



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΝΗΠΙΑΓΩΓΩΝ



«Επιστήμες της Εκπαίδευσης και της Αγωγής: Διεπιστημονικές προσεγγίσεις
στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία»

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία
«Θέματα Εξελικτικής Βιολογίας στο Νηπιαγωγείο»

Ζιζέτα Χατζηλιάδου

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Κατερίνα Πλακίτση

Ιωάννινα, Φεβρουάριος 2022

Η συλλογή και η επεξεργασία των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα που υποβάλλονται πραγματοποιείται σύμφωνα με τα οριζόμενα στις διατάξεις του Ν.4624/19 και του Κανονισμού (ΕΕ)2016/2019. Το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων συλλέγει και επεξεργάζεται τα δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα αποκλειστικά στο πλαίσιο της υλοποίησης του σκοπού της παρούσας διαδικασίας. Για το χρονικό διάστημα που τα προσωπικά δεδομένα θα παραμείνουν στη διάθεση του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων το υποκείμενο έχει τη δυνατότητα να ασκήσει τα δικαιώματά του σύμφωνα με τους όρους του Γενικού Κανονισμού Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα 2016/679 (Ε.Ε.) και τα οριζόμενα στα άρθρα 34 και 35 Ν. 4624/2019. Υπεύθυνη Προσωπικών Δεδομένων του Ιδρύματος είναι η κα. Σταυρούλα Σταθαρά (email: dpo@uoi.gr).



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΝΗΠΙΑΓΩΓΩΝ



Θέματα Εξελικτικής Βιολογίας στο Νηπιαγωγείο

Ζιζέτα Χατζηλιάδου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Κατερίνα Πλακίτση, Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό
Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1. Κατερίνα Πλακίτση, Καθηγήτρια,
Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών,
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
2. Βασίλης Κούτρας, Καθηγητής,
Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών,
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
3. Κωνσταντίνος Κώτσης, Καθηγητής,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής
Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Ιωάννινα, Φεβρουάριος 2022

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τη βαθύτατη ευγνωμοσύνη μου για την καθηγήτριά μου, Κατερίνα Πλακίτση, χωρίς την πολύτιμη καθοδήγηση και ενθάρρυνση της οποίας δεν θα ήταν εφικτή η εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Θα ήθελα ακόμη να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στις Ευδοξία Στεργίου και Βάσω Νίκου, προϊστάμενες του 5ου και 11ου Νηπιαγωγείου Ζωγράφου, αντίστοιχα, για την απίστευτη υποστήριξη και συμβολή τους καθ' όλη τη διάρκεια διεξαγωγής της έρευνας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα, συμμεριζόμενοι τον ενθουσιασμό μου και αγκαλιάζοντας με αγάπη τη «δασκάλα της εντομολογίας».

Περίληψη

Η θεωρία της εξέλιξης των ειδών, είναι το πεδίο εκείνο της βιολογίας αλλά και της επιστήμης γενικότερα που θεωρείται το πιο αμφιλεγόμενο καθώς έχει εγείρει έντονες αντιδράσεις για λόγους ηθικούς, θρησκευτικούς, ουσιοκρατικούς και αγνωστικισμού. Η δυσκολία της κατανόησης και της αποδοχής της αποτελεί έντονο φαινόμενο ακόμα και στις ανεπτυγμένες χώρες του δυτικού κόσμου. Είναι, ωστόσο, αδιαμφισβήτητο γεγονός ότι πρόκειται για μια έγκυρη και αξιόπιστη επιστημονική θεωρία, όπως τόσες άλλες που χαίρουν υψηλής αποδοχής και θεωρούνται αδιαμφισβήτητες. Έρευνες έχουν δείξει ότι ακόμα και φοιτητές βιολογίας παρουσιάζουν δυσκολία στην αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας ακόμη και μετά από ειδική παρέμβαση. Οι δυσκολίες αυτές έχουν τις ρίζες τους σε παρανοήσεις που εδραιώνονται από τις πολύ μικρές ακόμα ηλικίες. Τα παραπάνω δεδομένα υποδηλώνουν την έντονη ανάγκη για έγκαιρη παρέμβαση από την πρωτοβάθμια ακόμα εκπαίδευση. Η παρούσα έρευνα θέλει να τονίσει την ανάγκη αυτή η παρέμβαση να ξεκινά από τη βαθμίδα του νηπιαγωγείου και να προτείνει ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα παρέμβασης γύρω από βασικές έννοιες της εξελικτικής βιολογίας, όπως η ποικιλομορφία, η προσαρμογή και η ειδογέννεση, αλλά και βασικές (επιστημονικές) δεξιότητες και διαδικασίες, δείχνοντας ότι κάτι τέτοιο είναι απολύτως εφικτό.

Λέξεις κλειδιά: εξελικτική βιολογία, θεωρία της εξέλιξης, ποικιλομορφία, προσαρμογή, ειδογέννεση, νηπιαγωγείο, προσχολική εκπαίδευση, εκπαιδευτική παρέμβαση, τελεολογία, εντομολογία

Concepts Of Evolutionary Biology in Preschool Education

Zizeta Chatziliadou

Abstract

Evolutionary theory is the field of Biology, and science in general, that has arisen the biggest controversy issues over time due to religious, ethical and/or agnostic reasons. Even people in well-developed western countries find it hard to understand and accept the theory of evolution. However, it is an undeniable fact that this is a valid and reliable scientific theory such as any of its kind which are widely accepted. Studies have shown that even Biology undergraduates after an intervention find it difficult to accept this theory. The creation of those difficulties go way back, in the early developmental years and the misconceptions that arise at such young ages. Such data, amongst others, suggest an imperative need of a primary education intervention focused on evolutionary concepts. This research aims to underline the need of an early intervention, beginning at kindergarten and also suggest an expedient educational programme focused on fundamental evolutionary concepts, such as variation, adaptation, and speciation, as long as scientific skills and processes, proving that such concepts can and should be approached at such a young age.

Key words: evolutionary biology, theory of evolution, variation, adaptation, speciation, kindergarten, preschool education, educational intervention, teleology, entomology

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	10
1. Η Εκπαίδευση για τη Θεωρία της Εξέλιξης	13
1.1 Γενικά εμπόδια στη διδασκαλία της εξέλιξης.....	13
1.1.1 Ψυχολογική ουσιοκρατία	14
1.2 Τελολογία: εννοιολογικό εμπόδιο ή παιδαγωγικό εργαλείο;	15
1.2.1 Η φύση των τελολογικών εξηγήσεων	16
1.2.2 Τα είδη των τελολογικών εξηγήσεων	18
1.2.3 Η τελολογία στην εκπαίδευση	22
1.3 Κατάλληλες διδακτικές προσεγγίσεις.....	24
1.3.1 Βασικά θέματα που συμβάλλουν στην εκπαίδευση για την εξέλιξη	24
1.3.2 Η εξέλιξη στο νηπιαγωγείο	31
2. Μεθοδολογία	35
2.1 Ερευνητικός Σχεδιασμός.....	35
2.1.1 Σκοπός και Ερευνητικά Ερωτήματα	35
2.1.2 Ερευνητική Προσέγγιση.....	36
2.1.3 Δειγματοληψία	37
2.1.4 Μεθοδολογικά Εργαλεία.....	37
2.2 Ερευνητική Διαδικασία.....	39
2.2.1 Πρώτη φάση - Διερευνητική.....	39
2.2.2 Δεύτερη Φάση – Εφαρμογή Εκπαιδευτικού Προγράμματος	40
3. Αποτελέσματα.....	51
3.1 Πρώτη Φάση -Ανάλυση Συνεντεύξεων	51
3.2 Δεύτερη Φάση - Αποτελέσματα Αξιολόγησης Δραστηριοτήτων.....	73
4. Συζήτηση - Συμπεράσματα	99
Βιβλιογραφία	106
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	110
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	111
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	112
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ	120
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ	124
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε.....	125

Κατάλογος Εικόνων /Γραφημάτων/ Σχημάτων

Εικόνα 1 σελ.82

Εικόνα 2 σελ.84

Εικόνα 3 σελ.85

Εικόνα 4 σελ.92

Σχήμα 1 σελ.73

Σχήμα 2 σελ.75

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1	σελ.51
Πίνακας 2	σελ.55
Πίνακας 3	σελ.56
Πίνακας 4	σελ.58
Πίνακας 5	σελ.60
Πίνακας 6	σελ.64
Πίνακας 7	σελ.66
Πίνακας 8	σελ.67
Πίνακας 9	σελ.70
Πίνακας 10	σελ.75
Πίνακας 11	σελ.80
Πίνακας 12	σελ.81
Πίνακας 13	σελ.86
Πίνακας 14	σελ.90

Εισαγωγή

Η εξελικτική σκέψη μπορεί να εντοπιστεί από την εποχή των αρχαίων Ελλήνων, ιδίως του Αριστοτέλη, στο έργο του οποίου συναντάμε την κλίμακα της φύσης (scala naturae). Μεγάλος αριθμός ερευνητών, στα χρόνια που ακολούθησαν, μελέτησαν την ιδέα της εξέλιξης με ορισμένους από αυτούς να αποτελούν ορόσημο στην εξέλιξη της εξελικτικής σκέψης όπως, ο Κάρολος Λινναίος (γιατρός, βοτανολόγος) ο οποίος καθιέρωσε το διωνυμικό σύστημα ονοματολογίας που χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα καθώς επίσης, οι Georges Cuvier (θεμελιωτής παλαιοντολογίας), James Hutton (γεωλόγος) και ο Jean Baptiste Lamarck (ο πρώτος ερευνητής που πρότεινε έναν μηχανισμό βάση του οποίου πραγματοποιείται η εξέλιξη). Ωστόσο, ο πιο ευρέως αναγνωρισμένος είναι ο Κάρολος Δαρβίνος με τη θεωρία του περί εξέλιξης μέσω του μηχανισμού της φυσικής επιλογής.

Ο Δαρβίνος δέχθηκε έντονη κριτική καθώς η θεωρία του υπήρξε άκρως ριζοσπαστική για την εποχή του. Σχεδόν δύο αιώνες μετά την έκδοση του έργου του *«Περί της καταγωγής των ειδών»* η κριτική συνεχίζεται παρά το γεγονός ότι πολυάριθμα, πλέον, δεδομένα από τα πεδία της γεωλογίας, της βιολογίας, της χημείας και της φυσικής αποδεικνύουν την ορθότητα της θεωρίας του. Μάλιστα, τα δεδομένα συνεχώς αυξάνονται καλύπτοντας ολοένα περισσότερα κενά στο έργο του Δαρβίνου. Παρόλα αυτά, για τους περισσότερους ανθρώπους είναι δύσκολο να κατανοήσουν και να αποδεχθούν τη θεωρία της εξέλιξης.

Σύμφωνα με τον Dodzhansky (1973) «οι εξελικτικές ιδέες έχουν γίνει θεμελιώδεις πυλώνες της επιστήμης σε τέτοιο σημείο ώστε τίποτα στην επιστήμη δεν μπορεί να εξηγηθεί παρά μόνο υπό το φως της εξέλιξης» (Hermann, 2018: 2). Είναι, λοιπόν, αναγκαίο η εξέλιξη να αποτελεί βασικό συστατικό στοιχείο στην εκπαίδευση στις επιστήμες, ειδικά εφόσον είναι ένα θέμα που εγείρει έντονες συζητήσεις και προβληματισμούς.

Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις χωρών όπου γίνεται λόγος για εκπαίδευση για την εξέλιξη, αυτή δεν αφορά παρά μόνο στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ιδίως στις τελευταίες τάξεις, έχει πολλές φορές προαιρετικό χαρακτήρα και βασίζεται σε αναχρονιστικές προσεγγίσεις (Carvalho & Assis, 2012). Ακόμη, όμως, και να υπήρχε συστηματική, ορθά

δομημένη κι επιστημονικά έγκυρη κι ενημερωμένη διδασκαλία σε αυτές τις ηλικίες, θα ήταν αρκετά δύσκολο για τους μαθητές να κατανοήσουν και να αποδεχθούν τη θεωρία της εξέλιξης των ειδών. Έρευνες έχουν δείξει (Sbeglia & Beggrow, 2019; Nehm κ.ά., 2009) ότι ακόμα και φοιτητές βιολογικών τμημάτων δυσκολεύονται να κατανοήσουν και να αποδεχθούν την εξελικτική θεωρία, παρουσιάζοντας ελλείμματα και χαμηλές επιδόσεις σε κατάλληλα σταθμισμένα τεστ.

Ένας από τους βασικότερους παράγοντες που εμποδίζει την κατανόηση και την αποδοχή της εξέλιξης από το ευρύ κοινό, είναι οι παρανοήσεις που έχουν εδραιωθεί, από μικρή ακόμη ηλικία, γύρω από το συγκεκριμένο πεδίο. Σύμφωνα με τον Nadelson (2009), οι παρανοήσεις σχετικά με την εξέλιξη απαντώνται σε τόσο μεγάλο ποσοστό διότι, πολύ συχνά, οι καθημερινές εμπειρίες των ανθρώπων μπορούν να λειτουργήσουν ως απλές και λογικές εξηγήσεις για φαινομενικά όμοιες περιπτώσεις.

Με δεδομένο ότι η χρονική φάση στην οποία εισάγεται η εκπαίδευση για τη θεωρία της εξέλιξης (όπου και αν αυτή εισάγεται) έχει αποδειχθεί ανεπαρκής και ότι οι παρανοήσεις που εμποδίζουν την κατανόηση και την αποδοχή της είναι παρούσες από τις πολύ μικρές ηλικίες, κρίνεται αναγκαίο η εκπαίδευση για την εξέλιξη να ξεκινά από πολύ νωρίς στην εκπαίδευση. Υπάρχουν πολλοί ερευνητές που υποστηρίζουν αυτή τη θέση, τονίζοντας την ανάγκη να εισαχθεί η εξέλιξη στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση ωστόσο, επικεντρώνονται περισσότερο στις τελευταίες τάξεις του δημοτικού. Ακόμα κι έτσι, όμως, οι έρευνες πρακτικού ενδιαφέροντος (παρεμβάσεις, αναλυτικά προγράμματα, εκπαιδευτικό υλικό, μέθοδοι διδασκαλίας, κλπ.) για αυτές τις ηλικίες είναι πολύ περιορισμένες.

Για τη βαθμίδα του νηπιαγωγείου, η βιβλιογραφία είναι ακόμη πιο ελλιπής, σχεδόν ανύπαρκτη. Απ' όσο γνωρίζουμε εμείς μέχρι τη δεδομένη στιγμή, ο Waldron και οι συνεργάτες του (2009) είναι οι μόνοι ερευνητές που έχουν υποστηρίξει τη διδακτική προσέγγιση της εξέλιξης στο νηπιαγωγείο με συγκεκριμένους άξονες.

Με την παρούσα έρευνα, θέλουμε να συνεισφέρουμε στο συγκεκριμένο πεδίο, υποστηρίζοντας, τόσο βιβλιογραφικά όσο κι ερευνητικά, τη θέση ότι η εκπαίδευση για την εξέλιξη πρέπει και οφείλει να ξεκινάει από τη νηπιαγωγείο και πως μια τέτοια προσέγγιση είναι απολύτως εφικτή. Καταθέτουμε τη δική μας πρόταση διδακτικής παρέμβασης, τα αποτελέσματα της οποίας είναι πολύ ενθαρρυντικά και ανταποκρίνονται στους στόχους που θέσαμε. Ελπίζουμε ότι, η συγκεκριμένη ερευνητική εργασία θα βάλει ένα λιθαράκι στο υπό

εξέταση πεδίο και θα ενθαρρύνει και άλλους ερευνητές να ασχοληθούν με τη μελέτη του έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα πιο στέρεο οικοδόμημα.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζουμε αναλυτικά το θεωρητικό πλαίσιο. Αναφερόμαστε στις γενικές δυσκολίες και τα εμπόδια που ενέχουν στην εκπαίδευση για την εξέλιξη, αναλύοντας ιδιαίτερα την περίπτωση της τελολογίας για την οποία υπάρχουν αντικρουόμενες απόψεις. Έπειτα, παρουσιάζουμε ορισμένες κατάλληλες διδακτικές πρακτικές γενικά για τη διδακτική προσέγγιση της εξέλιξης και ειδικότερα για τη βαθμίδα του νηπιαγωγείου.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζουμε λεπτομερώς τους στόχους, τα ερευνητικά ερωτήματα, τη μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε, τη στρατηγική δειγματοληψίας αλλά και τα μεθοδολογικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων. Ακόμη, παρουσιάζεται διεξοδικά όλη η διαδικασία διεξαγωγής τόσο της διερευνητικής φάσης των συνεντεύξεων όσο και του εκπαιδευτικού προγράμματος διάρκειας τριών εβδομάδων που υλοποιήθηκε.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων τόσο της διερευνητικής φάσης τα οποία προέκυψαν από την ανάλυση των συνεντεύξεων, όσο και της εφαρμογής του εκπαιδευτικού προγράμματος τα οποία προέκυψαν από την αξιολόγηση αυτού.

Τέλος, ακολουθεί συζήτηση αναφορικά με τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα αποτελέσματα της έρευνας, τη χρησιμότητά της για την ερευνητική κι εκπαιδευτική κοινότητα καθώς και τους περιορισμούς που αυτή εμφανίζει.

1. Η Εκπαίδευση για τη Θεωρία της Εξέλιξης

Η εξελικτική θεωρία οφείλει να συμπεριλαμβάνεται στα αναλυτικά προγράμματα σπουδών όλων των βαθμίδων ως αναπόσπαστο κομμάτι της διδακτικής των επιστημών γενικότερα και της Βιολογίας ειδικότερα καθώς, σύμφωνα με τον Dodzhansky (1973), «οι εξελικτικές ιδέες έχουν γίνει θεμελιώδεις πυλώνες της επιστήμης σε τέτοιο σημείο ώστε τίποτα στην επιστήμη δεν μπορεί να εξηγηθεί παρά μόνο υπό το φως της εξέλιξης» (Hermann, 2018: 2).

Παρόλα αυτά, η εκπαίδευση για τη θεωρία της εξέλιξης δεν αποτελεί εύκολη υπόθεση. Ο εκπαιδευτικός ο οποίος θα αποφασίσει να ασχοληθεί με αυτό το θέμα, πρέπει πρωτίστως ο ίδιος του να αποδέχεται και να κατανοεί σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό την εξελικτική θεωρία, να δουλεύει με τους μαθητές του με συστηματικό τρόπο και τέλος, να λαμβάνει υπόψη του κατά το σχεδιασμό αλλά και την υλοποίηση της διδασκαλίας, όλα τα εμπόδια που ενέχουν σε αυτή τη διαδικασία, όπως θα παρουσιαστούν στην συνέχεια.

1.1 Γενικά εμπόδια στη διδασκαλία της εξέλιξης

Από πολύ μικρή ηλικία σχηματίζουμε θεωρήσεις για να εξηγήσουμε με απλό και ικανοποιητικό, όχι όμως επιστημονικό, τρόπο διάφορα φυσικά φαινόμενα με αποτέλεσμα να δημιουργούνται παρανοήσεις και να κάνουμε λάθη τα οποία, ωστόσο, αδυνατούμε να τα αναγνωρίσουμε, εφόσον ταιριάζουν πολύ καλά με τις σχηματισμένες μας θεωρήσεις για τον κόσμο, με τα πιο σοβαρά να είναι αυτά που αφορούν σε οντολογικά ζητήματα (Evans κ.ά., 2008). Επιπλέον, εξάγουμε «συμπεράσματα τα οποία υποδηλώνουν ότι [πιστεύουμε] στην ύπαρξη σταθερών ουσιών οι οποίες είναι υπεύθυνες για τις ιδιότητες που φέρουν τα άτομα κάθε είδους» (Kelemen & Emmons, 2015: 149).

Ορισμένοι από τους παράγοντες που οδηγούν σε παρανοήσεις κι επιδρούν αρνητικά στην κατανόηση και την αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας είναι: (α) απλοϊκές ερμηνείες της θεωρίας, (β) ιδεολογικές και θρησκευτικές απόψεις, (γ) άγνοια για το συγκεκριμένο θέμα,

(δ) αναχρονιστικές προσεγγίσεις βασισμένες σε μη ενημερωμένα σχολικά εγχειρίδια, (ε) ελλιπής (ή παντελής έλλειψη) ενημέρωσης σχετικά με νέες έρευνες και ανακαλύψεις στο πεδίο και, (στ) η προαιρετική προσέγγιση του θέματος στα αναλυτικά προγράμματα της βιολογίας (Carvalho & Assis, 2012: 447).

1.1.1 Ψυχολογική ουσιοκρατία

Σύμφωνα με τον ορισμό του Wilkins (2013), η ουσία είναι «ένα σύνολο ιδιοτήτων τις οποίες πρέπει να έχουν όλα τα μέλη ενός είδους, και των οποίων ιδιοτήτων τον συνδυασμό έχουν, για την ακρίβεια, μονάχα τα μέλη αυτού του είδους» (Καμπουράκης, 2017: 118).

Οι Gelman και Rhodes (2012), οι οποίοι έχουν μελετήσει εις βάθος το θέμα της ψυχολογικής ουσιοκρατίας, υποστηρίζουν ότι τα εμπόδια που αυτή θέτει στην εκπαίδευση για την εξέλιξη συνοψίζονται ως εξής: «(1) η υπόθεση πως οι κατηγορίες είναι σταθερές και αμετάβλητες έρχεται σε σύγκρουση με την ιδέα ότι τα είδη μπορούν να εξελίσσονται και ν' αλλάζουν με το πέρασμα του χρόνου· (2) η τάση να ισχυροποιούνται τα όρια των κατηγοριών καθιστά δυσκολονόητο το ότι δύο είδη μπορεί να έχουν έναν κοινό πρόγονο· (3) η ουσιοκρατία μπορεί να κάνει τους ανθρώπους να υποτιμήσουν την ποικιλομορφία μέσα σε μια κατηγορία και έτσι να τους δυσκολέψει στο να κατανοήσουν πώς δρα η φυσική επιλογή, η οποία απαιτεί ποικιλομορφία· και (4) η ουσιοκρατία ενισχύει την επικέντρωση σε εγγενή αίτια μέσα στα άτομα, παρά στα χαρακτηριστικά ενός πληθυσμού, κι αυτό οδηγεί σε εσφαλμένη κατανόηση της εξέλιξης» (Καμπουράκης, 2017: 130).

Ένα πολύ μεγάλο πρόβλημα που πηγάζει από την ψυχολογική ουσιοκρατία και το οποίο καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε όταν μιλάμε για τη διδασκαλία της εξέλιξης, είναι η τάση που έχουν τα μικρά παιδιά να αγνοούν την ύπαρξη της *ποικιλομορφίας* εντός του πληθυσμού. Συγκεκριμένα, παιδιά ηλικίας 4 έως 9 ετών δεν είναι δεκτικά απέναντι στην έννοια της ποικιλομορφίας, ωστόσο, οι έρευνες των Kelemen & Emmons (2015) έχουν δείξει ότι οι ιδέες που σχηματίζουν σχετικά με αυτήν επηρεάζονται από παράγοντες όπως οι ομοιότητες μεταξύ των ειδών και η χρήση πιο γενικού λεξιλογίου και πως δεν είναι άκαμπτες. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται και τη δημιουργία παρανοήσεων σχετικά με το μηχανισμό της φυσικής επιλογής καθώς, η δυσκολία αντίληψης της ποικιλομορφίας εντός του πληθυσμού εμποδίζει την κατανόηση της διαδικασίας κατά την οποία ήδη υπάρχοντες χαρακτήρες των

οργανισμών, τα οποία είναι ευνοϊκά για την επιβίωση τους (προσαρμογές), κληροδοτούνται στους απογόνους γιατί αυτοί οι οργανισμοί καταφέρνουν να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν έναντι των υπολοίπων. Αντί αυτού, θεωρούν ότι οι οργανισμοί αποκτούν τους χαρακτήρες που χρειάζονται για την επιβίωση τους στην πορεία της ζωής τους κι έτσι τα κληροδοτούν στους απογόνους τους.

Είναι φανερό ότι από την παραπάνω θεώρηση απουσιάζει πλήρως η έννοια της ποικιλομορφίας καθώς η φυσική επιλογή εκλαμβάνεται ως γεγονός με προκαθορισμένη πορεία, έχοντας αρχή, μέση και τέλος και όχι ως μια συνεχής διαδικασία στην οποία επιδρούν ποικίλοι παράγοντες (Evans κ.ά., 2008).

Μία επιπλέον δυσκολία στην εκπαίδευση για την εξέλιξη είναι το γεγονός ότι αυτή δεν φαίνεται να αποτελεί μέρος των καθημερινών εμπειριών μας (Munstermann κ.ά., 2012)· δεν είναι κάτι που μπορούμε να το δούμε να συμβαίνει μπροστά στα μάτια μας όπως γίνεται με πληθώρα άλλων επιστημονικών φαινομένων και συνεπώς, αδυνατούμε να την κατανοήσουμε και να αποδεχθούμε την εγκυρότητα της.

1.2 Τελολογία: εννοιολογικό εμπόδιο ή παιδαγωγικό εργαλείο;

Ο όρος *τελολογία* αφορά σε μια «διαισθητική αντίληψη σχετικά με τον σκοπό και τον σχεδιασμό στους οργανισμούς» (Καμπουράκης, 2017: 105). Σύμφωνα με τους Coley & Tanner (2012) η τελολογία είναι «κεντρική συνιστώσα της διαισθητικής σκέψης αναφορικά με την ανθρώπινη συμπεριφορά και τα τεχνουργήματα και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην καθημερινή ζωή» (Galli κ.ά., 2020: 6).

Ιδίως για τα μικρά παιδιά, ο τελολογικός τρόπος σκέψης αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς τους και αντικατοπτρίζει τη θεώρησή τους για τον κόσμο. Ένας τέτοιος τρόπος σκέψης, ειδικά σε ό,τι αφορά το πεδίο της εξελικτικής βιολογίας, όπως θα δούμε στη συνέχεια, ενθαρρύνει τη δημιουργία παρανοήσεων κι εσφαλμένων αντιλήψεων, δυσχεραίνοντας την εκπαίδευση για τη θεωρία της εξέλιξης. Ωστόσο, ορισμένοι ερευνητές όπως ο Medin και οι συνεργάτες του (2013), υποστηρίζουν ότι «ο τελολογικός τρόπος σκέψης ίσως να μην είναι ανώριμος ή εσφαλμένος. Αντ' αυτού, μπορεί να αντανakλά τον

οικολογικό τρόπο σκέψης των μικρών παιδιών και να λειτουργεί ως εισαγωγή για την σκέψη αναφορικά με τα κοινωνικό-οικολογικά συστήματα των ζωντανών οργανισμών και όχι για τη σκέψη αναφορικά με μεμονωμένα, αφηρημένα και ουσιοκρατικά είδη» (Medin κ.ά., 2013: 170).

1.2.1 Η φύση των τελολογικών εξηγήσεων

Η τελολογία ως φιλοσοφική έννοια, που περιλαμβάνει στον πυρήνα της τον όρο της σκοπιμότητας, μπορεί να εντοπιστεί πίσω στο χρόνο στο έργο του Πλάτωνα. Ο Πλάτωνας έκανε λόγο για τα αίτια τα οποία διέκρινε σε δύο τύπους: (α) το θεϊκό και, (β) το αναγκαίο (Kamrougakis, 2020). Σύμφωνα με αυτόν, «το σύμπαν ήταν ένα τεχνούργημα το οποίο προέκυψε από την σκόπιμη και λογική δράση του Δημιουργού¹ ο οποίος κατάφερε να κυριαρχήσει επί της άλογης Ανάγκης» (Κάλφας, 1995: 92).

Ωστόσο, η έννοια της τελολογίας εμφανίζεται πιο θεμελιωμένη λίγο αργότερα, στο έργο του Αριστοτέλη, μαθητή του Πλάτωνα, στο οποίο μάλιστα φαίνεται να έχει δεσπόζουσα θέση. Σε αντίθεση με τον δάσκαλο του, ο Αριστοτέλης θεωρούσε ότι οι οργανισμοί διέθεταν ορισμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα για τον απλούστατο λόγο ότι είχαν κάποια λειτουργική χρησιμότητα για αυτούς. Σύμφωνα με τον Κάλφα (2015), ο Αριστοτέλης στο έργο του «Φυσικά», υποστήριζε την ύπαρξη τεσσάρων αιτιών (σε αντιδιαστολή με τα δύο του Πλάτωνα) τόσο στον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι εξηγούν τον πραγματικό κόσμο όσο και στον τρόπο με τον οποίο αυτός ο κόσμος είναι δομημένος, ο προσδιορισμός των οποίων κρίνονταν απαραίτητος προκειμένου να θεωρηθεί επαρκής μια φυσική αιτιολόγηση οποιουδήποτε συμβάντος. Τα αίτια αυτά είναι το υλικό αίτιο, το ειδικό, το ποιητικό και, τέλος, το τελικό αίτιο.

