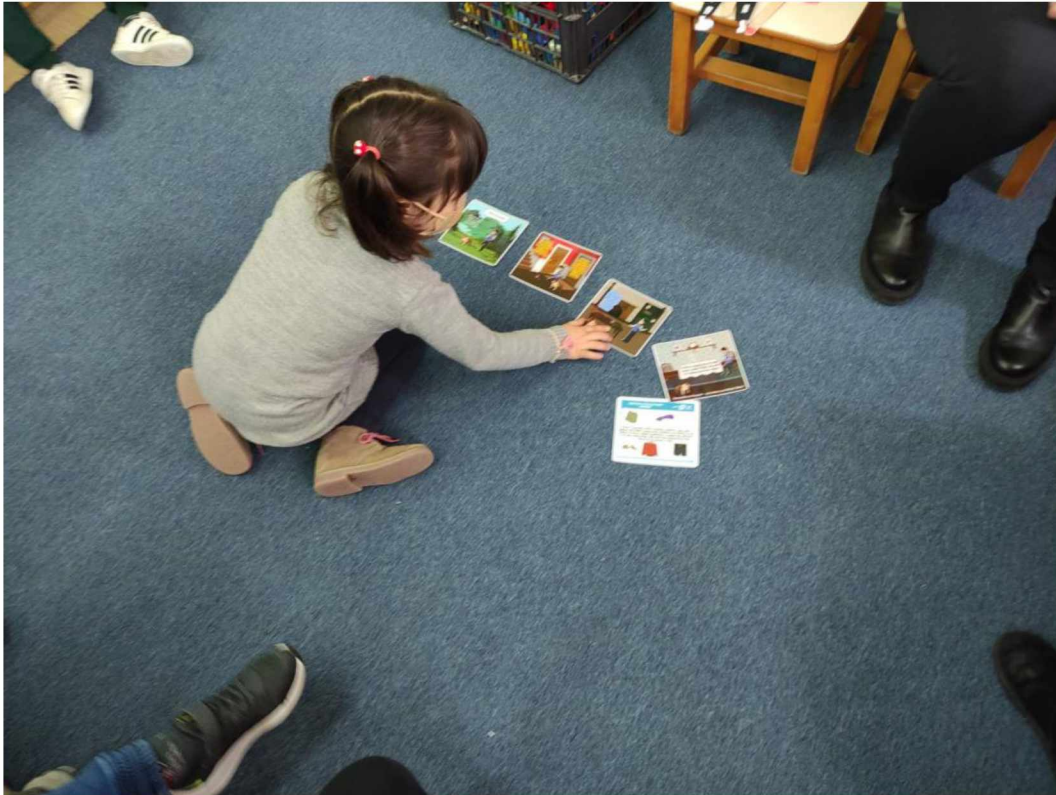
β) Ποια είναι η ιδιότητα της κολλιτσίδας και ποια η λειτουργία του βέλκρο;

γ) Ποια είναι η σχέση μεταξύ τους;

δ) Τι αντιγράφει η εφεύρεση του βέλκρο από την κολλιτσίδα;

ε) Που μοιάζουν και τα δύο;

Αφού τελειώσει η παραπάνω συζήτηση, οι μαθητές προχωρούν στη σειροθέτηση των παραπάνω εικόνων(βλ. Παράρτημα 2, σελ.156).



Εικόνα 4 : Σειροθέτηση εικόνων της ιστορίας της εφεύρεσης του βέλκρο

Δραστηριότητα 5^η : Πείραμα με διάφορα υλικά , τη κολλιτσίδα και το βέλκρο

Εκτιμώμενη Διάρκεια : 15´

Υλικά : τσόχα, μάλλινο ύφασμα, χαρτούφασμα, χαρτί, αλουμινόχαρτο, βαμβάκι, χαρτόνι, μαρκαδόροι, φυτό κολλιτσίδα, βέλκρο με αυτοκόλλητη ταινία σε άσπρο και μαύρο χρώμα

Οι διδακτικοί στόχοι της 5^{ης} δραστηριότητας είναι οι εξής:

- α) να πειραματιστούν με υλικά που έχουν στη διάθεσή τους
- β) να συμμετέχουν ενεργά σε όλη τη διαδικασία του πειράματος
- γ) να κατανοήσουν τον μηχανισμό αγκίστρωσης της κολλιτσίδας και του βέλκρο αντίστοιχα

δ) να κατασκευάσουν ένα πίνακα με τα υλικά που κολλούν στην κολλιτσίδα και στο βέλκρο και μ' αυτά που δεν κολλούν

ε) να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα του πειράματος

Σε συνέχεια της προηγούμενης δραστηριότητας, οι μαθητές κάνουν υποθέσεις με την προτροπή της εκπαιδευτικού σχετικά με τα υλικά που θα χρειαστούν για να υλοποιήσουν το πείραμα με το οποίο θα κατανοήσουν το μηχανισμό αγκίστρωσης της κολλιτσίδας και του βέλκρο αντίστοιχα. Στη συνέχεια, χωρίζονται σε ομάδες και αφού συγκεντρώσουν τα υλικά στα οποία έχουν καταλήξει ότι θα χρησιμοποιήσουν, πειραματίζονται με αυτά δημιουργώντας έναν πίνακα με εκείνα που κολλούν στην κολλιτσίδα και στο βέλκρο και με εκείνα που δεν κολλούν.

Αξίζει να σημειωθεί ότι για την καλύτερη κατανόηση του μηχανισμού αγκίστρωσης του βέλκρο από τους μαθητές, στον κάθε πίνακα τοποθετείται ένα μαύρο κομμάτι αυτοκόλλητης ταινίας βέλκρο με τα γαντζάκια και αντίστοιχα ένα άσπρο με τις θηλιές.

Ενδεικτικά ερωτήματα που τίθενται στους μαθητές είναι τα εξής:

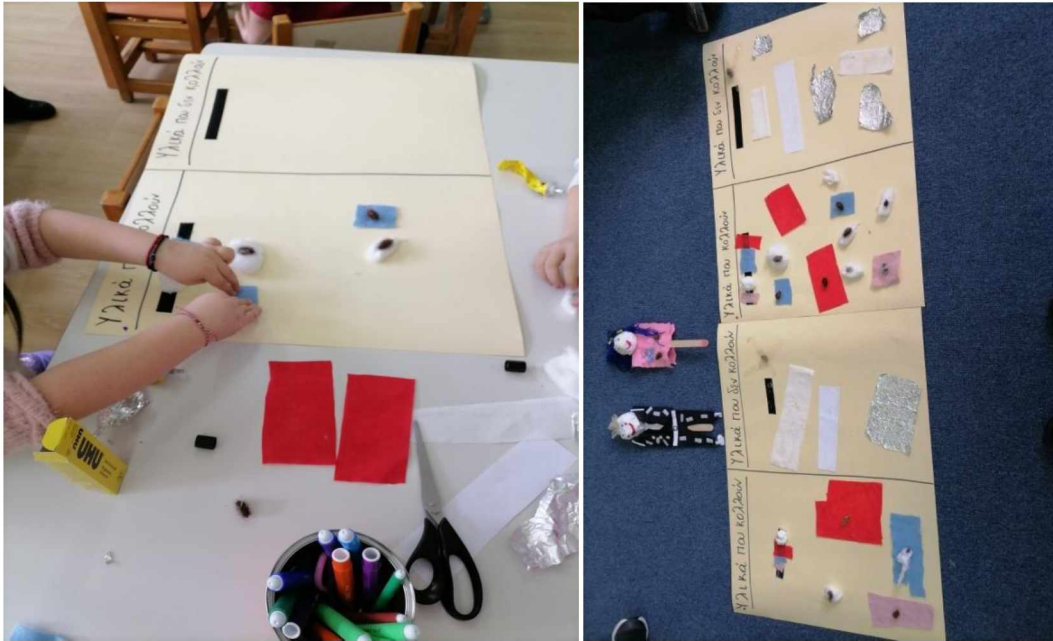
α) Ποια υλικά κολλούν στην κολλιτσίδα;

β) Ποια υλικά κολλούν στο βέλκρο;

γ) Ποιο υλικό από όλα αυτά διαπιστώσατε ότι κολλάει απευθείας στην κολλιτσίδα και αντίστοιχα στο βέλκρο;

δ) Από ποιο υλικό πιστεύετε ότι είναι ραμμένο το παλτό της μαμάς του κ. Μαϊμουδάκη;

Όταν διαμορφωθούν οι πίνακες, η κάθε μία ομάδα παρουσιάζει τον δικό της, αναλύοντας τα συμπεράσματα που εξήγαγε.



Εικόνα 5: Πείραμα με την κολλισίδα το βέλκρο και διάφορα υλικά

Δραστηριότητα 6^η : Επιλογή του βέλκρο για τη λύση του προβλήματος του παλτό

Εκτιμώμενη Διάρκεια : 20΄

Υλικά : τσόχα, μαρκαδόροι, ψαλίδι , βέλκρο με αυτοκόλλητο

Οι διδακτικοί στόχοι της 6^{ης} δραστηριότητας είναι οι εξής:

- α) να σκεφτούν και να επιλέξουν τη χρήση του βέλκρο για το πρόβλημα του παλτό της μαμάς του κ. Μαϊμουδάκη
- β) να σχεδιάσουν το περίγραμμα στο ύφασμα που έχουν επιλέξει και να κατασκευάσουν το δικό τους παλτό
- γ) να τοποθετήσουν και να εφαρμόσουν το βέλκρο στο παλτό που κατασκεύασαν Αφού έχουν λάβει υπόψη τους τα αποτελέσματα του πειράματός τους, οι μαθητές επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν το βέλκρο για να κλείσει το παλτό της μαμάς του κ. Μαϊμουδάκη και να μπορέσει να το φορέσει. Έτσι σχεδιάζουν, κόβουν και κολλούν το δικό τους

παλτό και τοποθετούν τις δύο αυτοκόλλητες ταινίες του βέλκρο σε αυτό και το ανοιγοκλείνουν για να κατανοήσουν την εφαρμογή του.



Εικόνα 6: Τοποθέτηση του βέλκρο στο παλτό

Δραστηριότητα 7^η : Ιχνογραφήματα και ομαδική εργασία των μαθητών

Εκτιμώμενη Διάρκεια : 20΄

Υλικά : χρωματιστά χαρτιά A4, μαρκαδόροι, αυτοκόλλητα πολύχρωμα χαρτάκια, κατασκευές παλτό των μαθητών , χαρτόνι , κόλλες

Οι διδακτικοί στόχοι της 7^{ης} δραστηριότητας είναι οι εξής:

- α) να αποτυπώσουν μέσα από τη ζωγραφική τη διαδικασία του πειράματος και την εφαρμογή του βέλκρο στο παλτό που κατασκεύασαν
- β) να γράψουν το δικό τους μήνυμα για τη λύση του προβλήματος του παλτό
- γ) να εκφράσουν τις εμπειρίες και τις εντυπώσεις τους

Οι μαθητές παρουσιάζουν στον κ. Μαιμουδάκη τα παλτό που έφτιαξαν, καθώς και τις ζωγραφιές που τους ζήτησε να του χαρίσουν, στις οποίες αποτυπώνουν τη διαδικασία του πειράματος και το παλτό που έφτιαξαν με το βέλκρο. Στο τέλος, συλλέγουν όλα τα παλτό και δημιουργούν όλοι μαζί μία ομαδική εργασία με αυτά τοποθετώντας αυτοκόλλητα πολύχρωμα χαρτάκια (post-it) και γράφοντας το δικό τους μήνυμα για τη λύση του προβλήματος του παλτό. Οι μαθητές παρουσιάζουν σε όλη την παρέα του κ. Μαιμουδάκη το έργο τους και μιλούν για τις εντυπώσεις τους στην εκπαιδευτικό.



Εικόνα 7 : Μήνυμα για το χαρούμενο παλτό

Δραστηριότητα 8^η : Η χρησιμότητα του βέλκρο και αναφορά σε αντικείμενα που αντιγράφουν ιδιότητες ζώων

Εκτιμώμενη Διάρκεια : 15΄

Υλικά : γαντόκουκλες σκηνή του κουκλοθέατρου αντιολισθητική βάση αυτοκινήτου
έγχρωμες εικόνες μαρκαδόροι λευκό χαρτί A4

Οι διδακτικοί στόχοι της 8^{ης} δραστηριότητας είναι οι εξής:

- α) να αναγνωρίσουν τη σημασία της χρησιμότητας του βέλκρο στην καθημερινή ζωή
- β) να αντιληφθούν και να αναγνωρίσουν παραδείγματα αντικειμένων της σύγχρονης τεχνολογίας, που η κατασκευή τους προσομοιάζει ιδιότητες ζώων
- γ) να προβούν στη ζωγραφική και ομαδοποίηση των παραπάνω παραδειγμάτων

Σε συνέχεια της προηγούμενης δραστηριότητας ο κ. Μαϊμουδάκης μαζί με την κ. Καμηλούλα δείχνουν στους μαθητές κι άλλες εικόνες από αντικείμενα που χρησιμοποιείται το βέλκρο στην καθημερινότητα. Μετά, οι μαθητές περιγράφουν αυτά που βλέπουν στις παραπάνω εικόνες και συμπεραίνουν ότι το βέλκρο είναι πολύ χρήσιμο στην καθημερινή μας ζωή.

Με βάση τα παραπάνω ο κ. Μαϊμουδάκης τους αναφέρει ότι όπως το βέλκρο κατασκευάστηκε αντιγράφοντας την ιδιότητα της κολλιτσίδας, έτσι και η αντιολισθητική βάση αυτοκινήτου, αντιγράφει την ιδιότητα του σαμιαμιδιού, που συγκολλείται πολύ ισχυρά σε μια επιφάνεια χωρίς να χάνει τη δυνατότητα ταχείας αποκόλλησης. Σε αυτό το σημείο η κ. Καμηλούλα προτρέπει τους μαθητές να αγγίζουν

την αντιολισθητική βάση αυτοκινήτου και να τοποθετήσουν ένα αντικείμενο που θέλουν πάνω σε αυτή και να ερμηνεύσουν ό,τι παρατηρούν.

Έπειτα, τους δείχνει εικόνες από στολές κολύμβησης που είναι ειδικά κατασκευασμένες από υλικό που προσομοιάζει την ιδιότητα του δέρματος του καρχαρία, το οποίο επιτρέπει τη ροή του νερού με σημαντικά μειωμένη αντίσταση συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην βελτίωση των επιδόσεων των αθλητών στην κολύμβηση.

Η εκπαιδευτικός βασιζόμενη σε αυτά που παρουσίασε ο κ. Μαϊμουδάκης θέτει τα εξής ερωτήματα:

- α) Για ποιο λόγο θεωρείτε ότι το βέλκρο είναι χρήσιμο;
- β) Γνωρίζετε κάποια άλλα αντικείμενα που χρησιμοποιείται το βέλκρο;
- γ) Τι καταφέρνει να κάνει πολύ καλά το σαμιαμίδι;
- δ) Τι αντέγραψε η κατασκευή της αντιολισθητικής βάσης αυτοκινήτου που σας έδειξε ο κ. Μαϊμουδάκης;
- ε) Τι καταφέρνουν να κάνουν πολύ καλά οι αθλητές φορώντας αυτό το μαγιό;

Στη συνέχεια οι μαθητές, αφού ζωγραφίσουν αυτά που παρακολούθησαν, ομαδοποιούν τα αντικείμενα που κατασκεύασε ο άνθρωπος προς χρήση του με το φυτό και το ζώο που μιμήθηκε αντίστοιχα.



Εικόνα 8 : Κουκλοθέατρο- Αναφορά και σε άλλα παραδείγματα βιομημητικής

2.2 Σκοποί και Στόχοι της Έρευνας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθεί η αλληλένδετη σχέση που αναπτύσσεται ανάμεσα στη φύση και στην τεχνολογία και πώς αυτή η σχέση μπορεί να αποτελέσει γνωστικό αντικείμενο και να εισαχθεί στην εκπαιδευτική διαδικασία, και πιο συγκεκριμένα στην προσχολική εκπαίδευση, στοχεύοντας στην αποτύπωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Ειδικότερα, επιδιώκεται να αξιολογηθεί η διδακτική παρέμβαση για την εφεύρεση του βέλκρο, του οποίου η κατασκευή μιμήθηκε την μορφολογία και την ιδιότητα του φυτού κολλιτσίδα. Έχοντας προσδιοριστεί ο γενικός σκοπός της έρευνας, ο Creswell (2016) χαρακτηρίζει αυτό το στάδιο ως το σημαντικότερο στην εξέλιξη της διαδικασίας, αφού ταυτόχρονα εισάγεται το περιεχόμενο της, προσδιορίζονται οι συμμετέχοντες και ο τόπος της έρευνας και διακρίνονται σε πρώτη φάση τα είδη των αποτελεσμάτων που επιδιώκει να βρει ο ερευνητής. Αναλυτικότερα, στα πλαίσια αυτής της ερευνητικής διαδικασίας οι στόχοι που αναμένεται να επιτευχθούν είναι οι μαθητές να μπορούν:

1. να αντιληφθούν τη σχέση μεταξύ φύσης και επιστήμης και την επίδραση αυτής στην καθημερινή ζωή,
2. να κατανοήσουν την άμεση σχέση της ιδιότητας του φυτού κολλιτσίδα με την εφεύρεση της κατασκευής του βέλκρο,
3. να διακρίνουν τη διαφορά μικρόκοσμου και μακρόκοσμου μέσω της συγκριτικής διερεύνησής τους,
4. να αναφέρουν επιπλέον παραδείγματα αντιγραφής της φύσης σε αντικείμενα της καθημερινότητας .

Λαμβάνοντας υπόψη τους παραπάνω σκοπούς και στόχους της ερευνητικής διαδικασίας, προκύπτουν ερευνητικά ερωτήματα, των οποίων οι απαντήσεις

επιδιώκεται να δοθούν μέσα στα πλαίσια της εν λόγω έρευνας. Ως εκ τούτου, όλα τα παραπάνω παραπέμπουν στον προσδιορισμό των κατωτέρω ερευνητικών ερωτημάτων :

EE1.: Έχουν την ικανότητα οι μαθητές της προσχολικής ηλικίας να κατανοήσουν το γεγονός ότι η τεχνολογία και η επιστήμη αντιγράφοντας τη φύση, κατασκευάζουν προϊόντα προς χρήση του ανθρώπου;

EE2.: Ποιες είναι οι γνώσεις των μαθητών για την χρήση οργάνων κατά την παρατήρηση του μικρόκοσμου και του ορατού κόσμου;

EE3. : Πώς μπόρεσαν οι μαθητές να περιγράψουν το φυτό κολλιτσίδα, το βέλκρο και την μεταξύ τους σχέση;

EE4. : Ποιες είναι οι γνώσεις των μαθητών προσχολικής ηλικίας για το ρόλο και τη χρησιμότητα του βέλκρο στην καθημερινή ζωή;

EE5. : Είναι ικανοί οι μαθητές της προσχολικής ηλικίας να διακρίνουν επιπλέον παραδείγματα αντιγραφής της φύσης σε αντικείμενα της καθημερινότητας;

2.2.1 Συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες της παρούσας έρευνας είναι 14 μαθητές, και πιο συγκεκριμένα 9 κορίτσια και 5 αγόρια και αποτελούν μέρος του συνόλου της τάξης που απαριθμεί 20 μαθητές. Ανήκουν στην ηλικιακή ομάδα των μαθητών του Νηπιαγωγείου και πιο συγκεκριμένα των νηπίων(5-6 ετών) και φοιτούν σε Δημόσιο Νηπιαγωγείο της Βόρειας Εύβοιας. Σύμφωνα με τους Cohen, Manion και Morrison(2007) το σύνολο των συμμετεχόντων καθορίστηκε μεν από τους σκοπούς και στόχους της ερευνητικής μελέτης που τέθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, αλλά και από την ιδιαίτερη φύση του μαθητικού δυναμικού της τάξης που τελεί υπό εξέταση. Οι συγκεκριμένοι μαθητές επιλέχθηκαν σκόπιμα από την εκπαιδευτικό – ερευνήτρια, αφού όπως υποστηρίζει ο

Schofield (όπως αναφέρεται στο Cohen, κ.ά., 2007) η στρατηγική δειγματοληψίας που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτή του δείγματος μη πιθανοτήτων, κατά την οποία κάποια μέλη του πληθυσμού των συμμετεχόντων θα αποκλειστούν από την ερευνητική διαδικασία μετά από σκέψη της ερευνήτριας. Έτσι επιλέγεται σκόπιμα ένας συγκεκριμένος αριθμός μελών του ευρύτερου πληθυσμού, που θα αποτελέσει τους συμμετέχοντες της έρευνας.

Με βάση τα παραπάνω η εκπαιδευτικός - ερευνήτρια επέλεξε μαθητές που να ανήκουν στην ίδια ηλικιακή ομάδα για την συγκεκριμένη έρευνα, δηλαδή τα νήπια της τάξης λόγω της ήδη προηγηθείσας φοίτησής τους στο Νηπιαγωγείο και των ήδη προϋπαρχουσών γνώσεων και δεξιοτήτων που έχουν κατακτήσει και που στοχεύουν σε ένα γόνιμο μαθησιακό αποτέλεσμα. Οι αυξημένες γνωστικές δεξιότητες που διαθέτουν σε αυτή την ηλικία τα νήπια όταν συνομιλούν με άλλους, καθώς επίσης και η ενίσχυση των επικοινωνιακών δεξιοτήτων τους μέσω της συμμετοχής τους στην εκπαιδευτική διαδικασία, συνέβαλαν στο να συμμετέχουν ενεργά στην σειρά των δραστηριοτήτων της ΔΜΣ της παρούσας έρευνας. Η Πεντέρη (2022) χαρακτηρίζει τη σπουδαιότητα της φοίτησης στο Νηπιαγωγείο ως κομβικής σημασίας, σχετίζοντάς την άμεσα με τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά αυτής της ηλικίας και με το παιδαγωγικό έργο που επιτελείται στη βαθμίδα αυτή με απώτερο σκοπό την καλλιέργεια νοητικών, κοινωνικών και συναισθηματικών δεξιοτήτων.

Η επιλογή της συμμετοχής των μαθητών στη ΔΜΣ, που προσεγγίζει το φαινόμενο της βιομημητικής και πιο συγκεκριμένα το παράδειγμα της μίμησης της λειτουργίας του βέλκρο από την ιδιότητα προσκόλλησης του φυτού κολλιτσίδα, αναδεικνύει την ικανότητα που έχουν σε αυτή την ηλικία να αναπτύξουν δεξιότητες της λογικής

σκέψης, να κατανοήσουν έννοιες, επεξηγώντας τις πληροφορίες που δέχθηκαν και να ανακαλύψουν τη νέα γνώση.

Αρχικά, όλοι οι συμμετέχοντες πριν την έναρξη της ερευνητικής διαδικασίας ενημερώθηκαν και ερωτήθηκαν εάν επιθυμούν να συμμετέχουν στις προγραμματισμένες δραστηριότητες που θα διεξαχθούν και αυτό επιβεβαιώθηκε με την ομόφωνη συγκατάθεση και επιθυμία όλων. Την ημέρα της έναρξης της συνέντευξης διαμορφώθηκαν όλες οι απαραίτητες συνθήκες που συντελούν στη διατήρηση του απορρήτου των προσωπικών δεδομένων και της ανωνυμίας των ερωτηθέντων με τον ειδικό χώρο που επιλέχθηκε μέσα στην τάξη. Με αυτόν τον τρόπο επιδιώχθηκε να καλλιεργηθεί ένα κλίμα σεβασμού και εμπιστοσύνης μεταξύ της ερευνήτριας – εκπαιδευτικού και των συνεντευξιαζόμενων, διαχωρίζοντας έτσι ταυτόχρονα την διαδικασία από το ημερήσιο ωρολόγιο πρόγραμμα που υλοποιείται στην τάξη. Αξίζει να σημειωθεί ότι όλοι οι εμπλεκόμενοι μαθητές ήταν το ίδιο πρόθυμοι και απόλυτα συνεργάσιμοι βοηθώντας τα μέγιστα στην ομαλή διεξαγωγή της διαδικασίας.

2.2.2 Συνθήκες της Έρευνας

Η παρούσα έρευνα διεξήχθη μέσα στη σχολική τάξη ενός Δημόσιου Νηπιαγωγείου στη Βόρεια Εύβοια . Κατά τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας οι συνθήκες που επικράτησαν ήταν πολύ ευνοϊκές για τους μαθητές διότι παρέμειναν στη σχολική τους τάξη και συμμετείχαν με ενθουσιασμό και μεγάλη προθυμία. Εξάλλου όπως σημειώνει και η Κακανά (2015) κάθε στιγμιότυπο που αποτυπώνεται μέσα στη σχολική τάξη, διαδραματίζεται μέσα σε ένα πλαίσιο χώρου και χρόνου που οριοθετείται και καθορίζεται σημαντικά κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας. Δεδομένου ότι οι μαθητές ένιωσαν την οικειότητα που τους προσφέρει ο χώρος της τάξης τους

καθημερινά, η ερευνητική διαδικασία διεξήχθη με ομαλότητα, τηρώντας όλες τις προϋποθέσεις εκείνες που συντελούν στο να χαρακτηριστεί μία έρευνα επιτυχής. Προκειμένου να διευκολυνθεί η διαδικασία και για λειτουργικούς λόγους, έγινε διαφορετική διαρρύθμιση του χώρου της τάξης κυρίως στη γωνιά του κουκλοθέατρου και της παρεούλας συμβάλλοντας έτσι στην ομαλή διεξαγωγή των δραστηριοτήτων της ΔΜΣ που υλοποιήθηκαν. Σε αυτό το σημείο ο σχολικός χώρος λειτούργησε ως πεδίο εφαρμογής της μάθησης, αξιοποιώντας συγχρόνως την παιδαγωγική διάσταση που τον χαρακτηρίζει και αναδεικνύοντας τον πολυδιάστατο ρόλο που έχει μέσα στο σχολείο. Αυτό επιβεβαιώνει και η Κακανά (2019) τονίζοντας την πολύπλευρη σημασία του στο σχολικό περιβάλλον και πιο συγκεκριμένα σε μία τάξη Νηπιαγωγείου, προσφέροντας πολλαπλά μηνύματα και πληρώντας εξ' ολοκλήρου όλες τις προϋποθέσεις για τη διεξαγωγή δράσεων που προωθούν τη συλλογικότητα, την αλληλεπίδραση, τη βιωματική μάθηση και την ανάληψη πρωτοβουλιών. Όλα τα παραπάνω επιβεβαιώνονται μέσω της υλοποίησης των οκτώ δραστηριοτήτων της ΔΜΣ που πραγματοποιήθηκαν μέσα στη σχολική τάξη, της οποίας ο χώρος λειτούργησε υποστηρικτικά στη διαμόρφωση ενός μαθησιακού περιβάλλοντος που αναπτύσσονται κοινωνικοί δεσμοί μεταξύ των μαθητών και προωθείται η αυτονομία, η δημιουργική εξερεύνηση και η ελεύθερη έκφραση.