Το τελικό αίτιο (ή αλλιώς «αγαθό») δεν χρησιμοποιείται στην Αριστοτελική φιλοσοφία ως συνώνυμο της κατάληξης αλλά, ως ισοδύναμο του «σκοπού» καθώς, αυτό που ενδιαφέρει κυρίως τον Αριστοτέλη είναι η πραγμάτωση ενός προϋπάρχοντος στόχου (Κάλφας, 2015). Υπό αυτή την έννοια, το έργο του Αριστοτέλη διακατέχεται από μία τελολογική προσέγγιση σύμφωνα με την οποία «οτιδήποτε εξηγείται με τελολογικούς όρους υπάρχει επειδή έχει

¹ Πρόκειται για τον δημιουργό του σύμπαντος σύμφωνα με την Πλατωνική φιλοσοφία (Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus © Cambridge University Press)

θετικές επιπτώσεις για τον κάτοχο του, χωρίς καμία πρόθεση ή σχεδιασμό» (Καμπουράκης, 2020: 3).

Πέραν, όμως, από την τελολογική αυτή προσέγγιση, σημαντικό ρόλο στο έργο του Αριστοτέλη κατέχει η έννοια της ουσιοκρατίας (ή εσενσιαλισμού) αλλά και η ιδέα περί σταθερότητας των ειδών αλλά και της ανθρώπινης υπεροχής η οποία υποδηλώνει μια γραμμική πορεία προς την τελειότητα (Santos κ.ά., 2018). Όπως παραθέτει ο Κάλφας (2015), το «τέλος» (τελικό αίτιο) κατά τον Αριστοτέλη δεν αφορά σε ένα οποιοδήποτε έσχατο σημείο της εκάστοτε μεταβολής παρά μόνο στο βέλτιστο· μόνο τότε μπορούμε να θεωρήσουμε την κατάληξη μιας συνεχούς φυσικής μεταβολής. Αυτή η ιδέα αποτυπώνεται ευκρινώς στην κλίμακα της φύσης (*scala naturae*) την οποία δημιούργησε ο Αριστοτέλης. Πρόκειται για ένα σύστημα ταξινόμησης των μορφών ζωής σε μια κλίμακα αυξανόμενης πολυπλοκότητας (Cambell κ.ά., 2011) το οποίο έχαιρε μεγάλης αποδοχής στο πεδίο της Φυσικής Ιστορίας, όπως και όλες οι βασικές ιδέες στο έργο του, μέχρι τη δημιουργία του διωνυμικού συστήματος ονοματολογίας από τον Λινναίο.

Η απόρριψη της αποδοχής των Αριστοτελικών ιδεών σύμφωνα με τους Santos κ.ά. (2018), ξεκίνησε κατά την Επιστημονική Επανάσταση για τα πεδία της Αστρονομίας και της Φυσικής, όχι όμως και για τον φυσικό (με την έννοια των ζωντανών οργανισμών) κόσμο· εκεί άσκησαν βαθιά επιρροή μέχρι την εμφάνιση της θεωρίας του Λαμάρκ. Την ουσιαστική, ωστόσο, «επανάσταση» στο πεδίο της Βιολογίας με την επιστημολογική ανατροπή όλων των βασικών Αριστοτελικών ιδεών έφερε ο Δαρβίνος με την θεωρία του περί εξέλιξης των ειδών (Santos κ.ά., 2018). Ο Δαρβίνος υποστήριξε την τροποποίηση των ειδών με την πάροδο του χρόνου σε αντίθεση με την σταθερότητα του Αριστοτέλη και την ύπαρξη ποικιλομορφίας έναντι της ουσιοκρατίας. Ωστόσο, το κατά πόσο κατόρθωσε να εξαλείψει τη δεσπόμενη τελολογική ιδέα είναι κάτι το οποίο δεν έχει γίνει ξεκάθαρο και συζητείται ακόμα.

Ο Hickman και οι συνεργάτες (2008) του υποστηρίζουν την εξάλειψη των τελολογικών εξηγήσεων από τον Δαρβίνο και, μάλιστα, θεωρούν πως αυτή είναι μία από τις πιο σπουδαίες επιτυχίες της Δαρβινικής θεωρίας (Galli κ.ά., 2020). Αντιθέτως, ο Lennox (1993) υποστηρίζει πως ο Δαρβίνος κάθε άλλο παρά εξάλειψε αυτές τις εξηγήσεις.

Η άποψη του Solinas (2015) φαίνεται να είναι κάπου στο ενδιάμεσο τείνοντας, ωστόσο, περισσότερο προς την άποψη των Hickman κ.ά. (2008) καθώς, σύμφωνα με αυτόν, η τελολογία αξιοποιήθηκε από τον Δαρβίνο ως «μια δομική σκέψη που τον βοήθησε να χτίσει

[τη θεωρία], έπειτα όμως συνειδητοποίησε πως η φυσική επιλογή δεν είναι μια τελολογική διαδικασία κι έτσι, στη συνέχεια εγκατέλειψε τελείως αυτή την ιδέα» (Santos κ.ά., 2018: 198).

Μια λύση σε αυτή την αντιφατική συζήτηση μπορεί, ίσως, να δώσει το έργο του Mayr. Σύμφωνα, λοιπόν, με τον Mayr (1961) αλλά και τον Ariew (2003) οι απαντήσεις που μπορούμε να δώσουμε στις αιτιακές ερωτήσεις μπορούν να διακριθούν ανάλογα με το αν αναφέρονται σε *απόλυτα* αίτια, σε *εγγύτατα* αίτια ή σε *τελικά* αίτια. Οι πρώτες δύο περιπτώσεις αφορούν σε εξελικτικά και αναπτυξιακά αίτια ενώ η τελευταία ταυτίζεται με το τελικό αίτιο του Αριστοτέλη και, επομένως, πρόκειται για τελολογικές εξηγήσεις (Kamrourakis, 2020: 1). Το μεγάλο ερώτημα που θέτει επί τάπητος ο Mayr βέβαια, είναι κατά πόσο αυτές οι τελολογικές εξηγήσεις έχουν πράγματι μια φιναλιστική (με την έννοια του τελικού αιτίου) σημασία ή αν απλώς αποτελούν μια επεξηγηματική μεταφορά (Santos κ.ά., 2018). Αυτό θα επιχειρήσουμε να το αναλύσουμε περισσότερο στην επόμενη ενότητα.

Είναι, επομένως, η τελολογία ένα εμπόδιο στην κατανόηση και την αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας το οποίο πρέπει να εξαλείψουμε ή πρέπει να την θεωρήσουμε ως ένα αναπόσπαστο κομμάτι της ανθρώπινης διαισθητικής σκέψης το οποίο οφείλουμε να αξιοποιήσουμε στις διδακτικές μας πρακτικές; Θα προσπαθήσουμε να απαντήσουμε στο παραπάνω ερώτημα μέσω μιας ανασκόπησης της βιβλιογραφίας αναφορικά με τα διαφορετικά είδη των τελολογικών εξηγήσεων.

1.2.2 Τα είδη των τελολογικών εξηγήσεων

«Στη φιλοσοφία της επιστήμης, οι απαντήσεις στις ερωτήσεις τύπου “γιατί;” θεωρούνται εξηγήσεις. Επομένως, μια απάντηση του τύπου “ώστε να” σε μια ερώτηση “γιατί;” είναι μια τελολογική εξήγηση επειδή εξηγεί την ύπαρξη ενός πράγματος με τους όρους του σκοπού που εξυπηρετεί.» (Καμπουράκης, 2017: 106).

Ωστόσο, μέσα από την παραπάνω φιλοσοφική ανάλυση μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι η έννοια της τελολογίας και, κατ' επέκταση των τελολογικών εξηγήσεων, δεν μπορεί να έχει μία μοναδική και αυστηρά καθορισμένη σημασία. Αντιθέτως, μπορεί να εντοπίζεται με διαφορετικές μορφές, ορισμένες από τις οποίες μπορούν να είναι επιστημονικά αποδεκτές (Galli κ.ά., 2020).

Η Kelemen (1999) διακρίνει την τελολογία σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το εύρος στο οποίο εφαρμόζεται. Έτσι έχουμε (α) την επιλεκτική τελολογία και, (β) την διευρυμένη τελολογία². Σύμφωνα με την *επιλεκτική τελολογία*, το πεδίο εφαρμογής των τελολογικών εξηγήσεων τόσο των παιδιών όσο και των ενηλίκων είναι, όπως είναι αναμενόμενο, περιορισμένο και αφορά κυρίως σε τεχνουργήματα και μέρη οργανισμών και όχι σε λοιπά φυσικά “αντικείμενα” (π.χ. βουνά, σύννεφα, ...) και σε οργανισμούς ως ολότητες. Ο περιορισμός αυτός έγκειται αφενός για τα φυσικά “αντικείμενα” στο γεγονός ότι δεν θεωρούνται “ζωντανά” ή ότι δεν αποσκοπούν σε κάποια εμφανή λειτουργία και, αφετέρου για τους οργανισμούς στο ότι θεωρείται πως «οι βιολογικές δομές και όχι οι βιολογικές οντότητες είναι αυτές που πυροδοτούν έναν αυτόματο τελολογικό περιορισμό για τα ζωντανούς οργανισμούς» (Kelemen, 1999: 243).

Η διευρυμένη τελολογία από την άλλη, η οποία υποστηρίζεται από την Kelemen (1999), πηγάζει από τις απόψεις του Piaget αναφορικά με την τάση των μικρών παιδιών και βρεφών να δομούν νοητικά σχήματα (Cole κ.ά., 2011). Από πολύ μικρή ηλικία, εξοικειώνονται με τη χρήση των τεχνουργημάτων τα οποία κατακλύζουν τον κόσμο τους. Με λίγα λόγια, η διευρυμένη τελολογία υποστηρίζει ότι επειδή τα παιδιά από πολύ νωρίς στην ανάπτυξη τους σχηματίζουν τη νόηση περί συγκεκριμένου και προκαθορισμένου σκοπού (Galli κ.ά., 2020; Medin κ.ά., 2013) και αυτή η νόηση ταιριάζει στα νοητικά τους σχήματα χωρίς να προκαλεί γνωστική σύγκρουση, αυτή τους η τελολογική στάση μπορεί να εφαρμοστεί σε πιο διευρυμένα πλαίσια/ φαινόμενα (Galli κ.ά., 2020) σε αντίθεση με την επιλεκτική τελολογία. Μπορούμε, δηλαδή να «συμπεράνουμε ότι επεκτείνουν τη διαισθητική τους σκέψη για τα τεχνουργήματα κατά τρόπον ώστε να ισχύει επίσης για τους οργανισμούς και τα άβια φυσικά αντικείμενα» (Καμπουράκης, 2017: 115) με τα οποία δεν είναι ακόμα τόσο εξοικειωμένα σε αυτό το ηλικιακό στάδιο.

Όσον αφορά τις τελολογικές εξηγήσεις όμως, η Kelemen (2012) διακρίνει την ύπαρξη τριών διαφορετικών τύπων όπως και ο Gregory (2009): (α) βασικές εξηγήσεις που βασίζονται στην ιδέα της λειτουργίας, (β) βασικές εξηγήσεις που βασίζονται στην ιδέα της αναγκαιότητας και, (γ) λεπτομερείς εξηγήσεις που βασίζονται στην ιδέα της αναγκαιότητας (Galli κ.ά., 2020:7; Hammann κ.ά., 2017: 162). Σύμφωνα με την πρώτη κατηγορία, οι λειτουργίες είναι το μοναδικό αίτιο για την ύπαρξη του εκάστοτε χαρακτηριστικού. Η δεύτερη κατηγορία από την

² Οι όροι στο πρωτότυπο είναι selective teleology και promiscuous teleology αντίστοιχα.

άλλη, βασίζεται στο γεγονός ότι υπάρχει μια ανάγκη για προσαρμογή που είναι υπεύθυνη για κάθε αλλαγή που μπορεί να προκύπτει ενώ, η τρίτη κατηγορία πηγαίνει ακόμα παραπέρα και παρέχει λεπτομέρειες αναφορικά με τους μηχανισμούς που πυροδοτούν αυτές τις αλλαγές (Hammann κ.ά., 2017:162; Kelemen, 2012: 67-68).

Όπως αναφέραμε πιο πάνω, η Kelemen ενστερνίζεται την περίπτωση της διευρυμένης τελολογίας ωστόσο, οι Medin κ.ά. (2013) εντοπίζουν δύο παράδοξα σχετικά με αυτό το είδος τελολογίας. Το πρώτο είναι αναπτυξιακού χαρακτήρα και αφορά στην ικανότητα των παιδιών να διακρίνουν τους ζωντανούς οργανισμούς από τα τεχνουργήματα. Συγκεκριμένα, οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα παιδιά ενώ είναι σε θέση να κάνουν τις απαραίτητες διακρίσεις ανάμεσα στα δύο σε γενικότερα πλαίσια, κάτι τέτοιο δεν φαίνεται να ισχύει όταν αναφερόμαστε στον σκοπό. Το δεύτερο παράδοξο είναι πολιτιστικού χαρακτήρα. Αυτό που προβληματίζει τους ερευνητές είναι το γεγονός ότι ενώ οι ιθαγενείς³ έχουν «κατά πολύ ανώτερη ειδίκευση σε ζητήματα οικολογίας συγκριτικά με την πλειονότητα των μορφωμένων ενηλίκων της δύσης, φαίνεται να παραμένουν ασαφείς αναφορικά με τις υποκείμενες αιτιώδεις σχέσεις των φυσικών φαινομένων» (Medin κ.ά., 2013: 167).

Η πρόταση τους σχετικά με την επίλυση αυτών των ζητημάτων επικεντρώνεται σε μια διαφορετική προσέγγιση της διευρυμένης τελολογίας ως *εγγενώς σχεσιακή* (αφορά σε τουλάχιστον δύο οντότητες) και *εγγενώς δεικτική* (αφορά στην «αίσθηση του σκοπού που προκύπτει από ξεκάθαρες οπτικές, μέσα στα πλαίσια ενός σχεσιακού συστήματος αλληλεξαρτήσεων» (Medin κ.ά., 2013: 166)). Με βάση αυτή τους την προσέγγιση δηλαδή, οι διευρυμένες τελολογικές εξηγήσεις αφορούν στις σχέσεις (κομμάτι των οποίων αποτελεί και ο σκοπός) μεταξύ των οντοτήτων και όχι στον σκοπό μεμονωμένων οντοτήτων.

Εκεί που θέλουμε, όμως, να εστιάσουμε περισσότερο την προσοχή μας καθώς, θεωρούμε ότι είναι το πιο καίριο σημείο της τοποθέτησης των ερευνητών, είναι η άποψη τους ότι οι τελολογικές εξηγήσεις των μικρών παιδιών, αντί για ανώριμες ή/και εσφαλμένες, μπορούν να θεωρηθούν, υπό το πρίσμα του σχεσιακού-δεικτικού πλαισίου, ως αντικατοπτρισμοί «των ικανοτήτων των μικρών παιδιών να υιοθετούν μια οικολογική προοπτική και να χρησιμεύσουν ως εναύσματα για συλλογισμούς αναφορικά με κοινωνικό-οικολογικά

³ Οι ερευνητές αναφέρονται στους ιθαγενείς της Αμερικής.

συστήματα ζωντανών οργανισμών, αντί για συλλογισμούς αναφορικά με μεμονωμένα, αφηρημένα, ουσιοκρατικά είδη» (Medin, κ.ά., 2013: 170).

Τέλος, θέλουμε να αναφέρουμε την διάκριση που κάνει ο Καμπουράκης (2020; 2017) στις τεολογικές εξηγήσεις η οποία έχει ως εξής: (α) αυτές που βασίζονται στο σκόπιμο σχεδιασμό και, (β) αυτές που βασίζονται στις φυσικές διεργασίες (λειτουργίες). Η τεολογία που αφορά στο σκόπιμο σχεδιασμό μπορεί περεταίρω να διακριθεί σε *εξωτερική*, όταν η πρόθεση του σχεδιασμού αφορά σε κάποιον εξωτερικό παράγοντα και, σε *εσωτερική*, όταν η πρόθεση προέρχεται από τον ίδιο τον οργανισμό προκειμένου να ικανοποιήσει τις ανάγκες του. Σχετικά με αυτό, η Gelman (2003) υποστηρίζει επίσης, ότι τα παιδιά εκλαμβάνουν τα εξωτερικά αίτια ως καταλληλότερα για τα τεχνουργήματα ενώ τα εσωτερικά ως καταλληλότερα για τους οργανισμούς. Από την άλλη, η τεολογία που αφορά στις φυσικές διεργασίες (τεολογία των οργανισμών) δεν προϋποθέτει κανέναν σκόπιμο σχεδιασμό. Αφορά σε χαρακτήρες η ύπαρξη των οποίων οφείλεται στις θετικές, για τον κάτοχο τους, συνέπειες, χωρίς αυτόν (Kamprourakis, 2020).

Η τελευταία αυτή ιδέα μπορεί να γίνει ευκολότερα κατανοητή εάν εξετάσουμε λίγο πιο προσεκτικά το θέμα των λειτουργιών των χαρακτηριστικών των οργανισμών. Οι λειτουργίες των χαρακτηριστικών, δηλαδή, ο σκοπός της ύπαρξης τους, μπορεί να είναι σύμφωνα πάντα με τον Καμπουράκη (2020), (α) ιστορικές ή (β) μη ιστορικές. Μια λειτουργία μπορεί να θεωρηθεί ιστορική όταν προσφέρει πλεονεκτήματα στον κάτοχο της και για αυτόν ακριβώς το λόγο έχει ευνοηθεί από τη φυσική επιλογή. Αντιθέτως, μια μη ιστορική λειτουργία δεν είναι απαραίτητο να έχει ευνοηθεί από τη φυσική επιλογή γιατί δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι προσφέρει κάποιο πλεονέκτημα στον κάτοχο της. Από αυτή την άποψη, μόνον η τεολογία που βασίζεται στις ιστορικές λειτουργίες έχει κάποιο νόημα καθώς «μόνο αν ένα χαρακτηριστικό έχει επιλεχθεί για την λειτουργία που επιτελεί, μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει για να την επιτελέσει» (Kamprourakis, 2020: 5).

Εν κατακλείδι, οι τεολογικές εξηγήσεις που βασίζονται στο σκόπιμο σχεδιασμό μπορούν μεν να θεωρηθούν θεμιτές για τα τεχνουργήματα όχι όμως και για τους οργανισμούς ενώ, οι τεολογικές εξηγήσεις που βασίζονται στις φυσικές διεργασίες (με την έννοια των ιστορικών λειτουργιών) μπορούν να θεωρηθούν επιστημονικά θεμιτές για τους οργανισμούς (Kamprourakis, 2020; 2017).

1.2.3 Η τελολογία στην εκπαίδευση

Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η τελολογία αποτελεί ένα από τα βασικότερα προβλήματα στην εκπαιδευτική διαδικασία όταν ιδίως, πρόκειται για το πεδίο της εξελικτικής βιολογίας. Οι περισσότερες από τις ενστάσεις αυτές, πηγάζουν από τον θετικισμό υπό το πρίσμα του οποίου όλες οι επιστήμες αναλύονται σε σχέση με τη μία και ιδεατή επιστήμη: τη φυσική (Galli, κ.ά., 2020: 4).

Ένα τέτοιο παράδειγμα πιθανόν να είναι η άποψη των Santos κ.ά. (2018) που υποστηρίζουν την προσπάθεια για εξάλειψη της τελολογίας η οποία καθίσταται εφικτή αν χρησιμοποιήσουμε την έννοια της *εξαρμογής*⁴. Η Thanukos (2009) υποστηρίζει ότι η εξαρμογή είναι εξίσου σημαντική έννοια με την προσαρμογή όταν μιλάμε για την εξέλιξη. Πρόκειται για τους χαρακτήρες εκείνους που «αρχικά εξελίχθηκαν εξυπηρετώντας μια διαφορετική λειτουργία ή εξελίχθηκαν ως υποπροϊόν της εξέλιξης ενός διαφορετικού χαρακτηριστικού» (Thanukos, 2009: 612). Αυτό συνεπάγεται και, θεωρείται ιδιαίτερα σημαντικό για την Thanukos (2009), ότι στην εξελικτική ιστορία του κάθε είδους υπάρχουν συνεχώς εναλλασσόμενα “στρώματα” εξαρμογών πάνω στα οποία “εναποτίθενται” οι προσαρμογές και είναι αυτές οι συνεχείς εναλλαγές που επηρεάζουν όλες τις πτυχές των ζωντανών οργανισμών.

Οι Santos κ.ά. (2018) στηρίζουν την άποψη τους περί εξάλειψης της τελολογίας μέσω της έννοιας της εξαρμογής, πάνω στην επιχειρηματολογία της Thanukos (2009) περί της σημαντικότητας της έννοιας. Το πρώτο και σημαντικότερο, κατά τη γνώμη μας, επιχείρημα είναι ότι ο όρος της εξαρμογής μπορεί να αντικαταστήσει αυτόν της *προ-προσαρμογής* που συνηθίζεται να χρησιμοποιείται ο οποίος, ωστόσο, είναι προβληματικός καθώς ενισχύει την παρανόηση ότι η εξέλιξη είναι μια γραμμική και προκαθορισμένη διαδικασία. Το δεύτερο επιχείρημα αφορά στην έμφαση που μπορεί να δοθεί μέσω του όρου αυτού, στο γεγονός ότι πολλοί από τους χαρακτήρες που έχουν οι οργανισμοί σήμερα δεν εξυπηρετούν κάποια λειτουργία. Τέλος, ως συνέχεια του προηγούμενου επιχειρήματος, μέσω της χρήσης αυτού του όρου δημιουργείται μια αναγκαιότητα να εμβαθύνουμε περισσότερο και να

⁴ Ο όρος στο πρωτότυπο είναι «exaptation». Η μετάφραση που επιλέξαμε είναι αυτή που προτείνεται από την ιστορική γλωσσολογία. Μια εναλλακτική πρόταση θα μπορούσε ίσως να είναι η «ετεροπροσαρμογή».

αναρωτηθούμε πέρα από τις πιθανές τωρινές χρήσεις των χαρακτηριστικών, στην εξελικτική τους ιστορία (Santos κ.ά., 2018: 200, Thanukos, 2009: 163).

Ο Καμπουράκης (2020; 2017) από την άλλη, του οποίου η άποψη μας βρίσκει σύμφωνους, δεν ενστερνίζεται τις απόψεις περί εξάλειψης των τελολογικών εξηγήσεων. Υποστηρίζει ότι «το πρόβλημα δεν είναι η τελολογία αυτή καθαυτή αλλά, η υποκείμενη αιτιολογία των συνεπειών» (Kamprourakis, 2020: 6). Πιο συγκεκριμένα, το πρόβλημα εντοπίζεται στις εξηγήσεις που δίνονται στις περιπτώσεις της τελολογίας του σχεδιασμού οι οποίες αντικατοπτρίζουν την τάση μας να αποδίδουμε στο καθετί έναν σκοπό. Αυτή η τάση ορίζεται ως *σχεδιαστική*⁵ *στάση* και είναι αυτή η στρατηγική στην οποία, σύμφωνα με τον Καμπουράκη (2020), πρέπει να στρέψουμε την προσοχή μας όταν μιλάμε για διδακτική προσέγγιση της εξελικτικής θεωρίας διότι μας κάνει να αντιμετωπίζουμε τόσο τα φυσικά αντικείμενα όσο και τα τεχνουργήματα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο καθώς τους αποδίδουμε τις ίδιες λειτουργίες. Κατ' αυτόν τον τρόπο, αποτελεί τεράστιο εννοιολογικό εμπόδιο στην κατανόηση της εξέλιξης.

Η σχεδιαστική στρατηγική, όπως πολύ εύκολα μπορούμε να συμπεράνουμε, αφορά στις υποθέσεις που κάνουμε σχετικά με την προκαθορισμένη λειτουργία των αντικειμένων με βάση τον αρχικό τους σχεδιασμό και, εμπεριέχει στο νόημα της την *εσκεμμένη*⁶ *στάση* ενώ, διαφέρει από τη *φυσική στάση* η οποία, ως στρατηγική, επιστρατεύει τις «σχετικές με τη φυσική γνώσεις προκειμένου να κάνει προβλέψεις ή να δώσει εξηγήσεις» (Kamprourakis, 2020: 6).

Οι Galli κ.ά. (2020) επίσης υποστηρίζουν ότι δεν πρέπει να αντιμετωπίζουμε τις τελολογικές εξηγήσεις στην εκπαιδευτική διαδικασία ως λανθασμένες ή/και εμπόδια καθώς, αφενός, είναι ορισμένες φορές απαραίτητες για να εξηγήσουμε τις προσαρμογές στις οποίες αναφέρεται ο μηχανισμός της φυσικής επιλογής⁷ (τελολογία των φυσικών διεργασιών) και, αφετέρου μας αποκαλύπτουν τον τρόπο με τον οποίο σκέφτονται και μαθαίνουν τα παιδιά. Μπορούν, συνεπώς, να λειτουργήσουν ως εργαλείο για τον εκπαιδευτικό ο οποίος, σύμφωνα με τους Galli και Meinard (2011), «δεν θα πρέπει να λογοκρίνει έναν μαθητή αν χρησιμοποιεί τελολογικές εκφράσεις αυθόρμητα. Στην πραγματικότητα, θα πρέπει να

⁵ Από τον σκόπιμο σχεδιασμό που προϋποθέτει η τελολογία του σχεδιασμού.

⁶ Αυτή που αφορά στον προκαθορισμένο σκοπό.

⁷ Όπως άλλωστε υποστηρίζει ο Solinas (2015) και για τον Δαρβίνο.

αξιοποιούνται [ως μέθοδοι] η συζήτηση και η εξήγηση έτσι ώστε αυτές οι εκφράσεις να γίνονται αντικείμενα ανάλυσης και οι μαθητές να μπορούν να τις αντιμετωπίσουν χρησιμοποιώντας επιστημονικά μοντέλα» (Santos κ.ά., 2018: 197). Θα είναι, λοιπόν, σε θέση βλέποντας το πώς σκέφτονται οι μαθητές του, να τους θέτει τα κατάλληλα ερωτήματα ούτως ώστε να μάθουν οι ίδιοι πώς να διατυπώνουν με μεγαλύτερη σαφήνεια αλλά και επιστημονική ακρίβεια τα ερωτήματα ή/και τις δηλώσεις τους (Galli κ.ά., 2020).

1.3 Κατάλληλες διδακτικές προσεγγίσεις

Όπως δείχνουν τα μέχρι τώρα ερευνητικά δεδομένα, η εκπαίδευση για τη θεωρία της εξέλιξης, όπου αυτή υφίσταται, δεν έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματική. Σύμφωνα με τον Καμπουράκη (2017: 132), «υπάρχουν δύο διακριτοί λόγοι γι' αυτό: (1) οι εδραιωμένες διαισθητικές αντιλήψεις δημιουργούν παρανοήσεις που ανθίστανται στην αλλαγή, και (2) οι διδακτικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα ώστε να προαχθεί η εννοιολογική αλλαγή μπορεί να μην είναι κατάλληλες για την αντιμετώπιση αυτών των παρανοήσεων».

Κρίνεται, λοιπόν, απαραίτητο να δίνεται πρωτίστως πολύ μεγάλη και ουσιαστική προσοχή στις προϋπάρχουσες γνωστικές παρανοήσεις των μαθητών κατά τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό (Munstermann κ.ά., 2012). Ωστόσο, υπάρχουν και συγκεκριμένα θέματα/πεδία τα οποία θεωρούνται από ορισμένους ερευνητές ότι μπορούν να συμβάλλουν θετικά στην εκπαίδευση για τη θεωρία της εξέλιξης, κάποια εκ των οποίων είναι ίσως και απαραίτητα.

1.3.1 Βασικά θέματα που συμβάλλουν στην εκπαίδευση για την εξέλιξη

Φύση της Επιστήμης

Πολλοί ερευνητές (όπως οι Lombrozo κ.ά., 2008; Nelson κ.ά., 2019; Cambell & Otrell-Cass, 2011) υποστηρίζουν πώς για να πετύχουμε καλύτερη κατανόηση και μεγαλύτερη αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας, πρέπει στοχεύσουμε πρώτα απ' όλα στην εκπαίδευση για τη Φύση

της Επιστήμης. Το επιχείρημα αυτό στηρίζεται στην υπόθεση ότι οι μαθητές αλλά και το ευρύ κοινό, μπορεί να μην αντιμετωπίζουν προβλήματα «μόνο με το περιεχόμενο της εξελικτικής θεωρίας αλλά και με την κατανόηση της επιστημονικής εγκυρότητας και των μεθόδων που έχουν επανειλημμένως υποστηρίξει τις κεντρικές της θέσεις» (Lombrozo κ.ά., 2008: 290). Στοχεύοντας, λοιπόν, στην εκπαίδευση για τη Φύση της Επιστήμης, θα επιτύχουμε καλύτερη κατανόηση της επιστήμης γενικότερα και θα εξοπλίσουμε τους μαθητές με τα απαραίτητα εφόδια έτσι ώστε να είναι σε θέση αργότερα, να εξετάσουν και να αξιολογήσουν με προσοχή όλες τις αντίθετες προς την εξέλιξη τοποθετήσεις (Hermann, 2011). Επιπλέον, δεδομένης της έντονης επιρροής που ασκούν στην ανάπτυξη και στις απόψεις ενός παιδιού οι «σημαντικοί άλλοι», κρίνεται ακόμη πιο αναγκαίο σύμφωνα με τον Hermann (2011), οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας να φροντίσουν έτσι ώστε οι μαθητές τους να κατανοήσουν σε βάθος τη Φύση της Επιστήμης για να μπορέσουν εν συνεχεία, να κατανοήσουν και να αποδεχθούν τη θεωρία της εξέλιξης.