2.2.3 Επιλογή Ποιοτικής Μεθόδου Έρευνας

Επιλέγοντας την ποιοτική μέθοδο έρευνας έχουμε τη δυνατότητα να αξιοποιήσουμε το εργαλείο της συνέντευξης σε συνδυασμό με την παρατήρηση, την περιγραφή και την ερμηνεία των φαινομένων, όπως ακριβώς είναι στην πραγματικότητα (Eisner, 2017). Κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης μεθόδου ο ερευνητής μπορεί να επικεντρωθεί στο

υπό διερεύνηση θέμα, να εντρυφήσει στην ανάλυσή του, καθώς μπορεί να αποκωδικοποιήσει εξωτερικεύσεις του προσώπου και κινήσεις του σώματος (Eisner, 2017).Εξάλλου, σύμφωνα με τον ίδιο οι αντιλήψεις και η κουλτούρα του ερευνητή έχουν αντίκτυπο στη συλλογή και ερμηνεία των δεδομένων, καθώς και στην εξαγωγή των συμπερασμάτων. Στη συγκεκριμένη μέθοδο η εκπαιδευτικός- ερευνήτρια κάνει χρήση όλων των στοιχείων που απαιτεί η έρευνα, παρατηρώντας και σχολιάζοντας προσεκτικά τους συμμετέχοντες, καθώς διατηρεί προσωπική επαφή με τον καθένα, συνομιλεί μαζί τους και επεξεργάζεται τον τρόπο έκφρασης και αντίδρασης, εκμαιεύοντας τα δικά της συμπεράσματα.

2.2.4 Μέθοδος και Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων

Η επιλογή της κατάλληλης ερευνητικής μεθοδολογίας και των αντίστοιχων ερευνητικών εργαλείων έχει πρωταρχική σημασία για τη συλλογή έγκυρων και αξιόπιστων ερευνητικών δεδομένων.

Ημιδομημένη συνέντευξη

Στηριζόμενοι στην άποψη του Woods (1986), καταλήγουμε ότι η συνέντευξη αποτελεί τρόπο προσέγγισης των ανθρώπινων αντιλήψεων, αλλά ταυτόχρονα και το έναυσμα να αναδυθούν καταστάσεις και συμβάντα και εν συνεχεία μέσα από αυτά να αναδειχθεί η ροή των στοιχείων τους.

Στην παρούσα έρευνα ένα από τα ερευνητικά εργαλεία που επιλέχθηκαν είναι η ημιδομημένη συνέντευξη. Στις ποιοτικές έρευνες, σύμφωνα με τους Cohen και Manion (1994), συναντάται και ο όρος «μη δομημένη συνέντευξη», προκειμένου να γίνει σαφής διάκριση από τον όρο «δομημένη συνέντευξη», η οποία συναντάται κατά κόρον στις

ποσοτικές έρευνες. Συγκεκριμένα, η ημιδομημένη συνέντευξη αποτελεί μια μορφή μη δομημένης συνέντευξης που διεξάγεται σε ένα ανοιχτό πεδίο εφαρμογής και βασίζεται στους αρχικούς σχεδιασμούς και τη θεματολογία που έχει επιλέξει ο ερευνητής. Κατά τη διάρκεια της παρούσας συνέντευξης παρόλο που τα ερωτήματα έχουν προαποφασιστεί, η ευελιξία που προσφέρει η ημιδομημένη συνέντευξη, αφήνει το περιθώριο για διευκρινιστικές ερωτήσεις και διασαφηνίσεις, συμβάλλοντας στην αποτελεσματική επικοινωνία των συνομιλητών, καθώς και στην οικοδόμηση νοημάτων (Mishler, 1996). Επιβεβαιώνοντας τα παραπάνω, ο ίδιος εστιάζει στη σχέση αλληλεπίδρασης που αναπτύσσεται μεταξύ συνεντευκτή και συνεντευξιαζόμενου και στο βαθμό ειλικρίνειας που διακατέχει τη διαδικασία της συνέντευξης.

Έχοντας προηγηθεί μια πιλοτική συνέντευξη με έναν μαθητή, προκειμένου να εξακριβωθεί η διαδοχή των ερωτημάτων και τυχόν λάθη αυτών, πραγματοποιείται μια ηχογραφημένη συνέντευξη με κάθε μαθητή χωριστά, αφού πρώτα διευκρινιστεί το νόημα των ερωτημάτων προς διευκόλυνσή τους και αποφυγή παρανοήσεων. Μέσα από την εν λόγω διαδικασία η ερευνήτρια-εκπαιδευτικός είναι σε θέση να διακρίνει το ύφος του προσώπου των μαθητών και τις εκφράσεις τους, με σκοπό τη διευκόλυνση ως προς την ερμηνεία των αποτελεσμάτων και την εξαγωγή γόνιμων συμπερασμάτων.

Η ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε περιλαμβάνει τη σύνταξη των έξι ερωτημάτων ανοιχτού και κλειστού τύπου από την εκπαιδευτικό- ερευνήτρια, τη διαδικασία της συνέντευξης με κάθε μαθητή χωριστά και την ηχογράφιση των απαντήσεων, πριν και μετά τη διεξαγωγή της ΔΜΣ. Τα παραπάνω ερωτήματα του οδηγού της συνέντευξης, αναλύονται σύμφωνα με τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο, σε τρεις θεματικοί άξονες ως εξής:

1^{ος}ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ : Η σχέση της φύσης και της τεχνολογίας

Ο πρώτος θεματικός άξονας πραγματεύεται τη σχέση που αναπτύσσεται μεταξύ φύσης και τεχνολογίας, ερμηνεύοντας έτσι το φαινόμενο της βιομιμητικής, μέσω των ερευνητικών ερωτημάτων: *«EE1.: Έχουν την ικανότητα οι μαθητές της προσχολικής ηλικίας να κατανοήσουν το γεγονός ότι η τεχνολογία και η επιστήμη αντιγράφοντας τη φύση, κατασκευάζουν προϊόντα προς χρήση του ανθρώπου;», EE5. : Είναι ικανοί οι μαθητές της προσχολικής ηλικίας να διακρίνουν επιπλέον παραδείγματα αντιγραφής της φύσης σε αντικείμενα της καθημερινότητας;»*. Ειδικότερα, τα παραπάνω προκύπτουν από το ερώτημα της ημιδομημένης συνέντευξης *« Οι επιστήμονες παρατηρώντας ζώα και φυτά της εξοχής έφτιαζαν διάφορα πράγματα που τα χρησιμοποιούμε πολύ συχνά. Γνωρίζεις κανένα;», Ποιο πράγμα που χρησιμοποιείται πολύ συχνά, έφτιαζαν οι επιστήμονες παρατηρώντας τα ζώα και τα φυτά στην εξοχή;»*

2^{ος}ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ : Μορφολογικές ομοιότητες κολλιτσίδα με το βέλκρο και η χρησιμότητα του βέλκρο στην καθημερινή ζωή

Στον συγκριμένο θεματικό άξονα αναπτύσσεται η σχέση του φυτού κολλιτσίδα με την εφεύρεση του βέλκρο που τυγχάνει να είναι ένα αντικείμενο ευρείας αναγνώρισης και είναι εμπνευσμένο από τη φύση. Επιπρόσθετα, μέσα από την προσέγγιση αυτής της σχέσης τονίζεται η χρησιμότητά του σε διάφορα αντικείμενα της καθημερινής ζωής. Όλα τα παραπάνω επιτυγχάνονται μέσω των ερευνητικών ερωτημάτων: *«EE3. : Πώς μπόρεσαν οι μαθητές να περιγράψουν το φυτό κολλιτσίδα , το βέλκρο και την μεταξύ τους σχέση;», EE4. : Ποιες είναι οι γνώσεις των μαθητών προσχολικής ηλικίας για το ρόλο και τη χρησιμότητα του βέλκρο στην καθημερινή ζωή;»*. Αναλυτικότερα, τα παραπάνω προκύπτουν από τα κατωτέρω ερωτήματα της ημιδομημένης συνέντευξης: *«Γνωρίζεις την κολλιτσίδα; Πού την έχεις δει; Πώς κολλάει*

η κολλιτσίδα;, Γνωρίζεις το βέλκρο; Τι είναι αυτό; Πού το έχεις δει;, Με ποιο τρόπο πιστεύεις ότι κολλάει το βέλκρο;»

3^{ος}ΘΕΜΑΤΙΚΟΣ ΑΞΟΝΑΣ : Κατανόηση των εννοιών μικρόκοσμου και μακρόκοσμου μέσω της χρήσης των οργάνων παρατήρησής τους

Στον τελευταίο θεματικό άξονα προσεγγίζονται οι έννοιες του μικρόκοσμου και του μακρόκοσμου μέσω της χρήσης του μεγεθυντικού φακού και του μικροσκοπίου, στοχεύοντας έτσι στον έκδηλο διαχωρισμό των εννοιών. Αυτό επιδιώκεται μέσω του ερευνητικού ερωτήματος : *«ΕΕ2.: Ποιες είναι οι γνώσεις των μαθητών για την χρήση οργάνων κατά την παρατήρηση του μικρόκοσμου και του ορατού κόσμου;»* και συγκεκριμένα με το ερώτημα: *« Ξέρεις πώς μπορούμε να μεγαλώσουμε πράγματα για να τα δούμε καλύτερα;, Γνωρίζεις κάποιο εργαλείο που μπορούμε να το καταφέρουμε αυτό;»*, που απαντάται στην ημιδομημένη συνέντευξη.

Στη συνέχεια ξεκινά η υλοποίηση των δραστηριοτήτων της ΔΜΣ, ενώ με τη λήξη αυτών οι μαθητές καλούνται να συμμετέχουν εκ νέου στην ίδια διαδικασία της συνέντευξης, απαντώντας στις ίδιες ερωτήσεις. Αφού ολοκληρώθηκαν οι συνεντεύξεις των νηπίων, η εκπαιδευτικός- ερευνήτρια συγκεντρώνει τις απαντήσεις, προχωρά στην απομαγνητοφώνηση και την καταγραφή αυτών, έτσι ώστε η αποτύπωσή τους να καταστεί ακριβής, κάτι το οποίο δε θα ήταν εφικτό μόνο με την καταχώρηση στο προσωπικό ημερολόγιο της. Έπειτα η ίδια προχωρά στην καταχώριση και την επεξεργασία των δεδομένων μέσω του προγράμματος Excel. Σημειώνεται ότι μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω διαδικασιών ζητήθηκε από τους μαθητές να συμπληρώσουν ένα φύλλο αυτοαξιολόγησης, με σκοπό την αποτίμηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων τόσο για τους ίδιους όσο και για την εκπαιδευτικό-ερευνήτρια.

Τα ιχνογραφήματα των μαθητών

Ένα από τα ερευνητικά εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκπαιδευτική έρευνα για τη συλλογή δεδομένων, εκτός από την συνέντευξη των μαθητών, είναι τα ιχνογραφήματά τους. Ο Chang (2012) θεωρεί τα ιχνογραφήματα των μαθητών ένα από τα πιο βασικά ερευνητικά εργαλεία, κυρίως όταν οι συμμετέχοντες είναι μαθητές προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας, οι οποίοι αντιμετωπίζουν δυσκολία να γράψουν και να εκφράσουν με προφορικό λόγο τις σκέψεις τους και τις ιδέες τους.

Ο ίδιος, αναφερόμενος, πιο συγκεκριμένα στη γνωστική περιοχή των Φ.Ε έχει καταλήξει στο συμπέρασμα ότι όταν ο μαθητής ζωγραφίζει μία έννοια των Φ.Ε που διδάσκεται, το ενδιαφέρον του σταδιακά αυξάνεται. Μέσα από το ιχνογράφημά του παρέχονται χρήσιμες πληροφορίες και δεδομένα προς ανάλυση σχετικά με το πώς αντιλαμβάνεται ο ίδιος την συγκεκριμένη επιστημονική έννοια που έχει διδαχθεί (Brenneman and Louro όπως αναφέρεται στο Chang, 2012).

Γι' αυτό το λόγο τα παιδικά ιχνογραφήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως διαγνωστικά εργαλεία, προκειμένου να εξεταστεί το επίπεδο κατανόησης της έννοιας που ερευνάται από τους μαθητές, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση του εκπαιδευτικού. Πρόκειται για μία αποτελεσματική και αποδοτική μέθοδο αξιολόγησης που αντικατοπτρίζει τι γνωρίζουν στην αρχή και τι έχουν μάθει οι μαθητές στο τέλος της μαθησιακής διαδικασίας (Chang, 2012).

Συν τοις άλλοις ο Bowker (2007) υποστηρίζει ότι από την ανάλυση των παιδικών ιχνογραφημάτων προκύπτουν σημαντικά δεδομένα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων της έρευνας, γιατί αξιολογούν ποιες πτυχές της

μάθησης έχουν κατακτηθεί από τους μαθητές και σε ποιο βαθμό η διδακτική παρέμβαση ήταν επιτυχής.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, στην παρούσα έρευνα τα ιχνογραφήματα που προέκυψαν από τις οκτώ δραστηριότητες της ΔΜΣ αποτέλεσαν ερευνητικό εργαλείο, το οποίο αξιοποιήθηκε για τη διερεύνηση της κατάκτησης της νέας γνώσης των μαθητών, αυτής δηλαδή που αποκόμισαν σχετικά με τη κατανόηση του φαινομένου της βιομιμητικής, των εννοιών του μικρόκοσμου, του μακρόκοσμου, της μεγέθυνσης και τη χρησιμότητα των οργάνων παρατήρησης καθώς και την εφαρμογή και χρησιμότητα του βέλκρο στην καθημερινή ζωή.

Αναλυτικότερα, στο πλαίσιο της δεύτερης και τρίτης, δραστηριότητας ζητήθηκε από τους μαθητές στα ανοικτού τύπου φύλλα εργασίας να ζωγραφίσουν το φυτό κολλιτσίδα και το βέλκρο αντίστοιχα όπως τα παρατήρησαν με το μάτι τους, τον μεγεθυντικό φακό και το ψηφιακό μικροσκόπιο, ενώ στο τρίτο φύλλο εργασίας τον μηχανισμό αγκίστρωσής τους όπως τον κατανόησαν.

Στο πλαίσιο της έβδομης δραστηριότητας και ειδικότερα στο τέταρτο φύλλο εργασίας, οι μαθητές κλήθηκαν να ζωγραφίσουν τη λύση που βρέθηκε για τον τρόπο κλεισίματος του παλτό της μαμάς του κ. Μαιμούδακη, δηλαδή την τοποθέτηση και την εφαρμογή του βέλκρο πάνω στο παλτό.

Στο πέμπτο και τελευταίο φύλλο εργασίας ζητήθηκε από τους μαθητές να σχηματίσουν τις ομάδες με τα αντικείμενα που μιμούνται τα αντίστοιχα ζώα και φυτά που επεξεργάστηκαν νωρίτερα. Στον πρώτο κύκλο ζωγράρισαν το βέλκρο που η κατασκευή του αντιγράφει τον μηχανισμό αγκίστρωσης της κολλιτσίδας, στον δεύτερο κύκλο την αντιολισθητική βάση αυτοκινήτου που η κατασκευή της αντιγράφει την ιδιότητα του σαμιαμιδιού, που συγκολλείται πολύ ισχυρά σε μια επιφάνεια χωρίς να

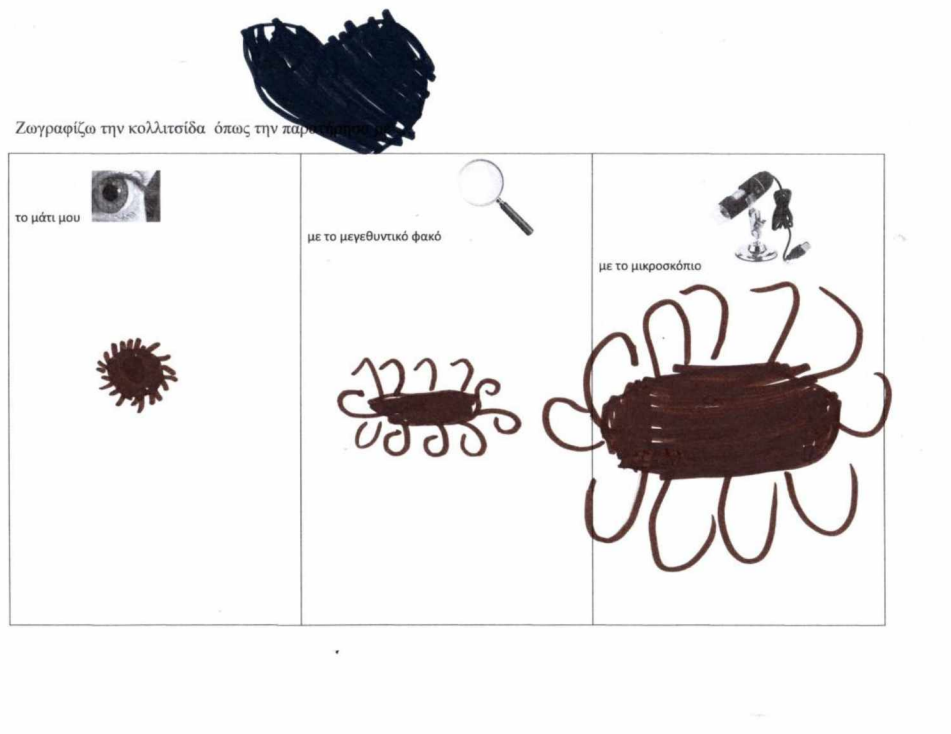
χάνει τη δυνατότητα ταχείας αποκόλλησης ενώ στον τρίτο κύκλο τη στολή κολύμβησης που είναι ειδικά κατασκευασμένη από υλικό που προσομοιάζει την ιδιότητα του δέρματος του καρχαρία, το οποίο επιτρέπει τη ροή του νερού με σημαντικά μειωμένη αντίσταση.

Ακολούθως η ανάλυση των ιχνογραφημάτων των μαθητών έγινε σύμφωνα με την επιστημονική ακρίβεια της απεικόνισης λαμβάνοντας υπόψη, ταυτόχρονα και τη διδακτική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στις δραστηριότητες της ΔΜΣ που υλοποιήθηκαν αλλά και τους επιδιωκόμενους μαθησιακούς στόχους της κάθε μίας. Ως εκ τούτου, μέσα από την παρατήρηση και την ανάλυση των ιχνογραφημάτων των πέντε φύλλων εργασίας που κλήθηκαν οι μαθητές να επεξεργαστούν, σχηματίστηκαν κατηγορίες για το κάθε ένα σύμφωνα με τα δεδομένα που παρήγαγαν οι ίδιοι. Αναφορικά με τα ιχνογραφήματα των μαθητών που συλλέχθηκαν με βάση το πρώτο φύλλο εργασίας και ειδικότερα τον τρόπο παρατήρησης της κολλιτσίδα αρχικά με το μάτι τους, προέκυψαν δύο κατηγορίες. Στην πρώτη οι μαθητές ζωγράφισαν όπως έβλεπαν την κολλιτσίδα, με μικρό μέγεθος και τα γαντζάκια με ευθείες γραμμές χωρίς το αγκιστρωτό μέρος τους και στη δεύτερη αντίστοιχα τη ζωγράφισαν σε μεγαλύτερο μέγεθος απ' ότι φαίνεται με το μάτι και το μέρος του γάντζου πιο εμφανές.

Σχετικά με τον δεύτερο τρόπο παρατήρησης του φυτού με τον μεγεθυντικό φακό, προέκυψαν, σύμφωνα με τα σχετικά ιχνογραφήματα, δύο κατηγορίες. Η πρώτη αφορά τη σχεδίαση και τη ζωγραφική της κολλιτσίδα σε πιο μεγάλο μέγεθος συγκριτικά με την παρατήρησή τους με γυμνό μάτι και η δεύτερη τη ζωγραφική του φυτού χωρίς το αναμενόμενο μέγεθος που αποκτά, παρατηρώντας τη με τον μεγεθυντικό φακό.

Στο τρίτο τρόπο παρατήρησης κατά τον οποίο χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό μικροσκόπιο σχηματίστηκαν δύο κατηγορίες με βάση αυτά που ζωγράφισαν οι μαθητές.

Στην πρώτη η κολλιτσίδα απεικονίζεται με την πιο μεγάλη διάσταση που αποκτούσε μέσω της παρατήρησής τους καθώς και τα γαντζάκια της με μεγάλο μέγεθος ενώ στη δεύτερη παραμένει η πιο μεγάλη διάστασή της χωρίς τα γαντζάκια της.



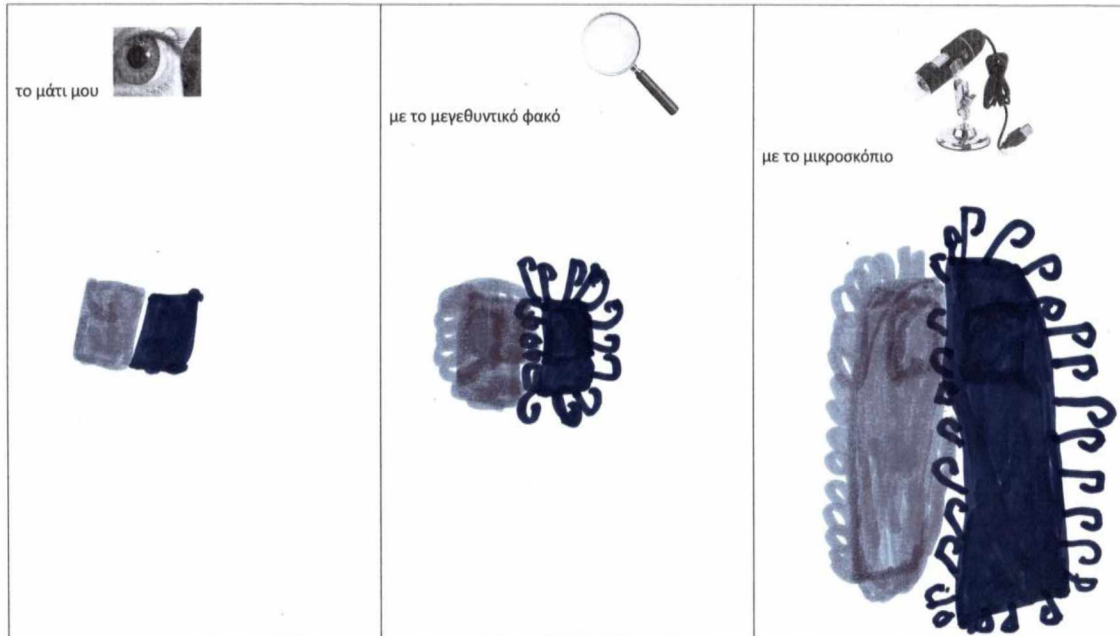
Εικόνα 9 : 1^ο Φύλλο Εργασίας

Συνεχίζοντας, τα ιχνογραφήματα που συλλέχθηκαν με βάση το δεύτερο φύλλο εργασίας και ειδικότερα τον τρόπο παρατήρησης του βέλκρο πρώτα με το μάτι τους, προέκυψαν δύο κατηγορίες. Στην πρώτη ζωγράφισαν το βέλκρο σε μικρό μέγεθος και σε σχήμα ορθογώνιου παραλληλόγραμμου με τα σωστά χρώματα όπως παρουσιάστηκαν στην δραστηριότητα, δηλαδή άσπρο χρώμα τις θηλιές του και με μαύρο χρώμα τα γαντζάκια του ,ενώ στη δεύτερη σε μικρό μέγεθος αλλά πρόσθεσαν και τις θηλιές στο άσπρο χρώμα και τα γαντζάκια στο μαύρο, σχηματίζοντάς τα με μεγαλύτερη διάσταση, κάτι το οποίο δεν είναι τόσο ορατό με το μάτι.

Όταν παρατήρησαν οι μαθητές το βέλκρο με τον μεγεθυντικό φακό, σύμφωνα με τα ιχνογραφήματα που παρήγαγαν, προέκυψαν εξίσου δύο κατηγορίες. Στην πρώτη το ζωγράφισαν πιο μεγάλο συγκριτικά με την προηγούμενη παρατήρηση που έγινε με γυμνό μάτι καθώς επίσης και τα γαντζάκια του να φαίνονται στο μαύρο χρώμα πιο μεγάλα, διακρίνοντας φανερά το αγκιστρωτό τους μέρος και τις θηλιές του στο άσπρο χρώμα να είναι εμφανείς. Απεναντίας στη δεύτερη κατηγορία το ζωγράφισαν σε πολύ μικρό μέγεθος, αλλά τα γαντζάκια να είναι μεγάλα, τονίζοντας το αγκιστρωτό τους μέρος στο μαύρο χρώμα του και τις θηλιές του στο άσπρο αντίστοιχα.

Τα ιχνογραφήματα που συλλέχθηκαν από τον τρίτο τρόπο παρατήρησης του βέλκρο, κατά τον οποίο χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό μικροσκόπιο, είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία δύο κατηγοριών. Η μεν πρώτη αφορά το σχεδιασμό και τη ζωγραφική του βέλκροστην πιο μεγάλη διάσταση που αποκτούσε παρατηρώντας το με το μικροσκόπιο, σχεδιάζοντας τα γαντζάκια συγχρόνως στο πιο μεγάλο μέγεθος στο μαύρο χρώμα αλλά και τις θηλιές στο άσπρο χρώμα ,ενώ η δεύτερη το ζωγράφισε σε πολύ μικρό μέγεθος αλλά τα γαντζάκια του και τις θηλιές του να φαίνονται μεγαλύτερα στα αντίστοιχα χρώματα.

Ζωγραφίζω το βέλκρο όπως το παρατήρησα με



Εικόνα 10:2° Φύλλο Εργασίας

Ακολούθως, τα ιχνογραφήματα που συγκεντρώθηκαν με βάση το τρίτο φύλλο εργασίας, κατά το οποίο οι μαθητές κλήθηκαν να ζωγραφίσουν τον μηχανισμό αγκίστρωσης της κολλιτσίδας αλλά και του βέλκρο αντίστοιχα, δημιουργήθηκαν δύο κατηγορίες. Στη μεν πρώτη ανήκουν οι μαθητές που κατανόησαν τον μηχανισμό αγκίστρωσης, ζωγραφίζοντας τα δύο μέρη στη σωστή θέση, δηλαδή οι γάντζοι να γαντζώνονται ισχυρά στις θηλιές του υφάσματος, ενώ στη δεύτερη τα δύο μέρη να έχουν απόσταση μεταξύ τους χωρίς να απεικονίζεται η πρόσδεση αυτών.



Εικόνα 11: 3^ο Φύλλο Εργασίας

Αναφορικά με τα ιχνογραφήματα των μαθητών που συλλέχθηκαν με βάση το τέταρτο φύλλο εργασίας που αφορούσε τη ζωγραφική της λύσης που βρέθηκε στο πρόβλημα του παλτό της μαμάς του κ. Μαϊμουδάκη, σχηματίστηκαν τρεις κατηγορίες. Στην πρώτη οι μαθητές ζωγράρισαν το βέλκρο όπως το τοποθέτησαν πάνω στο παλτό που έφτιαξαν για να κλείνει κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας με τα σωστά χρώματα και με το μέγεθος που είναι ορατό με το μάτι τους, ενώ στη δεύτερη ζωγράρισαν το παλτό με απόσταση από το βέλκρο, διατηρώντας τα χρώματά του. Στην τελευταία κατηγορία δεν ζωγράρισαν μόνο το βέλκρο πάνω στο παλτό όπως τους ζητήθηκε αλλά και τους άλλους δύο ήρωες της ιστορίας, τον κ. Βέλκρο και την κ. Κολλιτσιδα.

Ζωγραφίζω την λύση που βρήκατε και είναι χαλαρό
το παιδί.



Εικόνα 12: 4^ο Φύλλο Εργασίας

Εν κατακλείδι από τα ιχνογραφήματα των μαθητών που συγκεντρώθηκαν με βάση το πέμπτο φύλλο εργασίας που αφορούσε το σχηματισμό των ομάδων με τα αντικείμενα που μιμούνται τα αντίστοιχα ζώα και φυτά, δημιουργήθηκαν δύο κατηγορίες. Στην πρώτη οι μαθητές σχημάτισαν τρεις κύκλους και ζωγράρισαν την κάθε ομάδα όπως προέκυψε σύμφωνα με την δραστηριότητα (1^η ομάδα: κολλιτσίδα – βέλκρο, 2^η ομάδα: σαμιαμίδι – αντιολισθητική βάση αυτοκινήτου και 3^η ομάδα: καρχαρίας – μαγιό κολυμβητή), ενώ αντίθετα στη δεύτερη, οι τρεις ομάδες ήταν ελλειπείς και περιείχαν στους κύκλους ζωγραφισμένα μόνο τα αντικείμενα μίμησης.