Τι εννοούμε όμως, όταν μιλάμε για «Φύση της Επιστήμης»; Πρόκειται για έναν όρο – ομπρέλα ο οποίος περιλαμβάνει μερικές πολύ βασικές θεματικές όπως παρουσιάζονται ακολούθως: (α) τι είναι η επιστήμη και τι δεν είναι, (β) η επιστήμη και η μη επιστήμη ως ένα συνεχές, (γ) η επιστήμη βρίσκει, συνοψίζει κι εξηγεί εμπειρικά μοτίβα, (δ) οι ισχυρές επιστημονικές θεωρίες είναι αξιόπιστες και συνήθως υποστηρίζονται από πληθώρα ανεξάρτητων αποδείξεων, (ε) οι ισχυρές επιστημονικές θεωρίες στηρίζονται σε ξεκάθαρες αιτιακές εξηγήσεις και απαιτούν άλλες θεωρίες προκειμένου να ελεγχθούν και, (στ) οι επιστημονικές ιδέες γνωστοποιούνται με λιγότερη ή περισσότερη σιγουριά αλλά πάντοτε παραμένουν υπό δοκιμή μέσω ποικίλων επιστημονικών μεθόδων που μπορεί να χρησιμοποιηθούν από τους επιστήμονες (Nelson κ.ά., 2019: 8-9; Lombrozo κ.ά., 2008 στο Hermann, 2011: 271). Ο καλύτερος τρόπος για να κατανοήσουν τα παιδιά τα παραπάνω και κατ' επέκταση, τη Φύση της Επιστήμης είναι μέσω αλληλεπίδρασης και εμπειρικών παραδειγμάτων.

Η εκπαίδευση σχετικά με τη Φύση της Επιστήμης μπορεί να λειτουργήσει ως θεμέλιο για την εκπαίδευση για την εξέλιξη καθώς «μέσω της συνεχούς έκθεσης σε επιστημονικές διαδικασίες η εξέλιξη μπορεί να θεωρηθεί ως μια λογική θεωρία» (Hermann, 2011: 271). Επιπλέον, η εις βάθος κατανόηση της θεωρείται μεταξύ των πιο σημαντικών παραγόντων για την επιτυχία της διδασκαλίας της εξέλιξης (Nelson κ.ά., 2019). Άλλοι εξίσου σημαντικοί

παράγοντες είναι η σαφής σύγκριση της εξελικτικής θεωρίας με εναλλακτικές εξηγήσεις, η εστίαση στην ανθρώπινη εξέλιξη όπου και όταν αυτό είναι εφικτό, η σαφής αναγνώριση της δύναμης των ιστορικών τεκμηρίων και η αξιοποίηση της ενεργούς κοινωνικής μάθησης (Nelson κ.ά., 2019: 4).

Φυλογενετικά Δέντρα

Τα φυλογενετικά δέντρα⁸ έχουν αξιοποιηθεί καθ' όλη την ιστορική πορεία της εξελικτικής σκέψης ως αναλογικές, συμβολικές αναπαραστάσεις (Marcelos & Nagem, 2010). Πρόκειται για διαγράμματα, τα οποία απαντώνται με διάφορες μορφές και τα οποία αντανακλούν τις εξελικτικές σχέσεις ανάμεσα στις διάφορες ομάδες οργανισμών (Campbell κ.ά., 2010) και αποτελούν εξαιρετικά σημαντικές αναπαραστάσεις της εξελικτικής ιστορίας (Pelaez κ.ά., 2017). Σε ένα φυλογενετικό δέντρο, οι κορυφές των «κλαδιών» αναπαριστούν τους απογόνους ενώ, η βάση από την οποία ξεκινάει η διακλάδωση υποδηλώνει την ύπαρξη προγόνου με κοινά χαρακτηριστικά. Μπορούμε επίσης, να αποδώσουμε τον ορισμό του φυλογενετικού δέντρου λίγο πιο αναλυτικά, ως «ένα διάγραμμα το οποίο δημιουργείται για να απεικονίσει μία υπόθεση σχετικά με τις εξελικτικές σχέσεις ανάμεσα στις ταξινομικές ομάδες οποιουδήποτε επιπέδου: άτομα, οικογένειες, πληθυσμοί, είδη, γένη [...] [και] παρέχει όλες τις πληροφορίες που χρειάζονται για να καθοριστεί ο βαθμός των εξελικτικών σχέσεων» (Pelaez κ.ά., 2017: 82).

Πάρα πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν τα οφέλη της ένταξης των φυλογενετικών δέντρων στη διδασκαλία της εξέλιξης. Για παράδειγμα, οι Santos & Calor (2008) υποστηρίζουν ότι τα φυλογενετικά δέντρα μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να εξαλείψουν τις παρανοήσεις που έχουν σχετικά με την ανθρώπινη εξέλιξη ενώ, ο Meisel (2010) θεωρεί την ανάπτυξη των δεξιοτήτων που απαιτούνται για την κατανόηση και τη σωστή χρήση κι ερμηνεία των φυλογενετικών δέντρων και των σχέσεων που αναπαριστούν ως αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαίδευσης για την εξέλιξη (Santos κ.ά., 2018). Οι Marcelos και Nagem (2010), στα πλαίσια της μελέτης τους για τη χρήση των αναλογιών και των μεταφορών ως εργαλείων στην εκπαίδευση για τις επιστήμες γενικότερα και, την εξέλιξη ειδικότερα, ενθαρρύνουν την αξιοποίηση των φυλογενετικών δέντρων στη διδασκαλία. Συγκεκριμένα, υποστηρίζουν πως

⁸ Άλλες συχνές ονομασίες: εξελικτικό δέντρο, δέντρο της ζωής, κλαδόγραμμα

τα φυλογενετικά δέντρα αποτελούν ισχυρά διδακτικά εργαλεία και πως η αξιοποίηση τους συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση της εξελικτικής διαδικασίας.

Αναγνωρίζοντας τη σημαντικότητα της κατανόησης και της χρήσης των φυλογενετικών δέντρων στην εκπαίδευση για την εξέλιξη αλλά και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές ως προς αυτές, οι Pelaez κ.ά. (2017) πρότειναν ένα μοντέλο⁹ για τη χρήση τους στην εκπαιδευτική διαδικασία το οποίο στηρίζεται στον τρόπο με τον οποίο τα χρησιμοποιούν οι εξελικτικοί βιολόγοι στην έρευνα τους κι έχει ως στόχο να ενισχύσει και να προσφέρει κατευθυντήριες οδηγίες στους εκπαιδευτικούς για να το εντάξουν πιο εύκολα στη διδασκαλία τους. Το μοντέλο αυτό φαίνεται να έχει ορισμένες προοπτικές, ωστόσο, θεωρούμε ότι προαπαιτεί μια στέρεη κατάκτηση ορισμένων βασικών εννοιών και πως απευθύνεται σε παιδιά μεγαλύτερων ηλικιών, πιθανόν στις τελευταίες τάξεις του δημοτικού κι έπειτα.

Επιπλέον, οι Kattmann και van Dijk (2009) ενώ φαίνεται να υποστηρίζουν την αξιοποίηση των φυλογενετικών δέντρων καθώς συνιστούν μέρος της απάντησης των αιτιολογικών ερωτήσεων οι οποίες με τη σειρά τους αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της εξελικτικής βιολογίας, τονίζουν πως αυτά δεν επαρκούν ως διδακτικά εργαλεία. Δεδομένου ότι αναπαριστούν μόνο τις σχέσεις μεταξύ προγόνων και απογόνων και όχι τις προσαρμογές των ατόμων, θεωρούν πως απαιτείται μια πιο διευρυμένη εκπαιδευτική προσέγγιση. Παρόλα αυτά, θεωρείται πως οι μαθητές πρέπει «να διδάσκονται την ανάγνωση των [φυλογενετικών] δέντρων και να καταλαβαίνουν τι πληροφορίες αυτά μεταδίδουν» (O'Hara, 1997; 327 στο Kattmann & van Dijk, 2009: 483) κατ' αναλογία της ανάγνωσης των χαρτών στη γεωγραφία.

Γλώσσα

Η χρήση της γλώσσας χρήζει μεγάλης προσοχής όταν πρόκειται για τη διδασκαλία των επιστημών γενικότερα και, της εξελικτικής θεωρίας ειδικότερα. Οι έννοιες, το λεξιλόγιο, η σύνταξη, μπορούν να εντείνουν τις παρανοήσεις ή ακόμη και να δημιουργήσουν νέες αν είναι λανθασμένες ωστόσο, η κατάλληλη επιλογή τους (από τους εκπαιδευτικούς αρχικά κι εν συνεχεία από τους μαθητές) μπορεί να συμβάλει σε εξαιρετικό βαθμό στην καλύτερη

⁹ Model of the Use of Evolutionary Trees (MUET)

κατανόηση και αποσαφήνιση και να οδηγήσει σε εννοιολογική αλλαγή όπως θα δούμε και στη συνέχεια.

Μία από τις βασικές αρχές που πρέπει να έχουν υπόψη τους οι εκπαιδευτικοί όλων των βαθμίδων όταν πρόκειται να διδάξουν την εξέλιξη είναι να χρησιμοποιούν μια πιο εκλαϊκευμένη μορφή της γλώσσας, πιο οικεία στους μαθητές τους έτσι ώστε να καλλιεργήσουν μια θετική στάση απέναντι στην εξέλιξη (Hermann, 2011). Η πιο επιτηδευμένη χρήση της μπορεί να επιφέρει τα αντίθετα αποτελέσματα καθώς μπορεί να είναι δύσκολο για τους μαθητές να την κατανοήσουν και να την χρησιμοποιήσουν αλλά και να τους προξενήσει αρνητικά συναισθήματα και προκαταλήψεις απέναντι στην προσέγγιση του συγκεκριμένου θέματος.

Επιπλέον, πέρα από την επιτηδευμένη γλώσσα, θα πρέπει να αποφεύγεται και η γενίκευση η οποία υποδηλώνει ευρέως κοινές ιδιότητες (Kelemen & Emmons, 2015) ενισχύοντας το πρόβλημα της ψυχολογικής ουσιοκρατίας και κατ' επέκταση δημιουργεί παρανοήσεις και προβλήματα αποδοχής σχετικά με την έννοια της ποικιλομορφίας. Όταν χρησιμοποιούμε, για παράδειγμα τον πληθυντικό ενός ουσιαστικού (τα δελφίνια, οι φώκιες, οι αετοί,...) αντί του ενικού (το δελφίνι, η φώκια, ο αετός,...) ενισχύουμε την ουσιοκρατική αντίληψη καθώς αναφερόμαστε στο συνολικό πληθυσμό του είδους τα άτομα του οποίου φέρουν πανομοιότυπες ιδιότητες και όχι σε μεμονωμένα άτομα, οι χαρακτήρες των οποίων μπορεί να ποικίλουν (Καμπουράκης, 2017).

Οι Evans κ.ά. (2008) υποστηρίζουν επίσης, ότι πρέπει να γίνεται διαχωρισμός ανάμεσα στη γλώσσα που προάγει τις εξελικτικές διαδικασίες και στη γλώσσα που προάγει τη σκοπιμότητα (το σκόπιμο σχεδιασμό). Με το να εστιάζουμε στην πρώτη περίπτωση είναι λιγότερο πιθανό να πυροδοτήσουμε τις διαισθητικές αντιλήψεις των παιδιών οι οποίες οδηγούν σε τεολογικές εξηγήσεις και, συνεπώς, σε παρανοήσεις.

Τεχνουργήματα και Οργανισμοί

Όπως αναφέραμε και σε προηγούμενη ενότητα, από πολύ μικρή ηλικία ακόμη, τα παιδιά περιτριγυρίζονται από πληθώρα τεχνουργημάτων τα οποία οικειοποιούνται και αντιλαμβάνονται ότι το καθένα από αυτά έχει σχεδιαστεί προκειμένου να επιτελέσει έναν συγκεκριμένο σκοπό, μια λειτουργία. Αυτή τους η γνώση περί σκόπιμου σχεδιασμού,

μεταφέρεται μετέπειτα και στον φυσικό κόσμο με τον οποίο δεν είναι τόσο εξοικειωμένοι οδηγώντας στις παρανοήσεις που έχουν αναλυθεί παραπάνω. Για το λόγο αυτό, αρκετοί ερευνητές, μεταξύ των οποίων και ο Καμπουράκης (2020; 2017), υποστηρίζουν τη σημαντικότητα της διάκρισης μεταξύ τεχνουργημάτων και οργανισμών από πολύ νωρίς στην εκπαίδευση.

Η διάκριση αυτή πρέπει να εστιάζει στο γεγονός ότι τα τεχνουργήματα «φέρουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά έτσι ώστε να επιτελούν μια λειτουργία, ως συνέπεια του προκαθορισμένου τους σκόπιμου σχεδιασμού ενώ, οι οργανισμοί έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά έτσι ώστε να επιτελέσουν μια λειτουργία, ως συνέπεια της επιλογής τους μέσω της εξέλιξης» (Καμπουράκης, 2020: 8). Ενώ, δηλαδή, και στις δύο περιπτώσεις έχουμε συγκεκριμένους χαρακτήρες που επιτελούν μία συγκεκριμένη λειτουργία, η βασική διαφορά, η οποία πρέπει να γίνει ξεκάθαρη για τη διάκριση μεταξύ τεχνουργημάτων και οργανισμών, έγκειται στο γεγονός ότι τα τεχνουργήματα φέρουν το 'x' χαρακτηριστικό γιατί σχεδιάστηκαν κατ' αυτόν ακριβώς τον τρόπο ενώ, οι οργανισμοί φέρουν το 'γ' χαρακτηριστικό επειδή οι κάτοχοι του ευνοήθηκαν γι' αυτό από τη φυσική επιλογή κι έτσι επιβίωσαν και αναπαράχθηκαν, κληροδοτώντας το 'γ' χαρακτηριστικό στους απογόνους τους.

Μία επιπλέον διαφορά που θα πρέπει να αποσαφηνιστεί είναι ότι τα τεχνουργήματα συνήθως δεν φέρουν "άχρηστους" χαρακτήρες (που να μην επιτελούν καμία λειτουργία) γιατί, όπως έχει προαναφερθεί, σχεδιάζονται για συγκεκριμένο σκοπό και φέρουν όλα τα απαραίτητα χαρακτηριστικά για την επιτέλεση αυτού. Αντιθέτως, οι οργανισμοί δεν διαθέτουν όλους τους χαρακτήρες που μπορούν να συμβάλλουν στην επιβίωση τους ενώ παράλληλα, μπορεί να διαθέτουν και χαρακτήρες οι οποίοι δεν φαίνεται να επιτελούν καμία λειτουργία για τον οργανισμό (Καμπουράκης, 2020; 2017).

Η πρόταση αυτή του Καμπουράκη για σαφή και ξεκάθαρη διάκριση μεταξύ τεχνουργημάτων και οργανισμών απορρέει κυρίως από το βασικό πρόβλημα της τελολογίας του σχεδιασμού αλλά και της ψυχολογικής ουσιοκρατίας και μπορεί να συνεισφέρει στην αναδόμηση των διαισθητικών αντιλήψεων οδηγώντας σε εννοιολογική αλλαγή στην εξέλιξη, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Εννοιολογική αλλαγή

Οι Evans κ.ά. (2008) υποστηρίζουν ότι η εκπαίδευση για την εξελικτική θεωρία πρέπει να βασίζεται και να στοχεύει στην εννοιολογική αλλαγή· σε μια αναπροσαρμογή των νοητικών σχημάτων των μαθητών καθώς η απλή προσθήκη νέας γνώσης στις ήδη υπάρχουσες δεν θα έχει κάποιο ουσιαστικό αποτέλεσμα. Όταν τα παιδιά συνειδητοποιούν πως το υπάρχον νοητικό τους σχήμα δεν είναι επαρκές προκειμένου να εξηγήσει τα παρατηρούμενα φαινόμενα ενώ, ένα καινούργιο μπορεί να αποδειχθεί καλύτερο, τότε προκύπτει αναδόμηση των διαισθητικών τους αντιλήψεων γεγονός που μπορεί να επιδράσει θετικά στην καλύτερη κατανόηση και αποδοχή της εξέλιξης.

Η εννοιολογική αλλαγή μέσω εννοιολογικής σύγκρουσης υποστηρίζεται και από τον Καμπουράκη (2017) ο οποίος εστιάζει περισσότερο στην έννοια της προσαρμογής¹⁰ ως την πλέον πιο κρίσιμη. Η πρόταση του αφορά στη μεγάλη σημασία και προσοχή που πρέπει να δίνουμε στον τρόπο που διατυπώνουμε τις σχετικές με την εξέλιξη δηλώσεις, οι οποίες αντικατοπτρίζουν άλλωστε τον τρόπο σκέψης, τόσο ως προς το λεξιλόγιο όσο και ως προς τη σύνταξη. Υποστηρίζει ότι για να υπάρξει εννοιολογική αλλαγή στην εξέλιξη πρέπει «να γίνει κατανοητό ότι οι οργανισμοί δεν έχουν χρήσιμους χαρακτήρες ώστε να επιτελούν μια λειτουργία, αλλά οι οργανισμοί επιτελούν λειτουργίες επειδή έχουν συγκεκριμένους χαρακτήρες που είναι χρήσιμοι» (Καμπουράκης, 2017: 141).

Θα ήταν λογικό να υποθέσουμε ότι διδακτικές στρατηγικές που θα στοχεύουν στην εννοιολογική αλλαγή θα είναι αρκετά επιτυχημένες και αποτελεσματικές εφόσον θα στοχεύουν απευθείας στις παρανοήσεις των μαθητών. Ωστόσο, τα δεδομένα των ερευνών των Jensen & Finley (1995) έδειξαν ότι τέτοιου είδους στρατηγικές δεν ήταν επιτυχείς αναφορικά με την αντιμετώπιση των πρώιμων ιδεών των φοιτητών για τις εξελικτικές έννοιες (Hermann, 2011). Τα ευρήματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με αυτά πολλών ακόμη ερευνών, καθιστώντας σαφές ότι είναι αναγκαίο η παρέμβαση σε θέματα εξελικτικής βιολογίας να ξεκινάει από τις πολύ μικρές ακόμη ηλικίες. Ειδικότερα σε ό,τι αφορά την εννοιολογική αλλαγή, η ανάγκη αυτή γίνεται ακόμη πιο επιτακτική καθώς πρόκειται για μια διαδικασία που ενέχει πολλές προκλήσεις με τις κυριότερες εξ αυτών να είναι «οι βασικοί [γνωστικοί] περιορισμοί που είναι παρόντες από τη βρεφική και πρώιμη παιδική ηλικία, οι

¹⁰ Στην έννοια της προσαρμογής θα αναφερθούμε λίγο αναλυτικότερα στην επόμενη ενότητα.

εμπειρίες που ενισχύουν τους προκαθορισμένους τρόπους σκέψης μας και οι συναισθηματικές και ενθαρρυντικές αντιδράσεις που μας καθιστούν απρόθυμους να σκεφτούμε την πιθανότητα της αλλαγής» (Evans κ.ά., 2008: 190).

Με δεδομένη την ανάγκη για πρώιμη παρέμβαση στην εκπαίδευση για τη θεωρία της εξέλιξης την οποία έχουμε τονίσει πολλάκις μέχρι τώρα, στην επόμενη ενότητα θα εξετάσουμε τους τρόπους εκείνους οι οποίοι θεωρούνται κατάλληλοι για να προσεγγίσουμε την εξελικτική θεωρία από πολύ νωρίς στην εκπαίδευση και συγκεκριμένα, στο νηπιαγωγείο.

1.3.2 Η εξέλιξη στο νηπιαγωγείο

Αναφερθήκαμε αρκετές φορές μέχρι στιγμής στην έντονη ανάγκη για έγκαιρη παρέμβαση σε ζητήματα που αφορούν στην εκπαίδευση για την εξέλιξη. Από πόσο νωρίς, όμως, πρέπει να ξεκινάει αυτή η παρέμβαση; Η πλειοψηφία των ερευνών σε αυτό το πεδίο εστιάζει κυρίως, στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, κάτι το οποίο έχει αποδειχθεί ανεπαρκές. Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, υπάρχει μια μετατόπιση του ενδιαφέροντος και στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση τόσο ερευνητικά αλλά και σε επίπεδο αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών, όπως θα δούμε στη συνέχεια. Το ενδιαφέρον και οι προτεινόμενες πρακτικές όμως αφορούν μόνο στο δημοτικό και μάλιστα, στις μεγαλύτερες τάξεις. Σίγουρα αυτή η μετατόπιση στις μικρότερες ηλικίες είναι ενθαρρυντική. Παρόλα αυτά, θεωρούμε ότι συνεχίζει να είναι ανεπαρκής.

Η άποψη την οποία υποστηρίζουμε στην παρούσα έρευνα, είναι ότι η εκπαίδευση για την εξέλιξη πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του αναλυτικού προγράμματος σπουδών με τη μορφή ενός συνεχούς που θα ξεκινά από το νηπιαγωγείο ακόμα και θα καλύπτει μέχρι και την τελευταία τάξη του λυκείου. Πώς όμως, θα προσεγγίσουμε την εξέλιξη στο νηπιαγωγείο;

Οι Waldron κ.ά. (2009) είναι από τους λίγους ερευνητές που έχουν ασχοληθεί με αυτό το ζήτημα υποστηρίζοντας ότι «η εξέλιξη είναι μία αφηρημένη έννοια η οποία απαιτεί ουσιώδη προϋπάρχουσα γνώση για να κατακτηθεί, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η πρώιμη έκθεση σε πτυχές της βιολογικής εξέλιξης μπορεί να είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη βαθιάς κατανόησης» (Waldron κ.ά., 2009: 460), καθιστώντας με αυτόν τον τρόπο απαραίτητη αλλά και κρίσιμη την ένταξη της στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Άλλωστε, αυτή είναι η κατάλληλη

ηλικία διότι τα παιδιά «είναι ανοιχτά σε νέες ιδέες και ψάχνουν αποδείξεις για να ελέγξουν τις θεωρίες τους σχετικά με το πώς λειτουργεί ο κόσμος» (Waldron κ.ά., 2009: 470).

Συγκεκριμένα για το νηπιαγωγείο, υποστηρίζουν ότι πρέπει να εστιάσουμε την προσοχή μας σε δύο πολύ βασικές θεματικές. Η πρώτη αφορά στον εντοπισμό, την παρατήρηση και τη μελέτη ομοιοτήτων και διαφορών μεταξύ των οργανισμών καθώς αυτή η πρακτική είναι καθοριστικής σημασίας για την ουσιαστική κατανόηση δύο πολύ βασικών εννοιών της εξελικτικής βιολογίας: την *ποικιλομορφία* και την *ειδογέννεση*. Η δεύτερη θεματική, η οποία εκπορεύεται από την πρώτη, αφορά στο πώς μπορεί να σχετίζονται μεταξύ τους οι οργανισμοί πέρα από την εξωτερική τους εμφάνιση (Waldron κ.ά., 2009: 461).

Η διδακτική προσέγγιση της έννοιας της *ποικιλομορφίας*, η οποία θεωρείται μία εκ των πιο βασικών εννοιών της εξελικτικής βιολογίας (Evans & Diamond, 2007), υποστηρίζεται και από άλλους ερευνητές ως κατάλληλη αλλά και απαραίτητη πρακτική, ιδίως για το νηπιαγωγείο. Η άποψη αυτή μας βρίσκει απόλυτα σύμφωνους καθώς πέρα από το γεγονός ότι η ποικιλομορφία βρίσκεται στον πυρήνα της εξελικτικής θεωρίας, είναι μία έννοια που σχετίζεται άμεσα και με τις παρανοήσεις που πηγάζουν από τις διαισθητικές αντιλήψεις των παιδιών. Για παράδειγμα, ο Καμπουράκης (2020) θεωρεί ότι πρέπει να εστιάζουμε την προσέγγιση μας στις ποικίλες μορφές στις οποίες απαντάται ένας χαρακτήρας και στο πόσο καλά ή όχι αυτές λειτουργούν σε συνάρτηση με το περιβάλλον διότι, αυτή η διαδικασία είναι απαραίτητη προκειμένου ο εκπαιδευτικός να μπορέσει να εξηγήσει τη φυσική επιλογή. Μέσα από μια τέτοιου τύπου προσέγγιση οι μαθητές μπορούν να επωφεληθούν καθώς, θα κατανοήσουν τους φυσικούς τρόπους με τους οποίους απαντώνται οι ποικίλες μορφές του εκάστοτε χαρακτήρα (Kelemen & Emmons, 2015), θέτοντας τις βάσεις για την κατανόηση της εξέλιξης των ειδών μέσω του μηχανισμού της φυσικής επιλογής.

Στην Αγγλία, από το 2014 έχει ενταχθεί στο αναλυτικό πρόγραμμα της αντίστοιχης με τη δική μας Ε' Δημοτικού, η ενότητα «Εξέλιξη και Κληρονομικότητα». Για το λόγο αυτό, οι Hogge και Kover (2017), δημιούργησαν κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό το οποίο δοκίμασαν πιλοτικά σε κάποιες τάξεις με τη βοήθεια φοιτητών βιολογίας και στη συνέχεια, το διέθεσαν δωρεάν στο διαδίκτυο¹¹ για να μπορέσουν να το αξιοποιήσουν όσοι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας το επιθυμούν. Τα προτεινόμενα σχέδια μαθημάτων τους βασίστηκαν στη συνήθη δομή του

¹¹ <https://evolutionforprimarykids.co.uk/>

αγγλικού συστήματος η οποία αποτελείται από μία εισαγωγική δραστηριότητα προκειμένου να κινητοποιήσουν το ενδιαφέρον και την περιέργεια των μαθητών, την κυρίως δραστηριότητα η οποία υλοποιείται σε ομάδες των 5-6 ατόμων και τέλος, συζήτηση με όλη την ομάδα έτσι ώστε να διασφαλιστεί ότι επιτεύχθηκε η κατανόηση του προς μελέτη ζητήματος. Οι θεματικές στις οποίες στηρίχτηκε ο σχεδιασμός τους ήταν τρεις, με πρωταρχική τους εστίαση και κυρίαρχο συνδετικό κρίκο την έννοια της ποικιλομορφίας. Η πρώτη θεματική αφορούσε στις αλλαγές που υφίστανται οι ζωντανοί οργανισμοί με την πάροδο του χρόνου και το αρχείο των απολιθωμάτων· η δεύτερη στην κληρονομικότητα και συγκεκριμένα στις ομοιότητες και τις διαφορές που μπορεί να παρουσιάζουν οι απόγονοι με τους προγόνους τους· η τρίτη και τελευταία θεματική αφορούσε την προσαρμογή των οργανισμών μέσω του μηχανισμού της φυσικής επιλογής (Hogge & Kover, 2017: 68).

Η δομή των μαθημάτων που ακολούθησαν οι Hogge και Kover παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με αυτή που προτείνεται προς εφαρμογή στα ελληνικά νηπιαγωγεία. Παράλληλα, η επιλογή των θεματικών των μαθημάτων τους θεωρούμε ότι μπορεί να εφαρμοστεί με τις κατάλληλες προσαρμογές και στο νηπιαγωγείο, ειδικά εφόσον στηρίζονται στην έννοια της ποικιλομορφίας η οποία όπως έχουμε αναφέρει πρέπει να αποτελεί βασικό στόχο γι' αυτή τη βαθμίδα εκπαίδευσης (Waldron κ.ά., 2009).

Το 2007 και η Νέα Ζηλανδία αναθεώρησε το πρόγραμμα σπουδών της στο πεδίο των επιστημών, εντάσσοντας την εξέλιξη από τα πρώτα χρόνια της εκπαίδευσης, αναγνωρίζοντας τον ενοποιητικό ρόλο στην επιστήμη της βιολογίας (Cambell & Otrell-Cass, 2011). Σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα του Υπουργείου Παιδείας της χώρας, οι μαθητές θα πρέπει «να κατανοήσουν την ποικιλομορφία της ζωής και των διαδικασιών της, το πού και πώς εξελίχθηκε η ζωή και πως η εξέλιξη είναι ο συνδετικός κρίκος ανάμεσα στις διαδικασίες της ζωής και την οικολογία» (2007: 28). Πιο συγκεκριμένα, για το νηπιαγωγείο και τις πρώτες τάξεις του δημοτικού τα προς μελέτη θέματα αφορούν (α) την αναγνώριση της μεγάλης ποικιλίας των ειδών που υπάρχουν στον πλανήτη και των διαφορετικών τρόπων με τους οποίους μπορούμε να τα κατηγοριοποιήσουμε, (β) την εξαφάνιση ειδών του παρελθόντος και των τρόπων με τους οποίους γνωρίζουμε γι' αυτήν, (γ) την επιστημονική ταξινόμηση των ειδών και, (δ) το πώς οι οργανισμοί αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου (Cambell & Otrell-Cass, 2011: 444). Όμοια με την πρόταση των Hogge και Kover (2017), αλλά σε αντίθεση με αυτή των Waldron κ.ά., (2009), η στοχευμένη μελέτη της έννοιας της ποικιλομορφίας

εντάσσεται στην ύλη των τελευταίων τάξεων του δημοτικού μαζί με την προσαρμογή των ειδών μέσω του μηχανισμού της φυσικής επιλογής.

Οι Nelson κ.ά. (2019) υποστηρίζουν ότι είναι σημαντικό να χρησιμοποιούμε τα πρωτεύοντα ως ομάδα κατά την εκπαίδευση για την εξέλιξη καθώς εγείρουν το ενδιαφέρον και την αφοσίωση των μαθητών, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται ομοιώματα κρανίων ή/και απολιθώματα. Ωστόσο, οι έρευνες τους αφορούσαν σε μαθητές λυκείου και το κατά πόσο αυτές οι πρακτικές είναι κατάλληλες για το νηπιαγωγείο είναι κάτι που πρέπει να τεθεί υπό συζήτηση.

Συνοψίζοντας, θεωρούμε ότι η εκπαίδευση για την εξέλιξη πρέπει και οφείλει να ξεκινά από το νηπιαγωγείο, στοχεύοντας στη διδασκαλία θεμελιωδών εξελικτικών εννοιών δομώντας κατ' αυτόν τον τρόπο μια γερή βάση πάνω στην οποία θα μπορούν οι μαθητές, σε όλη την πορεία των σχολικών τους χρόνων, να δομήσουν νέες γνώσεις και βαθύτερη κατανόηση (Hermann, 2011). Εξίσου σημαντική, βέβαια, είναι και η διδασκαλία «δεξιοτήτων και διαδικασιών που διαμορφώνουν και υποστηρίζουν την εκπαίδευση για την εξέλιξη» (Hermann, 2011: 272). Πάνω σε αυτό το πλαίσιο στηρίξαμε το σχεδιασμό και την εφαρμογή του εκπαιδευτικού προγράμματος της έρευνάς μας όπως θα αναλύσουμε στη συνέχεια.

2. Μεθοδολογία

2.1 Ερευνητικός Σχεδιασμός

2.1.1 Σκοπός και Ερευνητικά Ερωτήματα

Μέσα από την επισκόπηση της βιβλιογραφίας, γίνεται αντιληπτή η αναγκαιότητα της διδακτικής προσέγγισης της θεωρίας της εξέλιξης από τις πολύ μικρές ηλικίες για όλους εκείνους του λόγους που αναλύθηκαν παραπάνω. Με την παρούσα έρευνα αποσκοπούμε στο να ενισχύσουμε τη θέση αυτή αλλά κυρίως, να δείξουμε εάν είναι εφικτή η προσέγγιση θεμελιωδών εννοιών της εξελικτικής βιολογίας στο νηπιαγωγείο, όπως άλλωστε υποστηρίζουν ο Waldron και οι συνεργάτες του (2009). Βασικοί μας στόχοι κατά το σχεδιασμό αυτής ήταν:

- ο εντοπισμός πρωτίστως των πρότερων ιδεών και τελεολογικών αντιλήψεων των μαθητών αλλά και των δεξιοτήτων παρατήρησής τους προκειμένου να τις αξιοποιήσουμε ως διδακτικό εργαλείο κατά τον σχεδιασμό και την εφαρμογή του προγράμματος,
- η εξοικείωση και κατανόηση από τους μαθητές τριών εκ των βασικότερων εννοιών του πεδίου της εξελικτικής βιολογίας: ποικιλομορφία, προσαρμογή και ειδογένεση,
- η αντίληψη του επιστημονικού δεδομένου ότι οι οργανισμοί διαθέτουν ορισμένους χαρακτήρες όχι για να επιτελέσουν έναν σκοπό αλλά γιατί ευνοήθηκαν γι' αυτά από τη φυσική επιλογή,
- η ανάπτυξη επιστημονικών δεξιοτήτων, όπως η παρατήρηση, απαραίτητων για την καλύτερη δόμηση και κατανόηση των βασικών εξελικτικών εννοιών και τέλος,
- η εξοικείωση των μαθητών με ορισμένες πτυχές της φύσης της επιστήμης καθώς και του ρόλου του επιστήμονα έτσι ώστε να αρχίσουν να καλλιεργούν την αντίληψη περί εγκυρότητας της επιστήμης και των επιστημονικών δεδομένων.

Λαμβάνοντας υπόψη τους παραπάνω στόχους, προχωρήσαμε στη διατύπωση των παρακάτω *ερευνητικών ερωτημάτων*, βάση των οποίων υλοποιήθηκε ο ερευνητικός σχεδιασμός :

1. Είναι σε θέση οι μαθητές να αντιληφθούν την ποικιλομορφία εντός του πληθυσμού ενός είδους;
2. Είναι σε θέση οι μαθητές να κατανοήσουν και να εξηγήσουν την έννοια της προσαρμογής ως διαδικασία;
3. Κατανοούν οι μαθητές τη διαδικασία της ειδογέννεσης κι επιπλέον, μπορούν να την εξηγήσουν;
4. Μπορούν οι μαθητές να εφαρμόσουν (επιστημονικές) δεξιότητες και διαδικασίες σε διαφορετικά πλαίσια του υπό εξέταση πεδίου;

2.1.2 Ερευνητική Προσέγγιση

Στα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα επιχειρήσαμε να δώσουμε απάντηση διεξάγοντας μια έρευνα-δράση. Πρόκειται για μια μορφή έρευνας ιδιαιτέρως διαδεδομένη στο πεδίο της εκπαίδευσης καθώς, αφενός, ο/η ερευνητής/-τρια είναι ταυτόχρονα και ο εκπαιδευτικός της τάξης και, αφετέρου, ο βασικός σκοπός της δεν είναι απλώς να ερμηνεύσει αλλά και να εντοπίσει [εκπαιδευτικές] δυσκολίες και προοπτικές και να οδηγήσει σε αλλαγή και βελτίωση στην πραγματικότητα που ερευνά (Cohen κ.ά., 2008; Κατσαρού & Τσάφος, 2003). Δεδομένου, λοιπόν, ότι είναι σχεδιασμένη κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ενώσει τη θεωρία με την πράξη (Cohen κ.ά., 2008) ενώ παράλληλα, διεισδύει στη σχολική πραγματικότητα και τις δυσκολίες που ενέχουν σε αυτή (Κατσαρού, 2016), τη θεωρήσαμε ως την πλέον κατάλληλη προκειμένου να εξετάσουμε εάν είναι εφικτή η προσέγγιση θεμελιωδών εννοιών της εξελικτικής βιολογίας στο νηπιαγωγείο.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στα πλαίσια της έρευνας αφορούσαν τόσο σε ηχογραφημένες ημερολογιακές καταγραφές της ερευνήτριας/εκπαιδευτικού όσο και σε δεδομένα των μαθητών του νηπιαγωγείου. Στη δεύτερη περίπτωση συμπεριλαμβάνονταν τα έργα των παιδιών, φωτογραφίες, ηχογραφημένες συζητήσεις καθώς και δεδομένα από τη συστηματική παρατήρηση της εργασίας των μαθητών.

2.1.3 Δειγματοληψία

Για την παρούσα έρευνα χρειαζόμασταν ένα δείγμα μη πιθανοτήτων καθώς επρόκειτο για μια έρευνα μικρής κλίμακας με εστίαση σε συγκεκριμένη ομάδα του πληθυσμού, μη αντιπροσωπευτική (Cohen κ.ά., 2008). Η μέθοδος που επιλέχθηκε ήταν αυτή της «βολικής» δειγματοληψίας διότι η έρευνα μας δεν έχει την πρόθεση για γενίκευση των αποτελεσμάτων της και ήταν καθοριστικής σημασίας για τη διαδικασία διεξαγωγής της, η εύκολη πρόσβαση της ερευνήτριας στο δείγμα (Cohen κ.ά., 2008).

Το δείγμα μας αποτέλεσαν συνολικά τριανταένα νήπια [$N=31$] εκ των οποίων τα δεκαπέντε (15) φοιτούσαν στο 5^ο και τα δεκαέξι (16) στο 11^ο Νηπιαγωγείο Ζωγράφου του νομού Αττικής κατά το σχολικό έτος 2020 - 2021. Από τα νήπια αυτά, τα δεκαπέντε (15) ήταν κορίτσια και τα δεκαέξι (16) αγόρια με μέσο όρο ηλικιών τα πέντε (5) έτη και τους έξι (6) μήνες. Επιπλέον, είκοσι έξι (26) νήπια ήταν ελληνικής καταγωγής. Από τα υπόλοιπα πέντε (5), ένα ήταν ουκρανικής, ένα φιλιππινέζικης, ένα αλβανικής, ένα βουλγαρικής κι ένα ιταλικής. Όλα τα νήπια κατανοούσαν και μιλούσαν την ελληνική γλώσσα σε ικανοποιητικό επίπεδο με εξαίρεση ένα νήπιο το οποίο είχε περιορισμένο λεξιλόγιο αλλά καλή κατανόηση κι ένα το οποίο κατανοούσε σε περιορισμένο βαθμό την ελληνική και μιλούσε αποκλειστικά στην αγγλική γλώσσα. Τέλος, ένα από τα νήπια ήταν διαγνωσμένο με διαταραχή στο φάσμα του αυτισμού, ένα με διάσπαση προσοχής και γνωστικά ελλείμματα, ένα με φωνολογικές διαταραχές ενώ αναμέναμε επίσημη διάγνωση για ΔΕΠΥ για δύο νήπια.

2.1.4 Μεθοδολογικά Εργαλεία

Συνεντεύξεις

Η συλλογή των δεδομένων κατά την πρώτη φάση της έρευνας, η οποία είχε διαγνωστικό χαρακτήρα, έγινε μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων με τους μαθητές. Η ημιδομημένη συνέντευξη επιλέχθηκε καθώς αυτό το οποίο θέλαμε να πετύχουμε είναι να εκμαιεύσουμε όσο το δυνατόν περισσότερες και βαθύτερες πληροφορίες σχετικά με τις πρώιμες ιδέες και γνώσεις των παιδιών μέσω της μορφής της συζήτησης, έχοντας παράλληλα κι έναν οδηγό για να υπάρχει συνοχή και συστηματικότητα στη συλλογή των δεδομένων (Cohen κ.ά., 2008).

Ο οδηγός των συνεντεύξεων που σχεδιάσαμε (βλ. Παράρτημα Α), στηρίχτηκε στο βιβλίο «*Τι είδαν οι δεινόσαυροι: η ζωή στη Γη πριν από τον άνθρωπο*» έτσι ώστε να τροφοδοτήσουμε τα παιδιά με οπτικά ερεθίσματα προκειμένου να ενθαρρύνουμε τη συζήτηση και κυρίως, να ελέγξουμε το επίπεδο των δεξιοτήτων παρατήρησης τους, δεδομένου ότι αυτές αποτελούν έναν από τους βασικούς στόχους της έρευνας. Επιπλέον, θεωρούμε ότι η επιλογή του βιβλίου η οποία παρουσιάστηκε ως αφορμή για τη συνέντευξη στα παιδιά, ενίσχυσε το ενδιαφέρον τους και τα κράτησε προσηλωμένα καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας, ειδικά αν αναλογιστούμε τη μεγάλη διάρκεια των συνεντεύξεων (η μέση διάρκεια ήταν τα είκοσι τρία λεπτά [23']).

Συστηματική Παρατήρηση

Από τα πιο βασικά εργαλεία συλλογής δεδομένων για την παρούσα έρευνα ήταν η συστηματική παρατήρηση προκειμένου η ερευνήτρια να συλλέξει απευθείας δεδομένα από πραγματικές καταστάσεις (Cohen κ.ά., 2008) και να εστιάσει τόσο στο αποτέλεσμα όσο και στη διαδικασία. Για την αξιολόγηση πολλών δραστηριοτήτων του προγράμματος, δημιουργήθηκαν σχάρες παρατήρησης, πέρα από τα έργα των παιδιών, έτσι ώστε να καταγραφούν συγκεκριμένα, διακριτά και μετρήσιμα δεδομένα για συγκεκριμένους σκοπούς.

Ημερολογιακές Καταγραφές

Οι ημερολογιακές καταγραφές επιλέχθηκαν προκειμένου να εξυπηρετήσουν απρόβλεπτα, ωστόσο κρίσιμα, συμβάντα στα οποία δεν θα μπορούσε να αξιοποιηθεί η συστηματική παρατήρηση όπως για παράδειγμα, η εργασία των παιδιών κατά τη διάρκεια των ελεύθερων δραστηριοτήτων ή του ελεύθερου χρόνου στην αυλή. Η μορφή των ημερολογιακών καταγραφών ήταν είτε γραπτή είτε, τις περισσότερες φορές, ηχογραφημένη καθώς ήταν πιο εύκολη και γρήγορη η πρόσβαση στο μαγνητόφωνο κι έτσι δεν θα χάναμε πολύτιμο χρόνο από τα συμβάντα. Επιπλέον, οι ηχογραφήσεις συμβάντων και συζητήσεων είναι ιδιαίτερα χρήσιμες καθώς, σύμφωνα με τους Santos κ.ά. (2018) μπορούν να αξιοποιηθούν ως μέθοδοι στη διδασκαλία.

2.2 Ερευνητική Διαδικασία

Η παρούσα έρευνα διεξήχθη κατά το σχολικό έτος 2020 - 2021 σε δύο νηπιαγωγεία του Δήμου Ζωγράφου του Νομού Αττικής. Η διεξαγωγή της υλοποιήθηκε σε δύο φάσεις, συνολικής διάρκειας τριών μηνών. Ωστόσο, μεταξύ των δύο φάσεων υπήρξε χρονικό κενό δύο μηνών λόγω της παύσης της δια ζώσης διδασκαλίας στα πλαίσια των μέτρων για την αντιμετώπιση της πανδημίας του SARS - CoV - 2 (COVID 19).

Όλοι οι μαθητές οι οποίοι συμμετείχαν στην έρευνα, έφεραν υπεύθυνες δηλώσεις των κηδεμόνων τους με τις οποίες μας παρείχαν την άδεια για τη συμμετοχή των παιδιών τους και την ηχογράφησή τους κατά τη διάρκεια της έρευνας, έπειτα από σχετική προφορική και πλήρη γραπτή τους ενημέρωση βασισμένη στους απαραίτητους κανόνες. Η ενημέρωση των κηδεμόνων ήταν κατά το βέλτιστο δυνατό αναλυτική και κατανοητή και η ερευνήτρια ήταν διαθέσιμη ανά πάσα στιγμή για διευκρινιστικές ερωτήσεις, ιδίως εφόσον το προς μελέτη θέμα θεωρείται αρκετά αμφιλεγόμενο κι εγείρει ιδεολογικές και θρησκευτικές αντιδράσεις. Προς έκπληξη μας, ωστόσο, οι κηδεμόνες αγκάλιασαν με εγκαρδιότητα το πρόγραμμα καθ' όλη τη διάρκεια του. Υπήρξε μονάχα μία εξαίρεση κηδεμόνα ο οποίος ήταν διστακτικός καθώς δεν αποδεχόταν την εξέλιξη ως επιστημονικά έγκυρη και τεκμηριωμένη θεωρία, αλλά συναίνεσε στη συμμετοχή του παιδιού με την προϋπόθεση ότι δε θα γίνει αναφορά στην εξέλιξη του ανθρώπου κατά τη διάρκεια του προγράμματος.

2.2.1 Πρώτη φάση - Διερευνητική

Η πρώτη φάση διεξήχθη κατά το χρονικό διάστημα Ιανουαρίου - Φεβρουαρίου 2021 με στόχο τη διερεύνηση των πρώιμων ιδεών και γνώσεων των μαθητών σχετικά με το προς μελέτη θέμα καθώς και τον έλεγχο των δεξιοτήτων παρατήρησης τους. Για το σκοπό αυτό, πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις με τους μαθητές, μέσης διάρκειας είκοσι τριών λεπτών (23'). Ο κάθε μαθητής ενημερώθηκε ότι επρόκειτο να συμμετέχει σε μια συζήτηση με την ερευνήτρια, ξεφυλλίζοντας το βιβλίο *«Τι είδαν οι δεινόσαυροι: η ζωή στη Γη πριν από τον άνθρωπο»*, κατά την οποία θα μπορούσε να εκφράσει ελεύθερα τις ιδέες και τις σκέψεις του και πως μπορούσε να συμμετέχει αλλά και να αποχωρήσει από αυτή όποτε το επιθυμούσε. Ο σκοπός αυτής της συζήτησης, όπως τους γνωστοποιήθηκε, ήταν να βοηθήσουν την ερευνήτρια να μάθει τι γνωρίζουν ήδη αλλά και τι θα ήθελαν να μάθουν

προκειμένου να σχεδιάσει για εκείνους δραστηριότητες που θα τους αρέσουν. Επιπλέον, κάθε παιδί γνώριζε ότι η συζήτηση με την ερευνήτρια θα ηχογραφηθεί.

Η αναλυτική ενημέρωση των παιδιών προκειμένου να εξασφαλίσουμε και τη δική τους συναίνεση, ήταν για εμάς βασική αρχή διότι συμφωνούμε με την άποψη των Fine και Sandsrom (1988) ότι «πρέπει να λέγονται όσο το δυνατόν περισσότερα στα παιδιά, ακόμα και αν μερικά από αυτά δεν μπορούν να καταλάβουν την πλήρη εξήγηση. Η ηλικία τους δεν πρέπει να μειώνει τα δικαιώματά τους, παρόλο που το επίπεδο της κατανόησής τους πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στις εξηγήσεις που τους δίνονται» (Cohen κ.ά., 2008: 85). Θεωρήσαμε, λοιπόν, ότι όπως ακριβώς και οι ενήλικες έτσι και τα παιδιά, είχαν δικαίωμα να γνωρίζουν τι ακριβώς συμβαίνει και για πιο λόγο συμβαίνει.

Έπειτα από την ενημέρωσή τους και την συμφωνία τους στη συμμετοχή τη δεδομένη χρονική στιγμή, κάθε μαθητής μεταφέρονταν εκτός της σχολικής τάξης, στο γραφείο των εκπαιδευτικών, προκειμένου να εκμηδενίσουμε κατά το βέλτιστο δυνατό τους περισπασμούς. Κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, ακολουθούσαμε τον οδηγό τον οποίο όμως προσαρμόζαμε κατά περίπτωση. Έτσι μπορεί να προσθέταμε ή να παραλείπαμε ερωτήσεις προκειμένου να εκμαιεύσουμε όσο το δυνατόν καλύτερα τις ιδέες των παιδιών χωρίς όμως να τα κατευθύνουμε.

2.2.2 Δεύτερη Φάση – Εφαρμογή Εκπαιδευτικού Προγράμματος

Η δεύτερη φάση της έρευνας διεξήχθη κατά το χρονικό διάστημα Μαΐου - Ιουνίου 2021. Κατά τη φάση αυτή εφαρμόστηκε σε κάθε τάξη ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα, ειδικά σχεδιασμένο για τις ανάγκες της έρευνας, διάρκειας τριών εβδομάδων. Το πρόγραμμα ήταν χωρισμένο σε τρεις θεματικές και αποτελούνταν από δεκαπέντε (15) δραστηριότητες συνολικά (βλ. Παράρτημα Β), μία για κάθε μέρα, η διεξαγωγή των οποίων γινόταν κατά τη διάρκεια της πρώτης οργανωμένης δραστηριότητας έτσι ώστε οι μαθητές να είναι πιο ξεκούραστοι και αφοσιωμένοι σε αυτές.

Καθ' όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής του προγράμματος δουλεύαμε ομαδοσυνεργατικά, είτε σε ομάδες των πέντε (5) είτε συλλογικά στην παρεούλα. Θέλαμε οι μαθητές να έχουν τη δυνατότητα να συνεργάζονται, να ανταλλάσσουν ιδέες και απόψεις, να αμφισβητούν, να βοηθούν ο ένας τον άλλο και να καταλήγουν σε από κοινού αποφάσεις. Γενικότερα, ο

σχεδιασμός και η διεξαγωγή του εκπαιδευτικού προγράμματος επηρεάστηκαν παιδαγωγικά σε μεγάλο βαθμό από τις αρχές της διερευνητικής μάθησης. Σύμφωνα με τον Bruner «η ενθάρρυνση της διερεύνησης κάνει τους μαθητές όχι μόνο να οργανώνουν το υλικό τους για να καθορίσουν τα χαρακτηριστικά και τις σχέσεις αλλά επίσης να αποφεύγουν την παθητικότητα που τους εμποδίζει να χρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες που έχουν μάθει» (Elliott κ.ά., 2008)· συνθήκες τις οποίες θεωρούμε ιδιαίτερα χρήσιμες για το υπό μελέτη πεδίο. Εξίσου μεγάλη επιρροή άσκησαν και οι αρχές του κονστрукτιβισμού, όπως αυτές περιγράφονται ως κατευθυντήριες γραμμές από τους Brooks και Brooks (1993): (α) η παρουσίαση προβλημάτων που ενδιαφέρουν τους μαθητές, (β) δόμηση μάθησης γύρω από βασικές έννοιες, (γ) αναζήτηση και απόδοση αξίας στις απόψεις των μαθητών, (δ) προσαρμογή διδακτέας ύλης στο τρέχον επίπεδο κατανόησης των παιδιών, (ε) αξιολόγηση μάθησης του μαθητή στο πλαίσιο της διδασκαλίας (Elliott κ.ά., 2008: 347-351).

Πρώτη εβδομάδα - Ποικιλομορφία

Η πρώτη εβδομάδα του προγράμματος είχε σαν κύριο άξονα της την έννοια της *ποικιλομορφίας* η οποία θεωρούμε, όπως υποστηρίζεται και από άλλους ερευνητές (Kamprourakis, 2020; Hogge & Kover, 2017; Waldron κ.ά., 2009), ότι είναι η πλέον βασική όταν πρόκειται για τη διδασκαλία της εξέλιξης και ιδίως για τη βαθμίδα του νηπιαγωγείου. Βασικοί στόχοι ήταν οι μαθητές να εντοπίσουν ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των οργανισμών (ίδιου ή/και διαφορετικού είδους), αναπτύσσοντας τη δεξιότητα της παρατήρησης και να κατανοήσουν ότι τα άτομα του ίδιου είδους δεν είναι πανομοιότυπα μεταξύ τους αλλά εμφανίζουν διαφορές. Με λίγα λόγια, να κατανοήσουν τις διάφορες μορφές με τις οποίες μπορεί να απαντάται ένας χαρακτήρας.

Προκειμένου να πετύχουμε τους παραπάνω στόχους, επιλέξαμε να δουλέψουμε με τη θεματική ενότητα «Ζωύφια». Θεωρούμε πως η συγκεκριμένη ομάδα ζωντανών οργανισμών ήταν η καλύτερη επιλογή για τους σκοπούς μας καθώς οι ομοιότητες και οι διαφορές μεταξύ των οργανισμών γίνονται πιο εύκολα αντιληπτές σε αυτή τη μικρή κλίμακα. Ο βασικός λόγος της επιλογής, ωστόσο, είναι ότι μας έδινε τη δυνατότητα για έρευνα πεδίου· οι μαθητές μπορούσαν να παρατηρήσουν τους οργανισμούς στο φυσικό τους περιβάλλον (αυλή σχολείου, πάρκο, δάσος, κλπ.) καθώς και να τους συλλέξουν για περεταίρω μελέτη στο εργαστήριο εντομολογίας που δημιουργήσαμε στην τάξη (βλ. Εικόνα 5, Παράρτημα Γ),

παρέχοντας με αυτό τον τρόπο περισσότερες δυνατότητες για βιωματική και διερευνητική μάθηση και καλύτερη αντίληψη της φύσης της επιστήμης και του ρόλου του επιστήμονα.

Η αφόρμηση για την έναρξη του προγράμματος ήταν η παρακολούθηση του βίντεο «Darwin, the Origin of Species Kids' Story»¹² [1^η δραστηριότητα] το οποίο περιγράφει με πολύ ωραίο, απλό και κατανοητό τρόπο τη ζωή και το έργο του Δαρβίνου: από τα παιδικά του χρόνια και το ταξίδι του με το Beagle μέχρι τη συγγραφή των βιβλίων του. Μετά το βίντεο, ακολούθησε εκτενής συζήτηση με τους μαθητές. Διατύπωσαν τις απορίες τους, επεσήμαναν τα σημεία ενδιαφέροντος τους και δώσαμε έμφαση στο ρόλο του φυσιολόγου. Ρωτήσαμε τους μαθητές τι επιστήμονας μπορεί να είναι ένας φυσιολόγος, ποιος ο ρόλος του, τι μπορεί να μελετά και στη συνέχεια, συμφωνήσαμε ότι θα αναλάβουμε κι εμείς σαν ομάδα το ρόλο του φυσιολόγου, θα ακολουθήσουμε τα χνάρια του Δαρβίνου και θα μελετήσουμε τους ζωντανούς οργανισμούς (ζώδια) όπως ακριβώς κι εκείνος και αποφασίσαμε τι θα χρειαστούμε ως εφόδια για αυτό μας το ταξίδι.

Με αυτή την κινητοποίηση προχωρήσαμε στις κυρίως δραστηριότητες της εβδομάδας κατά τις οποίες οι μαθητές παρατήρησαν, κατέγραψαν, μελέτησαν και ταξινομήσαν διάφορα ζώδια. Αρχικά, εντόπισαν ψεύτικα ζώδια τα οποία είχαμε κρύψει στην τάξη και τα παρατήρησαν σε ομάδες [2^η δραστηριότητα], προσπαθώντας να τα περιγράψουν στα υπόλοιπα μέλη όσο πιο αναλυτικά μπορούσαν (π.χ. χρώματα, μέγεθος, αριθμός άκρων, φτερά, σχέδια, κλπ.). Στη συνέχεια, κάθε μαθητής για το ζώδιο το οποίο είχε εντοπίσει, συμπλήρωσε τις παρατηρήσεις του στο Φύλλο Παρατήρησης Ερευνητή (βλ. Εικόνα 1, Παράρτημα Δ) κατ' αντιστοιχία με την καταγραφή των παρατηρήσεων που έκανε και ο Δαρβίνος στο βίντεο. Αξιοποιώντας τα Φύλλα Παρατήρησης Ερευνητή, ζητήθηκε από την ολομέλεια των μαθητών να προσπαθήσουν να χωρίσουν τα ζώδια που βρήκαν σε ομάδες [3^η δραστηριότητα]. Γεννήθηκε σε αυτό το σημείο ο εξής προβληματισμός: με ποια κριτήρια μπορεί να γίνει ένας τέτοιος διαχωρισμός; Οι μαθητές πρότειναν ελεύθερα τις ιδέες τους κάποιες από τις οποίες προέρχονταν από τα φύλλα παρατήρησης τους (π.χ. κριτήριο: χρώμα – «Να βάλουμε όλα τα πράσινα μαζί, όλα τα μαύρα μαζί και όλα τα κόκκινα μαζί») και κάποιες άλλες όχι (π.χ. κριτήριο: μέγεθος – «Να βάλουμε όλα τα πολύ μεγάλα μαζί και όλα τα πολύ μικρά μαζί») και, κάθε ιδέα την εφαρμόζαμε την ίδια ακριβώς στιγμή χωρίζοντας τα ζώδια που είχαμε μπροστά μας και συζητώντας κατά πόσο το κριτήριο που είχαμε διαλέξει

¹² <https://www.youtube.com/watch?v=4Dm7l7U0KBE>

μας φαινόταν σωστό ή όχι και γιατί; Με βάση αυτή τη δραστηριότητα και τις ιδέες των παιδιών, μπορέσαμε να διαχωρίσουμε τα έντομα από τα υπόλοιπα ζώδια [4^η δραστηριότητα] και να αναγνωρίσουμε διαφορετικά είδη τόσο εντόμων (π.χ. πεταλούδες, κολεόπτερα) αλλά και λοιπών ζωυφίων (π.χ. αραχνοειδή, μυρίποδα) βάση των μορφολογικών και ανατομικών τους χαρακτηριστικών δίνοντας βάση με τη βοήθεια εποπτικού υλικού (βλ. Εικόνα 4, Παράρτημα Γ) στο γεγονός ότι παρόλο που ανήκαν στην ίδια ομάδα, παρουσίαζαν πολλές διαφορές μεταξύ τους. Στη συνέχεια, και προκειμένου να εφαρμόσουν αυτή τη γνώση στην πράξη, δώσαμε στους μαθητές εικόνες από ζώδια τα οποία δεν είχαν μελετήσει μέχρι εκείνη τη χρονική και τους ζητήσαμε να αποφασίσουν σε ποια ομάδα θα τα βάλουν συζητώντας μαζί τους τους λόγους της επιλογής τους (*Γιατί το έβαλες σε αυτή την ομάδα; Τι κοινό έχει; Σε τι διαφέρει; Γιατί ενώ έχει αυτές τις διαφορές το έβαλες εδώ;...*). Τέλος, ζητήθηκε από τους μαθητές να συμπληρώσουν κι ένα φύλλο διαχωρισμού των εντόμων από τα υπόλοιπα ζώδια (βλ. Εικόνα 2, Παράρτημα Δ) για το οποίο τους γινόταν μία και μοναδική σύσταση για έλεγχο πριν την παράδοσή του, ανεξάρτητα από το αν το είχαν συμπληρώσει σωστά ή όχι.