Φτιάχνω τις ομάδες με τα αντικείμενα που κινούνται τα ζώα και τα φυτά.

Εικόνα 13:5° Φύλλο Εργασίας

Μη συμμετοχική παρατήρηση

Ο όρος «παρατήρηση» αναφέρεται στην ενδεδειγμένη παρακολούθηση και καταγραφή της πορείας μίας διαδικασίας, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα μέσα και όργανα μελέτης και έρευνας, χωρίς την πρόθεση παρέμβασης για τροποποίηση των δεδομένων που συλλέχθηκαν (Βάμβουκας, 2010). Αναγνωρίζοντας την παρατήρηση ως μια σημαίνουσα μέθοδος ποιοτικής έρευνας, αυτή αξιοποιείται όχι μόνο για τη συλλογή δεδομένων, αλλά και την ερμηνεία τους, σύμφωνα με τον στόχο που έχει τεθεί. Για αυτό τον λόγο ο Βάμβουκας (2010) θέτει ως προϋπόθεση μια προσεκτικά σχεδιασμένη παρατήρηση, προκειμένου τα χαρακτηριστικά και η κρίση του ερευνητή να λειτουργήσουν αντικειμενικά στην ερμηνεία των δεδομένων.

Εκμεταλλευόμενοι την ευελιξία που προσφέρει η παρατήρηση, στην παρούσα έρευνα επιλέγεται η μη συμμετοχική παρατήρηση, κατά την οποία ο ερευνητής δε συμμετέχει ενεργά στη διαδικασία, παρά μόνο παρατηρεί και καταγράφει τις δραστηριότητες. (Cajendra & Kanka, 2004). Η επιλογή της βασίζεται στη δυνατότητα που δίνεται στον ερευνητή για επιτόπια παρακολούθηση των συμβάντων και πρόσβαση στην προσωπική γνώση (Patton, όπως αναφέρεται στο Cohen, κ.α., 2007). Ειδικότερα, στην εν λόγω ερευνητική διαδικασία, με την έναρξη των δραστηριοτήτων της διδακτικής παρέμβασης, μια εκπαιδευτικός του Συλλόγου Διδασκόντων παίρνει τον ρόλο της παρατηρήτριας, καταγράφοντας το περιεχόμενο των ερωτήσεων των φύλλων παρατήρησης, τα οποία αντιστοιχούν στον αριθμό των δραστηριοτήτων της ΔΜΣ, και τηρώντας παράλληλα διακριτική παρουσία στο χώρο.

Στο κάθε φύλλο παρατήρησης αναγράφεται η εκτιμώμενη διάρκεια της κάθε δραστηριότητας που έχει καθοριστεί εξ αρχής από την εκπαιδευτικό – ερευνήτρια και που πρέπει να λάβει υπόψη της η παρατηρήτρια, οι διδακτικοί στόχοι που επιδιώκεται

να κατακτηθούν στην κάθε μία δραστηριότητα καθώς και τα επτά ερωτήματα κυρίως ανοικτού τύπου. Το πρώτο εξ αυτών αφορά τον αριθμό των μαθητών που συμμετέχουν στην κάθε δραστηριότητα, ενώ το δεύτερο αναφέρεται στο χώρο που υλοποιήθηκε η κάθε μία και σε ποιο βαθμό αυτός επηρέασε την συμμετοχή των μαθητών κατά τη διάρκεια της υλοποίησής της. Εν συνεχεία το τρίτο ερώτημα εξετάζει εάν επιτεύχθηκε η εκτιμώμενη διάρκεια της κάθε δραστηριότητας που έχει προκαθορισθεί και αν απαιτείται περισσότερος ή λιγότερος χρόνος για την υλοποίησή της τελικά.

Ακολούθως το τέταρτο ερώτημα εστιάζει στο αν συνάντησαν δυσκολία οι μαθητές στο περιεχόμενο της δραστηριότητας και στην κατανόηση των εννοιών που αυτή πραγματευόταν, ενώ το πέμπτο σχετίζεται με το κατά πόσο οι μαθητές συμμετείχαν ενεργά σε αυτή και σε ποιο βαθμό εκδήλωσαν το ενδιαφέρον τους. Το έκτο ερώτημα αναφέρεται στο ρόλο που αποκτά η εκπαιδευτικός κατά τη διάρκεια της κάθε δραστηριότητας και αν τον εκλαμβάνει η παρατηρήτρια ως υποστηρικτικό ή παρεμβατικό ή ενισχυτικό τεκμηριώνοντας την άποψή της, ενώ το τελευταίο ερώτημα αναφέρεται στο βαθμό επίτευξης των διδακτικών στόχων της κάθε δραστηριότητας.

Αφού συγκεντρώθηκαν τα δεδομένα της έρευνας, η στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα Excel. Στην παρούσα μελέτη εφαρμόσθηκε η περιγραφική στατιστική, δηλαδή τα ευρήματα παρουσιάζονται με συχνότητες και σχετικές συχνότητες (%) των απαντήσεων που έδωσαν τα νήπια. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται με τη μορφή πινάκων, δίνοντας έτσι και τη δυνατότητα να συγκρίνουμε οπτικά τις απαντήσεις που έδωσαν τα νήπια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση της εκπαιδευτικού.

2.2.5 Αξιοπιστία και Εγκυρότητα

Η εγκυρότητα και η αξιοπιστία συνιστούν δύο έννοιες που συνδέονται άρρηκτα με τη μεθοδολογία της ποιοτικής και ποσοτικής έρευνας (Cohen, κ.ά, 2007). Στην ποιοτική έρευνα η εγκυρότητα αφορά στον βαθμό συσχέτισης των ερευνητικών ερωτημάτων με τα αποτελέσματα της έρευνας, δηλαδή το κατά πόσο τα δεδομένα που συλλέγονται ανταποκρίνονται επαρκώς στα τιθέμενα ερευνητικά ερωτήματα (Ιωσηφίδης, 2017). Αποσκοπώντας, έτσι, στην εξασφάλιση της εγκυρότητας των δεδομένων, επιλέγεται η περιεκτική επεξεργασία των δεδομένων, κατά την οποία αναλύεται το σύνολο των δεδομένων της ημιδομημένης συνέντευξης και όχι ένα μέρος τους, γεγονός που θα λειτουργούσε μεροληπτικά υπέρ συγκεκριμένων και επιθυμητών συμπερασμάτων και ερμηνειών (Ιωσηφίδης, 2017).

Η αξιοπιστία της έρευνας αφορά στη συνέπεια της ερευνητικής διαδικασίας και του μεθοδολογικού σχεδιασμού, στην ποιότητα των συλλεχθέντων δεδομένων και στο κατά πόσο αυτά οδηγούν σε ασφαλή και αληθινά ευρήματα, αναπαριστώντας την πραγματικότητα (Lincoln, όπως αναφέρεται στο Chase, Lynn Mandle & Whittemore, 2001). Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας είναι σαφώς διατυπωμένα, η ερευνητική διαδικασία έχει περιγραφεί λεπτομερώς και οι ερευνητικές επιλογές έχουν αιτιολογηθεί, η ανάλυση και η παρουσίαση των δεδομένων είναι εκτενής και τα αποτελέσματα συμβαδίζουν με τη σχετική βιβλιογραφία, καταλήγουμε ότι η συγκεκριμένη έρευνα ανταποκρίνεται στις αρχές της αξιοπιστίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Αποτελέσματα της Έρευνας

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύονται διεξοδικά τα αποτελέσματα των ερωτήσεων που τέθηκαν στους μαθητές κατά τη διάρκεια της ημιδομημένης συνέντευξης πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση καθώς και τα μαθησιακά αποτελέσματα που προέκυψαν από τα ιχνογραφήματα των μαθητών μετά το πέρας των δραστηριοτήτων της ΔΜΣ.

1. Γνώση για το φυτό κολλιτσίδα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 2 ως προς τις απαντήσεις των νηπίων στην ερώτηση «Γνωρίζεις την κολλιτσίδα;» διαπιστώθηκε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση το 50% των νηπίων απάντησε ότι γνώριζε την κολλιτσίδα ενώ το άλλο 50% των νηπίων απάντησε ότι δεν γνώριζε την κολλιτσίδα. Ενώ μετά τη διδακτική παρέμβαση της εκπαιδευτικού διαπιστώθηκε ότι όλα τα νήπια (100%) γνώριζαν την κολλιτσίδα.

Πίνακας 2: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση εάν γνωρίζουν την κολλιτσίδα (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)

Γνωρίζεις την κολλιτσίδα;	Πριν τη διδακτική παρέμβαση		Μετά τη διδακτική παρέμβαση	
	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα
Ναι	7	50%	14	100%
Όχι	7	50%	0	0%
Σύνολο	14	100%	14	100%

2. Τοποθεσία που φύτεται η κολλιτσίδα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 3 ως προς τις απαντήσεις των νηπίων στην ερώτηση «Που έχεις δει την κολλιτσίδα;» διαπιστώθηκε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση το 50% των νηπίων απάντησε ότι δεν την έχουν δει πουθενά, ενώ το άλλο

50% των νηπίων απάντησε ότι την έχουν δει στη φύση. Μετά τη διδακτική παρέμβαση του εκπαιδευτικού διαπιστώθηκε ότι το 100% των νηπίων απάντησε ότι η κολλιτσίδα είναι φυτό και βρίσκεται έξω στη φύση.

Πίνακας 3: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση που έχουν δει την κολλιτσίδα (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)

<i>Που έχεις δει την κολλιτσίδα;</i>	Πριν τη διδακτική παρέμβαση		Μετά τη διδακτική παρέμβαση	
	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα
Φυτό/Στη φύση	7	50%	14	100%
Πουθενά	7	50%	0	0%
Σύνολο	14	100%	14	100%

3. Ο τρόπος προσκόλλησης της κολλιτσίδας

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 4 ως προς τις απαντήσεις των νηπίων στην ερώτηση «Πως κολλάει η κολλιτσίδα;» διαπιστώθηκε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση το 57,15% των νηπίων απάντησε με τα αγκαθάκια που έχει, το 35,70% απάντησε δεν ξέρω και το 7,14% απάντησε με ρετσίλι. Ενώ μετά τη διδακτική παρέμβαση του εκπαιδευτικού διαπιστώθηκε ότι το 100% των νηπίων απάντησε ότι κολλάει με τα αγκιστράκια/γαντζάκια που έχει.

Πίνακας 4: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση πως κολλάει η κολλιτσίδα (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)

<i>Πως κολλάει η κολλιτσίδα;</i>	Πριν τη διδακτική παρέμβαση		Μετά τη διδακτική παρέμβαση	
	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα
Με τα αγκαθάρια που έχει	8	57,15%	0	0%
Δεν ξέρω	5	35,70%	0	0%
Με ρετσίνι	1	7,14%	0	0%
Με τα αγκιστράκια/γαντζάρια που έχει	0	0%	14	100%
Σύνολο	14	100%	14	100%

4. Γνώση για το βέλκρο

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 5, ως προς τις απαντήσεις των νηπίων στην ερώτηση «Γνωρίζεις το βέλκρο;» διαπιστώθηκε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση το 78,60% των νηπίων απάντησε ότι γνωρίζει τι είναι το βέλκρο και το 21,40% απάντησε ότι δεν γνωρίζει. Ενώ μετά τη διδακτική παρέμβαση του εκπαιδευτικού διαπιστώθηκε ότι το 100% των νηπίων απάντησε ότι γνωρίζει τι είναι το βέλκρο.

Πίνακας 5: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση εάν γνωρίζουν το βέλκρο (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)

<i>Γνωρίζεις το βέλκρο;</i>	Πριν τη διδακτική παρέμβαση		Μετά τη διδακτική παρέμβαση	
	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα
Ναι	11	78,60%	14	100%
Όχι	3	21,40%	0	0%
Σύνολο	14	100%	14	100%

5. Ορισμός του βέλκρο

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 6, ως προς τις απαντήσεις των νηπίων στην ερώτηση «*Τι είναι το βέλκρο;*» διαπιστώθηκε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση το 50% των νηπίων δεν έδωσε κάποια απάντηση, το 14,28% απάντησε σκρατς ενώ το άλλο 14,28% απάντησε κούμπωμα, το 7,14% απάντησε αυτοκόλλητο, το άλλο 7,14% απάντησε σαν hansaplast-τσιρότο και το υπόλοιπο 7,14% απάντησε αυτό που κλείνει. Ενώ μετά τη διδακτική παρέμβαση του εκπαιδευτικού διαπιστώθηκε ότι το 100% των νηπίων απάντησε ότι είναι ένα πράγμα που κολλάει κάτι.

Πίνακας 6: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση τι είναι το βέλκρο (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)

<i>Τι είναι το βέλκρο;</i>	Πριν τη διδακτική παρέμβαση		Μετά τη διδακτική παρέμβαση	
	Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα	Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα
ένα πράγμα που κολλάει κάτι	0	0%	14	100%
Σκρατς	2	14,28%	0	0%
κούμπωμα	2	14,28%	0	0%
αυτοκόλλητο	1	7,14%	0	0%
σαν hansaplast-τσιρότο	1	7,14%	0	0%
αυτό που κλείνει	1	7,14%	0	0%
καμία απάντηση	7	50%	0	0%
Σύνολο	14	100%	14	100%

6. Ο τρόπος χρήσης του βέλκρο

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 7, ως προς τις απαντήσεις των νηπίων στην ερώτηση «Που έχεις δει το βέλκρο;» διαπιστώθηκε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση το 100% των νηπίων απάντησαν στα παπούτσια. Ενώ μετά τη διδακτική παρέμβαση της εκπαιδευτικού διαπιστώθηκε ότι δόθηκαν περαιτέρω απαντήσεις για το που έχουν δει το βέλκρο. Συγκεκριμένα, το 100% των νηπίων απάντησε στα παπούτσια, το 92,85% των νηπίων απάντησε στα ρούχα, το 85,71% των νηπίων απάντησε στα γάντια, το 78,57% των νηπίων απάντησε στις σαλιάρες των μωρών, το 64% των νηπίων απάντησε στις παντόφλες, το 64% των νηπίων απάντησε στις παντόφλες, το 57,14% των νηπίων απάντησε στα καπέλα και το 42,85% των νηπίων απάντησε στη στολή αστροναυτών.

Πίνακας 7: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση που έχουν δει το βέλκρο (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)

<i>Που έχεις δει το βέλκρο;</i>	Πριν τη διδακτική παρέμβαση		Μετά τη διδακτική παρέμβαση	
	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα
παπούτσια	14	100%	14	100%
ρούχα	0	0%	13	92,85%
γάντια	0	0%	12	85,71%
σαλιάρες	0	0%	11	78,57%
παντόφλες	0	0%	9	64,0%
καπέλα	0	0%	8	57,14%
στολή αστροναυτών	0	0%	6	42,85%
Σύνολο	14	100%	14	100%

7. Ο τρόπος προσκόλλησης του βέλκρο

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 8, ως προς τις απαντήσεις των νηπίων στην ερώτηση «Με ποιο τρόπο πιστεύεις κολλάει το βέλκρο;» διαπιστώθηκε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση το 35,71% των νηπίων απάντησε «με το μαλακό και σκληρό που έχει», το 21,42% των νηπίων απάντησε με τα αγκάθια-καρφιά που έχει, το 14,28% των νηπίων απάντησε με το σκρατς ενώ το άλλο 14,28% των νηπίων απάντησε με «το αυτοκόλλητο που έχει», το 7,14% των νηπίων απάντησε με κόλλα ενώ το άλλο 7,14% απάντησε με το κούμπωμα. Ενώ μετά τη διδακτική παρέμβαση του εκπαιδευτικού διαπιστώθηκε ότι το 100% των νηπίων απάντησε με τα αγκιστράκια/γαντζάκια που έχει.

Πίνακας 8: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση με ποιο τρόπο πιστεύουν ότι κολλάει το βέλκρο (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)

<i>Με ποιο τρόπο πιστεύεις κολλάει το βέλκρο;</i>	Πριν τη διδακτική παρέμβαση		Μετά τη διδακτική παρέμβαση	
	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα
με το μαλακό και σκληρό που έχει	5	35,71%	0	0%
με τα αγκάθια-καρφιά που έχει	3	21,42%	0	0%
με το σκρατς	2	14,28%	0	0%
με το αυτοκόλλητο που έχει	2	14,28%	0	0%
με κόλλα	1	7,14%	0	0%
με το κούμπωμα	1	7,14%	0	0%
με τα αγκιστράκια/γαντζάκια που έχει	0	0%	14	100%
Σύνολο	14	100%	14	100%

8. Γνώση για τα αντικείμενα της τεχνολογίας

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 9, ως προς τις απαντήσεις των νηπίων στην ερώτηση «Οι επιστήμονες παρατηρώντας τα ζώα και τα φυτά της εξοχής έφτιαξαν διάφορα πράγματα που τα χρησιμοποιούμε πολύ συχνά. Γνωρίζεις κανένα;», διαπιστώθηκε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση το 85,70% των νηπίων απάντησε ότι δεν γνωρίζει, ενώ το 14,30% των νηπίων απάντησε ότι γνωρίζει. Ενώ μετά τη διδακτική παρέμβαση του εκπαιδευτικού διαπιστώθηκε ότι το 100% των νηπίων απάντησε ότι γνωρίζει.

Πίνακας 9: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση εάν γνωρίζουν κάποιο πράγμα που χρησιμοποιούμε πολύ συχνά το οποίο φτιάχτηκε από τους επιστήμονες που παρατήρησαν τα ζώα και τα φυτά της εξοχής (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)

	Πριν τη διδακτική παρέμβαση		Μετά τη διδακτική παρέμβαση	
	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα
<i>Οι επιστήμονες παρατηρώντας τα ζώα και τα φυτά της εξοχής έφτιαξαν διάφορα πράγματα που τα χρησιμοποιούμε πολύ συχνά. Γνωρίζεις κανένα;</i>				
Ναι	2	14,30%	14	100%
Όχι	12	85,70%	0	0%
Σύνολο	14	100%	14	100%

9. Γνώση για τα αντικείμενα που η κατασκευή τους μιμείται ζώα και φυτά

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 10, ως προς τις απαντήσεις των νηπίων στην ερώτηση «Οι επιστήμονες παρατηρώντας τα ζώα και τα φυτά της εξοχής έφτιαξαν διάφορα πράγματα που τα χρησιμοποιούμε πολύ συχνά. Ποιο πράγμα γνωρίζεις;», διαπιστώθηκε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση μόνο 2 νήπια από τα 14 ανέφεραν παραδείγματα όπως το ψαλίδι (7,14%) και οι μηχανές (7,14%). Ενώ μετά τη διδακτική παρέμβαση της εκπαιδευτικού διαπιστώθηκε ότι το 100% των νηπίων ανέφερε «το μαγικό των κολυμβητών από τον καρχαρία», «τη βάση του αυτοκινήτου από το σαμιαμίδι» και φυσικά «το βέλκρο από την κολλιτσίδα».

Πίνακας 10: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση ποιο πράγμα γνωρίζουν που χρησιμοποιούμε πολύ συχνά το οποίο φτιάχτηκε από τους επιστήμονες που παρατήρησαν τα ζώα και τα φυτά της εξοχής (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)

<i>Ποιο πράγμα που χρησιμοποιείται πολύ συχνά το οποίο έφτιαξαν οι επιστήμονες παρατηρώντας τα ζώα και τα φυτά στην εξοχή;</i>	Πριν τη διδακτική παρέμβαση		Μετά τη διδακτική παρέμβαση	
	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα
μηχανές	1	7,14%	0	0%
ψαλίδι	1	7,14%	0	0%
το μαγικό των κολυμβητών από τον καρχαρία	0	0%	14	100%
τη βάση του αυτοκινήτου από το σαμιαμίδι	0	0%	14	100%
το βέλκρο από την κολλιτσίδα	0	0%	14	100%
Σύνολο	14	100%	14	100%

10. Γνώση για τους τρόπους μεγέθυνσης των αντικειμένων

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 11, ως προς τις απαντήσεις των νηπίων στην ερώτηση «Ξέρεις πως μπορούμε να μεγαλώσουμε πράγματα για να τα δούμε καλύτερα;» διαπιστώθηκε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση το 71,42% των νηπίων απάντησε ότι ξέρουν πως μπορούμε να μεγαλώσουμε πράγματα για να τα δούμε καλύτερα ενώ το 28,58% των νηπίων απάντησε ότι δεν γνώριζε. Ενώ μετά τη διδακτική παρέμβαση της εκπαιδευτικού διαπιστώθηκε ότι όλα τα νήπια (100%) γνώριζαν πως μπορούμε να μεγαλώσουμε πράγματα να τα δούμε καλύτερα.

Πίνακας 11: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση εάν ξέρουν πως μπορούν να μεγαλώσουν πράγματα για να τα δούμε καλύτερα (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)

	Πριν τη διδακτική παρέμβαση		Μετά τη διδακτική παρέμβαση	
	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα
<i>Ξέρεις πως μπορούμε να μεγαλώσουμε πράγματα για να τα δούμε καλύτερα;</i>				
Ναι	10	71,42%	14	100%
Όχι	4	28,58%	0	0%
Σύνολο	14	100%	14	100%

11. Γνώση για τα όργανα παρατήρησης

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 12, ως προς τις απαντήσεις των νηπίων στην ερώτηση «Γνωρίζεις κάποιο εργαλείο που μπορούμε να μεγαλώσουμε πράγματα για να τα δούμε καλύτερα;» διαπιστώθηκε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση το 35,71% των νηπίων απάντησε «μεγεθυντικό φακό», το 7,14% των νηπίων απάντησε μικροσκόπιο,

το 28,58% των νηπίων δεν γνώριζαν, το 7,14% των νηπίων απάντησε με το ανθρώπινο μάτι άμα πας πάρα πολύ κοντά, το 7,14% των νηπίων απάντησε φωτοτυπίες, ενώ δόθηκαν και απαντήσεις που δεν προσέγγιζαν την ερώτηση όπως το 7,14% των νηπίων απάντησε ποτιστήρι και το άλλο 7,14% των νηπίων απάντησε βίδα. Ενώ μετά τη διδακτική παρέμβαση του εκπαιδευτικού διαπιστώθηκε ότι όλα τα νήπια (100%) γνώριζαν ότι ο μεγεθυντικός φακός και το μικροσκόπιο είναι τα εργαλεία που μπορούμε να μεγαλώσουμε πράγματα να τα δούμε καλύτερα.

Πίνακας 12: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) στην ερώτηση εάν γνωρίζεις κάποιο εργαλείο που μπορούμε να μεγαλώσουμε πράγματα για να τα δούμε καλύτερα; (πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση)

<i>Γνωρίζεις κάποιο εργαλείο που μπορούμε να μεγαλώσουμε πράγματα για να τα δούμε καλύτερα;</i>	Πριν τη διδακτική παρέμβαση		Μετά τη διδακτική παρέμβαση	
	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα
μεγεθυντικός φακός	5	35,71%	14	100%
μικροσκόπιο	1	7,14%	14	100%
με ανθρώπινο μάτι άμα πας πολύ κοντά	1	7,14%	0	0%
φωτοτυπίες	1	7,14%	0	0%
Βίδα	1	7,14%	0	0%
ποτιστήρι	1	7,14%	0	0%
λουλούδια	1	7,14%	0	0%
δεν γνώριζαν	4	28,58%	0	0%
Σύνολο	14	100%	14	100%

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων μαθητών έδειξαν ότι η διδακτική παρέμβαση λειτούργησε λυσιτελώς για όλους τους μαθητές. Αρχικά, διαπιστώθηκε ότι το σύνολο των μαθητών μετά την παρέμβαση είχε γνωρίσει τη φύση της κολλιτσίδας, τον τόπο που φύεται και τον τρόπο προσκόλλησής της. Ακόμη, αναφορικά με το αντικείμενο βέλκρο όλοι οι μαθητές μετά το πέρας της παρέμβασης μπόρεσαν να το αναγνωρίζουν και να κατανοήσουν πώς κολλάει. Επιπρόσθετα, το σύνολο των εμπλεκόμενων μπόρεσε να δώσει έναν ικανοποιητικό ορισμό του αντικειμένου εστιασμένο στην ιδιότητά του. Μάλιστα, πριν την παρέμβαση οι μαθητές είχαν περιορισμένη γνώση σχετικά με την πρακτική αξιοποίηση του βέλκρο, ενώ μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης παρατηρήθηκε διεύρυνση της γνώσης σχετικά με την εφαρμογή του σε άλλα αντικείμενα της καθημερινότητας που καλύπτουν πρακτικές ανάγκες. Ταυτόχρονα, οι απαντήσεις των μαθητών έδειξαν ότι συνειδητοποίησαν πως κάποια αντικείμενα καθημερινής χρήσης κατασκευάστηκαν έπειτα από την επιστημονική παρατήρηση της φύσης. Μάλιστα, υπήρξε δυνατότητα κατονομασίας αρκετών τέτοιων αντικειμένων, μεταξύ των οποίων το βέλκρο, καθώς υπήρξε συσχέτιση του τρόπου προσκόλλησής του με το φυτό κολλιτσίδα. Τέλος, επισημαίνεται ότι οι μαθητές επέδειξαν γνώση σχετικά με τα εργαλεία επιστημονικής παρατήρησης για τη μεγέθυνση των χαρακτηριστικών ενός αντικειμένου (μεγεθυντικός φακός και μικροσκόπιο), ενώ πριν την παρέμβαση υπήρχε στον μεγαλύτερο αριθμό μαθητών άγνοια ή δίνονταν άστοχες απαντήσεις. Συνεπώς, η παρέμβαση αποδείχθηκε, εκ μέρους των μαθητών, αποτελεσματική για τη σύνδεση της φύσης και της επιστήμης για την παραγωγή αντικειμένων που διευκολύνουν την καθημερινότητα.

3.2 Τα ιχνογραφήματα των μαθητών

1^ο Φύλλο εργασίας : «**Ζωγραφίζω την κολλιτσίδα όπως την παρατήρησα με: α) το μάτι μου, β) το μεγεθυντικό φακό και γ) το μικροσκόπιο** »

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 13, τα νήπια ως προς τον τρόπο που ζωγράφισαν την κολλιτσίδα όπως την παρατήρησαν με τον πρώτο τρόπο, **δηλαδή με το μάτι τους**, διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία τους δηλαδή το 85,7% την ζωγράφισαν όπως την έβλεπαν, με μικρό μέγεθος και τα γαντζάκια με ευθείες γραμμές χωρίς το αγκιστρωτό μέρος τους, ενώ το 14,30% τη ζωγράφισε με μεγαλύτερη διάσταση και το μέρος του γαντζού πιο εμφανές, κάτι το οποίο με το μάτι δεν είναι ορατό.

Στο δεύτερο τρόπο παρατήρησης, το 92,85% των νηπίων κατανόησαν την έννοια της μεγέθυνσης χρησιμοποιώντας **τον μεγεθυντικό φακό**, σχηματίζοντας και ζωγραφίζοντας την κολλιτσίδα πιο μεγάλη συγκριτικά με την προηγούμενη παρατήρηση που έγινε με γυμνό μάτι και τα γαντζάκια πιο εμφανή, ενώ το 7,15 % δεν ζωγράφισε την κολλιτσίδα με το μέγεθος που αποκτούσε παρατηρώντας τη με τον μεγεθυντικό φακό. Τέλος το 85,70% των νηπίων στον τρίτο τρόπο παρατήρησης δηλαδή **με το ψηφιακό μικροσκόπιο**, ζωγράφισαν την κολλιτσίδα στην πιο μεγάλη διάσταση που αποκτούσε συγκριτικά με τον μεγεθυντικό φακό καθώς και τα γαντζάκια της, ενώ το 14,30% κατανόησε και ζωγράφισε μόνο την πιο μεγάλη διάστασή της χωρίς όμως τα γαντζάκια (βλ. αναλυτικά πίνακα 13).