Η πρώτη εβδομάδα έκλεισε με μια εικονική¹³ επίσκεψη στο Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας [5^η δραστηριότητα]. Συζητήσαμε με τους μαθητές τι είναι ένα μουσείο φυσικής ιστορίας, τι είδους εκθέματα μπορεί να έχει και τι μπορούμε εμείς ως μαθητευόμενοι φυσιοδίφες να μάθουμε από αυτό κι έπειτα ξεκινήσαμε την περιήγησή μας στην αίθουσα εντομολογίας του μουσείου μέσω της εικονικής έκθεσης 360° (Θέσεις 1 και 2)¹⁴. Παρακολουθήσαμε τα προσφερόμενα βίντεο και παρατηρήσαμε τα εκθέματα προκειμένου να αποκτήσουν οι μαθητές περισσότερα ερεθίσματα και να αντιληφθούν καλύτερα την ποικιλομορφία που υπάρχει μεταξύ των ατόμων του ίδιου είδους. Επιπλέον, παρατηρήσαμε πώς είναι στημένο το μουσείο, τι εκθέματα έχει και με ποιον τρόπο τα προβάλλει και αποφασίσαμε όλοι μαζί να φτιάξουμε κι εμείς μια έκθεση φυσικής ιστορίας για την τάξη μας. Συμφωνήσαμε στις συλλογές που θα θέλαμε να συμπεριλάβουμε στην έκθεση μας και στον τρόπο με τον οποίο θα συλλέγαμε ή θα απεικονίζαμε τα εκθέματα μας. Ακόμη, συμφωνήσαμε ότι για να γίνει η μουσειακή μας έκθεση και να αναλάβουμε σωστά το ρόλο

¹³ Λόγω των μέτρων αντιμετώπισης της πανδημίας του covid-19 δεν ήταν εφικτή η δια ζώσης επίσκεψη του μουσείου οπότε πραγματοποιήσαμε εικονικές επισκέψεις, αξιοποιώντας την έκθεση 360° της ιστοσελίδας του μουσείου.

¹⁴ <https://virtualtour.gnhm.gr/>

μας ως φυσιοδίφες, θα έπρεπε να έχουμε και το κατάλληλο εργαστήριο με τον κατάλληλο εξοπλισμό προκειμένου να κάνουμε τις μελέτες μας κι έπειτα να φτιάξουμε τις συλλογές μας. Τέλος, στη διάρκεια του διαλλείματος, ζητήσαμε από τα παιδιά να βρουν και να σχεδιάσουν σε ένα χαρτί το μικρότερο αλλά και το μεγαλύτερο ζώο που μπορούσαν να βρουν στην αυλή.

Δεύτερη Εβδομάδα – Η σημασία των απολιθωμάτων

Βασικός άξονας της δεύτερης εβδομάδας ήταν η σημασία της μελέτης των *απολιθωμάτων*. Στόχος μας ήταν να κατανοήσουν οι μαθητές την έννοια του απολιθώματος (Τι είναι; Πώς σχηματίζεται; Ποια είδη υπάρχουν; κλπ.) και κυρίως τη μεγάλη σημασία της μελέτης τους από τους παλαιοντολόγους (Γιατί τα μελετάμε; Τι μαθαίνουμε από τη μελέτη τους; Γιατί είναι σημαντικές οι πληροφορίες που μας δίνουν; κλπ.). Ο άξονας αυτός, ο οποίος έχει προταθεί και από τις Hogge & Kover (2017), αν και η πρόταση αφορούσε την Ε΄ Δημοτικού, θεωρούμε ότι είναι ιδιαίτερα σημαντικός διότι δείχνει στα παιδιά τους ορθά δομημένους και έγκυρους επιστημονικά τρόπους με τους οποίους μπορούμε να μαθαίνουμε για τα είδη του παρελθόντος, ενισχύοντας ακόμη περισσότερο το ρόλο της επιστήμης (στα πλαίσια της εκπαίδευσης για τη φύση της επιστήμης). Κατ' επέκταση, αρχίζουν να αναπτύσσουν και μια πρόωγη αντίληψη του γεωλογικού χρόνου, η κατανόηση του οποίου, σύμφωνα με τον Trend (2001), αποτελεί μεγάλο εμπόδιο για την κατανόηση της εξέλιξης και για το λόγο αυτό προτείνει τη συμπερίληψη των γεωεπιστημών στο αναλυτικό πρόγραμμα με έμφαση στα κρίσιμα σημεία του γεωλογικού χρόνου (Kattmann & van Dijk, 2009).

Η εβδομάδα, ωστόσο, ξεκίνησε με τη δημιουργία του εργαστηρίου εντομολογίας [6^η δραστηριότητα], όπως είχε συμφωνηθεί στα τέλη της προηγούμενης, έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να ξεκινήσουν την ελεύθερη ενασχόληση και μελέτη τους. Για να μπορέσουμε να στήσουμε σωστά το εργαστήριο και να ξέρουμε πώς θα μπορέσουμε να το αξιοποιήσουμε, συζητήσαμε πρώτα για το ρόλο του επιστήμονα (βλ. Εικόνα 7, Παράρτημα Γ). Αναφερθήκαμε γενικά σε παραδείγματα ειδικοτήτων επιστημόνων, ποιο είναι το έργο τους, πού και πώς δουλεύουν αλλά και ειδικά για τη δική μας περίπτωση, των φυσιοδιφών και των εντομολόγων κι έπειτα, ο κάθε μαθητής έφτιαξε τη δική του προσωπική ταυτότητα ερευνητή (βλ. Εικόνα 9, Παράρτημα Γ) με την οποία θα μπορούσε να εργάζεται στο εργαστήριο. Στη συνέχεια, οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες προκειμένου να στήσουν το

εργαστήριο. Μία ομάδα ανέλαβε να φτιάξει την πινακίδα, μία άλλη ομάδα να συλλέξει και να κατηγοριοποιήσει τον εξοπλισμό και η τρίτη να ετοιμάσει και να οργανώσει τη γωνιά του εργαστηρίου. Όταν ολοκληρώθηκε το στήσιμο της γωνιάς του εργαστηρίου (βλ. Εικόνα 5, Παράρτημα Γ), όλη η ομάδα συζήτησε και συμφώνησε σε πέντε βασικούς κανόνες για τη σωστή λειτουργία του εργαστηρίου τους οποίους θα έπρεπε όλοι να ακολουθούν και τους οποίους καταγράψαμε και αναρτήσαμε στο εργαστήριο για να μπορούν να τους βλέπουν συνέχεια και να τους υπενθυμίζουν ο ένας στον άλλο. Οι κανόνες αυτοί ήταν: 1. Φοράμε πάντα την ταυτότητα μας όταν θέλουμε να δουλέψουμε στο εργαστήριο, 2. Πιάνουμε τα νεκρά ζώδια μόνο με τις τσιμπίδες/λαβίδες, 3. Τακτοποιούμε πάντα το εργαστήριο πριν φύγουμε, 4. Δεν βγάζουμε τον εξοπλισμό από το εργαστήριο παρά μόνο για τη μελέτη μας και, 5. Απελευθερώνουμε τα ζωντανά ζώδια πίσω στο περιβάλλον τους αμέσως μόλις τα μελετήσουμε (βλ. Εικόνα 5δ, Παράρτημα Γ). Παράλληλα, είχαμε μόνιμα αναρτημένο στο εργαστήριο κι έναν πίνακα χρήσης του εργαστηρίου από τους μαθητές προκειμένου να συλλέξουμε ποσοτικά δεδομένα για το πόσο συχνά επέλεγαν οι μαθητές να δουλεύουν στο εργαστήριο κατά τη διάρκεια των ελεύθερων δραστηριοτήτων.

Έχοντας, πλέον, έτοιμο το εργαστήριο προχωρήσαμε στην επόμενη θεματική του προγράμματός μας, υπενθυμίζοντας ότι ο Δαρβίνος δεν είχε μελετήσει μόνο ζωντανούς οργανισμούς αλλά και απολιθώματα. «Τι είναι το απολίθωμα;» ήταν η βασική μας ερώτηση και προκειμένου να βρούμε την απάντηση, παρακολουθήσαμε όλοι μαζί τα βίντεο «Fossils for kids| Learn all about how fossils are formed, the types of fossils and more!»¹⁵ και «What are fossils and how they are formed| Learn about fossils»¹⁶ τα οποία παρέχουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες με πολύ απλό και κατανοητό τρόπο, πολλά παραδείγματα και ωραίες εικόνες για τα παιδιά. Στη συνέχεια, δόθηκαν στα παιδιά σε ομάδες απολιθώματα κατασκευασμένα από πηλό (βλ. Εικόνα 6, Παράρτημα Ε) και τους ζητήθηκε να τα παρατηρήσουν με προσοχή, να διατυπώσουν υποθέσεις σχετικά με το σε ποιο ζώδιο μπορεί να ανήκουν, και να βρουν τρόπους να επαληθεύσουν τις υποθέσεις τους (βιβλία, ψεύτικα ζώδια,...) [7^η δραστηριότητα].

¹⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=tyOjxjFHW-c>

¹⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=xQBkawjFVIA>

Μετά από την πρώτη αυτή εξοικείωση με την έννοια του απολιθώματος, παρακολουθήσαμε όλοι μαζί το βίντεο «Uncovering the Late Jurassic In Wyoming»¹⁷ του αμερικανικού Μουσείου Φυσικής Ιστορίας για να δούμε πώς ακριβώς δουλεύουν οι παλαιοντολόγοι στο χώρο μιας ανασκαφής, τι εργαλεία χρησιμοποιούν, πώς τα μεταφέρουν στο εργαστήριο κλπ. έτσι ώστε να προχωρήσουν και οι ίδιοι οι μαθητές σε κανονική ανασκαφή. Δόθηκαν στα παιδιά ρεαλιστικά ομοιώματα πετρωμάτων και εργαλείων ανασκαφής (σφυράκι, καλέμι, πινέλο) και εκείνα, σε ομάδες, τα αξιοποίησαν όπως οι παλαιοντολόγοι στο βίντεο, έτσι ώστε να ανακαλύψουν τα απολιθώματα [8^η δραστηριότητα]. Μετά την ανεύρεση τους, ακολούθησε έρευνα στα βιβλία της βιβλιοθήκης του εργαστηρίου προκειμένου να εντοπίσουν σε ποιον οργανισμό ανήκε το απολίθωμα που βρήκαν. Επρόκειτο για τα απολιθώματα ενός αμμωνίτη, ενός τριλοβίτη κι ενός σκουτελόσαυρου. Ακολούθησε μία ακόμη εικονική περιήγηση στο Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας (9^η δραστηριότητα), αυτή τη φορά στην αίθουσα της γεωλογίας (Θέση 4,3,2). Οι μαθητές παρακολούθησαν τα προσφερόμενα βίντεο για το σχηματισμό των απολιθωμάτων, την τεράστια σημασία της μελέτης τους και είδαν ορισμένα από τα μεγαλύτερα και πιο ολοκληρωμένα απολιθώματα που έχουν βρεθεί στην Ευρώπη.

Η δεύτερη εβδομάδα ολοκληρώθηκε με τη δημιουργία της έκθεσης φυσικής ιστορίας [10^η δραστηριότητα]. Οι μαθητές, ως ενιαία ομάδα, συζήτησαν και αποφάσισαν τι συλλογές ήθελαν να συμπεριλάβουν στην έκθεσή τους και πώς θα τις δημιουργούσαν και χωρίστηκαν σε ομάδες για να τις υλοποιήσουν. Η πρώτη συλλογή αφορούσε στα νεκρά ζώδια που είχαν συλλέξει όλο το προηγούμενο διάστημα είτε από την αυλή του σχολείου είτε από τους προσωπικούς τους περιπάτους σε πάρκα και βουνά. Επέλεξαν να τα αξιοποιήσουν για να φτιάξουν μια συλλογή όπως ακριβώς αυτές που είχαν δει στην εικονική επίσκεψη του Μουσείου Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας (βλ. Εικόνα 3γ, σελ.81). Η συλλογή αυτή συνεχώς ανανεωνόταν με νέες προσθήκες καθ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος. Η δεύτερη ήταν μια φωτογραφική συλλογή των ζωυφίων που συνέλεξαν, ζωντανά και μη. Τα παιδιά μόνα τους φωτογράφησαν όλα τα ζώδια, διάλεξαν όλα μαζί ποιες φωτογραφίες θα εκθέσουν κι έπειτα τις εκτύπωσαν και έφτιαξαν τη συλλογή με την τεχνική του κολλάζ (βλ. Εικόνα 3β, σελ.81). Η τρίτη συλλογή αφορούσε τις πεταλούδες. Τα παιδιά επέλεξαν να ψάξουν στα βιβλία της βιβλιοθήκης του εργαστηρίου για διαφορετικά είδη πεταλούδων και να τα

¹⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=El7uvT7oxXA&t=112s>

ζωγραφίσουν τα ίδια φτιάχνοντας μια μεγάλη αφίσα με όσα περισσότερα διαφορετικά είδη πεταλούδας μπορούσαν (βλ. Εικόνα 3α, σελ.81). Τέλος, θέλησαν να φτιάξουν και μία συλλογή σχετικά με τα απολιθώματα. Επέλεξαν να συμπεριλάβουν τα απολιθώματα τα οποία ανέσκαψαν τα ίδια αλλά και να φτιάξουν δικά τους ιχνοαπολιθώματα των ζώων που είχαν στα παιχνίδια τους χρησιμοποιώντας πλαστελίνη.

Τρίτη Εβδομάδα – Προσαρμογή και Ειδογέννεση

Η τρίτη και τελευταία εβδομάδα είχε ως θεματικό της άξονα δύο πολύ βασικές έννοιες της εξελικτικής βιολογίας: την προσαρμογή και την ειδογέννεση σε συνδυασμό με τις έννοιες της κληρονομικότητας και της τυχειότητας. Σε αυτό το στάδιο του προγράμματος, βασικός μας στόχος ήταν να δώσουμε μεγάλη έμφαση και να επιστήσουμε όλη την προσοχή των παιδιών σε δύο σημαντικούς παράγοντες που εμπλέκονται στις εξελικτικές διαδικασίες: το περιβάλλον και την τυχειότητα. Θέλαμε οι μαθητές να κατανοήσουν αφενός, τον άκρως σημαντικό ρόλο που διαδραματίζει το εκάστοτε περιβάλλον στο οποίο ζουν οι οργανισμοί στην επιβίωση και την αναπαραγωγή τους και, αφετέρου, το ότι δεν υπάρχει κάποιος σκοπός, κάποια προκαθορισμένη αλληλουχία γεγονότων, ένας πάγιος τρόπος με τον οποίο γίνονται αυτές οι διαδικασίες αλλά ότι ο παράγοντας «τύχη» (με τη μορφή π.χ. μεταβολής περιβαλλοντικών συνθηκών, μεταλλάξεων κλπ.) είναι αυτός που πολλές φορές τις καθορίζει. Με αυτό τον τρόπο, στοχεύουμε σε μία πρώτη αντιμετώπιση των διαισθητικών τους αντιλήψεων και θέτουμε τις βάσεις για την κατανόηση της έννοιας της προσαρμογής μέσω του μηχανισμού της φυσικής επιλογής. Επιπλέον, τονίζουμε και προσπαθούμε να καταστήσουμε σαφές το γεγονός ότι οι απόγονοι μπορεί να μοιάζουν αρκετά με τους γονείς/προγόνους τους, ωστόσο, δεν είναι πανομοιότυποι, ενισχύοντας έτσι την αντίληψη περί ποικιλομορφίας στον πληθυσμό.

Ξεκινήσαμε, λοιπόν, την τελευταία εβδομάδα του προγράμματος παρουσιάζοντας στα παιδιά το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού ως αφήγημα με τη βοήθεια εποπτικού υλικού, κάνοντας τακτικές παύσεις έτσι ώστε να θέσουμε ερωτήματα και προβληματισμούς όπως «Ποιες πεταλούδες κινδυνεύουν περισσότερο από τους θηρευτές; Γιατί;», «Τι θα συμβεί με τις πεταλούδες που δεν κινδυνεύουν;», «Ποιες θα είναι περισσότερες;» [11^η δραστηριότητα]. Με την ολοκλήρωση της συζήτησης, κάθε μαθητής ξεχωριστά έπαιξε στον

υπολογιστή ένα παιχνίδι προσομοίωσης¹⁸ του φαινομένου κατά το οποίο έπρεπε να διαλέξει το περιβάλλον στο οποίο θα βρίσκεται (ανοιχτόχρωμο ή σκουρόχρωμο δάσος) και ως θηρευτής να επιλέξει ποιες νυχτοπεταλούδες του είδους θα έτρωγε (βλ. Εικόνα 11, Παράρτημα Ε). Μέρος της προσομοίωσης ήταν και διαγράμματα μεταβολής του πληθυσμού, τόσο των λευκών όσο και των μαύρων νυχτοπεταλούδων, τα οποία προσαρμόζονταν σε πραγματικό χρόνο στα δεδομένα. Καθ' όλη τη διάρκεια του παιχνιδιού, η ερευνήτρια έθετε ερωτήσεις στα παιδιά σχετικά με τις επιλογές τους, τι πιστεύουν ότι θα συμβεί με βάση αυτές και τι συνέβη τελικά στον πληθυσμό. Όλες οι συζητήσεις με τους μαθητές ηχογραφήθηκαν προκειμένου να μπορέσουν έπειτα να αναλυθούν. Συνεχίσαμε με την παρακολούθηση του βίντεο «Darwin's Theories»¹⁹ το οποίο παρουσιάζει με πάρα πολύ ωραίο τρόπο τόσο τις περιπτώσεις των μεταλλάξεων όσο και το παράδειγμα του βιομηχανικού μελανισμού που είδαμε αλλά δίνει και πολλά ακόμη παραδείγματα προσαρμογών. Έπειτα, αναπαραστήσαμε όλοι μαζί τις διαδικασίες αυτές με κάρτες εποπτικού υλικού (βλ. Εικόνα 6, Παράρτημα Γ; Εικόνα 12, Παράρτημα Ε) έτσι ώστε να αντιληφθούν καλύτερα οι μαθητές τον τυχαίο τρόπο εμφάνισης χαρακτηριστικών (μεταλλάξεις) και τον τρόπο κληροδότησής τους [12^η δραστηριότητα].

Ακολούθησε βιωματική δραστηριότητα βασισμένη στην περίπτωση των σπίνων που μελέτησε ο Δαρβίνος με στόχο την κατανόηση των εννοιών της επιβίωσης και της προσαρμογής. Μοιράσαμε σε όλα τα παιδιά διάφορα αντικείμενα (πιρουνία, μανταλάκια, τσιμπίδες) τα οποία αναπαριστούσαν τα διαφορετικά ράμφη τα οποία είχαν οι σπίνι και σε ένα μπολ βάλαμε διάφορα υλικά (χάντρες, σπείρες, παγέτες) τα οποία αντιπροσώπευαν την προσφερόμενη τροφή. Δώσαμε στους μαθητές αρκετό χρόνο να πειραματιστούν με τα ράμφη τους και να δουν ποιες τροφές μπορούσαν να φάνε πιο εύκολα και ποιες πιο δύσκολα ή και καθόλου. Έπειτα, τους αλλάξαμε τις συνθήκες (π.χ. έλλειψη μιας τροφής, μεταφορά σε διαφορετικό νησί με διαφορετικές διαθέσιμες τροφές, κλπ.) και τους ζητούσαμε να μας περιγράψουν τι θα συμβεί [13^η δραστηριότητα]. Για να ολοκληρωθεί η προσέγγισή μας, μοιράσαμε στα παιδιά σε ομάδες συγκεκριμένο εποπτικό υλικό το οποίο απεικόνιζε πιθανές μεταλλάξεις που μπορεί να προέκυψαν σε διαφορετικά είδη πεταλούδων από γενιά σε γενιά (βλ. Εικόνα 6, Παράρτημα Γ) και τους ζητήσαμε να συζητήσουν μεταξύ τους και να

¹⁸ <https://askabiologist.asu.edu/peppered-moths-game/index.html>

¹⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=urSNtaQKOAK>

εκφράσουν τις ιδέες τους σχετικά με το τι μπορεί να απεικονίζαν οι εικόνες κι έπειτα να τις μοιραστούν με τις υπόλοιπες ομάδες. Κλήθηκαν επίσης, να συμπληρώσουν δύο φύλλα εργασίας (βλ. Εικόνα 3, Παράρτημα Δ) στα οποία έπρεπε να συμπληρώσουν τους οργανισμούς στις κατάλληλες θέσεις έτσι ώστε να προκύπτουν οι σωστές γενεαλογικές σχέσεις και, στο τέλος, τους ζητήθηκε ένα ελεύθερο σχέδιο στο οποίο θα έπρεπε να επιλέξουν να σχεδιάσουν έναν οργανισμό γονεϊκό (ή/και δύο), υπαρκτό ή της φαντασίας τους, μαζί με τους πιθανούς του απογόνους. Στόχος μας ήταν να δούμε αν οι μαθητές θα σχεδίαζαν πανομοιότυπους οργανισμούς με τους γονείς ή αν θα διαφοροποιούσαν τους απογόνους [14^η δραστηριότητα].

Η τελευταία μέρα της εβδομάδας αυτής, η οποία ήταν και η τελευταία του προγράμματος ήταν αφιερωμένη στην τελική αξιολόγηση αυτού. Τα παιδιά κάθε τάξης χωρίστηκαν σε δύο ομάδες κι έπαιξαν ένα επιτραπέζιο το οποίο σχεδιάσαμε (βλ. Εικόνα 8, Παράρτημα Γ) με σκοπό να εξετάσουμε το επίπεδο κατανόησης των προς μελέτη εννοιών που απέκτησαν κατά τη διάρκεια του προγράμματος [15^η δραστηριότητα]. Οι ομάδες ξεκίνησαν με τον ίδιο πληθυσμό ενός φανταστικού είδους. Προχωρώντας στο ταμπλό υπήρχαν τρεις πιθανότητες: (α) να πέσουν σε θέση ερώτησης, (β) να πέσουν σε θέση εντολής, ή (γ) να πέσουν σε θέση περιβαλλοντικών συνθηκών. Οι ερωτήσεις ήταν βασισμένες στα όσα διδάχθηκαν τα παιδιά καθ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος, κάλυπταν όλες τις θεματικές και τις βασικές έννοιες και ποικίλαν σε δυσκολία. Ενδεικτικά παραδείγματα: «*Πώς λέγεται ο επιστήμονας που μελετά τα απολιθώματα;*», «*Όταν γεννιέται ένας οργανισμός, είναι ολόιδιος με τους γονείς του;*», «*Σε περίοδο μεγάλου παγετώνα θα επιβιώσουν οι οργανισμοί που έχουν τρίχωμα ή αυτοί που δεν έχουν;*», «*Το αποτύπωμα είναι απολιθωμα;*», «*Είναι όλα τα ζώδια έντομα;*», «*Το είδος που έχει το πλεονέκτημα να επιβιώσει στο περιβάλλον που ζει θα δώσει περισσότερους ή λιγότερους απογόνους;*». Οι εντολές παρουσίαζαν στα παιδιά μία κατάσταση βάση της οποίας έπρεπε να επιλέξουν αν πρέπει να προσθέσουν ή να αφαιρέσουν οργανισμούς στον πληθυσμό τους και ποιοι θα ήταν αυτοί. Ενδεικτικά παραδείγματα: «*Γεννήθηκαν δύο διαφορετικοί οργανισμοί από τους ίδιους γονείς. Πρόσθεσέ τους στον πληθυσμό σου.*», «*Γεννήθηκε ένας οργανισμός με ένα χαρακτηριστικό που δεν το έχει κανένας από τους γονείς του. Πρόσθεσέ τον στον πληθυσμό σου.*», «*Υπήρξε τεράστια έλλειψη τροφής και οι οργανισμοί σου δεν μπόρεσαν να τραφούν. 3 από αυτούς δεν επιβίωσαν.*». Οι κάρτες περιβαλλοντικών συνθηκών παρουσίαζαν στα παιδιά μία ακραία

μεταβολή στις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο ζούσε ο πληθυσμός τους και τους καλούσαν να σκεφτούν τι αλλαγές θα υπάρξουν σε αυτόν εξαιτίας αυτής της μεταβολής. Οι συνθήκες αυτές ήταν: «Καύσωνας», «Πλημμύρα», «Παγετώνας», «Αύξηση Θηρευτών». Κατά τον αρχικό σχεδιασμό είχαμε και τις συνθήκες «Ανεμοθύελλα» και «Αύξηση βλάστησης» τις οποίες τελικά αφαιρέσαμε καθώς κρίναμε ότι δεν είχαν να προσφέρουν κάτι στο σκοπό του παιχνιδιού. Με την άφιξη των ομάδων στην τελευταία θέση του ταμπλό, το παιχνίδι τελείωνε και η κάθε ομάδα κλήθηκε να παρατηρήσει τον πληθυσμό της, να περιγράψει το πώς μεταβλήθηκε, για ποιους λόγους έγιναν αυτές οι μεταβολές κι έπειτα, να συγκρίνουν τον πληθυσμό τους με αυτόν της άλλης ομάδας και να παρατηρήσουν τις μεταξύ τους διαφορές. Κύριος σκοπός ήταν να αντιληφθούν οι μαθητές ότι ενώ ξεκίνησαν με τον ίδιο ακριβώς πληθυσμό, οι διαφορετικές συνθήκες οι οποίες οφείλονταν στον παράγοντα «τύχη», οδήγησαν σε διαφορετικές μεταβολές καταλήγοντας σε δύο πολύ διαφορετικούς πληθυσμούς τόσο από τους αρχικούς τους όσο και μεταξύ τους.

Με το πέρας του προγράμματος, απονεμήθηκε σε όλους τους μαθητές το Δίπλωμα του Φυσιοδίφη (βλ. Εικόνα 10, Παράρτημα Γ), όπως είχε συζητηθεί στην αρχή, καθώς έφεραν εις πέρας όλες τις αποστολές τους, βαδίζοντας στα χνάρια του Δαρβίνου.

3. Αποτελέσματα

3.1 Πρώτη Φάση -Ανάλυση Συνεντεύξεων

Αρχικά, θα παραθέσουμε με τη σειρά τα αποτελέσματα των απαντήσεων των παιδιών στις ερωτήσεις που τους τέθηκαν, όπως αυτές περιγράφονται στον Οδηγό Συνέντευξης (βλ. Παράρτημα Α).

1^η Ερώτηση

Η πρώτη ερώτηση τέθηκε με στόχο να διερευνήσει τις αντιλήψεις των παιδιών σχετικά με την ηλικία της Γης και το κατά πόσο έχει μεταβληθεί η εικόνα της στη διάρκεια της ύπαρξής της.

Πίνακας 1. Οι απαντήσεις «ναι» και «όχι» αφορούν στο αν η Γη υπήρχε από πάντα ενώ, οι απαντήσεις «ολόidia» και «διαφορετική» αφορούν στο αν έχει υπάρξει μεταβολή της εικόνας της καθ' όλη τη διάρκεια της ύπαρξής της.

	Ναι	Όχι	Ολόidia	Διαφορετική		Ναι	Όχι	Ολόidia	Διαφορετική
M1*	✓		✓	✓	M17	✓			✓
M2	✓			✓	M18	✓			✓
M3		✓		✓	M19	✓		✓	
M4		✓		✓	M20	✓			✓
M5	✓			✓	M21				
M6		✓		✓	M22	✓			✓
M7*	✓			✓	M23	✓			✓
M8*	✓		✓		M24*	✓			✓
M9		✓		✓	M25*	✓			✓
M10		✓		✓	M26	✓		✓	
M11	✓			✓	M27	✓			✓
M12*	✓			✓	M28		✓		✓

M13		✓		✓	M29	✓		✓	
M14	✓			✓	M30	✓		✓	
M15*		✓			M31	✓			✓
M16	✓				Σύνολο	23	8	7	24

Η μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών [$N=23$] θεωρεί ότι η Γη υπήρχε ανέκαθεν και πως δεν δημιουργήθηκε κάποια μεταγενέστερη στιγμή (Πίνακας 1). Παρόλα αυτά, μόνο έξι (6) από αυτούς φαίνεται να πιστεύουν και πως δεν έχει υπάρξει καμία μεταβολή στην εικόνα της κατά τη διάρκεια της ύπαρξής της.

Παρακάτω βλέπουμε ορισμένα παραδείγματα μαθητών οι οποίοι υποστηρίζουν τη θέση ότι «η Γη δεν υπήρχε από πάντα». Στις πρώτες δύο παραθέσεις, οι μαθητές M3 και M9 αναφέρουν τη δημιουργία άλλων πλανητών (και λοιπών ουράνιων σωμάτων) προγενέστερα της Γης ενώ, ο M4 στη συνέχεια, κάνει λόγω για την ηλικία του πλανήτη μας σε συνάρτηση με την ηλικία ύπαρξης του ανθρώπινου είδους, υποστηρίζοντας ότι θα πρέπει να δημιουργήθηκε πάρα πολύ παλιά (η Γη) καθώς, κατά τη δημιουργία της, δεν υπήρχαν οι άνθρωποι.

M3: Λέω γω πως φτιάχτηκε όπως όλοι οι πλανήτες από πέτρα και από πάγο.

E: Και πριν δημιουργηθεί η Γη υπήρχε άραγε κάτι ή δεν υπήρχε;

M3: Υπήρχε.

E: Τι μπορεί να υπήρχε;

M3: Από πλανήτη;

E: Οτιδήποτε.

M3: Υπήρχε όπως ο Δίας, ο πλανήτης.

E: Πριν τη Γη υπήρχε κάτι ή όχι;

M9: Υπήρχε, υπήρχε πώς είναι αυτός ο κόκκινος πλανήτης, πώς λέγεται; Είναι αυτά τα στρογγυλά γύρω.

E: Ο Κρόνος;

M9: Ναι, ο Κρόνος είναι πρώτος από τη Γη, η Γη δεύτερη, τρίτο το ρέντ γιγάντ²⁰, το φεγγάρι μετά το ρέντ γιγάντ και μετά το φεγγάρι και τα αστέρια. Έτσι έγιναν.

E: Άραγε η Γη μας υπήρχε από πάντα;

²⁰ Κόκκινος γίγαντας

M4: Όχι. Δημιουργήθηκε.