Πίνακας 23: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) ως προς τον τρόπο που ζωγράφισαν την κολλιτσίδα όπως την παρατήρησαν με: α) το μάτι, β) το μεγεθυντικό φακό και γ) το μικροσκόπιο

Τρόποι παρατήρησης	Ζωγράφισαν την κολλιτσίδα...	Συχνότητα α	Σχετική συχνότητα %
Μάτι	όπως την έβλεπαν με το μάτι, με μικρό μέγεθος και τα γαντζάκια με ευθείες γραμμές χωρίς το αγκιστρωτό μέρος τους	12	85,70%
	σε μεγαλύτερο μέγεθος απ' ότι φαίνεται με το μάτι και το μέρος του γάντζου πιο εμφανές, κάτι το οποίο με το μάτι δεν είναι ορατό	2	14,30%
Μεγεθυντικό φακό	πιο μεγάλη σε σύγκριση με την παρατήρηση με γυμνό μάτι καθώς κατανόησαν την έννοια της μεγέθυνσης που παρατήρησαν με τον μεγεθυντικό φακό	13	92,85%
	χωρίς να κατανοήσουν το μέγεθος που αποκτούσε παρατηρώντας τη με τον μεγεθυντικό φακό	1	7,15%
Μικροσκόπιο	με την πιο μεγάλη διάσταση που αποκτούσε μέσω της παρατήρησής τους με το μικροσκόπιο συγκριτικά με τον μεγεθυντικό φακό καθώς και τα γαντζάκια της με μεγάλο μέγεθος	12	85,70%
	Μόνο με την πιο μεγάλη διάσταση που αποκτά παρατηρώντας τη στο μικροσκόπιο χωρίς όμως τα γαντζάκια της	2	14,30%

2^ο Φύλλο Εργασίας : « Ζωγραφίζω το βέλκρο όπως το παρατήρησα με: α) το μάτι μου, β) το μεγεθυντικό φακό και γ) το μικροσκόπιο»

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 14, ως προς τον τρόπο που ζωγράφισαν το βέλκρο τα νήπια, διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία αυτών δηλαδή το 85,7% το ζωγράφισαν όπως το έβλεπαν **με το μάτι τους**, δηλαδή σε σχήμα ορθογώνιου παραλληλόγραμμου με τα σωστά χρώματα όπως παρουσιάστηκαν στην δραστηριότητα, δηλαδή με άσπρο χρώμα τις θηλιές και με μαύρο χρώμα τα γαντζάκια του, ενώ το 14,30% πρόσθεσαν με εμφανές τρόπο και με μεγάλο μέγεθος τις θηλιές στο άσπρο χρώμα και τα γαντζάκια στο μαύρο χρώμα, κάτι το οποίο δεν είναι ορατό με το μάτι. Σχετικά με την παρατήρηση των νηπίων **με τον μεγεθυντικό φακό**, το 85,70% κατανόησε την έννοια της μεγέθυνσης, γιατί σχημάτισε και ζωγράφισε το βέλκρο πιο μεγάλο συγκριτικά με την προηγούμενη παρατήρηση που έγινε με γυμνό μάτι καθώς επίσης και τα γαντζάκια του φαίνονται στο μαύρο χρώμα πιο μεγάλα, διακρίνοντας φανερά το αγκιστρωτό τους μέρος και τις θηλιές του στο άσπρο χρώμα, ενώ το 14,30% το ζωγράφισε σε μικρό μέγεθος αλλά με τα γαντζάκια του τις και θηλιές του σε μεγάλο μέγεθος. Τέλος το 92,85% των νηπίων κατανόησε πλήρως την έννοια της μεγέθυνσης **με το μικροσκόπιο**, δηλαδή σχημάτισαν και ζωγράφισαν το βέλκρο σε πιο μεγάλη διάσταση συγκριτικά με την παρατήρηση του μεγεθυντικού φακού καθώς και τα γαντζάκια στο μαύρο χρώμα με εμφανή τρόπο και μεγαλύτερα και τις θηλιές στο άσπρο χρώμα του εξίσου με τον ίδιο τρόπο ,ενώ το 7,15% το ζωγράφισε σε πολύ μικρό μέγεθος αλλά τα γαντζάκια του και τις θηλιές του σε μεγάλο μέγεθος (βλ. αναλυτικά πίνακα 14 και εικόνα 10).

Πίνακας 14 Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) ως προς τον τρόπο που ζωγράφισαν το βέλκρο όπως το παρατήρησαν

Τρόποι παρατήρησης	Ζωγράφισαν το βέλκρο...	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα %
Μάτι	σε μικρό μέγεθος και σε σχήμα ορθογώνιου παραλληλόγραμμου με τα σωστά χρώματα όπως παρουσιάστηκαν στην δραστηριότητα, δηλαδή άσπρο χρώμα τις θηλιές του και με μαύρο χρώμα τα γαντζάκια του	12	85,70%
	σε μικρό μέγεθος αλλά πρόσθεσαν και τις θηλιές στο άσπρο χρώμα και τα γαντζάκια στο μαύρο με εμφανές τρόπο κάτι το οποίο δεν είναι ορατό με το μάτι	2	14,30%
Μεγεθυντικό φακό	πιο μεγάλο συγκριτικά με την προηγούμενη παρατήρηση που έγινε με γυμνό μάτι καθώς επίσης και τα γαντζάκια του να φαίνονται στο μαύρο χρώμα πιο μεγάλα, διακρίνοντας φανερά το αγκιστρωτό τους μέρος και τις θηλιές του στο άσπρο χρώμα	12	85,70%
	με μικρό μέγεθος, δηλαδή όπως το παρατήρησαν με το γυμνό τους μάτι και πρόσθεσαν στο μαύρο χρώμα τα γαντζάκια με εμφανή τρόπο και τις θηλιές στο άσπρο χρώμα εξίσου	2	14,30%
Μικροσκόπιο	σε πιο μεγάλη διάσταση που αποκτούσε μέσω της παρατήρησής τους με το μικροσκόπιο συγκριτικά με τον μεγεθυντικό φακό καθώς τα γαντζάκια στο μαύρο χρώμα είναι με εμφανή τρόπο και μεγαλύτερα και τις θηλιές στο άσπρο χρώμα του εξίσου με τον ίδιο τρόπο	13	92,85%
	σε πολύ μικρό μέγεθος αλλά τα γαντζάκια να φαίνονται σε πιο μεγάλο μέγεθος στο μαύρο χρώμα του και τις θηλιές του στο άσπρο	1	7,15%

3^ο Φύλλο Εργασίας «Ζωγραφίζω τον τρόπο που κολλάει η κολλιτσίδα και το βέλκρο»

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 15, ως προς τον τρόπο που ζωγράφισαν τα νήπια τον μηχανισμό αγκίστρωσης της κολλιτσίδας και του βέλκρο, διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία τους δηλαδή το 85,7% των νηπίων ανταποκρίθηκαν θετικά σ' αυτό, ενώ το 14,30% δεν κατανόησαν τον μηχανισμό αγκίστρωσης και των δύο ζωγραφίζοντας με απόσταση τις θηλιές με τα γαντζάκια (βλ. αναλυτικά πίνακα 15 και εικόνα 11).

Πίνακας 15 Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) ως προς τον τρόπο που ζωγράφισαν την κολλιτσίδα και το βέλκρο πως κολλάει

Ζωγράφισαν την κολλιτσίδα και το βέλκρο όπως κολλάει...	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα %
κατανόησαν και ζωγράφισαν τον μηχανισμό αγκίστρωσης του φυτού κολλιτσίδα και του βέλκρο	12	85,70%
δεν κατανόησαν τον μηχανισμό αγκίστρωσης και ζωγράφισαν με απόσταση τα γαντζάκια με τις θηλιές – ύφασμα	2	14,30%

4^ο Φύλλο Εργασίας : « Ζωγραφίζω τη λύση που βρέθηκε και είναι χαρούμενο το παλτό »

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 16, ως προς τον τρόπο που ζωγράφισαν πάνω στο παλτό το βέλκρο, διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία των νηπίων δηλαδή το 85,7% ζωγράφισαν πάνω στο παλτό το βέλκρο που τοποθέτησαν για να κλείνει όπως το έκαναν στην δραστηριότητα και με το μέγεθος που έβλεπαν με το γυμνό τουςμάτι, χρησιμοποιώντας και τα σωστά χρώματα. Αντίθετα το 7,14% των νηπίων δεν ζωγράφισε το βέλκρο πάνω στο παλτό αλλά μακριά του με τα σωστά χρώματα και σε

μικρό μέγεθος ,ενώ το υπόλοιπο 7,14% δεν ζωγράφισε μόνο το βέλκρο στο παλτό αλλά και τους άλλους δύο ήρωες (βλ. αναλυτικά πίνακα 16 και εικόνα 12).

Πίνακας 16: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) ως προς τον τρόπο που ζωγράφισαν το βέλκρο πάνω στο παλτό

	Συχνότητ α	Σχετική συχνότητα %
Ζωγράφισαν πάνω στο παλτό το βέλκρο ... που τοποθέτησαν για να κλείνει όπως το έκαναν στην πραγματικότητα και με το μέγεθος που έβλεπαν με το γυμνό τους μάτι	12	85,70%
δεν ζωγράφισε το βέλκρο πάνω στο παλτό αλλά μακριά του με τα σωστά χρώματα και σε μικρό μέγεθος	1	7,14%
δεν ζωγράφισε μόνο το βέλκρο στο παλτό αλλά και τους άλλους δύο ήρωες της δραστηριότητας δίπλα του, τον κ. Βέλκρο και την κ. Κολλιτσίδα	1	7,14%

5^ο Φύλλο Εργασίας: «Φτιάχνω τις ομάδες με τα αντικείμενα που μιμούνται τα αντίστοιχα ζώα και φυτά»

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 17, ως προς τον σχηματισμό των ομάδων με τα αντικείμενα που μιμούνται τα αντίστοιχα ζώα και φυτά, διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία των νηπίων δηλ. το 85,7% κατανόησαν τον σχηματισμό των ομάδων και έφτιαξαν τρεις κύκλους και ζωγράφισαν την κάθε ομάδα που προέκυψε σύμφωνα με την δραστηριότητα: 1^η ομάδα: κολλιτσίδα – βέλκρο, 2^η ομάδα: σαμιαμίδι – αντιολισθητική βάση αυτοκινήτου και 3^η ομάδα: καρχαρίας – μαγιό κολυμβητή (βλ. αναλυτικά πίνακα 17 και εικόνα 13).

Πίνακας 17: Συχνότητες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων των νηπίων (n=14) ως προς τον σχηματισμό ομάδων με τα αντικείμενα που μιμούνται τα αντίστοιχα ζώα και φυτά

Φτιάχνω τις ομάδες με τα αντικείμενα που μιμούνται τα αντίστοιχα ζώα και φυτά ...	Συχνότητα	Σχετική συχνότητα %
κατανόησαν τον σχηματισμό των ομάδων και έφτιαξαν τρεις κύκλους και ζωγράρισαν την κάθε ομάδα που προέκυψε σύμφωνα με την δραστηριότητα (1 ^η ομάδα: κολλιτσίδα – βέλκρο, 2 ^η ομάδα: σαμιαμίδι – αντιολισθητική βάση αυτοκινήτου και 3 ^η ομάδα: καρχαρίας – μαγιό κολυμβητή)	12	85,70%
δεν σχημάτισαν πλήρως όλες τις ομάδες αλλά σε κάθε μία ζωγράρισαν μόνο τα αντικείμενα μίμησης	2	14,30%

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω, η πλειοψηφία των μαθητών αποτύπωσε στο χαρτί με μεγάλη επιδεξιότητα το σωστό μέγεθος της κολλιτσίδας και του βέλκρο όταν τα παρατήρησαν με το μάτι τους ,ενώ μέσα από τις ζωγραφιές τους έγινε φανερό ότι κατανόησαν την έννοια της μεγέθυνσής τους μέσα από τη χρήση των οργάνων παρατήρησης. Παρατηρώντας τα με τον μεγεθυντικό φακό είναι εμφανές τόσο το πιο μεγάλο μέγεθος και σχήμα που τους δίνουν όσο και τα γαντζάκια τους. Παράλληλα είναι φανερό ότι με το ψηφιακό μικροσκόπιο διαχωρίζουν το μεγαλύτερο μέγεθος του φυτού και του βέλκρο που αποκτούν από τους άλλους δύο τρόπους παρατήρησης συγκριτικά, δίνοντας τα τις μεγαλύτερες διαστάσεις στο χαρτί τους. Αντίθετα ένα μικρό ποσοστό των συμμετεχόντων μαθητών φαίνεται να κατανόησε την έννοια της μεγέθυνσης όταν χρησιμοποίησαν τα όργανα παρατήρησης αλλά δεν αντιλήφθηκαν τα χαρακτηριστικά της μεγέθυνσης που αποκτά η κολλιτσίδα και το βέλκρο στον κάθε ένα τρόπο παρατήρησης, δηλαδή τα γαντζάκια και τις θηλιές, αντίστοιχα.

Στο τρίτο φύλλο εργασίας σχεδόν όλοι οι μαθητές τοποθετούν στο κάτω μέρος του χαρτιού τους τα γαντζάκια σε μεγάλο μέγεθος χρησιμοποιώντας σκούρο χρώμα και τις

θηλιές, δηλαδή το ύφασμα, σε κοντινή απόσταση με ανοιχτό χρώμα. Μέσα από τις ζωγραφιές των μαθητών γίνεται κατανοητό ότι οι ίδιοι αντιλήφθηκαν τον όμοιο τρόπο που λειτουργεί ο μηχανισμός αγκίστρωσης της κολλιτσίδας και του βέλκρο, διότι ζωγράρισαν σε κοντινή απόσταση τα δύο κομμάτια αλλά και τις θηλιές του υφάσματος να γαντζώνονται ισχυρά στα γαντζάκια, απεικονίζοντας την επαρκή πρόσδεση των δύο μερών. Σε αντίθεση μία πολύ μικρή μειοψηφία των μαθητών φαίνεται να μην κατανόησαν τον μηχανισμό αγκίστρωσης, διότι ζωγράρισαν σε απόσταση τα δύο μέρη και χωρίς να απεικονίζεται η μεταξύ τους πρόσδεση.

Στο τέταρτο φύλλο εργασίας, σχεδόν όλοι οι μαθητές ζωγράρισαν το παλτό να είναι χαρούμενο για τη λύση που βρέθηκε τονίζοντας με ένα μεγάλο χαμόγελο το πρόσωπό του και το βέλκρο ακριβώς όπως το τοποθέτησαν πάνω στο παλτό και με τα αντίθετα χρώματα (άσπρο και μαύρο), ενώ πολύ λίγοι δε ζωγράρισαν το βέλκρο πάνω στο παλτό αλλά σε απόσταση απ' αυτό, προσθέτοντας επιπλέον και άλλους δύο ήρωες της δραστηριότητας. Στο τελευταίο φύλλο εργασίας από τα συγκεκριμένα ιχνογραφήματα προκύπτει ότι οι μαθητές σχημάτισαν τις τρεις ομάδες στους κύκλους, τοποθετώντας σωστά την κατασκευή που μιμήθηκε την ιδιότητα του ζώου ή του φυτού δίπλα σε αυτό αντίστοιχα. Απεναντίας ένα μικρό σύνολο μαθητών δεν σχημάτισε πλήρως τις τρεις ομάδες όπως ζητήθηκε, αλλά ζωγράρισαν μόνο τα αντικείμενα μίμησης στην κάθε μία.

Συμπερασματικά όλα τα παραπάνω δεδομένα μπορούν να συμβάλουν στην συνολική αξιολόγηση και αποτίμηση της διδακτικής παρέμβασης, καθώς επίσης και να χρησιμοποιηθούν και για τη διεξαγωγή έγκυρων μαθησιακών αποτελεσμάτων.

3.3 Σχόλια - Παρατηρήσεις

Οι μαθητές αυτοβούλως ενεπλάκησαν σε κάθε δραστηριότητα καταλήγοντας στην κατασκευή και εφαρμογή του βέλκρο στο παλτό τους. Κατά τη διάρκεια της παρατήρησης σημειώθηκαν βοηθητικά στοιχεία στην ανατροφοδότηση, αξιολόγηση και βελτίωση της ΔΜΣ. Εν συνεχεία, μέσα από τη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων παρατηρούνται τα ακόλουθα:

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

Οι μαθητές ενθουσιασμένοι συμμετέχουν ενεργά στην κουκλοθεατρική παράσταση, συνομιλώντας με τους ήρωες και ανυπομονώντας για τη συνέχεια της ιστορίας. Παρόλα αυτά η ροή των δραστηριοτήτων διαταράσσονταν συχνά από τα υπόλοιπα μέλη και τη λειτουργία της σχολικής μονάδας, χωρίς όμως να εμποδιστεί η επίτευξη των αρχικών διδακτικών στόχων.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2

Στην πρώτη επαφή με το φυτό κολλιτσίδα, οι μαθητές έδειξαν ιδιαίτερο ζήλο, ενώ κατά τη διάρκεια της παρατήρησής της με τα όργανα διατυπώθηκαν εκφράσεις, όπως "μοιάζει σαν το χερούλι της ομπρέλας", " μοιάζει σαν το αγκίστρι του ψαρέματος", και διασκέδασαν ταυτόχρονα με την ιδιότητα της κολλιτσίδας να κολλάει και πάνω στα δικά τους ρούχα, επικυρώνοντας την επιτυχία της δραστηριότητας.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

Οι μαθητές θυμούνται τα "αγκαθο-αγκιστράκια", όπως οι ίδιοι τα κατονομάζουν, και αποτυπώνουν αρκετά πιστά τις γνώσεις που απέκτησαν για το βέλκρο και τη λειτουργία του. Παρόλο την ύπαρξη διακοπών, εξαιτίας της λειτουργίας του ωρολογίου προγράμματος της τάξης, η δραστηριότητα διεξήχθη επιτυχώς.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4

Μετά τη δραστηριότητα σειροθέτησης των εικόνων της ιστορίας εφεύρεσης του βέλκρο, αξιοσημείωτη είναι η επιθυμία των μαθητών να αποτυπώσουν σε χαρτί τον μηχανισμό αγκίστρωσης τόσο της κολλιτσίδας όσο και του βέλκρο, αποδεικνύοντας την επιτυχή αποπεράτωση της δραστηριότητας. Αξίζει να τονιστεί ο ζήλος των μαθητών αναφέροντας την έκφραση μιας μαθήτριας " Όταν ο Ζορζ γύρισε σπίτι του πήρε το μικροσκόπιό του και παρατήρησε την κολλιτσίδα".

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 5

Η αποκόμιση γνώσεων των μαθητών από τις προηγούμενες δραστηριότητες αποτυπώνονται στην παρούσα, καθώς φαίνονται σίγουροι για τις απαντήσεις τους. Είναι ικανοί να πειραματιστούν μόνοι τους και να δοκιμάσουν τις ιδιότητες των υλικών που τους δόθηκαν, ενώ συγχρόνως διασκεδάζουν με την ιδιότητα του βαμβακιού να κολλάει πάνω στην κολλιτσίδα. Παρόλο που χρειάστηκε επιπλέον χρόνος για να υλοποιηθεί η δραστηριότητα, οι στόχοι της επιτεύχθηκαν.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 6

Οι μαθητές πειραματιζόμενοι με το παλτό, κατάφεραν να οδηγηθούν στην επιλογή του βέλκρο ως κατάλληλο υλικό, δίνοντας έτσι τη λύση στο αρχικό πρόβλημα που τέθηκε. Παρόλα αυτά σημαντική ήταν η συμβολή της εκπαιδευτικού στην εκ των προτέρων σχεδίαση του παλτό στην τσόχα, τόσο για την εξοικονόμηση χρόνου όσο και για την άμεση πρόσβαση των μαθητών στο σχετικό εκπαιδευτικό υλικό.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 7

Ο ομαδικότητα που προάχθηκε από τη διεξαγωγή της δραστηριότητας είναι εμφανής, καθώς οι μαθητές παρακινήθηκαν στο να εμπνευστούν στην προαγωγή του μηνύματος "Αγαπημένο μου παλτό τώρα που σου φτιάξαμε τη λύση θα είσαι χαρούμενο".

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 8

Οι μαθητές ερχόμενοι σε επαφή με αντικείμενα που αποτελούν παραδείγματα βιομιμητικής, ενισχύουν τις γνώσεις τους, ομαδοποιούν επιτυχώς μέσα από τα ιχνογραφήματά τους τα αποτελέσματα που προκύπτουν και συλλαμβάνουν τη σημασία της βιομιμητικής στη ζωή μας.

Η εκπαιδευτικός, που είχε τον ρόλο της παρατηρήτριας, στα φύλλα παρατήρησης σχολιάζει με θετικό τρόπο την καθολική συμμετοχή των μαθητών και το γεγονός ότι διατηρήθηκε αμείωτο το ενδιαφέρον τους διότι έρχονταν αντιμέτωποι με υλικά και έννοιες που άκουγαν για πρώτη φορά, δείχνοντας φανερά την έμφυτη περιέργειά τους. Επίσης τονίζει ότι η παράσταση του κουκλοθέατρου που παρακολούθησαν οι μαθητές λειτούργησε καταλυτικά στην κατανόηση των εννοιών που πραγματεύεται η παρούσα ΔΜΣ.

Η ίδια αναφέρει ότι όλοι οι μαθητές ήταν προσκολλημένοι στη ροή της ιστορίας, συμμετέχοντας ενεργά σε έναν διαδραστικό διάλογο με τους ήρωες, λαμβάνοντας συγχρόνως και πολλά ερεθίσματα γεγονός που τους βοήθησε να αντιληφθούν τις πιο σημαντικές πληροφορίες της. Παρόλο που από την παρατηρήτρια υπογραμμίζεται ότι οι πρώτες δραστηριότητες διήρκησαν παραπάνω από την εκτιμώμενη διάρκεια που τέθηκε εξαρχής λόγω του ότι η κάθε ομάδα έπρεπε να παρατηρήσει με τρεις διαφορετικούς τρόπους το βέλκρο και την κολλιτσίδα, δεν παρουσιάστηκε κώλυμα στην ροή της

εκπαιδευτικής διαδικασίας και οι μαθητές ήταν ευδιάθετοι. Στις επόμενες δραστηριότητες η ίδια επισημαίνει ότι οι μαθητές συμπεριφέρθηκαν ευέλικτα, δεν συνάντησαν κάποια δυσκολία στην κατανόηση του περιεχομένου, αλλά αντίθετα χρησιμοποίησαν όλα τα υλικά που τους δόθηκαν, πειραματίστηκαν με αυτά και κατέληξαν σε συμπεράσματα. Στο τελευταίο βοήθησε και ο ρόλος της εκπαιδευτικού-ερευνήτριας που χαρακτηρίζεται από την παρατηρήτρια ως ενισχυτικός, αλλά και υποστηρικτικός όπου κρίνεται απαραίτητο κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Παρατηρείται ότι η εκπαιδευτικός-ερευνήτρια διαμόρφωσε ένα αποτελεσματικό μαθησιακό περιβάλλον θέτοντας τις κατάλληλες ερωτήσεις προς τους μαθητές σε συνδυασμό με το πλούσιο εκπαιδευτικό υλικό που τους παρουσίασε. Αναφορικά με τα σχόλια της παρατηρήτριας σχετικά με το βαθμό επίτευξης των διδακτικών στόχων της κάθε δραστηριότητας, επισημαίνεται ότι σε καμία δραστηριότητα δεν παρατηρήθηκε αδυναμία επίτευξης των διδακτικών στόχων που είχαν τεθεί εξαρχής. Απεναντίας, σημειώνεται ότι επιτεύχθηκαν όλοι οι επιδιωκόμενοι διδακτικοί στόχοι γεγονός που έγινε αντιληπτό μέσα από τις απαντήσεις και την άμεση ανταπόκριση των μαθητών κατά τη διάρκεια του προγράμματος.

Σχετικά με τα έργα που παρήγαγαν οι μαθητές στα πλαίσια των οκτώ δραστηριοτήτων παρατηρείται οι ίδιοι να έχουν αποτυπώσει τις γνώσεις που κατέκτησαν με έναν αξιοθαύμαστο τρόπο. Σχεδόν όλοι οι μαθητές, χρησιμοποιώντας τα σωστά χρώματα, σχήματα και φιγούρες, απεικονίζουν το μέγεθος που αποκτά το βέλκρο και η κολλιτσίδα παρατηρώντας τα με το μάτι, τον μεγεθυντικό φακό και το ψηφιακό μικροσκόπιο καθώς επίσης και τον μηχανισμό αγκίστρωσης και των δύο ζωγραφίζοντάς τον σε μεγάλο μέγεθος και απεικονίζοντας την επαρκή πρόσδεση των δύο μερών του. Είναι εντυπωσιακό που καταφέρνουν να αποτυπώσουν με λεπτομέρεια

αυτά που παρατήρησαν, τονίζοντας συνάμα τα γαντζάκια του φυτού και του βέλκρο, τα οποία αποτελούν το βασικότερο στοιχείο που χαρακτηρίζει τη σχέση τους, αλλά και την αναφορά αυτής της σχέσης ως ένα από τα πιο αντιπροσωπευτικά παραδείγματα της βιομιμητικής.

Αφού παρακολούθησαν την παράσταση του κουκλοθέατρου οι μαθητές, εμπνευσμένοι από τους χαρακτήρες των ηρώων της, ζωγραφίζουν με επιδεξιότητα τη λύση που βρέθηκε ώστε να είναι χαρούμενο το παλτό, σχηματίζοντας ένα μεγάλο χαμόγελο στο πρόσωπό του και το βέλκρο με τα αντίθετα χρώματα τοποθετημένο πάνω του και στην κατάλληλη θέση ώστε να κλείνει. Με αυτό το χαμόγελο τονίζεται ιδιαίτερα το συναίσθημα της χαράς γιατί βρέθηκε η λύση στο πρόβλημα που αντιμετώπιζε το παλτό. Σχεδόν σε όλα τα ιχνογραφήματα, κυριαρχεί το επιβλητικό μέγεθος που έχει το παλτό εξαιτίας της λύσης που βρέθηκε αλλά και των χαρακτηριστικών του προσώπου του, που μαρτυρούν τη συναισθηματική ευφορία που νιώθει.

Οι μαθητές, κατανοώντας τις μορφολογικές ομοιότητες της κολλιτσίδας και του βέλκρο και ότι η εφεύρεσή του αντικείμενου αντιγράφει το φυτό, μέσα από τα ιχνογραφήματά τους παρατηρείται, ότι κατανόησαν και τα υπόλοιπα παραδείγματα της βιομιμητικής που τους παρουσιάστηκαν. Έτσι σχηματίζουν με επιτυχία τις τρεις ομάδες, με βάση το εποπτικό υλικό που επεξεργάστηκαν στη συγκεκριμένη δραστηριότητα, τοποθετώντας το κάθε αντικείμενο δίπλα στο ζώο που αντιγράφει η κατασκευή του. Παρατήρησαν και απεικόνισαν με δεξιοτεχνία όλα τα αντικείμενα και ζώα, προσθέτοντάς τους χαρακτηριστικά που αποδεικνύουν την δημιουργικότητα και την φαντασία, για την οποία διακρίνονται σε αυτήν την ηλικία και αποδίδοντας όλα τα πράγματα γύρω τους με τον δικό τους μοναδικό τρόπο.

3.4 Αναστοχαστική Συζήτηση

Κατόπιν κριτικής αναθεώρησης του σχεδιασμού της παρούσας ΔΜΣ καταλήγουμε στην προσθήκη μιας συμπληρωματικής δραστηριότητας, η οποία θα αποσκοπεί στην ενίσχυση της ικανότητας των μαθητών να διακρίνουν τα χαρακτηριστικά που αποκτούν τα αντικείμενα έπειτα από τη μεγέθυνσή τους μέσω των οργάνων παρατήρησης. Ειδικότερα, διατηρώντας τις αρχικές ομάδες εργασίας, οι μαθητές δύνανται να κινηθούν ευέλικτα στο χώρο της τάξης προκειμένου να παρατηρήσουν διάφορα αντικείμενα της αρεσκείας τους με το μάτι τους, με τον μεγεθυντικό φακό και το ψηφιακό μικροσκόπιο και να τα αποτυπώσουν στο χαρτί. Στη συνέχεια, εκμεταλλευόμενη την αυθόρμητη και πηγαία κίνηση του σώματος που διαθέτουν τα νήπια σε αυτή την ηλικία, η εκπαιδευτικός τους καλεί να αποδώσουν την έννοια της μεγέθυνσης μέσω του σχήματος του σώματός τους για τον κάθε ένα τρόπο παρατήρησης. Τα παραπάνω αποτελούν το έναυσμα για τη δημιουργία ενός θεατρικού δρώμενου με ρόλους που αποδίδουν μεταξύ τους οι μαθητές και την παρουσίασή του στην ολομέλεια της σχολικής μονάδας. Συμπερασματικά, με την συμμετοχή των μαθητών στην παραπάνω δραστηριότητα επιδιώκεται να ισχυροποιήσουν τις γνώσεις τους σχετικά με τον κάθε έναν τρόπο παρατήρησης και τα χαρακτηριστικά της μεγέθυνσης που αποκτούν τα αντικείμενα σε αυτόν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1 Κύρια ευρήματα της Έρευνας

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της ερευνητικής διαδικασίας, ενώ απαντώνται τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας. Αναλυτικότερα, σχετικά με το πρώτο ερευνητικό ερώτημα που ερευνά την ικανότητα των μαθητών να κατανοήσουν το γεγονός ότι η τεχνολογία και η επιστήμη αντιγράφοντας τη φύση, κατασκευάζουν τα προϊόντα προς χρήση του ανθρώπου, το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση δήλωσε άγνοια. Απεναντίας μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης το σύνολο των μαθητών ανταποκρίνεται θετικά στο να γνωρίζει πράγματα που η κατασκευή τους μιμείται ιδιότητες ζώων και φυτών.

Ακολούθως το ερευνητικό ερώτημα δύο εξετάζει τις γνώσεις των μαθητών σχετικά με τη χρήση οργάνων κατά τη διάρκεια παρατήρησης του μικρόκοσμου και του μακρόκοσμου. Στην αρχή παρατηρήθηκε πως σημαντικό μέρος των μαθητών γνώριζε τον τρόπο με τον οποίο μπορούμε να μεγαλώσουμε ένα πράγμα για να το δούμε καλύτερα, αδυνατώντας όμως να το αποδώσει λεκτικά και προβαίνοντας σε κινήσεις των χεριών τους. Αντιθέτως, με το τέλος της παρέμβασης η ολομέλεια των μαθητών ήταν σε θέση να κατονομάσει τα όργανα παρατήρησης που χρησιμοποιούμε για να περιεργαστούμε καλύτερα τα πράγματα. Εν συνεχεία, τα ερευνητικά ερωτήματα τρία και τέσσερα επεξεργάζονται πώς οι μαθητές κατάφεραν να περιγράψουν τη σχέση του φυτού κολλιτσίδα με το βέλκρο, καθώς και να αποτυπώσουν τις γνώσεις τους αναφορικά με τη χρησιμότητα του βέλκρο στην καθημερινότητα. Αρχικά, αναφορικά με τη γνώση των μαθητών για την κολλιτσίδα, οι μισοί μαθητές αναληθώς απάντησαν θετικά, παρασυρόμενοι από το περιεχόμενο της εικόνας που τους δόθηκε. Αυτό επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι όλοι οι μαθητές γνώριζαν την ύπαρξή της σε

διάφορα μέρη της φύσης, ενώ στην πραγματικότητα αγνοούσαν την ιδιότητά της σαν φυτό. Εξάλλου, όταν ρωτήθηκαν για τον τρόπο που κολλάει η κολλιτσίδα, υπέθεταν ορμώμενοι από την εικόνα και απαντούσαν με βάση αυτή, καθώς κυριαρχεί η απάντηση «με τα αγκαθάκια που έχει». Οι σχετικές δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν κατά τη διδακτική παρέμβαση συνέβαλαν στο να γνωρίσουν οι μαθητές το φυτό κολλιτσίδα και την ικανότητά του να προσκολλάται σε όλα τα υφάσματα εξαιτίας των χιλιάδων δομών της που φέρουν το σχήμα γάντζου. Στη συνέχεια, εξετάζοντας τις γνώσεις των μαθητών σχετικά με το βέλκρο πριν την υλοποίηση των δραστηριοτήτων, διαπιστώνεται ότι και πάλι η επίδειξη της εικόνας καθοδήγησε τη σκέψη και τις απαντήσεις των μαθητών, καθιστώντας φανερή τη διαφορά των απαντήσεών τους πριν και μετά την παρέμβαση. Ειδικότερα, οι μαθητές ενώ περιγράφουν τον ήχο αποκαλώντας «σκρατς», το αναγνωρίζουν τόσο στα παπούτσια της εικόνας όσο και στα δικά τους, αδυνατώντας όμως να το ονοματίσουν. Και πάλι η διδακτική παρέμβαση έρχεται εδώ να επισφραγίσει τη γνώση για την κατασκευή του βέλκρο, την ιδιότητά του, καθώς και τη χρησιμότητά του στην καθημερινή μας ζωή στο σύνολο των μαθητών. Το τελευταίο ερευνητικό ερώτημα που αφορά την ικανότητα των μαθητών να διακρίνουν επιπλέον παραδείγματα αντιγραφής της φύσης σε αντικείμενα της καθημερινότητας εξάγεται το συμπέρασμα ότι πριν από τη συμμετοχή τους στις δραστηριότητες παρέκκλιναν από την άποψη ότι υπάρχουν πληθώρα αντικειμένων της καθημερινότητας που αντιγράφουν τη φύση, ενώ η ολοκλήρωση της παρέμβασης βρίσκει τους μαθητές να είναι ικανοί να αναφέρουν ονομαστικά και άλλα αντικείμενα αντιγραφής της φύσης. Επιπρόσθετα, αξιόλογα ερευνητικά δεδομένα προέκυψαν κι από τα ιχνογραφήματα των μαθητών, σύμφωνα με τα οποία συνάγονται θετικά μαθησιακά αποτελέσματα σχετικά με τη κατανόηση του φαινομένου της βιομιμητικής, των εννοιών του μικρόκοσμου, του

μακρόκοσμου, της μεγέθυνσης και τη χρησιμότητα των οργάνων παρατήρησης καθώς και την εφαρμογή και χρησιμότητα του βέλκρο στην καθημερινή ζωή.

Από όλα τα παραπάνω, εξάγεται το συμπέρασμα ότι το φαινόμενο της βιομιμητικής μπορεί να εισαχθεί στην εκπαιδευτική διαδικασία και ειδικότερα στην προσχολική εκπαίδευση, γεγονός που διαπιστώνεται από τα μαθησιακά αποτελέσματα που προέκυψαν. Οι δραστηριότητες που απαρτίζουν τη ΔΜΣ ενεργοποίησαν τόσο τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις των μαθητών, όσο και τα ενδιαφέροντά τους και συντέλεσαν καθοριστικά στην κατάκτηση της νέας γνώσης, καθώς και την εφαρμογή της. Άλλωστε αυτό έγινε φανερό μέσα από τα ιχνογραφήματα που παρήγαγαν οι ίδιοι οι μαθητές με μεγάλη επιδεξιότητα και ευρηματικότητα. Εν κατακλείδι, η έρευνα των Sumrall, Sumrall και Robinson (2019), ενισχύει την άποψη ότι το φαινόμενο της βιομιμητικής μπορεί να προσεγγιστεί επιτυχώς, ακόμα και σε μαθητές προσχολικής ηλικίας, προσφέροντάς γνώσεις σχετικά με τη συνεισφορά της φύσης στη δημιουργία πρακτικών εφαρμογών στην καθημερινότητά μας.

4.2 Περιορισμοί της Έρευνας

Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της παρούσας ΔΜΣ, διαπιστώθηκαν περιορισμοί που αξίζει να αναφερθούν, αποσκοπώντας στην πρόληψη προβληματικών παραμέτρων. Ειδικότερα, η ΔΜΣ που εφαρμόστηκε πιλοτικά σε 14 μαθητές προσχολικής ηλικίας και τα προσοδοφόρα μαθησιακά αποτελέσματα που εξήχθησαν από την αξιολόγησή της αποδεικνύουν την κινητήρια δύναμή της στο να μνηθούν οι μαθητές στην έννοια της βιομιμητικής, καθώς και των δύο κόσμων, όπου μελετούνται τα αντικείμενα μέσω οργάνων παρατήρησης.

Αρχικά, πρόκειται για μια μικρής κλίμακας έρευνα από την οποία δεν υπάρχει η δυνατότητα να εξαχθούν γενικά συμπεράσματα, εξαιτίας του μικρού αριθμού συμμετεχόντων. Ακόμα, στην πλειοψηφία των δραστηριοτήτων που έλαβαν χώρα στην τάξη, αρνητική επίδραση είχε η άκαμπτη λειτουργία του Ωρολογίου Προγράμματος, καθώς διακόπτονταν η ροή των δραστηριοτήτων, λόγω ενσωμάτωσής τους σε αυτό. Η ύπαρξη του μεγάλου αριθμού μαθητικού δυναμικού, η οχλαγωγία που προκαλούταν από τις συστεγαζόμενες τάξεις, καθώς και οι εξωτερικοί παράγοντες της σχολικής μονάδας συντέλεσαν στην παρεμπόδιση της ΔΜΣ.

Σημαντικό περιορισμό προσέδωσε στη ΔΜΣ η έλλειψη υλικοτεχνικής υποδομής. Παρά την ύπαρξη των οργάνων παρατήρησης (μεγεθυντικός φακός, μικροσκόπιο), σημαντική ήταν η απουσία τεχνολογικού εξοπλισμού, όπως βιντεοπροβολέας και διαδραστικός πίνακας, στερώντας έτσι τη δυνατότητα στους μαθητές να έχουν άμεση πρόσβαση στο περιεχόμενο (ανά ομάδες οι μαθητές καλούνταν προκειμένου να παρατηρήσουν το υλικό στη μικρή οθόνη του φορητού υπολογιστή) και να διατηρείται αμείωτο ενδιαφέρον τους. Σε αυτό προστίθεται και η αδυναμία των μαθητών να κινηθούν ευέλικτα και ενεργά στον χώρο της τάξης, παρόλο που αυτό ήταν αναγκαίο τόσο για την παρατήρηση της κολλιτσίδας και του βέλκρο στο μεγεθυντικό φακό όσο και για την παρακολούθηση του κουκλοθέατρου.

Επιπροσθέτως, κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού των δραστηριοτήτων έγινε η κατανομή του χρόνου, χωρίς όμως να ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα, γεγονός που αποδεικνύεται στην υλοποίησή τους. Αρκετά συχνά επερχόταν η κούραση στους μαθητές, γεγονός που απαιτούταν επιπλέον χρόνος για την αποπεράτωση της εκάστοτε δραστηριότητας.

Εν κατακλείδι, διαπιστώθηκαν αρκετές απουσίες μαθητών για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα από τη σχολική μονάδα, λόγω της επιδημιολογικής κρίσης που επικρατούσε στη χώρα, ειδικότερα τους χειμερινούς μήνες, γεγονός που καθιστούσε δυσχερή τη διεξαγωγή της ΔΜΣ στο ζητούμενο αριθμό των συμμετεχόντων.

4.3 Προτάσεις για το μέλλον

Δεδομένου ότι οι άνθρωποι είχαν ανέκαθεν μια σχέση εξάρτησης με τη φύση και η ίδια με τη σειρά της αποτελούσε πηγή έμπνευσης για αυτούς στην παραγωγή καινοτόμων εφαρμογών, διαπιστώνουμε ότι μέσω της βιομιμητικής επιχειρείται ο άνθρωπος να αναγνωρίσει την ανεκτίμητη αξία της φύσης. Έτσι, ως αντικείμενο περαιτέρω ερευνητικής δραστηριότητας προτείνεται να εξεταστεί κατά πόσο θετικά ή μη είναι τα μαθησιακά αποτελέσματα της ένταξης της βιομιμητικής στο Ωρολόγιο Πρόγραμμα Σπουδών του Νηπιαγωγείου τόσο στο πλαίσιο των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων όσο και σε σχολικά προγράμματα Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφορία. Επίσης προτείνεται και η συμπερίληψη της βιομιμητικής και στο Ωρολόγιο Πρόγραμμα των πρώτων τάξεων του Δημοτικού Σχολείου εφαρμόζοντας μία σειρά δραστηριοτήτων προκειμένου να πραγματοποιηθεί σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων μεταξύ των μαθητών προσχολικής αλλά και πρωτοσχολικής ηλικίας.

Επιπλέον, έχοντας αναγνωρίσει τη σχέση της βιομιμητικής με την αειφόρο ανάπτυξη, συστήνεται να ερευνηθεί σε ποιο βαθμό οι εφαρμογές της πρώτης υιοθετούν φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές και κατά πόσο οι μαθητές μπορούν να αντιληφθούν ότι η βιομιμητική συμβάλλει στην προώθηση της αειφορίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

Άλκηστις (2011). *Κουκλοθέατρο-σκιών*. Αθήνα: Πεδίο.

Ατματζίδη, Μ. Ε., Ντούσκας, Ι., & Καραβιώτη, Σ. (2020). Η τεχνική του βιομιμητισμού. *Open Schools Journal for Open Science*, 3(7). Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.12681/osj.24337>

Αυγητίδου, Σ., Παπαδοπούλου, Π., & Αλεξίου, Β. (2014). Απόψεις και πρακτικές εν ενεργεία εκπαιδευτικών για την εκπαίδευση και μάθηση των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική εκπαίδευση. *9ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ελληνική Παιδαγωγική και Εκπαιδευτική Έρευνα»*, τ.1, Νοέμβριος 2014, Φλώρινα. Ανακτήθηκε από: <https://www.researchgate.net/publication/306037797>

Βάμβουκας, Μ.Ι., (2010). *Εισαγωγή στην Ψυχοπαιδαγωγική Έρευνα και Μεθοδολογία*. Αθήνα: Γρηγόρης.

Βελλοπούλου, Α., Ραβάνης, Κ. (2006). Ο κόσμος της Φυσικής στο Αναλυτικό Πρόγραμμα για το Νηπιαγωγείο: μια προσέγγιση στο πλαίσιο της θεωρίας του διδακτικού μετασχηματισμού. Στο Λ. Λουκά, Χ. Παπαδημήτρη-Καχριμάνη & Κ. Κωνσταντίνου (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και αξιοποίηση Νέων Τεχνολογιών στη νηπιακή εκπαίδευση*, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λευκωσία, 139-151.

Δαράκη Π. (1978). *Κουκλοθέατρο*. Αθήνα: Gutenberg.

Δορούκα, Π., Παπαδάκης, Στ., & Καλογιαννάκης, Μ. (2019). Κινητή μάθηση και Νανοτεχνολογία: Δυνατότητες και Προοπτικές στην Εκπαίδευση Παιδιών Προσχολικής και Πρώτης Σχολικής Ηλικίας. Στο Ν. Αλεξανδρή, Χ. Δουληγέρη, Π. Βλάμος, Ι. Μαυρίδης & Β. Μπελεσιώτης (Επιμ.), *Πρακτικά 11th Conference on Informatics in Education - Η Πληροφορική στην εκπαίδευση (11h CIE 2019)*, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, 11-13 Οκτωβρίου 2019. Αθήνα.

Δουμανίδης, Χ. (2010). *Συνέντευξη του Καθηγητή της Ερευνητικής Μονάδας Νανοτεχνολογίας «Ηφαιστος» στο Πανεπιστήμιο Κύπρου*. Ανακτήθηκε από: <http://nanotecnologia.blogspot.gr/>

Δρογγίτη, Ε., Πέικος, Γ., Μάνου, Α. & Σπύρτου, Α. (2015) Διδασκαλία της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας (N-ET) στο δημοτικό σχολείο: μελέτη του ενδιαφέροντος των μαθητών για τη N-ET. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης & Μ. Καλλέρη (Επιμ.), *Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, Πρακτικά του 9ου Πανελλήνιου συνεδρίου των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σ. 1073-1080). Θεσσαλονίκη: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο. ISBN: 978-960-243-702-5.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2004). *Προς μία ευρωπαϊκή στρατηγική για τη νανοτεχνολογία*. COM(2004) 338 τελικό. Επιτροπή Των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. Βρυξέλλες. Ανακτήθηκε από: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/%20LexUriServ.do?uri=COM:2004:0338:FIN:EL:PDF>

Ζαν, Ζ. (1996). *Η δύναμη των παραμυθιών*. Αθήνα: Καστανιώτη.

Ζουπίδης, Α. (2012). *Διδασκαλία και μάθηση με τη χρήση μοντέλων φυσικών επιστημών και τεχνολογίας: εφαρμογή στα φαινόμενα της πλεύσης και της βύθισης*. Δημοσίευτη διδακτορική διατριβή. Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Φλώρινα.

Ιωσηφίδης, Θ. (2017). *Ποιοτικές μέθοδοι έρευνας και επιστημολογία των κοινωνικών επιστημών*. Αθήνα: Τζιόλα.

Κακανά, Δ. Μ. (2019). Ο χώρος του νηπιαγωγείου ως τρίτος παιδαγωγός. Στο Κ. Τσουκαλά, Δ. Γερμανός, Α. Γκλούμπου, Γ. Κατσαβουνίδου, Π. Πανελιάδου, & Π. Τόμπρου (Επιμ.) *Παιδική χωρική αφηγηματικότητα. Πόλη- παιχνίδι- εκπαίδευση: Πρακτικά Συνεδρίου "Χώροι για το Παιδί ή Χώροι του Παιδιού;"*. Μάιος 2017. Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο.. (σ. 141-152).

Κακανά, Δ. Μ. (2015) . *Θεωρία και μεθοδολογία δραστηριοτήτων στην προσχολική αγωγή*. Θεσσαλονίκη: Αφοί Κυριακίδη

Καλλιακμάνη Α. (2015). *Αντιλήψεις Νηπιαγωγών για τα μικροσκοπικά μεγέθη, τη νανοτεχνολογία και τη διδασκαλία τους* (Διπλωματική Εργασία). Διαθέσιμο από: [Ιδρυματικό Καταθετήριο Επιστημονικών Εργασιών.Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας](#).

Καμίδου, Κ., Σπύρτου, Α., & Καριώτογλου, Π. (2007). Μια εποικοδομητική προσέγγιση για τη διδασκαλία της ενέργειας στο Δημοτικό Σχολείο: πιλοτική εφαρμογή. *Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση: Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου*. Ιανουάριος 2007. (σ.166- 174).

Καπετανάκης, Η. (2006). *Ιστορία της νανοτεχνολογίας*. Definition, Interagency Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering and Technology (NSET) of the Federal Office of Science and Technology Policy. Ανακτήθηκε από: http://www.nano.gr/nanotechnology_history.asp

Καριώτογλου Π. Π. (2021). Ο Διδακτικός Μετασχηματισμός Περιεχομένου και η Αναγκαιότητα στη Διδακτική Φυσικών Επιστημών: Ζητήματα, Ευρήματα και Προτάσεις. *Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία*, 1(1), 39–62. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.12681/riste.27268>

Καριώτογλου, Π. (2006). *Παιδαγωγική γνώση περιεχομένου φυσικών επιστημών*. Θεσσαλονίκη: Γράφημα.

Καριώτογλου, Π. Π. (2009). Περιεχόμενο και μέθοδος προσέγγισης των Φυσικών Επιστημών στην Προσχολική και Πρώτη Σχολική ηλικία. Στο Χ. Γρόσδος (Επιμ.), *Συνέδριο Η Διδακτική των Θετικών Επιστημών στην Εκπαίδευση: δημιουργώντας γέφυρες επικοινωνίας ανάμεσα στο Νηπιαγωγείο, το Δημοτικό, το Γυμνάσιο*. 7 Φεβρουαρίου 2009 (σ. 108-112). Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ιανός.

Κασιμάτη, Κ., Μαυροβουνιώτη, Ν. (2019). *Θεωρητικό πλαίσιο.Πρακτικές Ασκήσεις Διδασκαλίας*. Αθήνα : ΕΠΠΑΙΚ Ανακτήθηκε από http://files.aspete.gr/eppaikpesyp/eppaikpesyp2019_2020/eppaik/18102019theoritikoplaisiopad20192020.pdf

Κολιόπουλος, Δ. (2006). *Θέματα διδακτικής φυσικών επιστημών: Η συγκρότηση της σχολικής γνώσης*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Κοντογιάννη, Α. (2012). *Η Δραματική Τέχνη στην Εκπαίδευση*. Αθήνα: Πεδίο

Κουλαϊδής, Β.(1994). *Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου: Γνωστική, Επιστημολογική και Διδακτική Προσέγγιση*. Αθήνα: Gutenberg.

Λενακάκης, Α., & Τσολάκη, Ι. (2016). Κουκλοθέατρο και φυσικές επιστήμες . Στο Σ. Παπαδόπουλος (Επιμ.), *Τέχνη και Πολιτισμός στο Σχολείο του 21^{ου} Αιώνα*: Πρακτικά Επιστημονικής Δημερίδας, 2016, (σ. 91-103). Αθήνα: Πρόγραμμα Θαλής-ΕΚΠΑ: Το θέατρο ως μορφοπαιδευτικό αγαθό και καλλιτεχνική έκφραση στην εκπαίδευση και την κοινωνία.

Μαγουλιώτης, Α.Ν. (2009). *Κούκλες στην κοινωνία, στις τέχνες, στην εκπαίδευση*. Βόλος: Εκδ. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.

Μικρόπουλος, Τ. Α. (2002). Προσομοιώσεις και Οπτικοποιήσεις στην Οικοδόμηση Εννοιών στις Φυσικές Επιστήμες. Στο Α. Μαργετουσάκη, Π. Μιχαηλίδης (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών & Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*: Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου, (σ. 371-376). Αθήνα: ΙΩΝ.

Μπιρμπίλη, Μ. (2005). *Η ομαδοσυνεργατική μάθηση στο νηπιαγωγείο*. Μακεδόν, 14, σ. 289- 303.

Μυλωνάκης Χ. (2021). *Βιομημητική - Lotus Effect*. Πανεπιστήμιο Κρήτης. Τμήμα Φυσικής. Ανακτήθηκε από: <https://qtm.materials.uoc.gr/courses/een/projects2014/mylonakis.pdf>

Οδηγός Εκπαιδευτικού για το Πρόγραμμα Σπουδών του Νηπιαγωγείου (2014), ανακτήθηκε από: http://iep.edu.gr/images/IEP/EPISTIMONIKI_YPIRESIA/Epist_Monades/A_Kyklus/Pr_oshol_Agogi_nea/2019/odigos_ekpaideytikou.pdf

Πατσαδάκης, Μ. (2014). *Πειραματική διδασκαλία-μάθηση των Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίες Πληροφορίας & Επικοινωνίας*. Εκπαιδευτική Επικαιρότητα, Α(6), 26-35. Ανακτήθηκε από: https://ekpaideytikhepikairothta.gr/wp-content/uploads/2016/06/TOMOSA_TEYXOS6_Patsadakis.pdf

Πεντέρη, Ε. (2022). Ανάπτυξη εκπαιδευτικών σχεδιασμών στο νηπιαγωγείο για την υποστήριξη της καλλιέργειας ικανοτήτων του 21ου αιώνα: Κοινωνικοπαιδαγωγικές παράμετροι που σχετίζονται με την εισαγωγή της αγγλικής γλώσσας στο νηπιαγωγείο και το νέο Πρόγραμμα Σπουδών της προσχολικής εκπαίδευσης. *Διάλογοι! Θεωρία και Πράξη στις Επιστήμες της Αγωγής και Εκπαίδευσης*, 8. e-ISSN: 2459-3737. Ανακτήθηκε από : <https://doi.org/10.12681/dial.28479>

Πλακίτση, Κ. (2008). *Διδακτική των φυσικών επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία -Σύγχρονες τάσεις και προοπτικές*. Αθήνα: Πατάκης.

Πρόγραμμα Σπουδών Νηπιαγωγείου. (2014). «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) – Νέο Πρόγραμμα Σπουδών» με κωδικό ΟΠΣ: 295450 Οριζόντια Πράξη στις 8 Π.Σ., 3 Π.Στ. Εξ., 2 Π.Στ. Εισ. Υποέργο 1: «Εκπόνηση Προγραμμάτων Σπουδών Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης» (Υπεύθυνη Επιστημονικού Συντονισμού: Μαρία

Μπιρμπίλη). Ανακτήθηκε από: http://www.iep.edu.gr/images/IEP/programmata_spoudon/prosxoliki_elpaidaysi/meros_1_paidagogiko_plaisio.pdf

Ραβάνης, Κ. (1999). *Οι φυσικές επιστήμες στην προσχολική εκπαίδευση. Διδακτική και γνωστική προσέγγιση*. Αθήνα: Τυπωθήτω.

Ριζοπούλου, Σ., Χείμωνας, Χ., Κούκου, Δ., & Γκίκας, Δ. (2022). Βιομηχανική & Βιομίμηση [Μεταπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος. Ανοιχτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. ISBN-978-618-85820-0-2. Ανακτήθηκε από: <http://dx.doi.org/10.57713/kallipos-19>

Σγουρός, Γ. (2018). *Επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών μέσα από το σχεδιασμό εκπαιδευτικού υλικού σε βασικές ιδέες νανοεπιστήμης και νανοτεχνολογίας στο πλαίσιο μιας κοινότητας μάθησης* (Doctoral dissertation). Πανεπιστήμιο Κρήτης. Σχολή Επιστημών Αγωγής. Τμήμα Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης. Διαθέσιμο από: Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών.

Σπύρτου, Α., Μάνου, Λ., Πείκος, Γ. & Παπαδοπούλου, Π. (2018). *Διερευνώντας τα μυστικά του Νανόκοσμου*. Αθήνα: Gutenberg.

Στύλος, Γ., Κώτσης, Κ. & Εμβαλωτής, Α. (2015). Πρακτικές εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στη διδασκαλία της Φυσικής (Β' Μέρος). *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, (6), σ. 29-38. Ανακτήθηκε από: http://dide.ker.sch.gr/ekfe/epiloges/15_fe_sthn_ekpaideysh/FE_in_Education_Issue_6.pdf

Συμεωνίδου, Α., Παπαδοπούλου, Π. & Καριώτογλου, Π. (2016). Ανάπτυξη, Εφαρμογή και Αξιολόγηση Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας, για παιδιά Προσχολικής Ηλικίας, για τον Κύκλο του νερού. Στο Β. Τσελφές (Επιμ.): *Προσχολική ηλικία: οι φυσικές επιστήμες στην εκπαιδευτική σχέση παιδιών και εκπαιδευτικών*. ΤΕΑΠΗ- Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Εκδόσεις: Άρτεμις Πετροπούλου. Ανακτήθηκε από: https://www.researchgate.net/publication/303920130_Anatyxe_Epharmoge_kai_Axiologese_Didaktikes_Mathesiakes_Akolouthias_gia_paidia_Proscholikes_Elikias_gia_ton_Kyκλο_tou_Nerou_Anna_Symeonidou_Penelope_Papadopoulou_Petros_Kariotoglou

Τζιώλη, Μ. Σπύρτου, Α. (2017). "Όταν η Χιονάτη βρέθηκε στο Νανόκοσμο»: Πιλοτική εφαρμογή στοιχείων της Νανοτεχνολογίας στο Νηπιαγωγείο. Στο *Πρακτικά του 10^{ου} Πανελληνίου συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*. Ρέθυμνο.