E: Πότε λες να δημιουργήθηκε;

M4: Δεν ξέρω.

E: Πρόσφατα ή πάρα πολύ παλιά;

M4: Ε πάρα πολύ παλιά. Δεν γίνεται να δημιουργήθηκε και πρόσφατα.

E: Γιατί;

M4: Ε πώς να δημιουργηθεί πρόσφατα, δεν μπορεί.

E: Γιατί λες ότι δεν μπορεί;

M4: Γιατί δεν θα υπήρχαμε. Δεν μπορεί στο να γίνει.

E: Δεν θα υπήρχαμε όταν έγινε η Γη;

M4: Ναι.

Οι μαθητές οι οποίοι υποστήριξαν τη θέση ότι η Γη έχει υποστεί μεταβολές στη διάρκεια της ύπαρξής της, μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες:

1. Εκείνους που αναφέρθηκαν στην ύπαρξη και μετέπειτα εξαφάνιση των δεινοσαύρων (π.χ. «M20: Όχι, επειδή υπήρχαν δεινόσαυροι και δεν είχε τίποτα, ήταν έρημος και είχε δεινόσαυροι», «M23: Ήταν όλα με δέντρα για τους δεινόσαυρους») - [απαρχή Γης ⇔ απαρχή δεινοσαύρων]
2. Εκείνους που αναφέρθηκαν στις διαφορές του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος (π.χ. «M22: Δεν είχε τηλέφωνα, δεν είχε τηλεοράσεις», «M3: ...παλιά δεν είχαν μαγαζιά») - [απαρχή Γης ⇔ απαρχή ανθρώπου]
3. Εκείνους που αναφέρθηκαν σε περιβαλλοντικές διαφορές (π.χ. «M2: Να έκανε πιο ζέστη», «M4: Είχε έρημο πιο πολύ [...] Μπορεί να είχε τα πλάσματα. Να ταν διαφορετικά») - [απαρχή Γης ⇔ στιγμή 0]

2^η Ερώτηση

Η δεύτερη ερώτηση αφορούσε στις εικόνες των πρώτων ζώων της Γης που εμφανίστηκαν την περίοδο της Κάμβριας Έκρηξης. Πρόκειται για το χορδωτό *πικαία* (κοινός πρόγονος όλων των σπονδυλωτών) και το αρθρόποδο *τριλοβίτης* (πρόγονος αραχνών, εντόμων, και καρκινοειδών). Αυτό που θέλαμε να εξετάσουμε ήταν αφενός, κατά πόσο τα νήπια θα μπορούσαν να αντιληφθούν τους συγκεκριμένους οργανισμούς ως 'ζώα' (μορφές ζωής). Αφετέρου, μας ενδιέφερε να δούμε εάν θα μπορούσαν να τους αντιληφθούν ως

προγονικούς οργανισμούς και να εντοπίσουν ομοιότητες με οργανισμούς πιο σύγχρονους και οικείου σε αυτά.

Πράγματι, οι περισσότεροι μαθητές [$N=26$] αναγνώρισαν και τα δύο ζώα ως ζωντανούς οργανισμούς (Πίνακας 2) με τους δεκαεπτά (17) να μιλούν συγκεκριμένα για θαλάσσιο οργανισμό (‘ψάρι’). Υπήρξαν, ωστόσο, και δέκα (10) αναφορές οι οποίες δεν αφορούσαν ζωντανό οργανισμό· ιδίως για τον *τριλοβίτη* ο οποίος φαίνεται να προβλημάτισε περισσότερο τους μαθητές πολλοί εκ των οποίων των χαρακτήρισαν ως ‘κοχύλι’, ‘όστό’ ή ακόμα και ‘απολίθωμα’.

M3: [για τριλοβίτη] Αυτό το απολίθωμα μοιάζει γιατί αυτό είναι σαν πόδια, αυτό είναι σαν χέρια και αυτό εδώ είναι σαν μάτια. Και αυτά εδώ πέρα είναι σαν πτερύγια²¹.

Παρόλη τη δυσκολία, τρεις (3) μαθητές τον παρομοίωσαν επιτυχώς με καρκινοειδή (καβούρι, αστακός) και υπήρξε και μία παρομοίωση με εχινόδερμο (αχινός). Αντίστοιχα, η *πικάια* παρομοιάστηκε ως ‘καρχαρίας’ [$n=2$], ‘σαλάχι’ [$n=1$], ‘καλαμάρι’ [$n=2$], ‘χέλι’ [$n=1$] και ‘φίδι της θάλασσας’ [$n=1$] (Πίνακας 2). Βλέπουμε, επομένως, ότι παρά το γεγονός ότι πρόκειται για δύο από τους πρώτους ζωικούς οργανισμούς, μια ομάδα μαθητών [$N=13$] ήταν σε θέση να εντοπίσουν κοινά χαρακτηριστικά με τους σύγχρονους απογόνους των συγκεκριμένων οργανισμών. Τέλος, από τα δεδομένα του Πίνακα 2 παρατηρούμε ότι δέκα (10) από τους μαθητές που αναγνώρισαν τους οργανισμούς ως ‘ζώα’ πιστεύουν ότι αυτοί δεν υπάρχουν σήμερα. Μάλιστα, τρία (3) νήπια τα χαρακτήρισαν ως ‘προϊστορικά’. Μόλις πέντε (5) μαθητές ανέφεραν ότι υπάρχουν σήμερα ωστόσο, ένας εξ αυτών υποστήριξε ότι:

M9: Αυτό είναι ένα ψάρι, δεν έχει μάτια και ζει τόσο βαθιά ούτε φως δεν έχει.

E: Ζει σήμερα;

M9: Ναι, μόνο κανένας δεν το έχει δει έτσι έτσι με τα μάτια.

E: Ζει μόνο σήμερα ή ζούσε και παλιά;

M9: Ζει μόνο σήμερα και ξέρετε πώς το καταλαβαίνω ότι υπάρχει; Ένα ειδικό μηχανήμα κατέβηκε, βαθυσκάφος. Έναν άνθρωπο είχε μέσα.

E: Με άνθρωπο κατέβηκε;

M9: Ναι, έναν άνθρωπο και αυτό το ψάρι είδε.

²¹ πτερύγια

Πίνακας 2. Απαντήσεις στις ερωτήσεις: (Α) Τι πιστεύεις ότι είναι αυτά που φαίνονται στις εικόνες;, (Β) Μοιάζουν με κάποιο ζώο που ξέρεις;, (Γ) Έχεις δει κάποιο από κοντά; Υπάρχουν αυτά τα ζώα;

	Α			Β		Γ		
	Ζώα	Τεχνουργή- ματα/ Άλλο	Δεν ξέρω	Ναι	Όχι	Υπάρχουν	Δεν υπάρχουν	Δεν ξέρω/ Δεν είμαι σίγουρος
M1*	✓				✓		✓	
M2	✓ _ψ			✓ [ψάρι]				✓
M3	✓ _ψ	✓		✓ [καρχαρία]				✓
M4	✓ _ψ			✓ [καβούρι, σαλάχι, σφ.καρχαρίας]			✓	
M5	✓			✓ [ψάρι]				✓
M6	✓ _ψ	✓			✓			✓
M7*			✓		✓	-	-	-
M8*		✓		-	-	-	-	-
M9	✓ _ψ			✓ [ψάρι]		✓		
M10	✓ _ψ	✓		✓ [χέλι]				✓
M11	✓ _ψ	✓			✓		✓	
M12*	✓			✓ [καλαμάρι]		✓		
M13	✓ _ψ	✓		✓ [καλαμάρι]				✓
M14	✓			✓ [ψάρι]		✓		
M15*	✓		✓		✓			✓
M16	✓ _ψ				✓			✓
M17	✓				✓		✓	
M18	✓ _ψ				✓		✓	
M19	✓				✓		✓	
M20	✓ _ψ			✓ [αστακός, φίδι της θάλασσας]		✓		
M21	✓ _ψ	✓			✓		✓	
M22	✓ _ψ			✓ [αχινός]		✓		
M23	✓ _ψ	✓			✓		✓	
M24*	✓ _ψ		✓	✓ [ψάρι]				✓
M25*	✓ _ψ				✓			✓
M26		✓			✓-	-	-	-
M27	✓			✓ [καβούρι]				✓
M28	✓				✓		✓	
M29		✓		-	-	-	-	-
M30	✓ _ψ				✓		✓	
M31			✓	-	-	-	-	-

Σύνολο	26	10	4	13	15	5/26	10/26	11/26
---------------	----	----	---	----	----	------	-------	-------

3^η Ερώτηση

Εδώ παρουσιάσαμε στα παιδιά τις εικόνες δύο εκ των πρώτων σπονδυλωτών (μυλοκουνμίνγκια και χαϊκουιχθύς) με σκοπό να εξετάσουμε, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, εάν μπορούσαν να τους αντιληφθούν ως ζωντανούς οργανισμούς και, πιο συγκεκριμένα ως θαλάσσιους. Κυρίως, όμως, με σκοπό να εξετάσουμε εάν θα ήταν σε θέση να εντοπίσουν τη βασικότερη διαφορά μεταξύ αυτών των δύο οργανισμών κι εκείνων της προηγούμενης ερώτησης που δεν είναι άλλη από την ύπαρξη οφθαλμών.

Από τον Πίνακα 3 βλέπουμε ότι ικανοποιητικός αριθμός παιδιών [$N=24$] αναγνώρισε σωστά τους οργανισμούς με την πλειοψηφία να τα χαρακτηρίζει 'ψάρια' [$n=19$], ενώ υπήρξαν και οι χαρακτηρισμοί 'χέλια' [$n=2$], 'θαλάσσια φίδια' [$n=2$] και 'γυρίνοι' [$n=1$]. Ωστόσο, ο αριθμός αυτός είναι κατά δύο (2) άτομα μικρότερος από τα παιδιά που αναγνώρισαν τους οργανισμούς της προηγούμενης ερώτησης ως ζωντανούς και, ιδιαίτερα, θαλάσσιους οργανισμούς παρότι τα μυλοκουνμίνγκια και ο χαϊκουιχθύς είναι φαινοτυπικά πλησιέστερα στα σπονδυλωτά που είναι οικεία στα παιδιά.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα απαντήσεων στην 3^η ερώτηση.

	M1*	M2	M3	M4	M5	M6	M7*	M8*	M9	M10	M11	M12*	M13	M14	M15*	M16
ψάρι	✓	✓ _φ	✓ _χ	✓	✓	Χ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ _φ	✓	Χ	Χ
μάτια	Χ	✓	✓	✓	✓	✓	Χ	Χ	✓	✓	Χ	Χ	Χ	✓	Χ	Χ
	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24*	M25*	M26	M27	M28	M29	M30	M31	
ψάρι	✓	Χ	✓ _ν	✓	Χ	✓	✓	Χ	✓	✓	✓	✓	Χ	✓ _χ	✓	
μάτια	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	✓	Χ	Χ	Χ	Χ	✓	Χ	Χ	✓	Χ	
Σύνολο													ψάρι		24	
													μάτια		11	

Επιπρόσθετα, λιγότερα από τα μισά νήπια [$N=11$] ήταν αυτά που κατάφεραν να εντοπίσουν τους οφθαλμούς στους οργανισμούς που τους παρουσιάστηκαν σε αυτή την ερώτηση ως διαφορά σε σχέση με τους προηγούμενους. Αρκετά από αυτά έπειτα από ενθάρρυνση να συνεχίσουν να παρατηρούν προσεκτικά ολόκληρο τον οργανισμό.

4^η Ερώτηση

Στη συγκεκριμένη ερώτηση θέλαμε να εξετάσουμε αποκλειστικά την παρατηρητικότητα και την αντίληψη των νηπίων σχετικά τα κοινά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν τρία οστρακόδερμα (οστεόστρακα, δανκλεόστεος, κλαδοσελάχι) με σύγχρονους και πιο οικείους οργανισμούς.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4 κάθε άλλο παρά μας εξέπληξαν. Το οστεόστρακο δεν ήταν αναγνωρίσιμο από κανέναν μαθητή με ορισμένους από αυτούς να το παρομοιάζουν με 'κλόουν', 'γοργόνα' ή στην καλύτερη περίπτωση, με 'ιππόκαμπο'. Με τον δανκλεόστεο τα παιδιά τα πήγαν καλύτερα [$n=13$]. Εστίασαν κυρίως στα δόντια και στα πλαϊνά πτερύγια καθώς και αυτό της ράχης με αποτέλεσμα οι απαντήσεις τους να είναι μεταξύ 'φάλαινας' και 'καρχαρία'. Τέλος, όπως ήταν αναμενόμενο, με το κλαδοσελάχι ήταν που σημείωσαν τη μεγαλύτερη επιτυχία [$n=22$], αναγνωρίζοντας επιτυχώς την ομοιότητα με τον απόγονό του (καρχαρία) εστιάζοντας κυρίως στο χρώμα του και το πτερύγιο της ράχης του.

Γενικότερα, οι περισσότεροι μαθητές [$N=19$] κατάφεραν να αναγνωρίσουν επιτυχώς μόλις έναν από τους τρεις οργανισμούς και μόνο οκτώ (8) αναγνώρισαν δύο. Μία συγκεκριμένη περίπτωση τέτοιου μαθητή παρουσιάζει ενδιαφέρον, όπως θα δούμε, αφενός, διότι η αιτιολόγηση του αποτελεί παράδειγμα ουσιοκρατίας κι αφετέρου, δείχνει πιθανώς μια πιο ανεπτυγμένη αντιληπτική και παρατηρητική ικανότητα καθώς εντόπισε τον εξωσκελετό του δανκλεόστεου.

E: Γιατί λες ότι αυτό είναι καρχαρίας;

M2: Γιατί είναι γκρι και έχει μυτερά δόντια. Και πάντα οι καρχαρίες έχουν πάρα πολύ μυτερά δόντια.

E: Και αυτό γιατί είπες ότι είναι φάλαινα;

M2: Γιατί είναι μπλε και μερικές φάλαινες που αυτό είναι το αγαπημένο του N., είναι μπλε. Γι' αυτό. Αλλά δεν έχω δει φάλαινα μπλε που να είναι με τελίτσες και να 'χει κάτι πάνω πάνω σα πέτρες.

Πίνακας 4. Αποτελέσματα αναγνώρισης οστρακόδερμων.

	Οστεόστρακο		Δανκλεόστεος		Κλαδοσελάχι		Σύνολο
	Σωστό	Άλλο/ Δεν ξέρω	Σωστό	Άλλο/ Δεν ξέρω	Σωστό	Άλλο/ Δεν ξέρω	
M1*		✓	✓			✓	1/3
M2		✓	✓		✓		2/3
M3		✓	✓			✓	1/3
M4		✓		✓		✓	0/3
M5		✓		✓	✓		1/3
M6		✓		✓	✓		1/3
M7*		✓		✓		✓	0/3
M8*		✓	✓		✓		2/3
M9		✓		✓	✓		1/3
M10		✓		✓	✓		1/3
M11		✓		✓	✓		1/3
M12*		✓	✓		✓		2/3
M13		✓		✓	✓		1/3
M14		✓	✓		✓		2/3
M15*		✓		✓		✓	0/3
M16		✓	✓		✓		2/3
M17		✓		✓		✓	0/3
M18		✓	✓		✓		2/3
M19		✓		✓	✓		1/3
M20		✓		✓	✓		1/3
M21		✓		✓	✓		1/3
M22		✓		✓	✓		1/3
M23		✓	✓			✓	1/3
M24*		✓		✓	✓		1/3
M25*		✓	✓			✓	1/3
M26		✓	✓		✓		2/3
M27		✓	✓			✓	1/3
M28		✓		✓	✓		1/3
M29		✓		✓	✓		1/3
M30		✓		✓	✓		1/3
M31		✓	✓		✓		2/3
Σύνολο	0	31	13	18	22	9	

Αξίζει να παραθέσουμε και την περίπτωση του Μ9 ο οποίος, παρότι αναγνώρισε επιτυχώς μόνο το κλαδοσελάχι, έχει έναν ενδιαφέροντα τρόπο σκέψης και μας εξέπληξε με τα ερωτήματα που έθεσε για το οστεόστρακο:

Μ9: Ένα ψάρι που ξέρω. Μου φαίνεται το ξέρω αυτό [δανκλεόστεος] το ψάρι. Να σου πω τι είναι; Μου φαίνεται ότι είναι πιράνχας. Είναι πιράνχας ή όχι;

Ε: Γιατί λες ότι είναι πιράνχα;

Μ9: Γιατί έχει πάρα πολύ κοφτερά δόντια.

Ε: Τα δόντια του σου θύμισαν του πιράνχα;

Μ9: Ναι, γιατί οι πιράνχες τρώνε και ανθρώπους.

[...]

Μ9: Αυτό [οστεόστρακα] καθόλου δεν το ξέρω. Αυτό [κλαδοσελάχι] κάπως αυτό καταλαβαίνω ότι το ξέρω αλλά δεν καταλαβαίνω ποιο είναι από αυτά που ξέρω.

Ε: Μοιάζει κάπως με κάποιο;

Μ9: Ναι, με καρχαρία.

Ε: Γιατί λες ότι μοιάζει με καρχαρία;

Μ9: Γιατί οι καρχαρίες είναι τέτοιο μακροί και αυτά που ξέρω ότι είναι πολύ μεγάλο είναι χοντρό και οι καρχαρίες είναι τέτοιοι. Και να σε ρωτήσω. Αυτό [οστεόστρακα] έχει σπονδυλική στήλη ή δεν έχει;

Ε: Έχει. Λέγεται οστεόστρακο και ζούσε πριν πολλά εκατομμύρια χρόνια.

Μ9: Και τώρα είναι εξαφανισμένο;

5^η Ερώτηση

Με την 5^η ερώτηση είχαμε ως στόχο να εξετάσουμε εάν τα παιδιά μπορούσαν να αξιοποιήσουν το οπτικό ερέθισμα των οστών προκειμένου να εντοπίσουν ομοιότητες και διαφορές τόσο μεταξύ των δύο οργανισμών που τους παρουσιάστηκαν στις εικόνες (ψάρι – τετράποδο), όσο και μεταξύ αυτών και των ανθρώπων. Όπως φαίνεται από τα δεδομένα του Πίνακα 5, όλοι σχεδόν οι μαθητές [$N=30$] αναγνώρισαν το ψάρι αν και τέσσερις (4) από αυτούς το αποκάλεσαν ‘δελφίνι’. Ωστόσο, με το τετράποδο υπήρξε κάποια δυσκολία καθώς δώδεκα (12) από τους μαθητές δεν κατάφεραν να το αναγνωρίσουν· οι έντεκα (11) από αυτούς ήταν σίγουροι ότι δεν επρόκειτο για ψάρι καθώς εντόπισαν σωστά ότι δεν διέθετε πτερύγια ωστόσο παρουσίασαν αδυναμία στην κατονομασία του οργανισμού.

Πίνακας 5. Εντοπισμός διαφορών οστών σε ψάρι, τετράποδο και άνθρωπο.

	Ψάρι	Τετράποδο	Εντοπισμός διαφοράς πτερυγίων - άκρων	Εντοπισμός ομοιότητας με ανθρώπινα οστά	
				Ναι	Όχι
M1*	X _φ	✓	✓		✓
M2	✓	✓	✓	✓	
M3	✓	X	✓		✓
M4	✓	✓ _κ	✓	✓	
M5	✓	X	✓	✓	
M6	✓	✓	✓	✓	
M7*	✓	X	X		✓
M8*	✓	X	✓		✓
M9	✓ _δ	✓	✓		✓
M10	✓ _δ	X	X		✓
M11	✓	X	✓	✓	
M12*	✓	✓	✓	✓	
M13	✓	✓	✓		✓
M14	✓	✓	✓		✓
M15*	✓	X	X		✓
M16	✓ _δ	✓ _κ	✓	✓	
M17	✓	X	✓	✓	
M18	✓	✓		✓	
M19	✓	✓	✓		✓
M20	✓	✓	✓	✓	
M21	✓	✓ _σ	✓	✓	
M22	✓	✓ _κ	✓	✓	
M23	✓	✓	✓	✓	
M24*	✓	X	X		✓
M25*	✓	X	X		✓
M26	✓	✓	✓		✓
M27	✓	X	✓		✓
M28	✓	X	✓		✓
M29	✓ _δ	✓	✓		✓
M30	✓	✓	✓		✓
M31	✓	✓	✓		✓
Σύνολο	30	19	25	13	18

Συνολικά, είκοσι πέντε (25) μαθητές μπόρεσαν να εντοπίσουν τη διαφορά πτερυγίων και άκρων στους δύο οργανισμούς παρατηρώντας τα οστά τους και κάνοντας εύστοχες

παρατηρήσεις για την ύπαρξη δακτύλων οδηγούμενοι οι μισοί από αυτούς [$N=13$] κατ' αυτόν τον τρόπο και στον εντοπισμό των ομοιοτήτων με τα ανθρώπινα οστά των άκρων. Μερικά αντιπροσωπευτικά παραδείγματα είναι τα εξής:

E: Για δεξ λίγο εδώ. Μου είπες ότι αυτό είναι ψάρι. Αυτό εδώ είναι ψάρι;

M4: Όχι.

E: Πώς το κατάλαβες;

M4: Γιατί έχει άλλα κόκαλα. Αυτό έχει άλλα κόκαλα

E: Αυτά τα κόκαλα δηλαδή δεν μοιάζουν με αυτά;

M4: Όχι.

E: Με τι μοιάζουν αυτά τα κόκαλα;

M4: Με τι μοιάζουνε; Αυτά εδώ τα δύο μοιάζουν με του ανθρώπου. Και αυτά μοιάζουν με του ανθρώπου.

E: Όλο μαζί αυτό σου θυμίζει κάποιο μέρος του σώματος;

M4: Αυτό μου θυμίζει χέρι. Ένα χέρι.

E: Μοιάζει και με το δικό μας το χέρι;

M4: Ναι γιατί έχει εδώ δάχτυλα. 1, 2, 3, 4, 5. Πέντε δάχτυλα.

E: Το ψάρι έχει δάχτυλα;

M4: Όχι.

E: Αυτά τα κόκαλα στο ψάρι σε ποιο μέρος του σώματός του βρίσκονται;

M21: Στα πτερύγια.

E: Και αυτά τα κόκαλα εδώ σε αυτό που ίσως να είναι χαμαιλέοντας της θάλασσας, σε ποιο σημείο του σώματός του βρίσκονται;

M21: Στα πόδια.

E: Άρα το ψάρι έχει πτερύγια και ο χαμαιλέοντας πόδια;

M21: Αχα!

E: Τα κόκαλα των πτερυγίων είναι ίδια με τα κόκαλα των ποδιών;

M21: Όχι.

E: Γιατί;

M21: Επειδή δεν περπατάει το ψάρι, κολυμπάει.

E: Αυτά τα κόκαλα του χαμαιλέοντα πού είναι;

M21: Στα πόδια του.

E: Μοιάζουν άραγε με τα δικά μας κόκαλα του ποδιού;

M21: Ναι.

E: Πού μοιάζουν;

M21: Στα δάχτυλα και στα γόνατα και στους βραχίονες.

E: Μοιάζουν αυτά τα κόκαλα των πτερυγίων με αυτά των ποδιών ή όχι;

M9: Καθόλου.

E: Γιατί άραγε;

M9: Γιατί τα πόδια έχουνε άλλα κόκαλα και τα πτερύγια άλλα κόκαλα.

E: Γιατί;

M9: Γιατί τα πόδια πρέπει να αυτό να κάνουν [δείχνει κίνηση] τα πτερύγια μόνο αυτό [δείχνει κίνηση].

E: Με τα πτερύγια δηλαδή κολυμπάνε και με τα πόδια περπατάνε;

M9: Ναι, για αυτό είναι αλλιώς.

E: Αυτά που είναι κόκαλα ποδιών μοιάζουν με τα κόκαλα του δικού μας του ποδιού;

M9: Καθόλου γιατί αυτά έχουν μικρά πόδια. Οι άνθρωποι ψηλά πόδια και για αυτό δεν μου μοιάζει καθόλου.

E: Αυτά τα κόκαλα στο ψάρι, σε ποιο σημείο του σώματός του βρίσκονται;

M19: Στα φτερύγια του.

E: Αυτά εδώ τα κόκαλα της θαλασσινής σαύρας, σε ποιο μέρος βρίσκονται;

M19: Στα πόδια της.

E: Είναι ίδια τα κόκαλα στα πόδια με τα κόκαλα στα πτερύγια.

M19: Όχι.

E: Γιατί άραγε;

M19: Γιατί γιατί κάπως διαφορετικά. Γιατί είναι διαφορετικά γιατί είναι διαφορετικά ψα διαφορετικά θαλάσσια ζώα Το ένα είναι σαύρα και το άλλο είναι ψάρι.

E: Άρα έχουν και διαφορετικά κόκαλα;

M19: Ναι.

E: Αυτά τα κόκαλα που έχει η θαλασσινή σαύρα στα πόδια της, μοιάζουν άραγε με τα κόκαλα που έχουμε στα πόδια μας;

M19: Όχι, τα δικά μας είναι μεγάλα σαν αυτό εδώ [δείχνει το καλάμι].

6^η Ερώτηση

Σε αυτό το σημείο παρουσιάσαμε στα παιδιά μια εικόνα η οποία απεικόνιζε τρεις (3) μύγες σε διαφορετική φάση της εξελικτικής διαδικασίας. Σκοπός μας ήταν να εξετάσουμε κατ' αρχάς, κατά πόσο τα παιδιά θα αναγνώριζαν σωστά και τους τρεις οργανισμούς ως μύγες (πρώτη στήλη Πίνακα 6). Κυρίως, όμως, μας ενδιέφερε να εξετάσουμε τη 'σχέση' που θεωρούσαν ότι έχουν αυτές οι μύγες μεταξύ τους (δεύτερη στήλη Πίνακα 6)· εάν επρόκειτο για παράδειγμα για τον ίδιο ακριβώς οργανισμό, αν ήταν εντελώς διαφορετικοί, αν βρίσκονται σε διαφορετική αναπτυξιακή φάση κλπ., και τέλος αν ήταν σε θέση να εντοπίσουν τις μεταξύ τους διαφορές.

Όπως βλέπουμε από τα δεδομένα του Πίνακα 6, μόλις εννέα (9) μαθητές αναγνώρισαν και τους τρεις οργανισμούς ως μύγες με τους οκτώ (8) από αυτούς να δηλώνουν ότι επρόκειτο για τρεις διαφορετικούς οργανισμούς. Ορισμένες από τις αιτιολογήσεις ήταν οι παρακάτω:

M23: Μπορεί αυτό να είναι μωράκι, αυτό να είναι σχεδόν ενήλικο και αυτό να είναι τελείως ενήλικο.

M2: Γιατί μπορεί η μία να είναι μπαμπάς, η άλλη μαμά και η άλλη παιδάκι.

M10: Αυτή μοιάζει σαν να είναι η μαμά του γιατί έχει μεγαλύτερα φτερά και αυτή σαν να είναι η αδερφή του που έχει μικρότερα φτερά και αυτό σαν να είναι το μωρό που δεν έχει.

M6: Μπορεί να έχουν γεννηθεί με άλλο τρόπο.

Γενικότερα, μια σημαντική πλειοψηφία των παιδιών θεωρούσε ότι οι τρεις αυτοί οργανισμοί ήταν είτε διαφορετικοί με συγγενική σχέση (μωρό, γονέας, αδελφή κλπ.) είτε, τις περισσότερες φορές, ο ίδιος οργανισμός σε διαφορετικές φάσεις της ζωής του (μωρό – παιδί – ενήλικας) όπως μπορούμε να δούμε από κάποια ακόμη παραδείγματα:

M3: Και οι μέλισσες μπορεί να φτιάχνονται έτσι. Τη μία μέρα να περπατάνε, την άλλη μέρα να έχουν μικρά φτερά και την άλλη μεγάλη.

M4: Αυτό εδώ είναι πρώτο πρώτο. Που δεν είχε φτερά και πέταγε με τα πόδια. Εδώ είναι δεύτερο που έβγαλε φτερά. Εδώ είναι τρίτο που αναπτύχθηκε πολύ κι έβγαλε και τα φτερά του και πίσω.

Ωστόσο, πάνω από τους μισούς μαθητές [N=17] δεν κατάφεραν να αναγνωρίσουν κανέναν από τους οργανισμούς ως 'μύγα'. Οι δημοφιλέστερες απαντήσεις σε αυτή την περίπτωση

ήταν ‘μυρμήγκι’ [n=9] κυρίως λόγω της απουσίας φτερών στον πρώτο οργανισμό και ‘μέλισσα/σφήκα’ [n=6].

Πίνακας 6. Απαντήσεις στην 6^η ερώτηση των συνεντεύξεων.