Τσελφές Β. (2007). *Φυσικές Επιστήμες: διδασκαλία και εκπαίδευση*. Πρόγραμμα Εκπαίδευσης Μουσουλμανοπαίδων. Β' έκδοση. ΥΠΕΠΘ Πανεπιστήμιο Αθηνών: Κλεδιά και Αντικλεδιά.

Χαλκιά, Κ. (2010). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Πατάκης.

Χατζηνικήτα, Β. (1995). *Οι αναπαραστάσεις των μαθητών τον Δημοτικού για τις μεταβολές της ύλης. Είδη, αιτιακές σχέσεις και μηχανισμοί*. Διδακτορική Διατριβή.

Πανεπιστήμιο Πατρών. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Διαθέσιμο από: Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών.

Χρηστίδου, Β. (Επιμ.). (2015). *Εκπαιδεύοντας τα μικρά παιδιά στις Φυσικές Επιστήμες: Ερευνητικοί προσανατολισμοί και παιδαγωγικές πρακτικές* (Β' έκδοση). Θεσσαλονίκη: Αδελφοί Κυριακίδη.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research?. *Educational researcher*, 41(1), 16-25. Ανακτήθηκε από : <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>

Archambault, R. D. (1964). *John Dewey on education: Selected writings*. New York: ModernLibrary.

Arzt, E., Gorb, S., & Spolenak, R. (2003). From micro to nano contacts in biological attachment devices. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(19), 10603-10606. Ανακτήθηκε από : <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1833775100>

Autumn, K., Liang, Y. A., Hsieh, S. T., Zesch, W., Chan, W. P., Kenny, T. W., Fearing R., & Full, R. J. (2000). Adhesive force of a single gecko foot-hair. *Nature*, 405(6787), 681-685. Ανακτήθηκε από: doi [10.1038/35015073](https://doi.org/10.1038/35015073)

Barber, O., Somogyi, E., McBride, A. E., & Proops, L. (2021). Children's evaluations of a therapy dog and biomimetic robot: influences of animistic beliefs and social interaction. *International Journal of Social Robotics*, 13(1480), 1-15. Ανακτήθηκε από : <https://link.springer.com/article/10.1007/s12369-020-00722-0>

Benyus, J. M. (2002). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. Harper Collins e-books. Ανακτήθηκε από : https://www.academia.edu/38300413/Janine_M_Benyus_Biomimicry_Innovation_Inspired_by_Nature_2002_Harper_Perennial_1

Bers, M. U. (2018). Coding, playgrounds and literacy in early childhood education: The development of KIBO robotics and ScratchJr. Στο *2018 IEEE global engineering education conference (EDUCON), April 17-20, 2018, Santa Cruz de Tenerife, Spain* (σ. 2094-2102). IEEE : IEEE Xplore

Bhushan, B. (2009). Biomimetics: lessons from nature—an overview. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 367, 1445-1486. Ανακτήθηκε από : <https://royalsocietypublishing.org/doi/epdf/10.1098/rsta.2009.0011>

Bowker, R. (2007). Children's perceptions and learning about tropical rainforests: An analysis of their drawings. *Environmental Education Research*, 13(1), 75-96. Ανακτήθηκε από : <https://doi.org/10.1080/13504620601122731>

Brown, V. (1990). Drama as an integral part of the early childhood curriculum. *Design for Arts in Education*, 91(6), 26-33. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1080/07320973.1990.9934835>

- Bruce T . (2010). *Early Childhood: A guide for students*(2^ηεκδ.). SAGE. Ανακτήθηκε από:https://books.google.gr/books?id=qEjBGtHit00C&printsec=frontcover&hl=el&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Bruner, J. (1966). *Towards a theory of instruction*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University. Ανακτήθηκε από: https://openlibrary.org/works/OL13356727W/Toward_a_theory_of_instruction
- Chang, N. (2012). The role of drawing in young children's construction of science concepts. *Early Childhood Education Journal*, 40(3), 187-193. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0511-3>
- Chase , S., Lynn Mandle C., Whittemore R. (2001). Validity in Qualitative Research. *Qualitative Health Research* ,11 (4), 522-537. Ανακτήθηκε από : https://www.researchgate.net/publication/11823433_VValidity_in_Qualitative_Research
- Cajendra, K. &Kanka, M. (2004). *Εκπαιδευτική Έρευνα. Θεωρητικές προσεγγίσεις και τεχνικές*. Αθήνα: Τυπωθήτω
- Canbazozglu S., BiliciM., Küpeli, A.& Guzey S. (2021) Inspired by nature: an engineering design-based biomimicry activity, *Science Activities*, 58(2), 77-88. Ανακτήθηκε από : <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00368121.2021.1918049?scroll=top&needAccess=true>
- Cohen, L., Manion, L., (1994). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Cohen, L., Manion, L .,Morrison,K. (2007). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Creswell, W. J. (2016). *Η Έρευνα στην Εκπαίδευση, Σχεδιασμός, διεξαγωγή και Αξιολόγηση της Ποσοτικής και Ποιοτικής Έρευνας*. Αθήνα: Ίων.
- Dorouka, P., Papadakis, St., & Kalogiannakis, M. (2021). Nanotechnology and mobile learning: perspectives and opportunities in young children's education. *International Journal of Technology Enhanced Learning*,13(3),237-252. Ανακτήθηκε από : https://www.researchgate.net/publication/350240728_Nanotechnology_and_mobile_learning_perspectives_and_opportunities_in_young_children's_educatio
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11(5),481-489. Ανακτήθηκε από : <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/0950069890110501?needAccess=true>
- Driver, R., &Bell, B. (1986). Students' thinking and the learning of science: A constructivist view. *School science review*, 67,443-456. Ανακτήθηκε από: <https://sedl.org/pubs/pic02/picbib-output.cgi?searchuniqueid=36>
- Duit, R. (2007). Science education research internationally: Conceptions, research methods, domains of research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(1),3-15. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.12973/ejmste/75369>

- Eisner, W. E. (2017). *The enlightened eye, qualitative inquiry and the enhancement of educational practice*. New York: Teacher's College Press. Ανακτήθηκε από: https://books.google.gr/books?id=09UcDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=el&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Eshach, H., & Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of science education and technology*, 14(3), 315-336. Ανακτήθηκε από: <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-005-7198-9>
- Eshach, H., (2006). Special Issue on Science Education in Preschools and Primary Schools: Classrooms, Teachers, and Children. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 435-443. Ανακτήθηκε από: <https://www.jstor.org/stable/41499413>
- Federle, W., Barnes, W. J. P., Baumgartner, W., Drechsler, P., & Smith, J. M. (2006). Wet but not slippery: Boundary friction in tree frog adhesive toe pads. *Journal of The Royal Society Interface*, 3 (10), 689-697. Ανακτήθηκε από: <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2006.0135>
- Fish, F. E. (2006). Limits of nature and advances of technology: What does biomimetics have to offer to aquatic robots? *Applied Bionics and Biomechanics*, 3(1), 49-60. Ανακτήθηκε από: <https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1533/abbi.2004.0028?scroll=top&needAccess=true>
- Ford, M. J., & Forman, E. A. (2006). Redefining disciplinary learning in classroom contexts. Special Issue on Rethinking Learning: What Counts as Learning and What Learning Counts. *Review of research in education*, 30, 1-32. Ανακτήθηκε από: https://www.jstor.org/stable/pdf/4129768.pdf?refreqid=excelsior%3Acl1a3836c7ecd5827ecab775ae99f74fc&ab_segments=&origin=&acceptTC=1
- Geim, A. K., Dubonos, S. V., Grigorieva, I. V., Novoselov, K. S., Zhukov, A. A., & Shapoval, S. Y. (2003). Microfabricated adhesive mimicking gecko foot-hair. *Nature materials*, 2(7), 461-463. Ανακτήθηκε από: <https://doi.org/10.1038/nmat917>
- Gorb, S., Varenberg, M., Peressadko, A., & Tuma, J. (2007). Biomimetic mushroom-shaped fibrillar adhesive microstructure. *Journal of The Royal Society Interface*, 4(13), 271-275. Ανακτήθηκε από: <https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rsif.2006.0164>
- Hargroves, K., & Smith, M. (2006). Innovation inspired by nature: biomimicry. *Ecos*, 2006(129), 27-29. Ανακτήθηκε από: <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA144762173&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=03114546&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon%7Ef3b15ae6>
- Harkness, J. M. (2002). In Appreciation A Lifetime of Connections: Otto Herbert Schmitt, 1913-1998. *Physics in Perspective*, 4(4), 456-490. Ανακτήθηκε από: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s000160200005.pdf>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational psychology review*, 16(3), 235-266. Ανακτήθηκε από: <https://link.springer.com/article/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3#citeas>

Hwang, J., Jeong, Y., Park, J. M., Lee, K. H., Hong, J. W., & Choi, J. (2015). Biomimetics: forecasting the future of science, engineering, and medicine. *International journal of nanomedicine*, 10(1), 5701-5713. Ανακτήθηκε από: <https://www.dovepress.com/biomimetics-forecasting-the-future-of-science-engineering-and-medicine-peer-reviewed-fulltext-article-IJN>

Jones, M. G., Paechter, M., Yen, C. F., Gardner, G., Taylor, A., & Tretter, T. (2013). Teachers' concepts of spatial scale: An international comparison. *International journal of science education*, 35(14), 2462-2482. Ανακτήθηκε από: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2011.610382>

Jones, M. G., Taylor, A., Minogue, J., Broadwell, B., Wiebe, & Carter G. (2007). Understanding scale: Powers of ten. *Journal of Science Education and Technology*, 16(2), 191-202. Ανακτήθηκε από: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.468.9676&rep=rep1&type=pdf>

Johnston, J. S. (2013). *Emergent Science. Teaching science from birth to 8*. London: Routledge. Ανακτήθηκε από: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781315815510/emergent-science-jane-johnston>

Kariotoglou, P. (2002). A Laboratory-based teaching learning sequence on fluids: Developing primary student teachers' conceptual and procedural knowledge. Στο Psillos, D., Niedderer, H. (επιμ.), *Teaching and Learning in the Science Laboratory. Science & Technology Education Library*, (16). Springer : Dordrecht. Ανακτήθηκε από : https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-306-48196-0_10

Kariotoglou, P., Papadopoulou, P., Koledinis, N. & Strangas, A. (2013). Educating pre-school student teachers to instructional design. Στο Constantinou C. P., Papadouris N. & Hadji-georgiou A. (Eds.), *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning* (13), September, 2013, Nicosia Cyprus. Ανακτήθηκε από: https://www.researchgate.net/publication/318054377_EDUCATING_PRE-SCHOOL_STUDENT_TEACHERS_TO_INSTRUCTIONAL_DESIGN

Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 898-921. Ανακτήθηκε από : <https://doi.org/10.1002/tea.10115>

Laherto, A. (2012). Nanoscience education for scientific literacy: Opportunities and challenges in secondary school and in out-of school settings. *Nordic Studies in Science Education* 8(3), 304. Ανακτήθηκε από: https://www.researchgate.net/publication/320340142_Nanoscience_education_for_scientific_literacy_Opportunities_and_challenges_in_secondary_school_and_in_out-of-school_settings

Lemeignan, G., Weil B.A. (1997). *Η οικοδόμηση των εννοιών στη φυσική*. Αθήνα: Τυπωθήτω

Lijnse, P. L. (1995). "Developmental research" as a way to an empirically based "didactical structure" of science. *Science education*, 79(2), 189-199. Ανακτήθηκε από: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.3730790205>

Lin, S. Y., Wu, M. T., Cho, Y. I., & Chen, H. H. (2015). The effectiveness of a popular science promotion program on nanotechnology for elementary school students in I-Lan City. *Research in Science & Technological Education*, 33(1), 22-37. Ανακτήθηκε από: <https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080/02635143.2014.971733?scroll=top&needAccess=true>

Lurie-Luke, E. (2014). Product and technology innovation: What can biomimicry inspire? *Biotechnology advances*, 32(8), 1494-1505. Ανακτήθηκε από: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25316672/>

Magana, A. J., Brophy, S. P., & Bryan, L. A. (2012). An integrated knowledge framework to characterize and scaffold size and scale cognition (FS2C). *International Journal of Science Education*, 34(14), 2181-2203. Ανακτήθηκε από: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500693.2012.715316>

Magana, A. J., Brophy, S. P., & Newby, J. T. (2012). Comparing Novice and Expert Perceptions of Interactive Multimedia Tools for Conveying Conceptions of Size and Scale. *Journal of Information Technology for Teacher Education* 20(4), 441-465. Ανακτήθηκε από: https://www.researchgate.net/figure/interactive-features-of-nanoScaling-nS-At-1-a-logarithmic-scale-is-presented-and_fig2_236522208

Méheut, M. & Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535. Ανακτήθηκε από: <https://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080%2F09500690310001614762>

Merve, C. & Bayram, C. (2021). Integration of biomimicry into science education: biomimicry teaching approach. *Journal of Biological Education*. Ανακτήθηκε από: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00219266.2021.1877783?scroll=top&needAccess=true>

Mishler, E. G. & Καλομοίρης Γ. (επιμ.). (1996). *Η Συνέντευξη Έρευνας: Νοηματικό Πλαίσιο και Αφήγημα*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα

Morrison J. (2013). Scientists' participation in teacher professional development: the impact on fourth to eighth grade teachers' understanding and implementation of inquiry science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11 (6), 1351-1368. Ανακτήθηκε από: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10763-013-9439-3.pdf>

Piaget, J., (1929). *The Child's Conception of the world*. London: Routledge & Kegan Paul LTD. Ανακτήθηκε από: https://openlibrary.org/books/OL23627514M/The_child's_conception_of_the_world

Pedaste, M., Mäeots, M., Leijen, Ä., Sarapuu, S. (2012). Improving students' inquiry skills through reflection and self-regulation scaffolds. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 9, 81-95. Ανακτήθηκε από: <https://www.researchgate.net/publication/260211172>

https://www.researchgate.net/profile/MargusPedaste/publication/285309266_Improving_students_inquiry_skills_through_reflection_and_selfregulation_scaffolds/links/5a2d5226a6fdccfbf898074/Improving-students-inquiry-ski

Petri, J. & Niedderer, H. (1998). A Learning pathway in high- school level quantum atomic physics. *International journal of Science Education* 20(9), 1075-1088. Ανακτήθηκε από : https://www.researchgate.net/publication/248974698_A_learning_pathway_in_high-school_level_quantum_atomic_physics

Polya, G. (1973). *How to solve it: A new aspect of Mathematical Method*. Princeton and Oxford: Princeton University Press. Ανακτήθηκε από: https://lms.umb.sk/pluginfile.php/37176/mod_folder/content/0/Polya_How-to-solve-it.pdf?forcedownload=1

Prescott, T. J., Mitchinson, B., Conran, S., Power, T., & Bridges, G. (2018). MiRo: Social interaction and cognition in an animal-like companion robot. Στο *The 13th Annual ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction: Proceeding HRI '18 Companion of the 2018 International Conference on Human-Robot Interaction, March 5-8, 2018, Chicago, IL, USA*. ACM.

Psillos, D. (2004). An epistemological analysis of the evolution of didactical activities in teaching-learning sequences: the case of fluids. *International Journal of Science Education*, 26(5), 555-578. Ανακτήθηκε από : <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500690310001614744>

Raffini, J. P. (1993). *Winners without losers: Structures and strategies for increasing student motivation to learn*. Needham Heights: Allyn and Bacon.

Ratcliffe, M., & Millar, R. (2009). Teaching for understanding of science in context: Evidence from the pilot trials of the twenty first century science courses. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 945-959. Ανακτήθηκε από : <https://doi.org/10.1002/tea.20340>

Saerbeck M. , Schut, T. Bartneck, C. & D Janse M. (2010). Expressive robots in education: varying the degree of social supportive behavior of a robotic tutor. Στο *CHA 2010: Proceedings of the 28th International Conference on Human Factors in Computing Systems, April 10-15, 2010, Atlanta, Georgia, USA*.

Saidi, T., Sigauke, E. (2017). The use of a Museum Based Science Centers to Expose Primary School Students in Developing Countries to Abstract Complex Concepts of Nanoscience and Nanotechnology. *Journal of Science Education Technology*, 26, 470-480. Ανακτήθηκε από: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-017-9692-2>

Speck, O., & Speck, T. (2021). Biomimetics and Education in Europe: Challenges, Opportunities, and Variety. *Biomimetics*, 6(3), 49. Ανακτήθηκε από: <https://www.mdpi.com/2313-7673/6/3/49#cite>

Spencer, D. & Angelotti, V. (2004). It's a nanoworld: A study of use. Findings from a Summative Study. Στο Δ. Ψύλλος, Α. Μολοχίδης & Μ. Καλέρη (Επιμ.), *9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*,

Θεσσαλονίκη 8-10 Μαΐου 2015 (σ.1047-1052) Θεσσαλονίκη: Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Παιδαγωγική Σχολή Α.Π.Θ., ΕΝΕΦΕΤ.

Stavrou, D., Michailidi, E., & Sgouros, G. (2018). Development and dissemination of a teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology in a context of communities of learners. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1065-1080. Ανακτήθηκε από : <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2018/rp/c8rp00088c>

Stevens, S. Y., Sutherland, L. M., & Krajcik, J. S. (2009). The big ideas of nanoscale science and engineering. Στο Δορούκα, Π., Παπαδάκης, Σ. & Καλογιαννάκης, Μ., *Κινητή Μάθηση και Νανοτεχνολογία: Δυνατότητες και Προοπτικές στην Εκπαίδευση Παιδιών Προσχολικής και Πρώτης Σχολικής Ηλικίας: Proceedings of the 10th Conference on Informatics in Education – Η Πληροφορική στην Εκπαίδευση, Αθήνα 11-13 Οκτωβρίου 2019, Αθήνα*: Τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πειραιώς, Τμήμα Πληροφορικής του Ιονίου, ΕΠΥ.

Sumrall W. J., Sumrall K. M. & Robinson H. A. (2019). Using Biomimicry to Meet NGSS in the Lower Grades. *Science Activities*, 55,(3-4), 115-126. Ανακτήθηκε από: <https://www.tandfonline.com/doi/10.1080/00368121.2018.1563041>

Swarat, S., Light, G., Park, E. J., & Drane, D. (2011). A typology of undergraduate students' conceptions of size and scale: Identifying and characterizing conceptual variation. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(5), 512-533. Ανακτήθηκε από: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.20403>

Tretter, T. R., Jones, M. G., Andre, T., Negishi, A., & Minogue, J. (2006). Conceptual boundaries and distances: Students' and experts' concepts of the scale of scientific phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 282-319. Ανακτήθηκε από: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.20123>

Vouloutsis, V., Munoz, M. B., Grechuta, K., Lallee, S., Duff, A., Llobet, J. Y. P., & Verschure, P. F. M. J. (2015). A new biomimetic approach towards educational robotics: the distributed adaptive control of a synthetic tutor assistant. Στο Salem M., Weiss A., Baxter P. & Dautenhalm K. *Proceedings of the 4th International Symposium on New Frontiers in Human – Robot Interaction, April 21-22, 2015, Canterbury, UK*

Waldron, A. M., Spencer, D., & Batt, C. A. (2006). The current state of public understanding of nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*, 8(5), 569-575. Ανακτήθηκε από: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11051-006-9112-7>

Woods, P. (1986). *Inside Schools. Ethnography in Educational Research*. London : Routledge Στο Crossley M. & Vulliamy G. *Qualitative Educational Research in Developing Countries: Current Perspectives*. Ανακτήθηκε από: [https://books.google.gr/books?id=ArpYAQAAQBAJ&pg=PT214&lpg=PT214&dq=Woods,+P.+\(1991\).+Inside+Schools.+Ethnography+in+Education+Research.+London:+Routledge.&source=bl&ots=0nz758YuQ6&sig=#v=o](https://books.google.gr/books?id=ArpYAQAAQBAJ&pg=PT214&lpg=PT214&dq=Woods,+P.+(1991).+Inside+Schools.+Ethnography+in+Education+Research.+London:+Routledge.&source=bl&ots=0nz758YuQ6&sig=#v=o)

Xie, C., & Pallant, A. (2011). The Molecular Workbench Software: An Innovative Dynamic Modeling Tool for Nanoscience Education. Στο Dorouka, P., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M., *The Influence of digital Technology on young children's "Nano –*

literacy “, *E- proceedings ISCAR 2019 University of Ioannina, March 19-24, Ioannina*. Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών.

Yawson, R. M. (2012). An epistemological framework for nanoscience and nanotechnology literacy. *International Journal of Technology and Design Education*, 22(3), 297–310. Ανακτήθηκε από: https://journals.scholarsportal.info/details/09577572/v22i0003/297_aeffnanl.xml&sub=all

Zoupidis A. , Tselfes V. , Papadopoulou P., Kariotoglou P. (2022). Study of Kindergarten Teachers’ Intentions to Choose Content and Teaching Method for Teaching Science. *Education Sciences*, 12(3), 198. Ανακτήθηκε από: <https://www.mdpi.com/2227-7102/12/3/198#cite>

Διαδικτυακές Πηγές

Biomimicry Institute, (2021). Sharing biomimicry with young people. σ.1-7. Ανακτήθηκε από: https://1d59b73swr1f1swu2v451xcx-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/02/Sharing-Biomimicry_v2-2021.pdf

Consequential Robotics, (χ.χ.). Ανακτήθηκε από: [Consequential Robotics](#)

Eurochild.org (2020). Growing up in Lockdown: Europe’s Children in the Age of COVID-19. Ανακτήθηκε από: <https://eurochild.org/uploads/2020/12/2020-Eurochild-Semester-Report.pdf>

Greelane.gr (2020). «Ποιος ανακάλυψε το Velcro;»- <https://www.greelane.com/el/%ce%ba%ce%bb%ce%b1%cf%83%cf%83%ce%b9%ce%ba%ce%ad%cf%82-%ce%bc%ce%b5%ce%bb%ce%ad%cf%84%ce%b5%cf%82/%ce%b9%cf%83%cf%84%ce%bf%cf%81%ce%af%ce%b1--%cf%80%ce%bf%ce%bb%ce%b9%cf%84%ce%b9%cf%83%ce%bc%cf%8c%cf%82/the-invention-of-velcro-4066111/>

iefimerida.gr, (2014). Μαγικό από τεχνητό δέρμα καρχαρία δημιούργησαν ερευνητές του Χάρβαρντ. Ανακτήθηκε από: <https://www.iefimerida.gr/news/155288>

ONLINE ETYMOLOGY DICTIONARY (χ.χ.). Ανακτήθηκε από: <https://www.etymonline.com/>

Post Graduate Program on Nanosciences & Nanotechnologies (2013). *Τι ακριβώς είναι η Νανοτεχνολογία και οι Νανοεπιστήμες?*. ΑΠΘ. Ανακτήθηκε από: http://nn.physics.auth.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=303%3

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΚΟΥΚΛΟΘΕΑΤΡΟ: «ΕΝΑ ΠΑΛΤΟ....ΛΙΓΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ!»

Ο κ. Μαϊμουδάκης ετοιμάζεται να πάει στο σχολείο. Όταν άνοιξε την ντουλάπα για να πάρει το πανωφόρι του άκουσε μία λεπτή και σιγανή φωνή να του μιλάει:

-Καλημέρα! Μ' ακούς; είπε η φωνή.

- Ποιος είναι; ρώτησε ο κ. Μαϊμουδάκης.

- Εγώ είμαι το παλτό της μαμάς σου! είπε η φωνή.

-Από πότε ένα παλτό έχει φωνή; Δεν καταλαβαίνω! είπε ξαφνιασμένος ο κ. Μαϊμουδάκης.

-Από τότε που νιώθει αγανακτισμένο, παραμελημένο και λυπημένο! είπε η φωνή του παλτό.

- Γιατί νιώθεις έτσι; Τι συμβαίνει; ρώτησε ο κ. Μαϊμουδάκης.

- Πριν από πολλά χρόνια η μαμά σου είχε έρθει στη μοδίστρα που με έραψε, αλλά εκείνη αρρώστησε ξαφνικά και δεν πρόλαβε να μου βάλει κουμπιά! Έτσι, η μαμά σου αγόρασε ένα καινούριο παλτό με κουμπιά για να την κρατά ζεστή, γιατί κρύωνε πολύ, και εγώ έμεινα παρατημένο και άχρηστο σ' αυτή τη ντουλάπα.

- Δεν το ήξερα! Πόσο λυπάμαι! είπε στεναχωρημένος ο κ. Μαϊμουδάκης.

- Νιώθω άχρηστο και δεν έχω κανένα να με βοηθήσει! παραπονέθηκε το παλτό.

- Τι μπορώ να κάνω για να σε βοηθήσω; ρώτησε με προθυμία ο κ. Μαϊμουδάκης.

- Πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος που θα με κρατά κλειστό για να με φορέσει η μαμά σου χωρίς να κρύώνει και να απελευθερωθώ επιτέλους από αυτή τη σκοτεινή ντουλάπα! είπε το παλτό.

Την παραπάνω συζήτηση άκουσε η κ. Καμηλούλα, που είναι φίλη του κ. Μαϊμουδάκη, και εμφανίζεται χαρούμενη στη σκηνή.

-Μη στεναχωριέσαι, καημένο μου παλτό !Κάτι θα σκεφτούμε! Έτσι παιδιά; είπε η κ. Καμηλούλα .

- Ναι!!!!!!!!!!!!!!!!!!!! απαντούν τα παιδιά δυνατά.

-Σκέφτεσαι ό,τι σκέφτομαι; ρωτάει τον κ. Μαϊμουδάκη η κ. Καμηλούλα.

- Μήπως εννοείς τον φίλο μας τον κ. Χριτς – Χράτς ; την ρωτάει ο κ. Μαϊμουδάκης.

- Ακριβώς! Έλάτε παιδιά να τον φωνάξουμε! Φωνάζει δυνατά η κ. Καμηλούλα.

- Κ. Χριτς – Χράτς !!!!!!!!!!!!!!! φωνάζουν όλα τα παιδιά.

(Εμφανίζεται ο κ. Χριτς- Χράτς στη σκηνή.)

-Άκουσα το όνομά μου! Γεια σας! Εσείς με φωνάζατε; ρωτάει ο κ. Χριτς – Χράτς.

- Ναι!!!!!!!!!!!! του απαντούν τα παιδιά.

- Με λένε κ. Βέλκρο , αλλά οι φίλοι μου με φωνάζουν κ. Χριτς – Χράτς! Η καταγωγή μου είναι από την μακρινή Ελβετία, εκεί όπου ο εφευρέτης μου , ο Ζόρζ ντε Μεστράλ είχε την καταπληκτική ιδέα να με κατασκευάσει ακριβώς όπως είναι η κολλιτσίδα στα φυτά. Αυτό θα το καταλάβετε όμως μόνο όταν χρησιμοποιήσετε τον μεγεθυντικό φακό και το ψηφιακό μικροσκόπιο, που θα σας βοηθήσουν να με δείτε από πολύ κοντά και όχι μόνο με τα μάτια σας! Αυτό δηλαδή που έκανε και εκείνος! Θα σας δείξουν έναν πολύ μικρό κόσμο, τον «μικρόκοσμο» και μετά θα ξαναγυρίσετε στον κόσμο που βλέπετε με τα ματάκια σας, τον «μακρόκοσμο».