	Αναγνώριση εντόμων			Είναι το ίδιο έντομο		Εντοπισμός διαφορών		
	[Μύγες]= 3	[Μύγες] <3	Άλλο	Ναι	Όχι	Όλων	Μερικών	Καμίας
M1*	✓				✓		✓	
M2	✓				✓	✓		
M3			✓ μελ	✓			✓	
M4			✓ μελ	✓	μ	✓		
M5			✓ μελ		✓	✓		
M6	✓				✓	✓		
M7*			✓ μυρ		✓		✓	
M8*			✓ μελ		✓	✓		
M9		✓			✓	✓		
M10	✓				✓		✓	
M11			✓ μυρ	✓			✓	
M12*	✓			✓			✓	
M13	✓				✓	✓		
M14			✓ κατ		✓	✓		
M15*			✓ δ/ξ	✓		✓		
M16			✓		✓	✓		
M17		✓ μυρ			✓	✓		
M18		✓ μυρ			✓		✓	
M19			✓ μυρ		✓	✓		
M20			✓ ζ	✓			✓	
M21			✓ μελ/μυρ		✓		✓	
M22			✓ μυρ/σφ		✓		✓	
M23	✓				✓	✓		
M24*			✓ μελ		✓	✓		
M25*			✓ μυρ		✓		✓	
M26	✓				✓		✓	
M27			✓ δ/ξ		✓		✓	
M28			✓ μυρ		✓	✓		
M29		✓			✓			✓
M30	✓				✓		✓	
M31		✓			✓		✓	
Σύνολο	9	5	17	6	25	15	15	1

Εντύπωση μας προκάλεσε η απάντηση του Μ20 ο οποίος παρόλο που στην αρχή αναγνώρισε τους οργανισμούς ως διαφορετικούς (‘μυρμήγκι – ζουζούνι – ζουζούνι’), στη συνέχεια διατύπωσε την παρακάτω αιτιολόγηση:

Μ20: Όχι, είναι το μωράκι ζουζούνι, αυτό το παιδάκι μυρμήγκι, το μεγάλο ζουζούνι.

Ε: Μπορεί να είναι δηλαδή μία οικογένεια ζουζουνιών;

Μ20: Όχι, δεν είναι. Όταν είναι μικρό ο μπαμπάς που θα γίνει μεγάλος.

Ε: Μας δείχνει δηλαδή το ίδιο ζουζούνι όταν ήταν μικρό, όταν ήταν λίγο πιο μεγάλο και όταν έγινε πολύ μεγάλο;

Μ20: Αχά!

Ε: Είναι λοιπόν το ίδιο ζουζούνι σε τρεις διαφορετικές φάσεις της ζωής του;

Μ20: Αχά!

Ε: Γιατί το λες αυτό; Τι σε έκανε να το σκεφτείς;

Μ20: Επειδή είναι ο κύκλος της ζωής.

Τέλος, τα μισά παιδιά [$N=15$] κατάφεραν να εντοπίσουν όλες τις ομοιότητες και τις διαφορές μεταξύ των οργανισμών και μόνο ένας μαθητής έδειξε πλήρη αδυναμία εντοπισμού.

7^η Ερώτηση

Στη συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε ακόμη μία ερώτηση με στόχο τον εντοπισμό ή μη κοινών χαρακτηριστικών μεταξύ προγονικών και σύγχρονων οργανισμών. Αυτή τη φορά, ωστόσο, ο οργανισμός που παρουσιάσαμε στα παιδιά ήταν λίγο πιο σύγχρονος σε σχέση με όσους τους είχαμε ήδη παρουσιάσει. Πρόκειται για τον προτερόσουχο, πρώιμο του κροκόδειλου.

Πράγματι, ένας μεγάλος αριθμός νηπίων [$N=20$] παρομοίωσε τον προτερόσουχο με κροκόδειλο ενώ πέντε (5) νήπια τον παρομοίωσαν με σαύρα (Πίνακας 7). Οι ομοιότητες στις οποίες επικεντρώθηκαν περισσότερο ήταν ‘η ουρά’ [$n=10$], ‘τα δόντια’ [$n=8$], ‘το χρώμα’ [$n=8$] και ‘τα πόδια’ [$n=5$]. Τις λιγότερες αναφορές είχαν ‘το σώμα’ [$n=2$], ‘το κεφάλι’ [$n=1$], ‘το στόμα’ [$n=1$] και ‘τα δάχτυλα’ [$n=1$] ενώ ένας μαθητής ανέφερε και τον οργανισμό ως σύνολο.

Πίνακας 7. Εντοπισμός ομοιοτήτων μεταξύ προτερόσουχου και κροκόδειλου.

	Κροκόδειλος	Άλλο/ Δεν ξέρω	Κοινά χαρακτηριστικά		Κροκόδειλος	Άλλο/ Δεν ξέρω	Κοινά χαρακτηριστικά
M1*		✓	-	M17	✓		Χρώμα, στόμα
M2		✓ _σ	Μακριά ουρά, πόδια	M18		✓ _σ	Δόντια
M3	✓		-	M19	✓		Ουρά, χρώμα
M4		✓ _σ	Ουρά, πόδια	M20	✓		Σώμα, δόντια
M5	✓		Κεφάλι, χρώμα	M21		✓	πόδια
M6	✓		Ουρά, πόδια	M22	✓		Χρώμα, ουρά, δόντια
M7*		✓	-	M23	✓		Χρώμα
M8*		✓	-	M24*		✓	-
M9	✓		Μακρύ σώμα	M25*	✓		Χρώμα
M10	✓		Δόντια, χρώμα	M26		✓ _σ	Ουρά, δάχτυλα
M11	✓		Ουρά	M27		✓	-
M12*	✓		Δόντια	M28	✓		Μάτια, δόντια, χρώμα
M13		✓	-	M29	✓		Ουρά
M14	✓		Δόντια, ουρά, μάτια	M30	✓ _α		Όλο
M15*	✓?		Ουρά	M31	✓		Δόντια, πόδια
M16	✓		Πόδια, χρώμα	Σύνολο	20	11	

8^η Ερώτηση

Στην ερώτηση αυτή επικεντρωθήκαμε στον εντοπισμό ομοιοτήτων και διαφορών μόνο μεταξύ των οστών και πιο συγκεκριμένα, των ισχιακών οστών ενός αλόσαυρου κι ενός στεγόσαυρου. Σκοπός μας ήταν να εξετάσουμε εάν θα ήταν σε θέση τα νήπια να αναγνωρίσουν τις διαφορές μεταξύ των συγκεκριμένων οστών και κυρίως, να διατυπώσουν τη γνώμη τους σχετικά με το αν γίνεται δύο δεινόσαυροι να έχουν διαφορετικά οστά και για πιο λόγο μπορεί να συμβαίνει αυτό.

Πράγματι, σχεδόν όλα τα νήπια [N=28] υποστήριξαν ότι οι σκελετοί των δύο δεινοσαύρων ήταν διαφορετικοί (Πίνακας 8). Συγκεκριμένα για τα ισχία, επικεντρώθηκαν περισσότερο στη διαφορά στο *σχήμα* των οστών αν και δεν κατάφεραν όλα τους να αναγνωρίσουν την ανατομική θέση των οστών. Αρκετά ήταν εκείνα που ανέφεραν ότι τα συγκεκριμένα οστά βρισκόνταν στη *‘σπονδυλική στήλη’*, στη *‘μέση’* ή στην *‘κοιλιά’*.

Πίνακας 8. Απαντήσεις στην 8^η ερώτηση αναφορικά με τα οστά του αλόσαυρου και του στεγόσαυρου.

	Έχουν ίδιους σκελετούς		Γίνεται να έχουν διαφορετικά οστά		Σχόλια
	Ναι	Όχι	Ναι	Όχι	
M1*	✓		-	-	-
M2		✓	✓		
M3		✓	✓		
M4		✓	✓		Γιατί έχουν διαφορετικό σχήμα [οι δεινόσαυροι]
M5		✓	✓		Οι δεινόσαυροι έχουν μεγάλα κόκαλα, μεγάλα κόκαλα, διάφορα
M6		✓	✓		Γιατί είναι διαφορετικοί [οι δεινόσαυροι]
M7*		✓		✓	-
M8*	✓		-	-	-
M9		✓	✓		Ο ένας δύο πόδια και ο άλλος τέσσερα
M10		✓	✓		Γιατί είναι διαφορετικοί
M11		✓	✓		
M12*		✓		✓	-
M13		✓	✓		Έχουν διαφορετικό είδος
M14		✓	✓		Διαφορετικό μέγεθος ποδιού
M15*		✓	✓		
M16		✓	✓		Διαφορετικοί δεινόσαυροι
M17		✓	✓		Μέγεθος δεινοσαύρων
M18		✓	✓		
M19		✓	✓		Διαφορετικοί δεινόσαυροι
M20		✓	✓		Μέγεθος δεινόσαυρων
M21	✓		-	-	-
M22		✓	✓		Είναι διαφορετικοί
M23		✓	✓		Διαφορετική δύναμη [ο ένας χορτοφάγος και ο άλλος σαρκοφάγος]
M24*		✓		✓	-
M25*		✓	✓		Διαφορετικό μέγεθος
M26		✓		✓	-
M27		✓	✓		Διαφορετικοί δεινόσαυροι
M28		✓	✓		Είναι αδέρφια
M29		✓	✓		
M30		✓	✓		
M31		✓	✓		
Σύνολο	3	28	24/28	4/28	

Ο Μ9 είναι ένα τέτοιο παράδειγμα νηπίου ο οποίος υποστήριξε τα εξής:

Ε: Αυτά εδώ τα κόκκαλα με αυτά είναι ίδια ή διαφορετικά;

M9: Διαφορετικά.

E: Τι διαφορετικό έχουν;

M9: Το σχήμα.

E: Από ποιο μέρος του σώματος είναι αυτά τα κόκκαλα του αλόσαυρου;

M9: Από εκεί.

E: Τι μπορεί να είναι εκεί;

M9: Στα πόδια.

E: Και αυτά εδώ πού είναι του στεγόσαυρου;

M9: Από εκεί.

E: Εκεί τι μπορεί να είναι;

M9: Η σπονδυλική στήλη. Κρατάνε τη σπονδυλική στήλη.

E: Θα μπορούσε να είναι το πόδι;

M9: Όχι γιατί έχουν άλλο σχήμα.

E: Για να ήταν του ποδιού θα έπρεπε να μοιάζουν με αυτά του αλόσαυρου;

M9: Όχι, γιατί και αυτός έχει δύο πόδια και αυτός έχει τέσσερα πόδια οπότε θα είχε τέσσερα κόκκαλα γιατί έχει τέσσερα πόδια ενώ αυτός περπατάει στα δύο.

E: Άρα κάθε δεινόσαυρος έχει τα δικά του κόκκαλα;

M9: Ναι.

E: Δεν έχουν όλοι οι δεινόσαυροι τα ίδια;

M9: Όχι.

Αυτό που μας εξέπληξε ευχάριστα, ήταν το γεγονός ότι τα είκοσι τέσσερα (24) από τα νήπια που εντόπισαν τις διαφορές, υποστήριξαν τη θέση ότι παρόλο που και οι δύο οργανισμοί ήταν δεινόσαυροι, μπορούσαν και ήταν λογικό να έχουν διαφορετικά οστά (Πίνακας 8).

Οι περισσότερες αιτιολογήσεις αφορούσαν στο γεγονός ότι επρόκειτο για δύο διαφορετικούς δεινόσαυρους σαν σύνολο [$n=6$] και στη διαφορά του μεγέθους τους [$n=5$] ειδικότερα (Πίνακας 8) ενώ οκτώ (8) παιδιά έδειξαν αδυναμία να προσφέρουν κάποια εξήγηση για την απάντησή τους. Μεμονωμένες αιτιολογικές αναφορές έγιναν για το 'διαφορετικό σχήμα', τη 'διαφορά δύναμης' επειδή ο ένας ήταν σαρκοφάγος (αλόσαυρος) και ο άλλος χορτοφάγος (στεγόσαυρος), τον 'διαφορετικό αριθμό ποδιών', το 'διαφορετικό είδος' και το γεγονός ότι μπορεί να είναι 'αδέρφια'.

9^η Ερώτηση

Προχωρώντας ακόμη περισσότερο σε πιο σύγχρονους οργανισμούς, παρουσιάσαμε στα παιδιά τρία πρώιμα θηλαστικά: το εοζοστρόδον, το δοκόδον και το αλφάδον τα οποία ήταν πρόγονοι των τρωκτικών. Στόχος μας ήταν να εξετάσουμε εάν οι μαθητές θα μπορούσαν να εντοπίσουν ομοιότητες και διαφορές με τα σύγχρονα τρωκτικά. Κυρίως, όμως, μας ενδιέφερε να δούμε εάν θα εντοπίσουν το μάρσιππο στο αλφάδον, εάν θα κάνουν τη συσχέτιση με το πιο γνωστό τους ‘καγκουρό’ και πώς θα σχολιάσουν το συγκεκριμένο κοινό χαρακτηριστικό.

Σχεδόν όλοι οι μαθητές [$N=27$] παρομοίωσαν τους τρεις οργανισμούς και, ιδιαίτερα το αλφάδον, με ‘ποντίκι’ κι επιπλέον ένας μαθητής τους παρομοίωσε με ‘σκίουρο’ (Πίνακας 9). Η βασικότερη ομοιότητα στην οποία έδωσαν έμφαση πάνω από τους μισούς μαθητές ήταν η ‘ουρά’ [$n=15$] ενώ αρκετά πίσω ακολουθούν η ‘μύτη’ [$n=6$], τα ‘πόδια’ [$n=5$] και τα ‘αυτιά’ [$n=5$].

Σχεδόν όλοι οι μαθητές εντόπισαν το μάρσιππο στο αλφάδον αλλά μόνο οι δεκαοκτώ (18) έκαναν τη συσχέτιση με το καγκουρό, σχολιάζοντας για παράδειγμα:

M2: Σε μια θήκη που το βάζουν και τα καγκουρό.

M4: Έχει τσέπη σαν το καγκουρό.

M9: Το παιδάκι του [...] μοιάζει σαν κινγκουρό.

M12: Από δω [μάρσιππο] είναι σαν να ναι κανγκουρό.

M20: Στην τσεπούλα της μανούλας [...] στα καγκουρό, στους πιγκουίνους...

Μετά την παρατήρηση ότι το αλφάδον διαθέτει μάρσιππο όπως το καγκουρό, μόνο δύο (2) μαθητές άλλαξαν την απάντησή τους παρομοιάζοντάς το με καγκουρό και όχι με ποντίκι εξαιτίας αυτής της παρατήρησης ενώ, υπήρχε κι ένας μαθητής [M22] ο οποίος, παρότι εντόπισε το μάρσιππο, αφενός, δεν έκανε τη συσχέτιση με το καγκουρό κι αφετέρου, αναίρεσε την παρομοίωση του με το ποντίκι καθώς, κατά τα λεγόμενα του «Δεν γίνεται να μοιάζει με ποντίκι και να έχει μάρσιππο». Οι υπόλοιποι από αυτούς που έκαναν τη συσχέτιση επέμειναν στην άποψή τους, ότι επρόκειτο δηλαδή για ποντίκι, καθώς το μόνο κοινό χαρακτηριστικό με το καγκουρό ήταν το μάρσιππο. Θεώρησαν, δηλαδή, ότι είναι δυνατό να φέρει κοινά χαρακτηριστικά και με τους δύο οργανισμούς, επειδή όμως οι περισσότερες ομοιότητες ήταν με το ποντίκι, έπρεπε να θεωρηθεί ως τέτοιο.

Πίνακας 9. Απαντήσεις στην 9^η ερώτηση αναφορικά με τα κοινά χαρακτηριστικά των πρώιμων θηλαστικών και των σύγχρονων τρωκτικών.

	Ποντίκι	Άλλο/ δεν ξέρω	Ομοιότητες	Αλφάδον		Γίνεται να μοιάζει και στα δύο		
				Καγκουρό	Άλλο/ δεν ξέρω	Ναι	Όχι	Δ/Ξ
M1*		✓ _λ	-	-	-	-	-	-
M2	✓		Χέρια, πόδια, μύτη, χρώμα, αυτιά	✓		✓		
M3	✓		-		✓	-	-	-
M4	✓		Ουρά, πόδια	✓		✓		
M5	✓		Μουστάκια, ουρά	✓		✓		
M6	✓		Ουρά	✓		✓		
M7*	✓		-	-	-	-	-	-
M8*	✓		Έτσι είναι τα ποντίκια (τομ και τζέρι)	✓		✓		
M9	✓		Είναι μικρό	✓		✓		
M10	✓		ουρά	✓				✓
M11		✓	-		✓	-	-	-
M12*	✓		-	✓		✓		
M13	✓		Τρίχωμα, ουρά, τρέχουν γρήγορα	✓		✓		
M14	✓		Ουρά, πόδια, αυτιά, μύτη	✓				✓
M15*	✓		μύτη	✓		✓		
M16	✓		Χρώμα, ουρά	✓		✓		
M17	✓		Ουρά, μύτη	-	-	-	-	-
M18	✓		Ουρά	✓		✓		
M19	✓		Ουρά, αυτιά	✓		✓		
M20	✓		σώμα	✓		✓		
M21	✓				✓	-	-	-
M22	✓		Ουρά, αυτιά δόντια		✓		-	
M23	✓		Πόδια, σώμα	✓		✓		
M24*	✓		ουρά		✓	-	-	-
M25*		✓	-	-	-	-	-	-
M26	✓		Δάχτυλα, μύτη, δόντια, ουρά		✓ _π	-	-	-
M27	✓		πρόσωπο		✓ _χ	-	-	-
M28	✓		Χέρια, μύτη, ουρά, αυτιά	✓		✓		
M29	✓		Ξέρω τα ποντίκια		✓ _α	-	-	-
M30		✓ _{σκ}	τρίχωμα		✓	-	-	-
M31	✓		ουρά	✓		✓		
Σύνολο	27	4		18	9	16	0	2

Χαρακτηριστικά παραδείγματα και των δύο περιπτώσεων, αποτελούν οι παρακάτω δηλώσεις:

M13: Ένα μωράκι.

E: Πού το έχει το μωράκι;

M13: Στην κοιλιά του εδώ. Οπότε μάλλον είναι πρόγονος του καγκουρό.

E: Σου μοιάζει αυτό το ζώακι με καγκουρό;

M13: Κάπως ναι.

E: Ποιο πολύ μοιάζει με ποντίκι ή με καγκουρό;

M13: Αυτό εδώ [κοιλιά] με καγκουρό και το υπόλοιπο με ποντίκι.

E: Γίνεται να μοιάζει περισσότερο με ποντίκι αλλά να έχει και το μάρσιππο για το μωράκι του όπως το καγκουρό;

M13: Μάλλον ναι.

M18: Ναι. Αυτό είναι καγκουρό δεν είναι ποντικάκι.

E: Γιατί;

M18: Γιατί έχει μωράκι.

E: Άρα θα είναι καγκουρό;

M18: Ναι.

E: Μοιάζει περισσότερο με ποντίκι ή με καγκουρό;

M18: Καγκουρό.

E: Επειδή έχει το μωράκι μοιάζει με καγκουρό;

M18: Ναι, τα ποντίκια δεν έχουν το μωράκι.

E: Αν δεν είχε το μωράκι θα έμοιαζε με καγκουρό;

M18: Ναι. Όχι, θα έμοιαζε σαν ποντικάκι.

E: Άρα μοιάζει με ποντίκι αλλά επειδή έχει το μωράκι στην κοιλιά λες ότι θα είναι καγκουρό;

M18: Ναι.

M16: Αα κατάλαβα τι είναι. Καγκουρό.

E: Γιατί;

M16: Γιατί έχει ένα μικρό ζώακι στην κοιλιά.

E: Όπως τα καγκουρό;

M16: Ναι.

E: Άρα λες να είναι καγκουρό αυτό το ζώακι;

M16: Ναι.

E: Μοιάζει πιο πολύ με καγκουρό ή με ποντίκι;

M16: Με ποντίκι μοιάζει αλλά άμα έχει παιδί λογικά θα είναι καγκουρό.

E: Γίνεται να μοιάζει με το ποντίκι δηλαδή, αλλά να έχει το μάρσιππο όπως έχουν τα καγκουρό;

M16: Ναι.

E: Και ενώ μοιάζει περισσότερο με ποντίκι θα είναι ποντίκι ή θα είναι καγκουρό;

M16: Αφού μοιάζει περισσότερο θα είναι ποντίκι.

10^η Ερώτηση

Για την τελευταία ερώτηση της συνέντευξης παρουσιάσαμε στα παιδιά εικόνες εννέα (9) πρωτευόντων που ανήκουν είτε στην οικογένεια των προσιμίδων (4) ή των σιμίδων (5) και τους ζητήσαμε να τα χωρίσουν σε “οικογένειες”. Σκοπός αυτής της άσκησης ήταν να αφήσουμε τα παιδιά να εκφράσουν ελεύθερα τις σκέψεις τους και να εξετάσουμε τα κριτήρια που θα χρησιμοποιούσαν για την ταξινόμηση αλλά και κατά πόσο οι “οικογένειες” που θα δημιουργούσαν, θα απέκλιναν ή όχι από το επίσημο ταξινομικό σύστημα.

Οι μισοί σχεδόν μαθητές [$N=15$] αξιοποίησαν όλους τους οργανισμούς [$n=9$], έξι (6) μαθητές απέκλεισαν έναν, πέντε (5) μαθητές αξιοποίησαν τα 2/3 των οργανισμών, δύο (2) μαθητές αξιοποίησαν πέντε (5) οργανισμούς ενώ μεμονωμένος αριθμός μαθητών αξιοποίησε επτά (7), τρεις (3) και μηδέν (0) οργανισμούς αντίστοιχα προκειμένου να τους ταξινομήσουν.

Τα παιδιά, επικεντρώθηκαν σε φαινοτυπικούς χαρακτήρες (κυρίως στο χρώμα, στις ουρές, στα μάτια και στα αυτιά) προκειμένου να προβούν σε ταξινομήσεις. Πάνω από τους μισούς μαθητές [$N=18$] δημιούργησαν τέσσερις (4) ομάδες οργανισμών γεγονός το οποίο σημαίνει ότι χώριζαν τους οργανισμούς σε ζεύγη και δεν δημιουργούσαν μεγαλύτερες ομάδες οργανισμών. Έξι (6) νήπια τους χώρισαν σε τρεις (3) ομάδες, τέσσερα (4) σε δύο (2) ομάδες και δύο (2) νήπια δημιούργησαν μόνο μία ομάδα αποτελούμενη από πέντε (5) πρωτεύοντα στη μία περίπτωση και τρία (3) στην άλλη. Μάλιστα, ο M9 ο οποίος επέλεξε να δημιουργήσει μία ομάδα με τρεις (3) οργανισμούς, συμπεριέλαβε μόνο σιμίδες.

Συνολικά, δημιουργήθηκαν εκατό [$n=100$] ομάδες πρωτευόντων. Από αυτές, οι είκοσι μία (21) αφορούσαν αποκλειστικά σε προσιμίδες και οι τριάντα εννέα (39) αποκλειστικά σε σιμίδες. Οι μισές δηλαδή ομάδες, ανταποκρίνονταν στο επίσημο ταξινομικό σύστημα και μόλις δεκαέξι (16) ομάδες δεν ανταποκρίνονταν καθόλου καθώς αφορούσαν σε ζεύγη

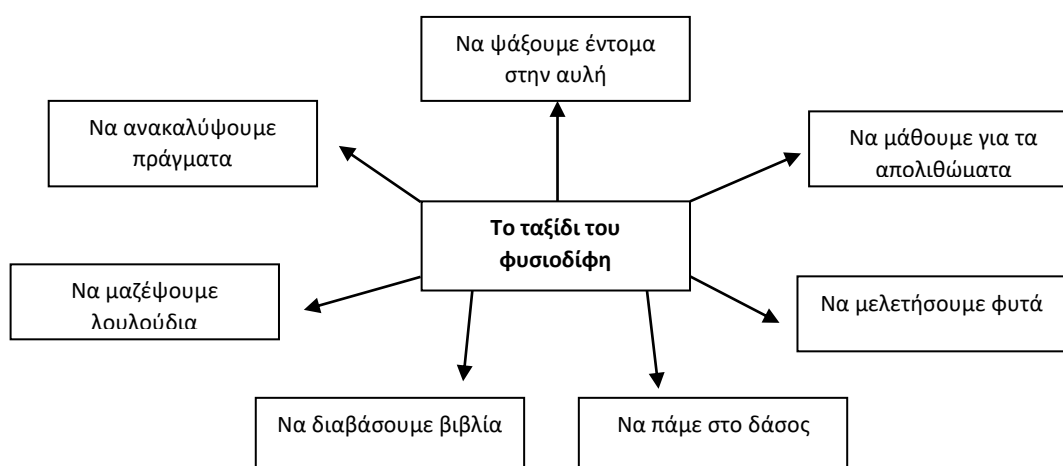
σιμιίδων και προσιμιίδων. Το εύρημα αυτό δεν είναι καθόλου αποθαρρυντικό αλλά ενέχει περιθώρια μεγαλύτερης βελτίωσης.

3.2 Δεύτερη Φάση - Αποτελέσματα Αξιολόγησης Δραστηριοτήτων

1^η Δραστηριότητα

Η πιο βασική ερώτηση στη συζήτηση που ακολούθησε την παρακολούθηση του βίντεο ήταν «Τι επιστήμονας είναι ο φυσιοδίφης;». Στην ερώτηση αυτή, οι είκοσι από τους τριάντα ένα μαθητές [$N=20$] έδωσαν την απάντηση «ένας επιστήμονας που μελετά τη φύση». Ακολουθώντας και, πιο συγκεκριμένα στην ερώτηση «Τι μελετά δηλαδή ο φυσιοδίφης;» δόθηκαν οι εξής απαντήσεις με τον αντίστοιχο αριθμό αναφορών: α. τα φυτά [$N=29$], β. τα ζώα [$N=27$], γ. τα έντομα [$N=21$], δ. τις πέτρες [$N=2$], ε. τα λουλούδια [$N=25$], στ. τα δέντρα [$N=7$], ζ. τη φυσική [$N=1$], η. τα πουλιά [$N=5$], θ. τους δεινόσαυρους [$N=1$].

Έπειτα, στη συζήτηση αναφορικά με το ταξίδι που θα έπρεπε να κάνουν ως φυσιοδίφες ακολουθώντας τα χνάρια του Δαρβίνου και, προκειμένου να πάρουν το δίπλωμα τους, οι μαθητές πρότειναν και συμφώνησαν σε επτά (7) πιθανές αποστολές τις οποίες καταγράψαμε όπως φαίνεται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα:



Σχήμα 1. Αραχνόγραμμα για τις επιθυμητές αποστολές που θα ήθελαν να φέρουν εις πέρας οι μαθητές για να πάρουν το δίπλωμα του φυσιοδίφη.

2^η Δραστηριότητα

Στόχος στη συγκεκριμένη δραστηριότητα ήταν οι μαθητές να εξασκήσουν τη δεξιότητα της παρατήρησης και της καταγραφής των παρατηρήσεων τους (ως παραλληλισμό με τον τρόπο εργασίας του Δαρβίνου) ως πρώτο βήμα για την αντίληψη και την κατανόηση της έννοιας της ποικιλομορφίας εντός του πληθυσμού.

Από τα φύλλα παρατήρησης των παιδιών (βλ. «φύλλο ερευνητή», Εικόνα 1, Παράρτημα Δ) βλέπουμε (Πίνακας 10) ότι η πλειοψηφία των μαθητών μπόρεσε να παρατηρήσει και να καταγράψει επιτυχώς το χρώμα [$N=23$], των αριθμό των άκρων [$N=21$] καθώς και τον αριθμό των φτερών [$N=20$] των ζωυφίων. Αυτό που φαίνεται να δυσκόλεψε περισσότερο τους μαθητές, ήταν η διάκριση των μερών του σώματος [$N=10$]. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι τα παρακάτω:

- ο M15 απάντησε πως το σώμα της πεταλούδας χωρίζεται σε έντεκα (11) τμήματα καθώς μέτρησε, δείχνοντας με το δάχτυλο, όλα τα μέρη αυτού (φτερά, κεραίες, πόδια).
- ο M5 στα μέρη του σώματος μέτρησε και τα φτερά καθώς δεν αντιλήφθηκε τη διαφορά.

Ακόμη περισσότεροι ήταν εκείνοι οι μαθητές που δυσκολεύτηκαν με τη διατύπωση και την καταγραφή παρατηρήσεων πέραν αυτών που αναγράφονταν ήδη στο φύλλο ερευνητή (μόλις πέντε (5) από τους είκοσι οκτώ (28) μαθητές που συμπλήρωσαν το φύλλο).

Τέλος, τα μισά νήπια [$N=14$] απεικόνισαν στο φύλλο ερευνητή το ζώυφιο τους με μεγάλη ακρίβεια: συμπεριέλαβαν, δηλαδή, όλες τις βασικές παρατηρήσεις που είχαν καταγράψει προηγουμένως αλλά και λεπτομέρειες που εντόπισαν πάνω στο ομοίωμα όπως ο M29, ο οποίος έδωσε πάρα πολύ μεγάλη προσοχή στις λεπτομέρειες τόσο κατά τη διάρκεια της παρατήρησης όσο και του σχεδιασμού του σκαθαριού του:

- M29: Έκανα εδώ και αυτή τη γραμμή που έχει εδώ [έλυτρα], βλέπεις; Αλλά δεν φαίνεται γιατί είναι ίδιο χρώμα.

Πίνακας 10. Απαντήσεις στο φύλλο παρατήρησης ερευνητή.