-Ποια είναι όμως η κ. Κολλιτσίδα; Την έχετε ακούσει; Μήπως να την φωνάξουμε να έρθει στην παρέα μας; συνεχίζει ο κ. Χριτς – Χράτς.

(Εμφανίζεται στη σκηνή η κ. Κολλιτσίδα αφού την προσκάλεσαν να έρθει.)

- Γεια σας! Είμαι η κ. Κολλιτσίδα. Το σπίτι μου είναι η φύση και μου αρέσει πάρα πολύ να κολλάω παντού, και κυρίως στα ρούχα! Αγαπώ πολύ και το τρίχωμα των ζώων! Έτσι, λοιπόν, με γνώρισε και εντυπωσιάστηκε από την ικανότητά μου ο εφευρέτης του κ. Χριτς –Χράτς και κατάφερε να τον κατασκευάσει!

- Πολύ χαιρόμαστε που ακούμε αυτά για σας! τους απάντησαν ο κ. Μαϊμουδάκης και η κ. Καμηλούλα.

- Σίγουρα θα ακούγονται πολύ παράξενα όλα αυτά στα παιδιά! Γι' αυτό έχω κάτι να σας δείξω! είπε ο κ. Χρίτς – Χράτς.

(Εδώ προβάλλεται στους μαθητές το συγκεκριμένο βίντεο <https://video.link/w/2kzXc>

που αφορά την ιστορία της εφεύρεσης του βέλκρο.)

-Πιστεύετε ότι ταιριάζει το βέλκρο για το παλτό της μαμάς του κ. Μαϊμουδάκη; Γιατί; Πώς δουλεύει;

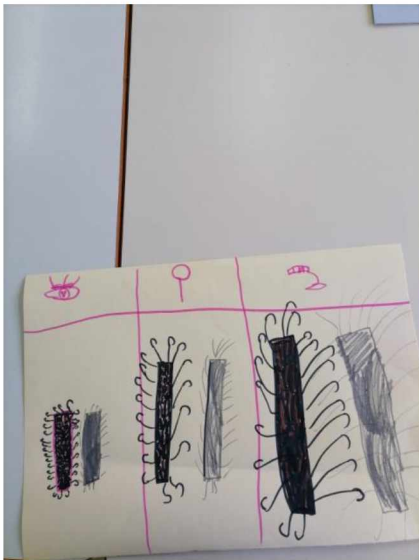
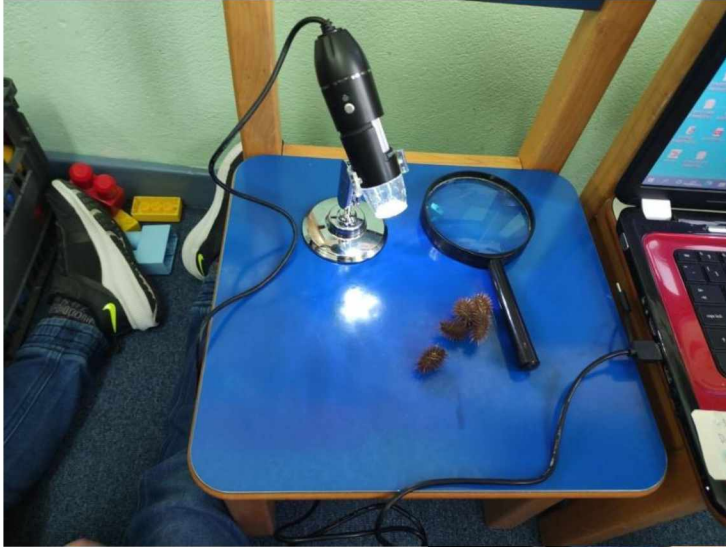
- Ναι!!!!!!!! (η πιθανή απάντηση των παιδιών και η έκφραση των απόψεών τους)

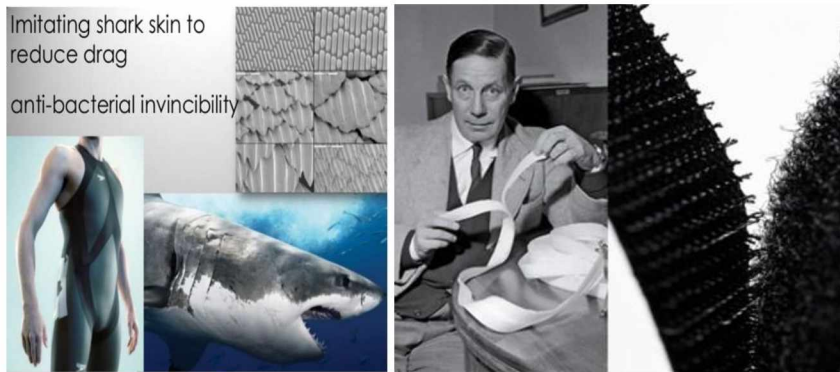
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2:ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ






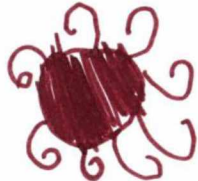

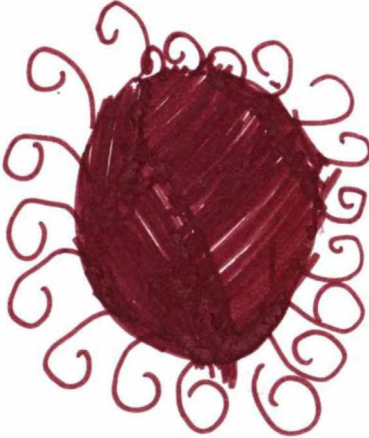


Create your own at Storyboard That






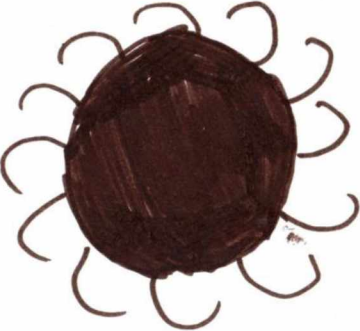









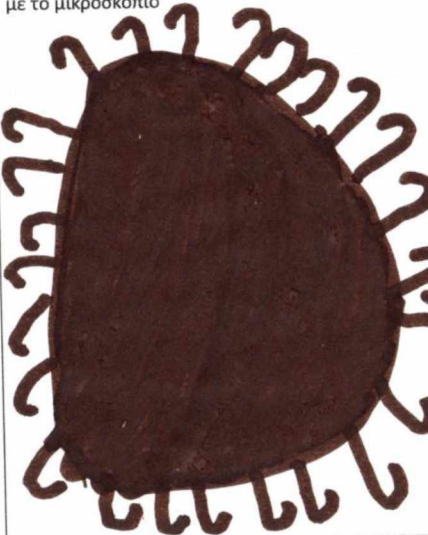
Ζωγραφίζω την κολλιτσίδα όπως την παρατήρησα με

<p>το μάτι μου</p>  	<p>με το μεγεθυντικό φακό</p>  	<p>με το μικροσκόπιο</p>  
---	--	--







Ζωγραφίζω την κολλιτσίδα όπως την παρατήρησα με

<p>το μάτι μου </p> 	<p>με το μεγεθυντικό φακό </p> 	<p>με το μικροσκόπιο </p> 
--	---	---

Ζωγραφίζω την κολλιτσίδα όπως την παρατήρησα με






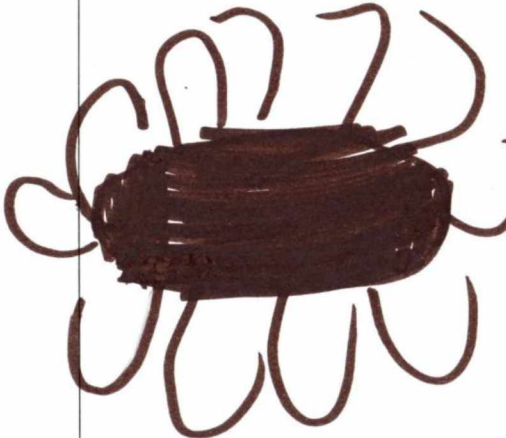
<p>το μάτι μου </p> 	<p>με το μεγεθυντικό φακό </p> 	<p>με το μικροσκόπιο </p> 
--	---	---

Ζωγραφίζω την κολλιτσίδα όπως την παρατήρησα με




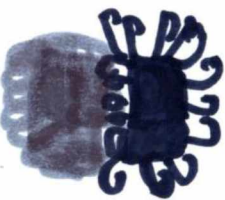


<p>το μάτι μου </p> 	<p>με το μεγεθυντικό φακό </p> 	<p>με το μικροσκόπιο </p> 
--	--	---






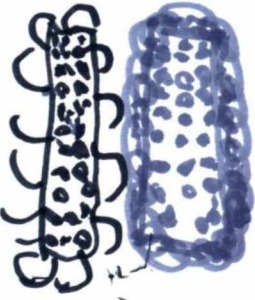

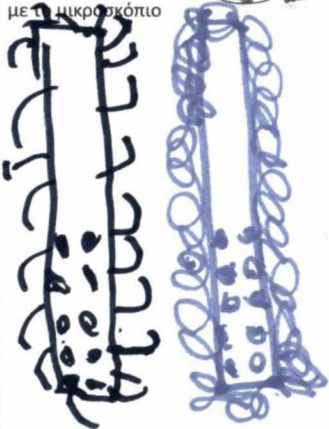
Ζωγραφίζω την κολλιτσίδα όπως την παρατηρώ με

<p>το μάτι μου</p>  	<p>με το μεγεθυντικό φακό</p>  	<p>με το μικροσκόπιο</p>  
---	---	--




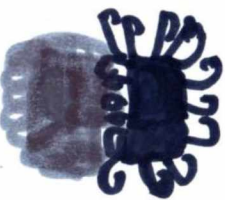


Ζωγραφίζω το βέλκρο όπως το παρατήρησα με

<p>το μάτι μου </p> 	<p>με το μεγεθυντικό φακό </p> 	<p>με το μικροσκόπιο </p> 
--	--	---

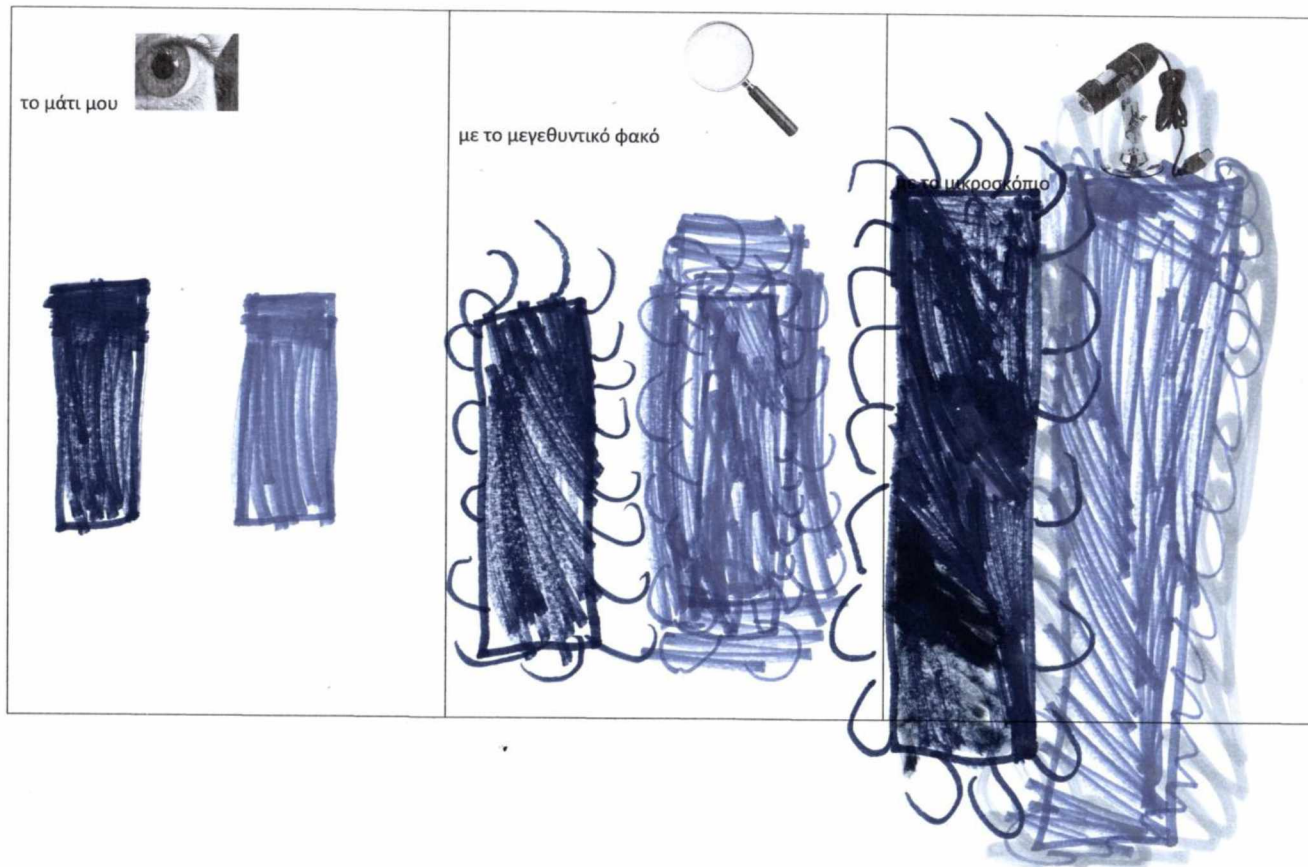
Ζωγραφίζω την κολλιτσίδα όπως την παρατήρησα με

<p>το μάτι μου </p> 	<p>με το μεγεθυντικό φακό </p> 	<p>με το μικροσκόπιο </p> 
--	--	---

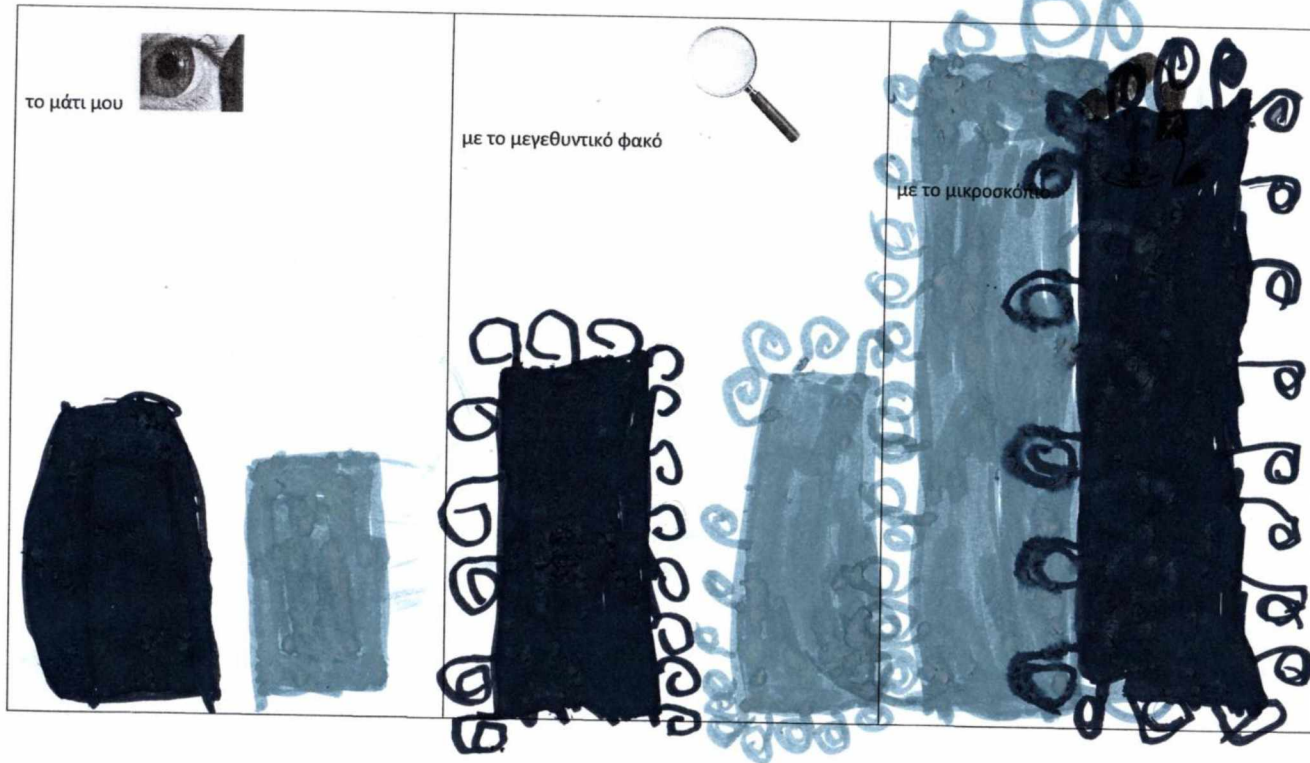
Ζωγραφίζω το βέλκρο όπως το παρατήρησα με

<p>το μάτι μου </p> 	<p>με το μεγεθυντικό φακό </p> 	<p>με το μικροσκόπιο </p> 
--	--	---

Ζωγραφίζω το βέλκρο όπως το παρατήρησα με

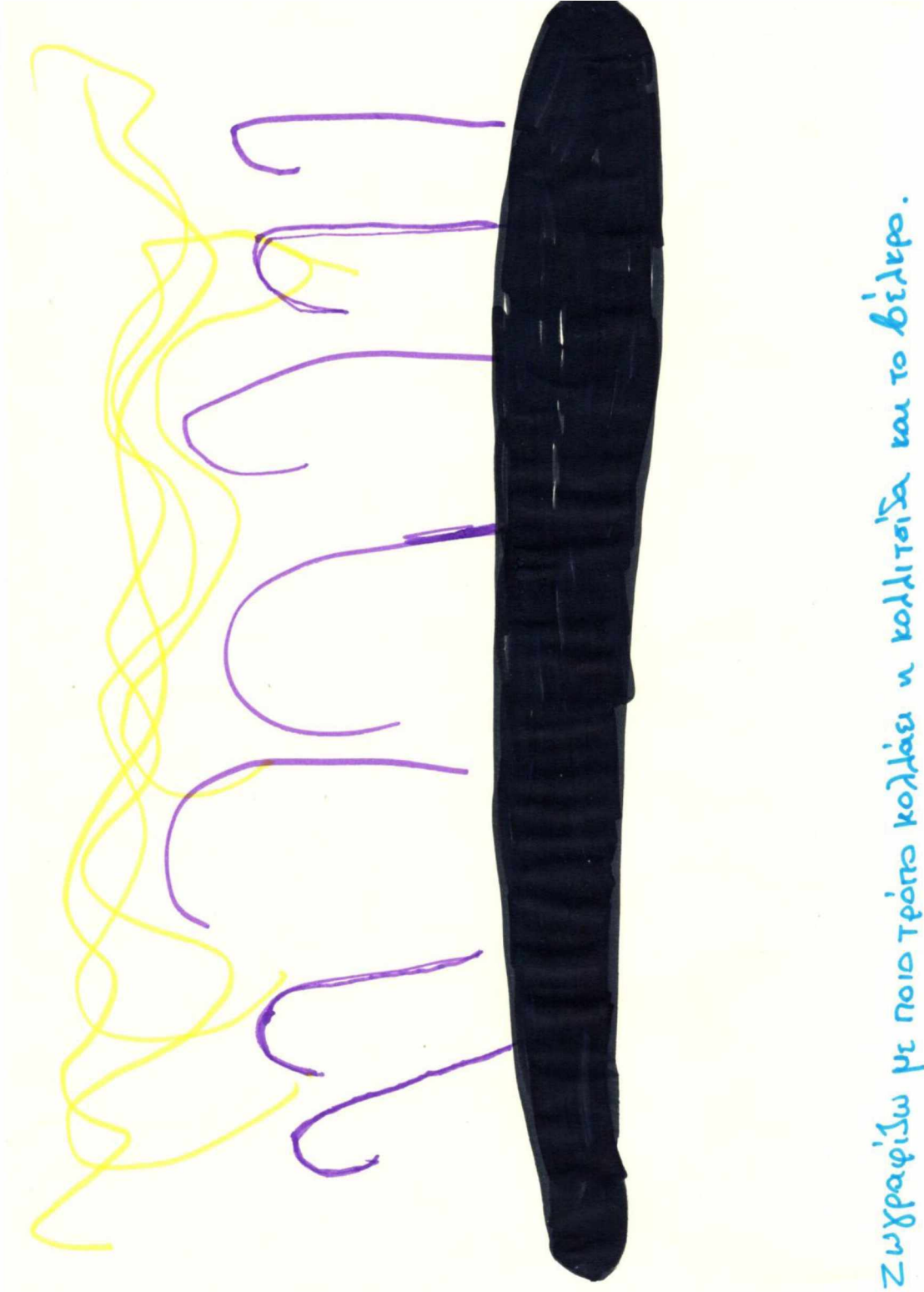


Ζωγραφίζω το βέλκρο όπως το παρατήρησα με



Ζωγραφίστε με ποιο τρόπο κολλάει η κολλιτσιδα με το βέλκρο.





Συγγραφίση με ποιο τρόπο κολλάει η κολλιτσιά και το βίλερο.



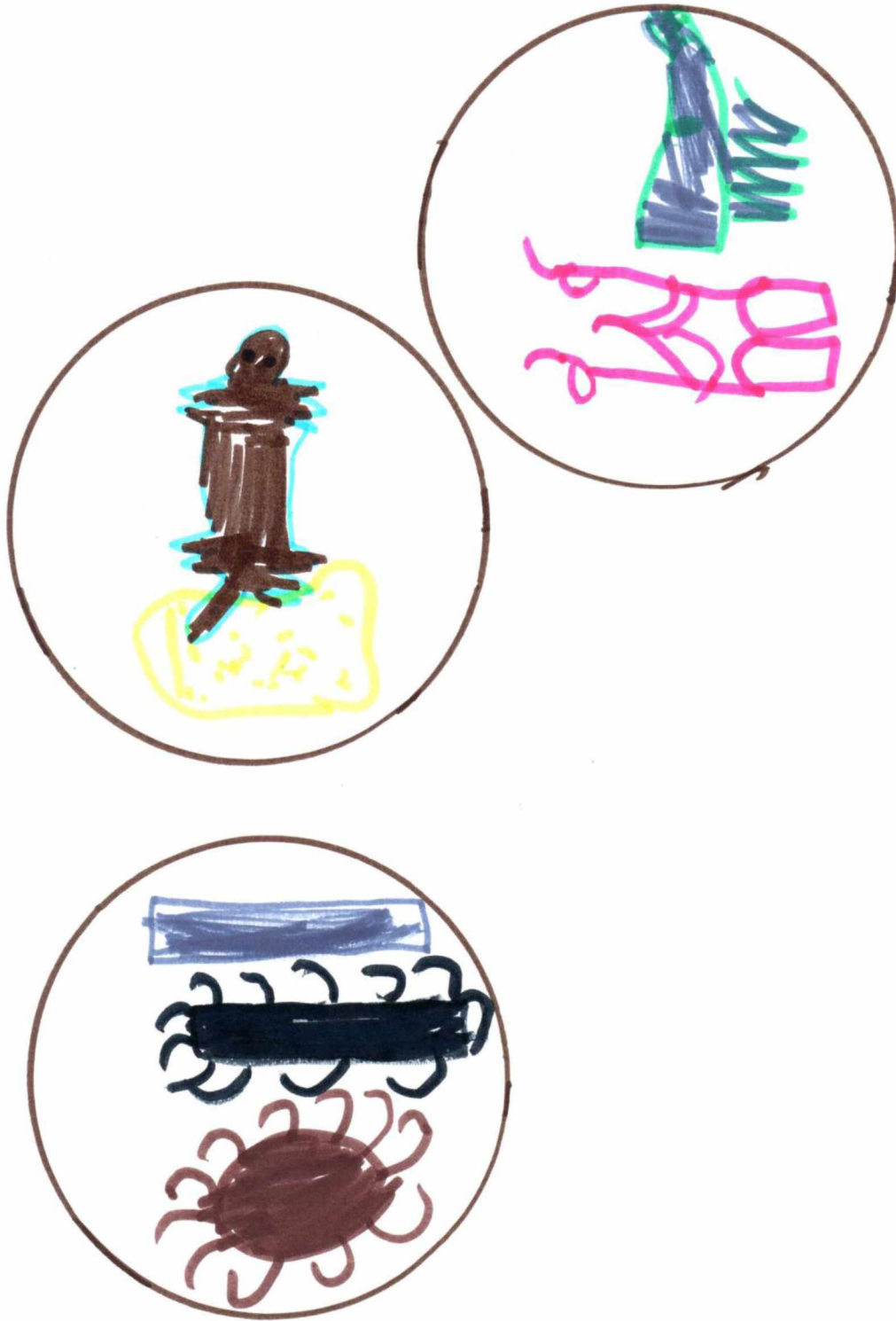
Συγγραφέας με ποιο τρόπο κολάει η κολλοειδία και το δέντρο.

Ζωγραφίζω την λύση που βρήθκε και είναι χαλαίμενο
το παλτό.

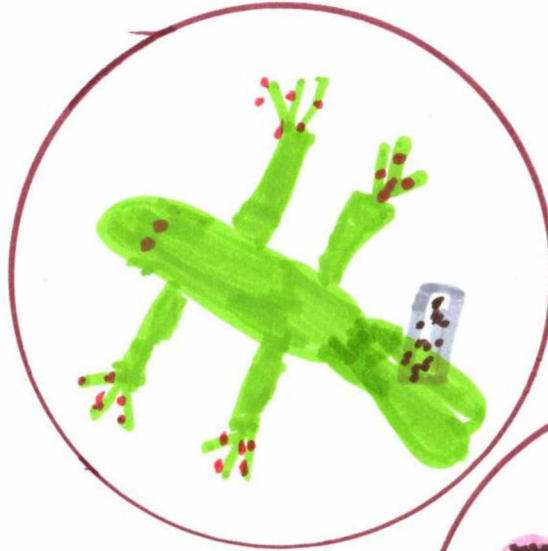
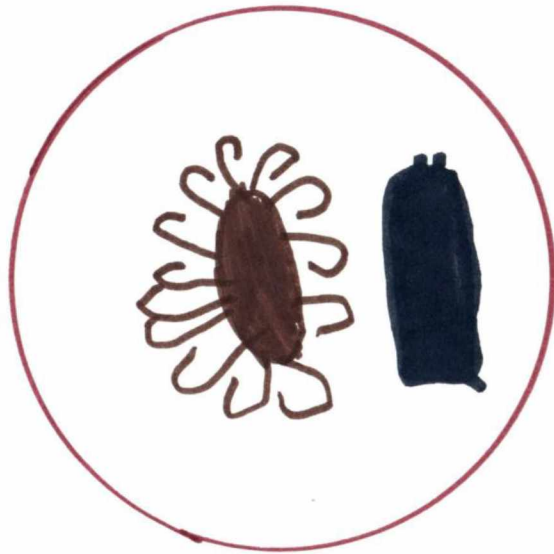


Ζωγραφίζω την λύση που βρέθηκε και είναι χαράμενο το παιτό.

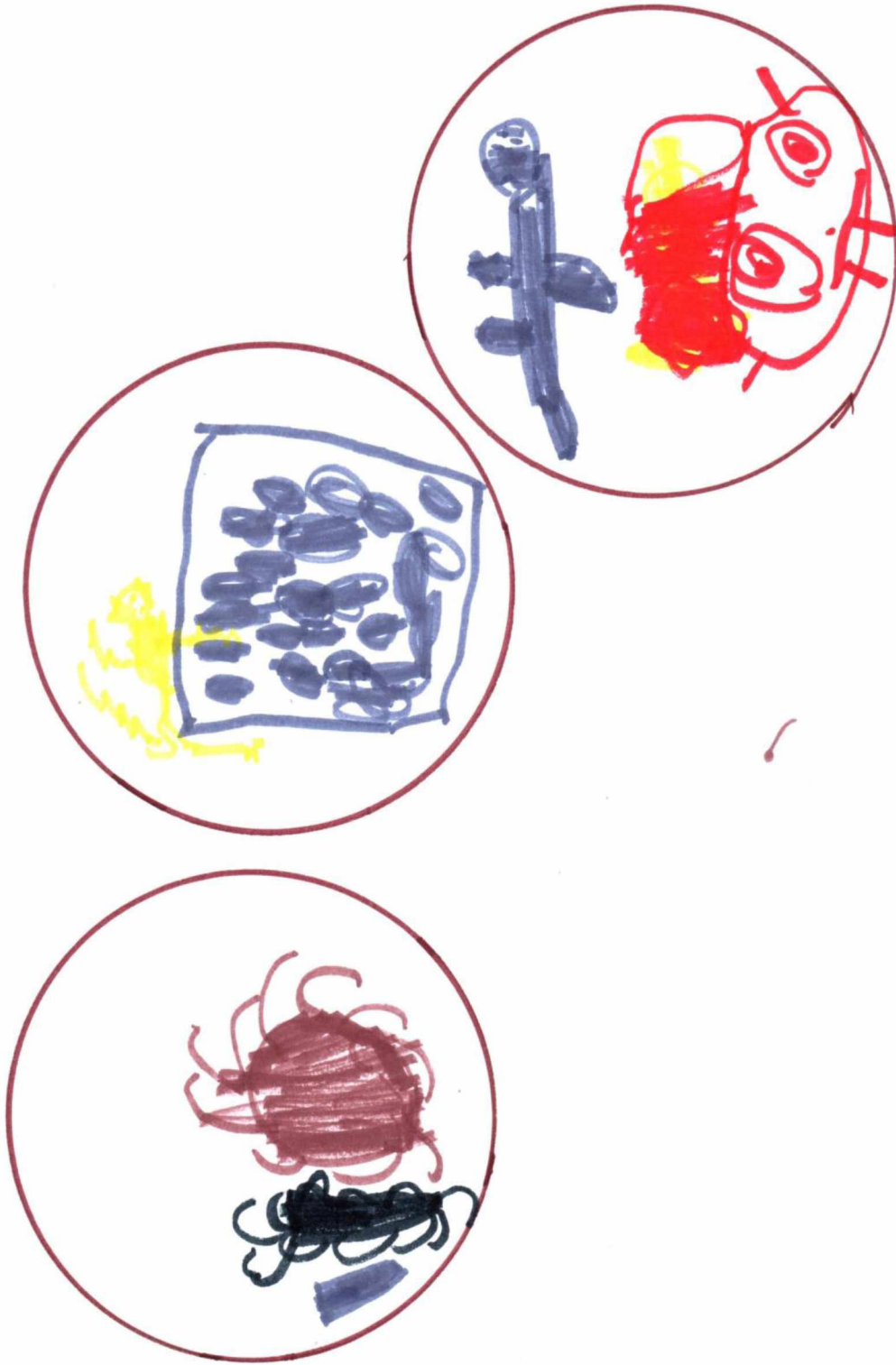




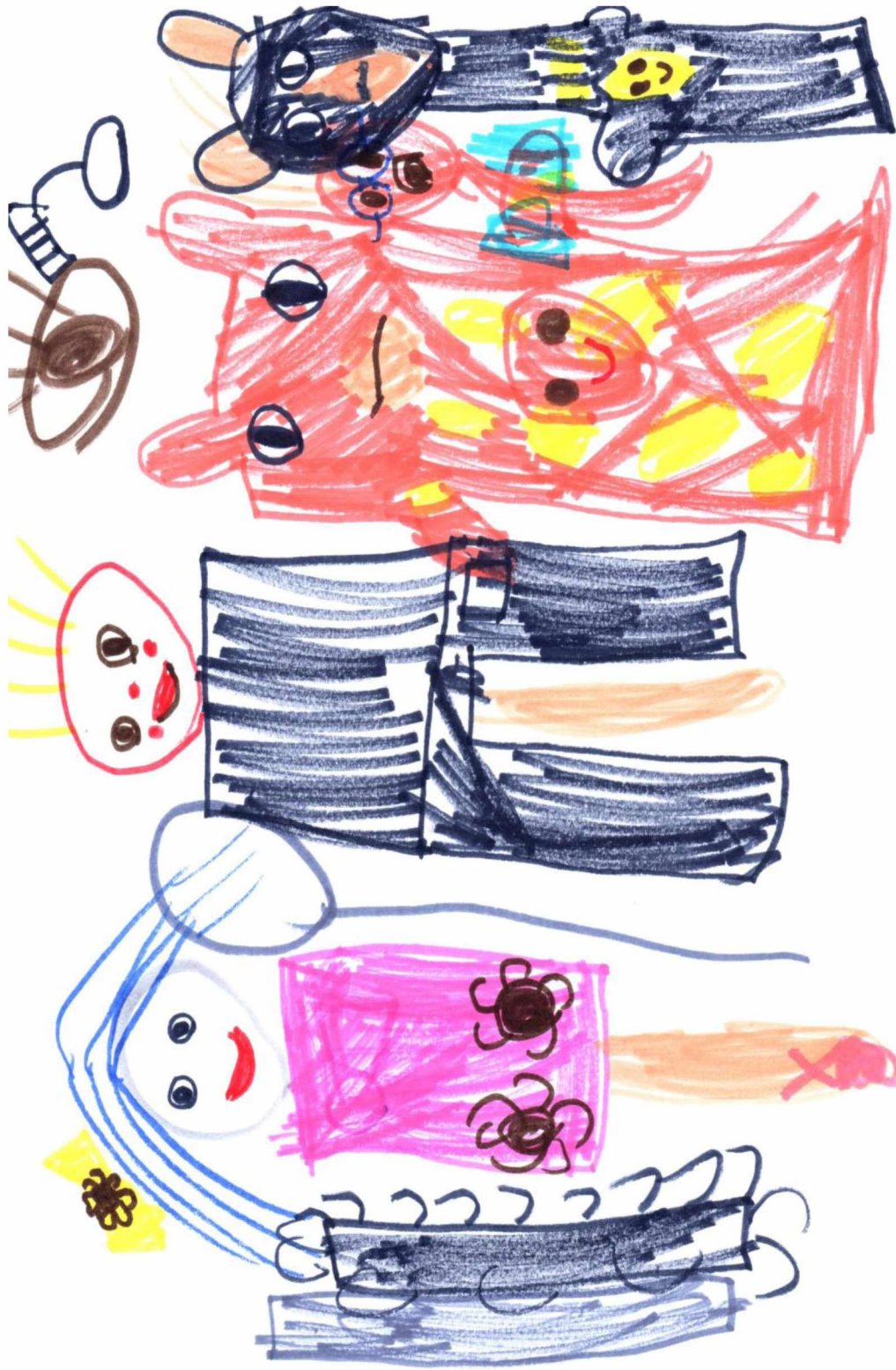
Φτιάχνω τις ομάδες με τα αντικείμενα που μιλάνε τα ζώα και τα φυτά.

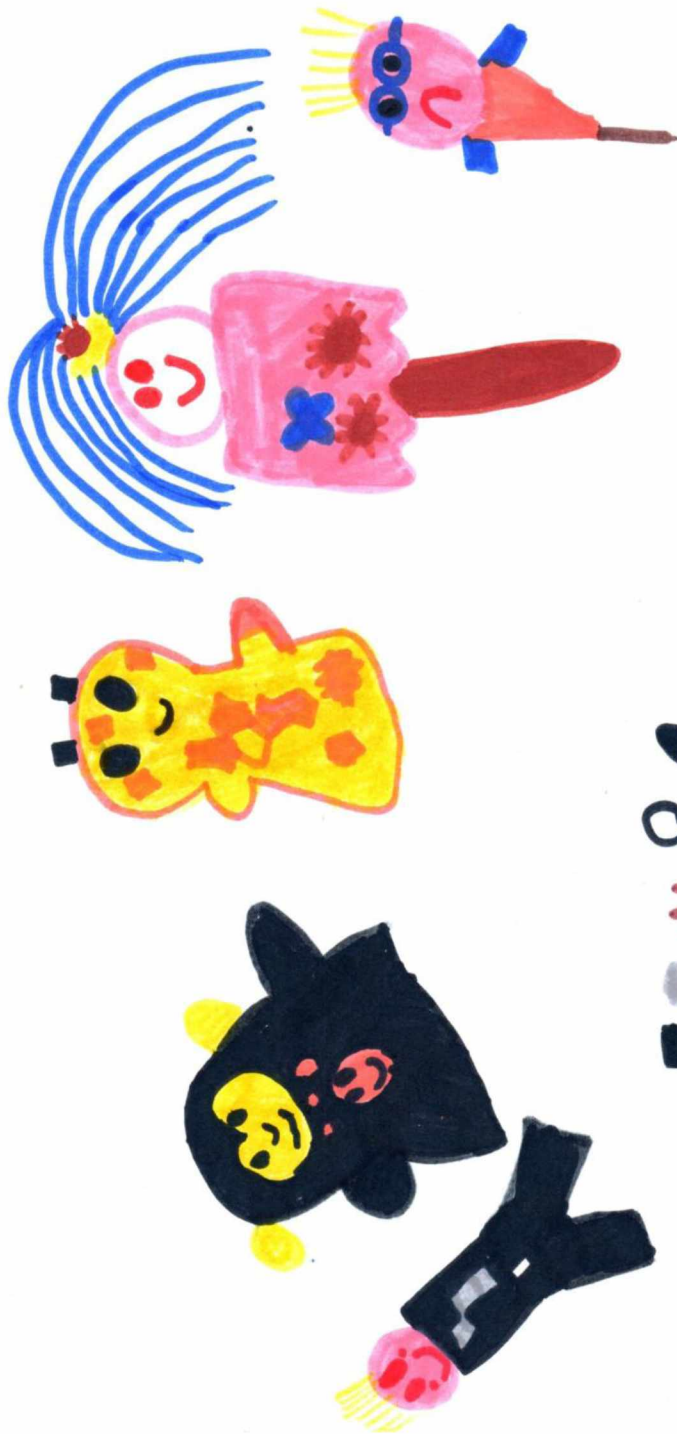


Φτιάχνω τις ομάδες με τα αντικείμενα που μπαίνουν τα ζώα και τα φυτά.

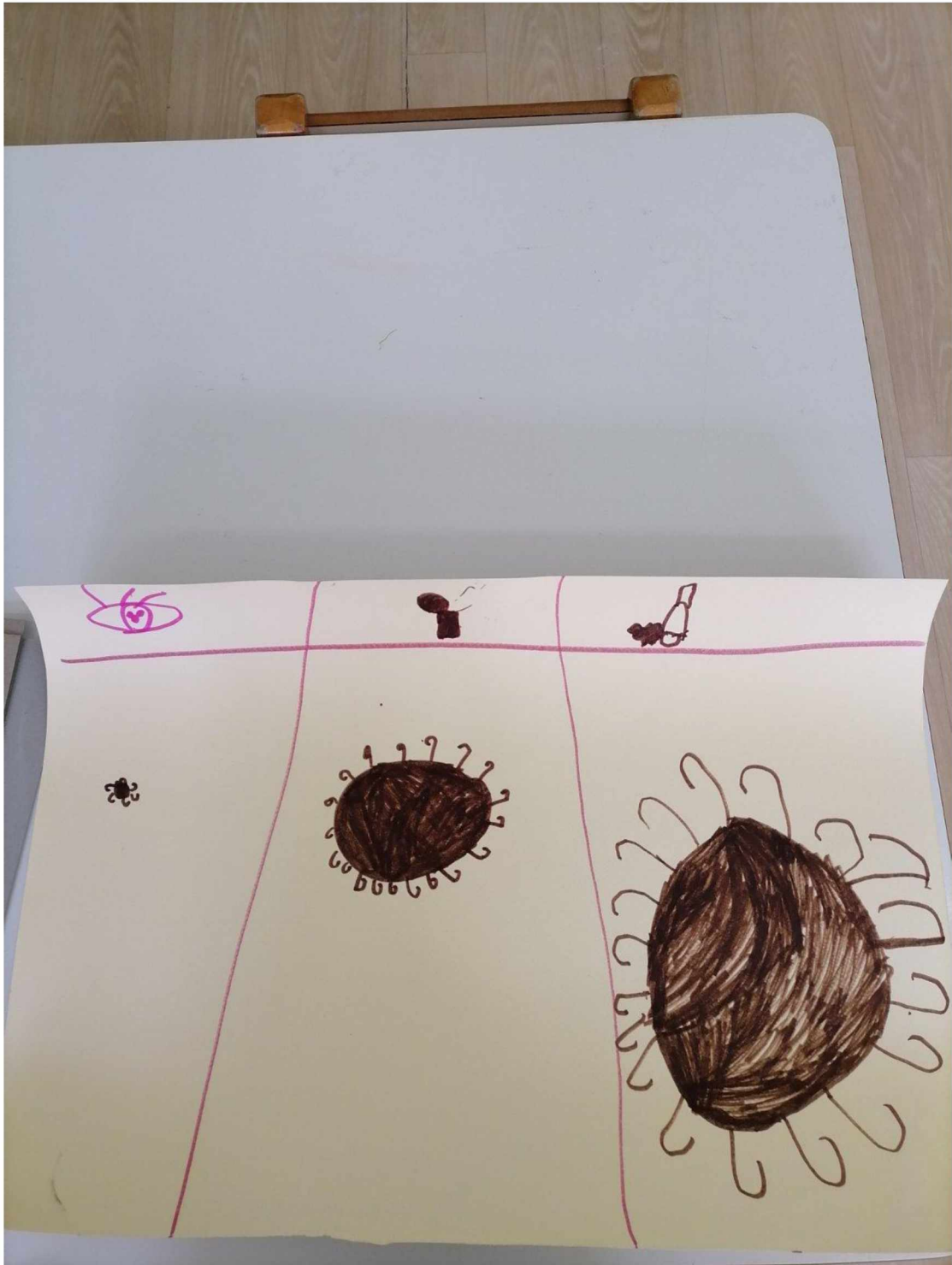


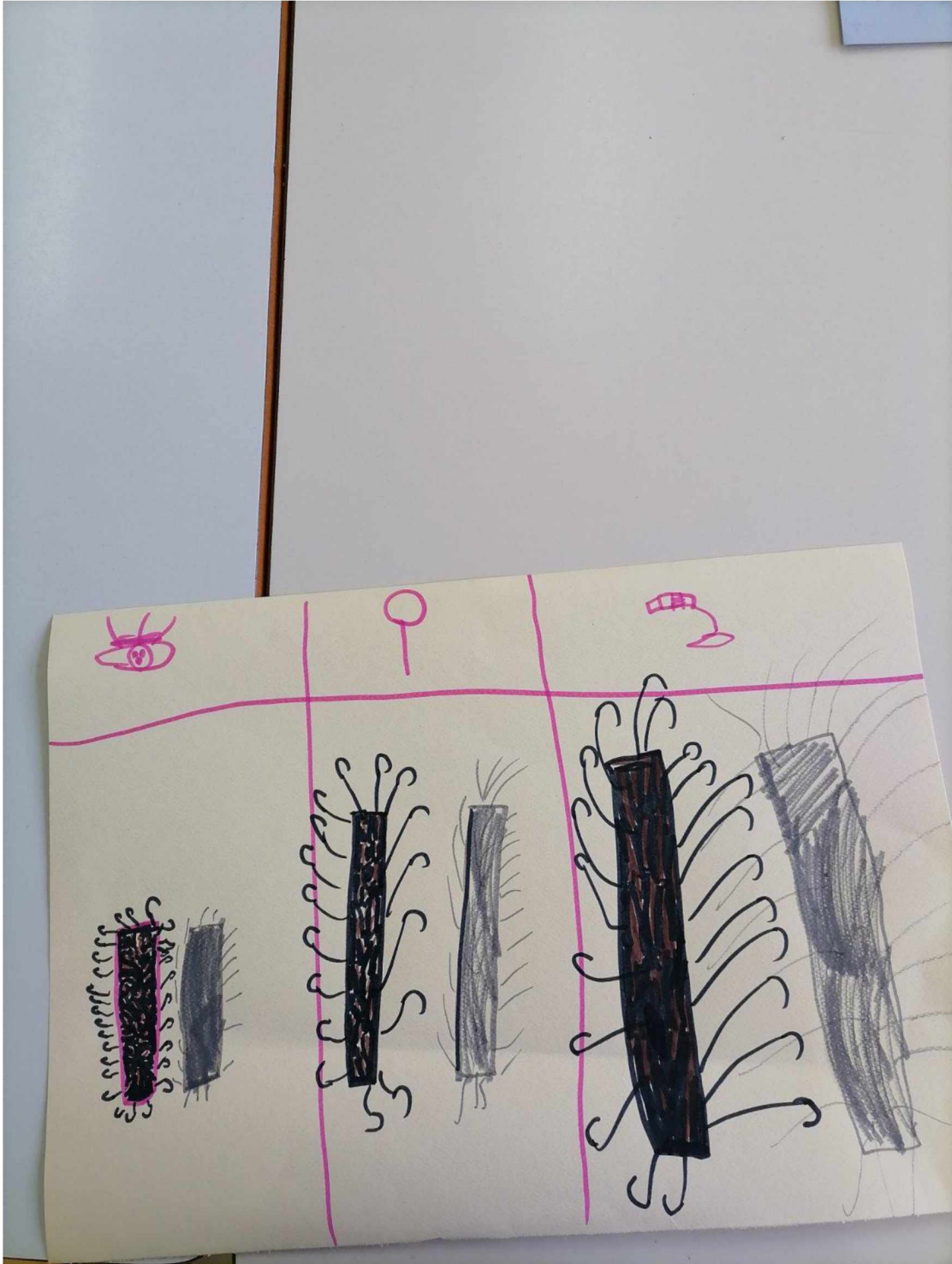
Φτιάχνω τις ομάδες με τα αντικείμενα που υπάρχουν τα ζωα και τα φυτά.

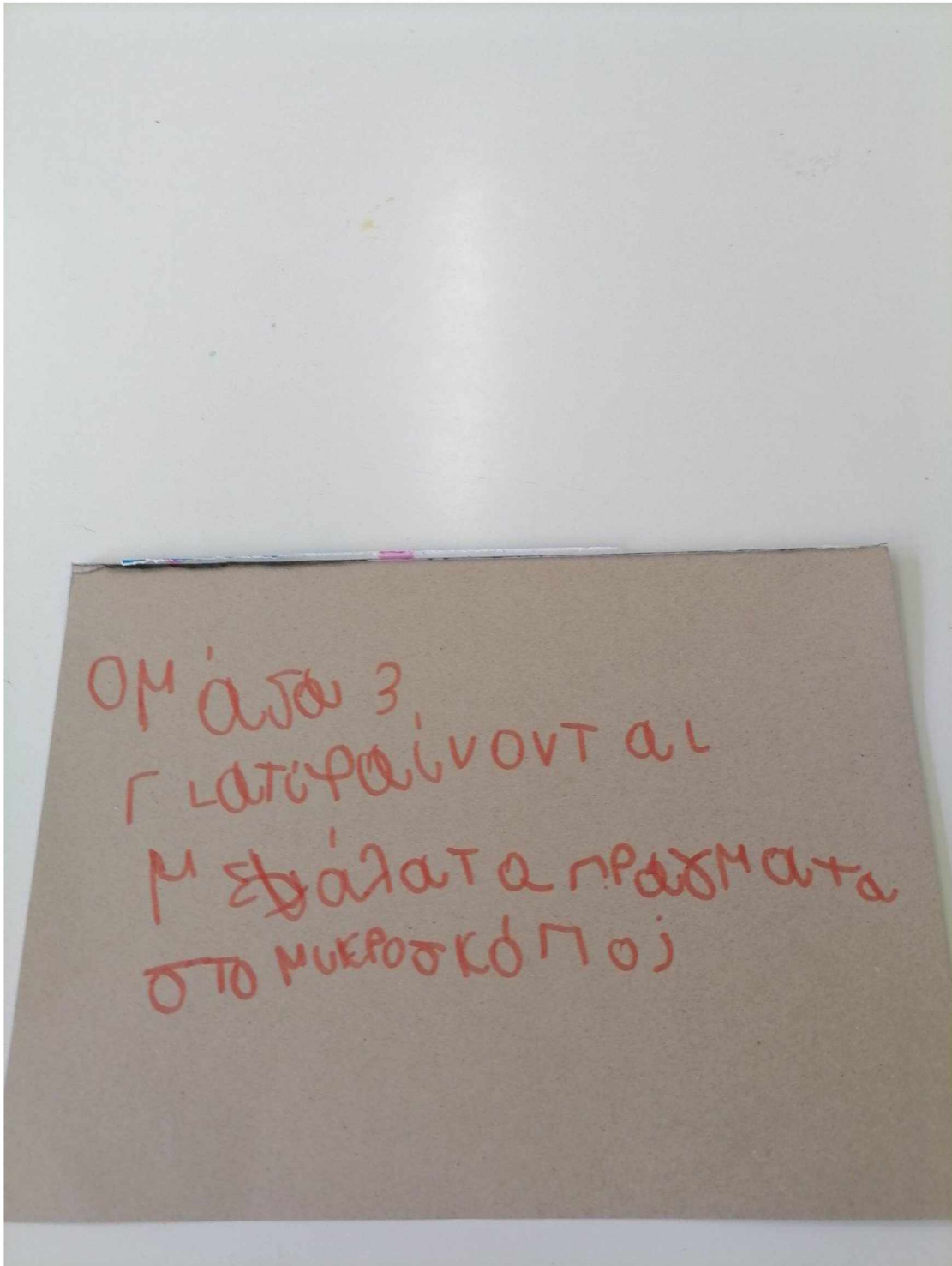


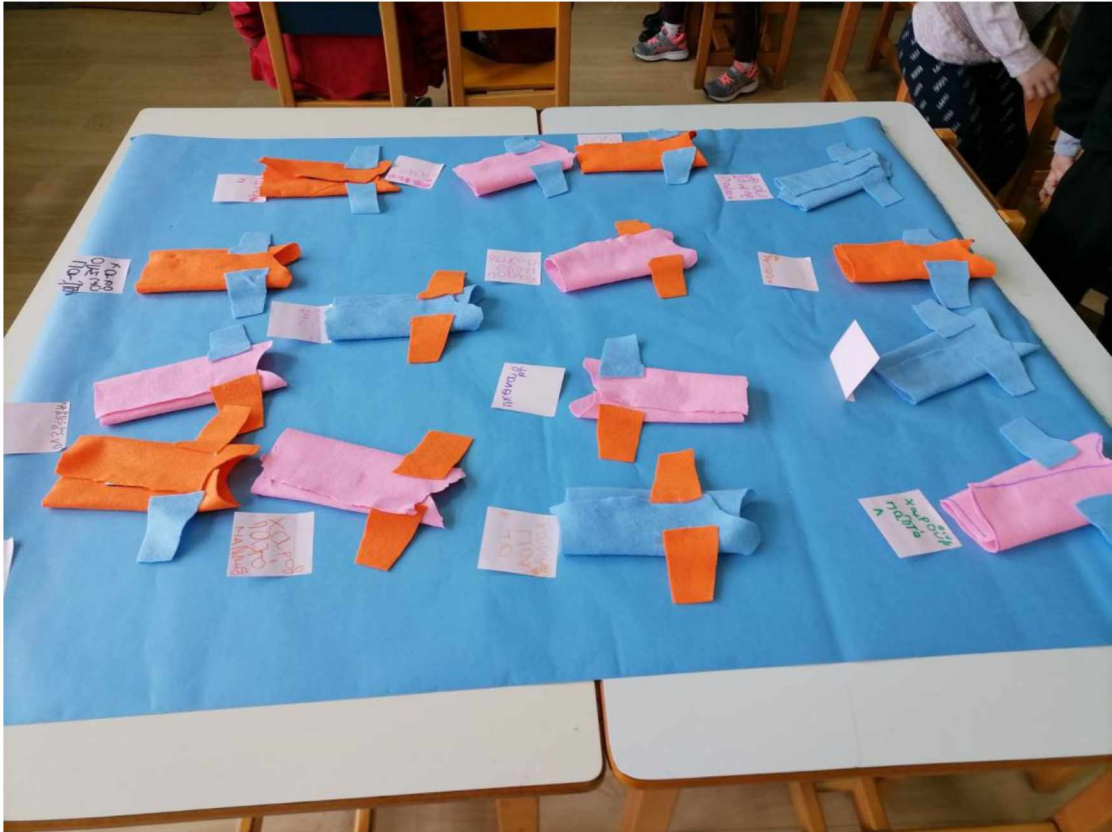












ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4 :ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗ ΜΑΘΗΤΩΝ/ΤΡΙΩΝ
ΠΑΙΔΙ 1 :

1. **ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ :** Γνωρίζεις την κολλιτσίδα; Πού την έχεις δει;

ΠΑΙΔΙ 1 :



(Εικόνα 1)

2. **ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ :** Πώς κολλάει η κολλιτσίδα;

ΠΑΙΔΙ 1 :



(Εικόνα 2)



(Εικόνα 3)

3. **ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ:** Γνωρίζεις το βέλκρο; Τι είναι αυτό; Πού το έχεις δει;

ΠΑΙΔΙ 1 :



(Εικόνα 4)



(Εικόνα 5)

4. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ :Με ποιο τρόπο πιστεύεις ότι κολλάει το βέλκρο;

ΠΑΙΔΙ 1 :.....

5. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ : Οι επιστήμονες παρατηρώντας ζώα και φυτά της εξοχής έφτιαξαν διάφορα πράγματα που τα χρησιμοποιούμε πολύ συχνά. Γνωρίζεις κανένα;

ΠΑΙΔΙ 1 :

6 . ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ :Ξέρεις πώς μπορούμε να μεγαλώσουμε πράγματα για να τα δούμε καλύτερα; Γνωρίζεις κάποιο εργαλείο που μπορούμε να το καταφέρουμε αυτό;



(Εικόνα 6)

ΠΑΙΔΙ 1 :

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5 : ΦΥΛΛΟ ΜΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΙΚΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ

ΦΥΛΛΟ ΜΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΙΚΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΜΑ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1^η

ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ : 15 λεπτά

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- α) να παρακολουθήσουν και να συμμετάσχουν ενεργά στην παράσταση κουκλοθέατρου
 β) να προβληματιστούν σχετικά με τη λύση που πρέπει να βρεθεί ώστε να κλείνει το παλτό της μαμάς του κ. Μαϊμουδάκη
 γ) να επεξεργαστούν τις πληροφορίες που παρέχονται μέσα από την προβολή βίντεο

- 1. Πόσοι μαθητές/τριες συμμετείχαν στην δραστηριότητα; Πόσα αγόρια και πόσα κορίτσια;**

.....

- 2. Σε ποιο χώρο έγινε η δραστηριότητα; Βοηθήθηκε ή εμποδίστηκε η συμμετοχή των παιδιών; (Τεκμηριώστε την απάντησή σας.)**

.....

- 3. Σχολιάστε σε ποιο βαθμό επιτεύχθηκε η εκτιμώμενη διάρκεια της δραστηριότητας. (Τεκμηριώστε την απάντησή σας.)**

.....

4. Παρατηρήσατε δυσκολία για τους μαθητές/τριες να κατανοήσουν το περιεχόμενο της δραστηριότητας; *(Τεκμηριώστε την απάντησή σας.)*

.....
.....
.....
.....

5. Σχολιάστε τη συμμετοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών. *(Τεκμηριώστε την απάντησή σας.)*

.....
.....
.....
.....

6. Ο ρόλος της εκπαιδευτικού (υποστηρικτικός, παρεμβατικός, ενισχυτικός)

(Τεκμηριώστε την απάντησή σας.)

.....
.....
.....
.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6: ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Αντιστοίχισε το σωστό.