	Χρώμα/-τα	Αριθμός Ποδιών	Αριθμός Κερατιών	Αριθμός Φτερών	Μέρη Σώματος	Άλλες παρατηρήσε	Ακρίβεια Σχεδίου		
							Μικρή	Μέτρια	Μεγάλη
M1*	✓			✓			✓		
M2	✓	✓		✓				✓	
M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M4	✓	✓		✓	✓	✓			✓
M5			✓	✓					✓
M6	✓	✓	✓	✓		✓			✓
M7*	✓		✓					✓	
M8*	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
M9	✓	✓		✓		✓			✓
M10	✓			✓				✓	
M11	✓	✓	✓	✓	✓				✓
M12*		✓	✓	✓	✓			✓	
M13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M14	✓	✓	✓	✓					✓
M15*			✓				✓		
M16	✓	✓							✓
M17	✓	✓		✓	✓		✓		
M18	✓	✓	✓				✓		
M19	✓		✓						✓
M20	✓	✓		✓					✓
M21	✓	✓		✓					✓
M22	✓	✓		✓	✓			✓	
M23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M24*							✓		
M25*	✓	✓	✓					✓	
M26	✓	✓		✓				✓	
M27	✓	✓	✓	✓	✓				✓
M28		✓	✓					✓	
M29	✓	✓		✓	✓				✓
M30	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
M31	✓	✓	✓	✓	✓				✓
Σύνολο	23/28	21/28	15/28	20/28	10/28	5/10	5/28	9/28	14/28

Θετική εντύπωση προκάλεσε το γεγονός ότι επτά (7) μαθητές, με τη συζήτηση που ακολούθησε στην παρεούλα για την απόπειρα κατηγοριοποίησης των ζωυφίων (3^η δραστηριότητα), διαπίστωσαν από μόνοι τους λάθη που είχαν κάνει στις σημειώσεις τους στο φύλλο παρατήρησης και ρώτησαν αν μπορούν να τις αλλάξουν.

3^η Δραστηριότητα

Εν συνεχεία της προηγούμενης δραστηριότητας είχαμε ως στόχο οι μαθητές, αξιοποιώντας τα φύλλα παρατήρησης που είχαν συμπληρώσει, να εντοπίσουν ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των προσφερόμενων ζωυφίων έτσι ώστε να προβούν τεκμηριωμένα σε κατηγοριοποιήσεις.

Μόλις τρεις (3) μαθητές πρότειναν να αξιοποιήσουν τα φύλλα παρατήρησης προκειμένου να μπορέσουν να κατηγοριοποιήσουν τα ζώδια. Παρόλα αυτά, όλοι οι μαθητές πρότειναν τρόπους κατηγοριοποίησης οι οποίοι συνοψίζονται, με φθίνουσα σειρά αναφορών, ως εξής:

1. με φτερά – δίχως φτερά, (π.χ. M5: *Εγώ έχω ιδέα! Αυτά που έχουν φτερά μαζί και αυτά που δεν έχουν φτερά να γίνουν μαζί*)
2. με βάση το κοινό χρώμα και, (π.χ. M4: *Έχω δύο. Η μία είναι να τα χωρίσουμε με αυτά που έρπονται. Και η άλλη είναι να τα χωρίσουμε με το χρώμα*)
3. με έξι πόδια – με οκτώ πόδια – με περισσότερα πόδια (π.χ. M17: *Με τα πόδια. Με τα [μετράει] έξι πόδια. Με τα [μετράει] οκτώ πόδια*)

4^η Δραστηριότητα

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα, το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα ήταν να καταφέρουν οι μαθητές να διαχωρίσουν επιτυχώς τα έντομα από τα λοιπά ζώδια, αξιοποιώντας τις μέχρι τώρα παρατηρήσεις και καταγραφές τους.

Πράγματι, πάνω από τους μισούς μαθητές [N=16] διαχώρισαν ολόσωστα και τα οκτώ (8) ζώδια ενώ οι υπόλοιποι [N=11] σημείωσαν μόλις μία λανθασμένη επιλογή (Πίνακας ?). Μόνο ένας μαθητής σημείωσε χαμηλό ποσοστό επιτυχίας (3/8) για τον οποίο, ωστόσο, αναμέναμε διάγνωση για ΔΕΠΥ και γνωστικά ελλείμματα.

Το ζώφιο το οποίο φαίνεται να δυσκόλεψε λίγο περισσότερο τους μαθητές, καθώς καταχωρήθηκε σωστά ως έντομο από δεκαεπτά (17) μαθητές, ήταν το μυρμήγκι λόγω της απουσίας των φτερών.

5^η Δραστηριότητα

Η 5^η δραστηριότητα είχε ως στόχο να χρησιμοποιήσει το μουσείο ως μέσο διασύνδεσης των υπό μελέτη θεμάτων και του ρόλου του επιστήμονα και, παράλληλα, να αποκτήσουν τα παιδιά περισσότερα ερεθίσματα τα οποία θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν καθ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος.

Στην εναρκτήρια ερώτηση «*Τι μπορεί να έχει ένα μουσείο φυσικής ιστορίας;*», σχεδόν οι μισοί μαθητές απάντησαν «*ιστορίες (με ζώα/για τη φύση)*» [n=17]. Ιδιαίτερη εντύπωση μας προκάλεσε η απάντηση ενός συγκεκριμένου μαθητή λόγω της επιλογής των λέξεων:

M20: Θα έχει την ιστορία που έχει δημιουργήσει η φύση.

Μόλις δύο (2) αναφορές έγιναν για τις τιμές «*πράγματα από τη φύση*» και «*άλογα*» ενώ, μεμονωμένες αναφορές έγιναν για τις τιμές «*ψάρια*», «*πουλιά*», «*κοχύλια*», «*πεταλούδες*», «*έντομα*», «*αγάλματα*».

Στην ερώτηση που ακολούθησε «*Πώς το μουσείο θα 'λέει αυτές τις ιστορίες;*», όλοι οι μαθητές έδωσαν την απάντηση «*με ζώα*», με την πλειοψηφία να κάνει λόγο για ομοιώματα ζώων («*ψεύτικα*», «*πεθαμένα*») και μόλις πέντε (5) μαθητές να αναφέρονται σε ζωντανά ζώα. Δόθηκαν επιπλέον και οι απαντήσεις «*με φυτά*» [n=2] και «*με βιβλία*» [n=1].

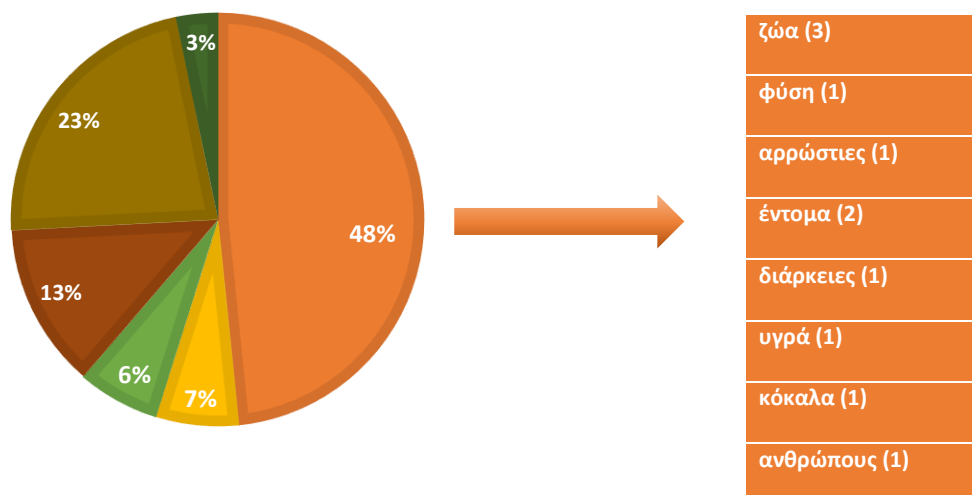
6^η Δραστηριότητα

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 2, σχεδόν τα μισά νήπια έδωσαν την απάντηση «*μελετά*» όταν ερωτήθηκαν σχετικά με το τι κάνει ένας επιστήμονας και, μάλιστα, με έντονο αυθορμητισμό. Ωστόσο, τους ήταν σχεδόν αδύνατο να εξηγήσουν τι εννοούσαν με αυτή την απάντηση, καταλήγοντας τις περισσότερες φορές να δίνουν συγκεκριμένα παραδείγματα για το τι είναι αυτό που μελετά ο επιστήμονας. Εξαίρεση αποτελούν οι παρακάτω δηλώσεις:

M4: Ότι βρίσκει διάφορα πράγματα και τα κοιτάει.

M29: Τα βάζουν σε ένα κουτάκι και τα πηγαίνουν στο εργαστήριο τους και τα κάνουν εκεί.

■ Μελετά ■ Διαβάζει βιβλία ■ Δεν ξέρω ■ Κοιτάει/ Παρατηρεί ■ Ψάχνει ■ Ονοματίζει



Σχήμα 2. Απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση «Τι κάνει ένας επιστήμονας;» (αριστερά). Συγκεκριμένες αναφορές για την απάντηση «μελετά» με τον αντίστοιχο αριθμό αναφορών (δεξιά).

Αρκετά σημαντικό θεωρούμε, ωστόσο, το ποσοστό των νηπίων (23%) που απάντησαν ότι ο επιστήμονας 'ψάχνει' (απαντήσεις, να βρει, να μάθει,...), με τα 'google/internet/υπολογιστή' και 'βιβλία' να κυριαρχούν ως σχόλια στη συζήτηση αναφορικά με το πώς ψάχνει ο επιστήμονας, όπως φαίνεται στα παραδείγματα:

M2: Μπορούμε να το γράψουμε στο google.

M5: Να το ψάξουν στα βιβλία.

M22: Να διαβάσει.

M4: Μπορεί να το τραβήξουν μια φωτογραφία και να το ανεβάσουν στο ίντερνετ και να το δουν και να ψάχνουν και άλλοι άνθρωποι.

Τα παραπάνω αποτελούν τις αρχικές ιδέες των παιδιών. Ακολούθησε παρουσίαση μέσω εποπτικού υλικού και συζήτησης του ρόλου και του έργου του επιστήμονα καθώς, η εξοικείωση των μαθητών με αυτά ήταν ο βασικός μας στόχος έτσι ώστε οι μαθητές να

αρχίσουν αυθόρμητα, να χρησιμοποιούν (επιστημονικές) δεξιότητες και διαδικασίες σε όλη τη διάρκεια του προγράμματος.

Σε ό,τι αφορά το εργαστήριο εντομολογίας, πάνω από τους μισούς μαθητές δούλεψαν σε αυτό τις περισσότερες μέρες λειτουργίας του είτε κατά τη διάρκεια των ελεύθερων δραστηριοτήτων είτε για να μελετήσουν ζωύφια που είχαν συλλέξει στην αυλή ή είχαν φέρει από το σπίτι τους. Πιο συγκεκριμένα, εννέα (9) μαθητές επέλεξαν να εργαστούν σε αυτό και τις δέκα (10) μέρες λειτουργίας του, τρεις (3) μαθητές εργάστηκαν σε αυτό οκτώ (8) μέρες και πέντε (5) εργάστηκαν επτά (7) μέρες.

Οι υπόλοιποι μαθητές [$N=14$] εργάστηκαν στο εργαστήριο από δύο (2) έως τέσσερις (4) μέρες. Από αυτούς οι μισοί [$N=7$] ήταν οι μαθητές που συγκαταλέγονται σε ειδικές περιπτώσεις εκπαιδευτικών αναγκών (όπως αυτές παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 2.1.3) ενώ οι υπόλοιποι [$N=7$] εκδήλωσαν φοβία για τα ρεαλιστικά ζωύφια και ήθελαν να δουλεύουν μόνο με ομοιώματα.

7^η Δραστηριότητα

Με τη συγκεκριμένη δραστηριότητα κάναμε εισαγωγή στη θεματική ενότητα των απολιθωμάτων, η οποία είχε ως απώτερο σκοπό την κατανόηση της σημαντικότητας της μελέτης τους και την ενίσχυση του ρόλου της επιστήμης. Τα παιδιά εργάστηκαν σε ομάδες κι εμείς παρατηρήσαμε και καταγράψαμε (Πίνακας 11) συγκεκριμένες ενέργειες κατά την εργασία τους, η ύπαρξη των οποίων κρίνουμε ότι είναι απαραίτητη προκειμένου να θεωρήσουμε ότι επιτεύχθηκε ο στόχος.

Όπως βλέπουμε στον Πίνακα 11, οι ομάδες ανταποκρίθηκαν και δούλεψαν σε πάρα πολύ ικανοποιητικό βαθμό, με εξαίρεση την Ομάδα ΣΤ η οποία εφάρμοσε τέσσερις (4) από τις επτά (7) επιδιωκόμενες ενέργειες. Η ενέργεια που φαίνεται να δυσκόλεψε περισσότερο τους μαθητές, όχι προς έκπληξή μας ωστόσο, ήταν αυτή της *αιτιολόγησης των υποθέσεων* με τις μισές ομάδες να σημειώνουν επιτυχία.

Πίνακας 11. Σχάρα παρατήρησης μελέτης απολιθωμάτων ανά ομάδες Ι.

Ομάδα:	A	B	Γ	Δ	E	ΣΤ
Παρατήρησαν τις λεπτομέρειες	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Διατύπωσαν υποθέσεις	Χ	✓	✓	✓	✓	Χ
Αιτιολόγησαν τις υποθέσεις	Χ	✓	✓	Χ	✓	Χ
Αξιοποίησαν τα βιβλία	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Εντόπισαν σωστά τα ζώδια στα βιβλία	✓	Χ	✓	✓	✓	Χ
Αξιοποίησαν τα ομοιώματα	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Εντόπισαν τα σωστά ομοιώματα	✓	✓	✓	✓	✓	✓

8^η Δραστηριότητα

Με ανάλογο τρόπο δουλέψαμε και σε αυτή τη δραστηριότητα, στόχος της οποίας ήταν οι μαθητές να γνωρίσουν τη δουλειά του παλαιοντολόγου και να εργαστούν με τον ίδιο τρόπο.

Και σε αυτή την περίπτωση βλέπουμε ότι οι ομάδες εργάστηκαν ανταποκρινόμενες στις επιδιωκόμενες ενέργειες με την Ομάδα Δ να σημειώνει τη μικρότερη επιτυχία. Η *διατύπωση υποθέσεων* δυσκόλεψε για ακόμη μια φορά τους μαθητές, με τις μισές ομάδες να προβαίνουν σε αυτή την ενέργεια κατά τη διάρκεια της εργασίας τους. Αν συγκρίνουμε όμως, τις παρατηρήσεις μας αναφορικά με τη δεξιότητα της *διατύπωσης υποθέσεων* στις δύο τελευταίες δραστηριότητες, βλέπουμε ότι οι ομάδες οι οποίες διατύπωσαν (και σε ορισμένες περιπτώσεις αιτιολόγησαν) υποθέσεις στην 7^η δραστηριότητα δεν είναι οι ίδιες με αυτές στην 8^η. Εξαίρεση αποτελεί η Ομάδα Β η οποία διατύπωσε (κι αιτιολόγησε) υποθέσεις και στις δύο περιπτώσεις. Το εύρημα αυτό πιθανολογούμε ότι δείχνει ένα έλλειμμα στη γενίκευση της συγκεκριμένης δεξιότητας σε διαφορετικά πλαίσια τονίζοντας την ανάγκη για περεταίρω ανάπτυξη αυτής

Πίνακας 12. Σχάρα παρατήρησης μελέτης απολίθωμάτων ανά ομάδες II.

Ομάδα:	A	B	Γ	Δ	Ε	ΣΤ
A' Μέρος						
Μεταχειρίζονται με προσεκτικές κινήσεις το απολίθωμα	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Μεταχειρίζονται με προσεκτικές κινήσεις τα εργαλεία	✓	✓	✓	X	X	✓
Χρησιμοποιούν με σωστό τρόπο το σφυρί με το καλέμι	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Χρησιμοποιούν με σωστό τρόπο το βουρτσάκι	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Σκάβουν γύρω από το απολίθωμα και όχι πάνω του	✓	✓	✓	X	✓	✓
Κάνουν υποθέσεις όσο το απολίθωμα αρχίζει να αποκαλύπτεται	✓	✓	X	X	X	✓
B' Μέρος						
Εντόπισαν σωστά τον οργανισμό στον οποίο ανήκει το απολίθωμα στα βιβλία	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Αιτιολόγησαν την επιλογή του οργανισμού στον οποίο ανήκει το απολίθωμα	X	✓	✓	X	✓	✓

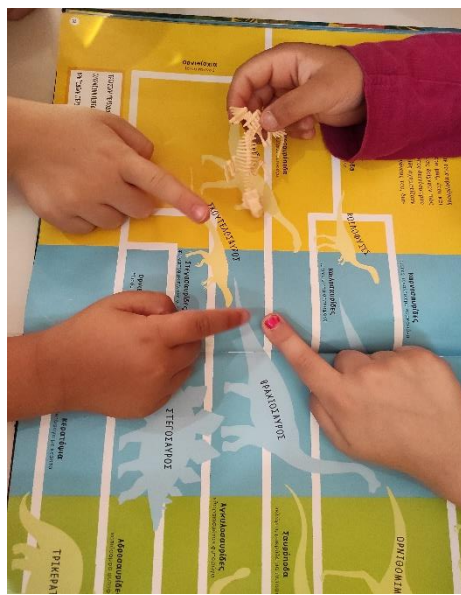
Με το πέρας της ανασκαφής, οι μαθητές κλήθηκαν να εντοπίσουν τον οργανισμό στον οποίο ανήκε το απολίθωμα που ανακάλυψαν αξιοποιώντας τα προσφερόμενα βιβλία. Όλες οι ομάδες δούλεψαν στοχευμένα, χρησιμοποίησαν τα κατάλληλα βιβλία, παρατήρησαν λεπτομέρειες, συζήτησαν, αντάλλαξαν απόψεις και τελικά, κατάφεραν να εντοπίσουν το σωστό οργανισμό (Πίνακας 12, Εικόνα 1).



(α)



(β)



(γ)

.Εικόνα 1. Σωστός εντοπισμός οργανισμών στους οποίους ανήκει το απολίθωμα το οποίο ανακάλυψαν τα παιδιά κατά την ανασκαφή τους: (α) αμμωνίτης, (β) τριλοβίτης, (γ) σκουτελόσαυρος.

9^η Δραστηριότητα

Για την 9^η δραστηριότητα δεν προβλέπεται κάποιας μορφής αξιολόγηση καθώς λειτούργησε ως κατακλείδα για το πρόγραμμα της εβδομάδας, προσφέροντας στα παιδιά επιπλέον ερεθίσματα αλλά και στιγμές χαλάρωσης.

10^η Δραστηριότητα

Έχοντας πλέον συλλέξει αρκετές πληροφορίες για το υπό μελέτη θέμα κι εξοικειωθεί με τους τρόπους εργασίας των επιστημόνων, οι μαθητές κλήθηκαν να δημιουργήσουν σε ομάδες τις δικές τους μουσειακές συλλογές, με στόχο να εφαρμόσουν στο πεδίο τα όσα αποκόμισαν μέχρι εκείνη τη στιγμή.

Συζητώντας μεταξύ τους στην παρεούλα χωρίς την καθοδήγηση της ερευνήτριας, αποφάσισαν τη δημιουργία των παρακάτω συλλογών:

- Συλλογή ειδών πεταλούδας. Αναζήτηση πληθώρας ειδών πεταλούδας στα προσφερόμενα βιβλία και ζωγραφική αυτών σε αφίσα.

- *Φωτογραφική συλλογή.* Φωτογράφιση των ζωυφίων που συνέλεξαν για παρατήρηση οι μαθητές, επιλογή, εκτύπωση και δημιουργία αφίσας, όλα από τους ίδιους.
- *Ρεαλιστική συλλογή.* Δημιουργία συλλογής σαν αυτές που είδαν στην εικονική περιήγηση στο ΜΦΙ Γουλανδρή με καρφίτσωμα των νεκρών ζωυφίων που συνέλεξαν για παρατήρηση με τις αντίστοιχες ονομαστικές πινακίδες.
- *Συλλογή απολιθωμάτων.* Παρουσίαση σε υποτυπώδη προθήκη των απολιθωμάτων που ανακάλυψαν κατά τις ανασκαφές τους.

Όπως φαίνεται από το φωτογραφικό υλικό (Εικόνα 2), κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης δραστηριότητας τα παιδιά δούλεψαν συνεργατικά, μεθοδικά και με προσοχή. Πήραν το χρόνο τους να ψάξουν στα βιβλία, στο εποπτικό υλικό αλλά και στο διαδίκτυο για να βρουν τις απαραίτητες πληροφορίες, παρατήρησαν με προσοχή τις λεπτομέρειες, ρωτούσαν, συζητούσαν, αξιοποίησαν τις γνώσεις τους, επέστρεφαν στο εποπτικό υλικό για να επαληθεύσουν τη δουλειά τους και χρησιμοποίησαν με κατάλληλο τρόπο τον εργαστηριακό εξοπλισμό· όλα με δική τους προτροπή και δίχως καθοδήγηση.

Τα παραπάνω επαληθεύονται και από τα ευρήματα της απομαγνητοφώνησης των συζητήσεων των παιδιών κατά τη διάρκεια της εργασίας τους:

M4: Αυτή είναι η πεταλούδα. Την είχα δει σε ένα βιβλίο με τα έντομα. Θα το φέρω να δούμε το όνομα.

M14: Αυτό νομίζω ότι είναι. Μοιάζει.

M5: Όχι, κοίτα! Αυτό έχει κάπως έτσι το κεφάλι του.

M2: Να το ψάξουμε στο ίντερνετ.

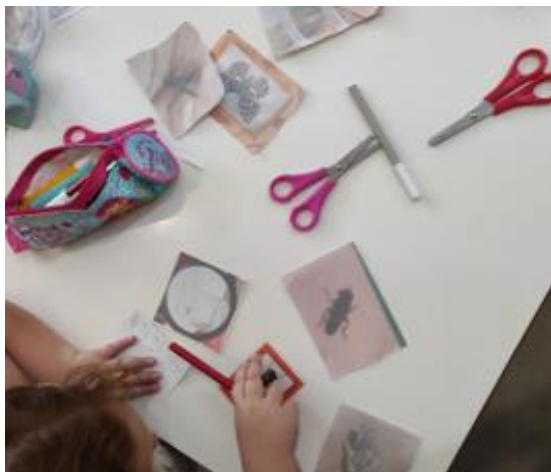
M5: Έχει ένα, δύο,...έξι πόδια. Είναι έντομο. Να γράψουμε στο google καφέ έντομο να μας το βρει.

M28: Αυτό είναι σφήκα;

M17: Είναι μέλισσα.

M22: Όχι, είναι σφήκα. Κοίτα το βιβλίο. Έτσι είναι.

M13: Πιάστο με την τσιμπίδα από το φτερό να μην σπάσει και βάλε μετά την καρφίτσα εδώ.



(α)



(β)



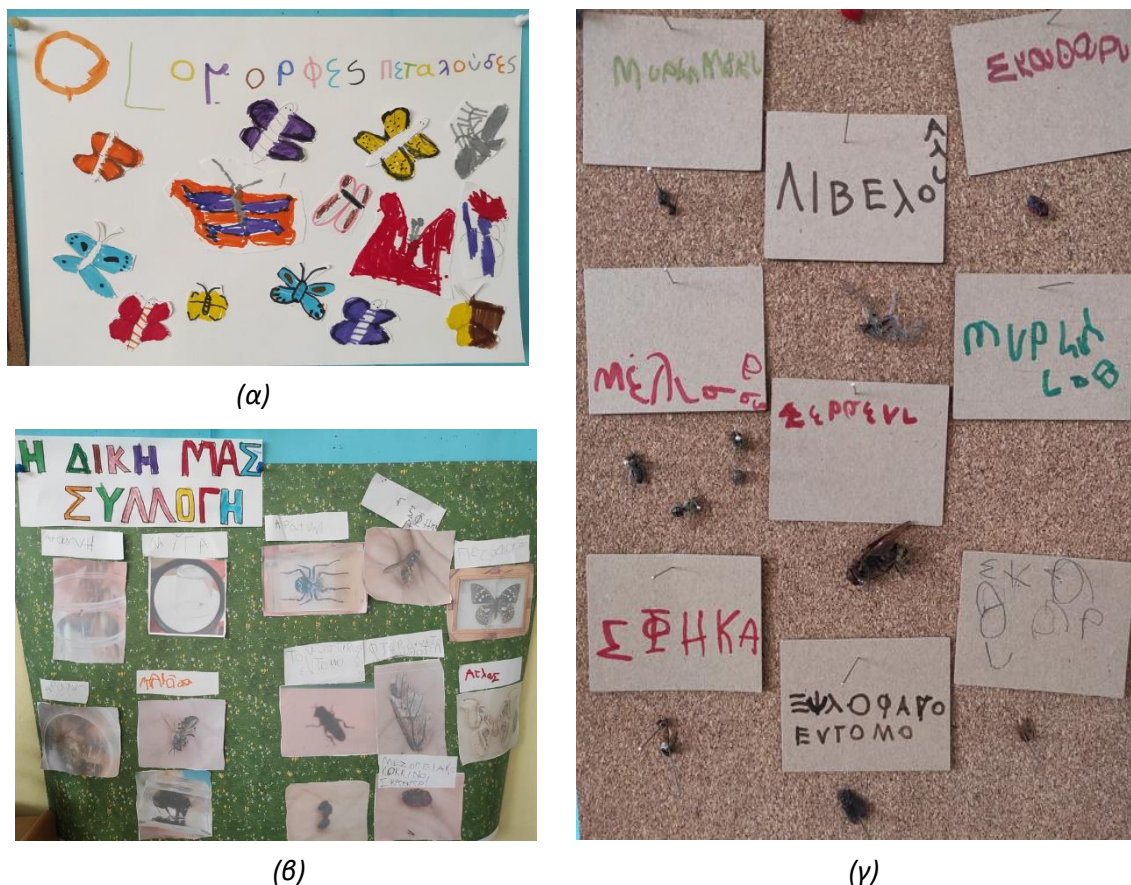
(γ)



(δ)

Εικόνα 2. Διαδικασία δημιουργίας μουσειακών συλλογών. (α) Φωτογραφική συλλογή. Οι μαθητές εκτύπωσαν φωτογραφίες που τράβηξαν τα ζώφια που συνέλεξαν κατά τη διάρκεια του προγράμματος κι έγραψαν τις ονομασίες τους εντοπίζοντάς τες στο εποπτικό υλικό. **(β) Συλλογή ειδών πεταλούδας.** Οι μαθητές έψαξαν στα βιβλία να βρουν όσα περισσότερα είδη πεταλούδας μπορούσαν κι έφτιαξαν μια αφίσα με πιστές ζωγραφιές αυτών. **(γ)** Οι μαθητές έψαχναν στο εποπτικό υλικό να βρουν τις ονομασίες των ζωυφίων που δεν γνώριζαν. **(δ) Ρεαλιστική συλλογή.** Οι μαθητές μεταφέρουν και καρφитσώνουν με προσοχή τα νεκρά ζώφια που συνέλεξαν προκειμένου να δημιουργήσουν μια συλλογή όμοια με αυτές που είδαν στην εικονική περιήγηση του ΜΦΙ Γουλανδρή.

Τα τελικά έργα των παιδιών αντικατοπτρίζουν τη δουλειά τους όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.



Εικόνα 3. (α) Συλλογή ειδών πεταλούδας (β) Φωτογραφική συλλογή (γ) Ρεαλιστική συλλογή.

11^η Δραστηριότητα

Η συγκεκριμένη δραστηριότητα έφερε τα παιδιά σε μια πρώτη επαφή με την ουσία των βασικών εννοιών της προσαρμογής, της φυσικής επιλογής, της επιβίωσης και της κληρονομικότητας. Βασικός στόχος, ωστόσο, ήταν να είναι σε θέση οι μαθητές να κατανοήσουν, να περιγράψουν και να εξηγήσουν τις προσαρμογές που οδηγούν σε μεταβολές ενός πληθυσμού, μέσω του παραδείγματος του βιομηχανικού μελανισμού.

Προκειμένου να μπορέσουμε να αξιολογήσουμε το κατά πόσο ο παραπάνω στόχος επετεύχθη, χρησιμοποιήσαμε ένα διαδικτυακό παιχνίδι προσομοίωσης του φαινομένου. Η απόδοση των μαθητών φαίνεται αναλυτικά στον Πίνακα 13.

Πίνακας 13. Παιχνίδι προσομοίωσης του φαινομένου του βιομηχανικού μελανισμού.

	Σωστή επιλογή νυχτοπεταλούδας	Σωστή αιτιολόγηση	Εξήγηση μεταβολής πληθυσμού αυτών που		Σωστή αιτιολόγηση	Σύνολο
			φαγώθηκαν	δεν φαγώθηκαν		
M1	✓	Χ	Χ	✓	Χ	2/5
M2	✓	✓	✓	✓	✓	5/5
M3	✓	✓	✓	✓	✓	5/5
M4	✓	✓	✓	✓	✓	5/5
M5	✓	✓	✓	✓	✓	5/5
M6	✓	✓	✓	✓	✓	5/5
M7	✓	✓	✓	Χ	Χ	3/5
M8	✓	✓	✓	Χ	Χ	3/5
M9	✓	✓	✓	✓	✓	5/5
M10	✓	✓	✓	✓	Χ	4/5
M11	✓	✓	Χ	Χ	Χ	2/5
M12	✓	Χ	✓	✓	Χ	3/5
M13	✓	✓	✓	✓	✓	5/5
M14	✓	✓	✓	✓	✓	5/5
M15	✓	Χ	Χ	Χ	Χ	1/5
M16	✓	✓	✓	✓	✓	5/5
M17	✓	✓	✓	✓	✓	5/5
M18	Χ	✓	✓	✓	Χ	3/5
M19	✓	✓	✓	Χ	Χ	3/5
M20	✓	Χ	✓	✓	✓	4/5
M21	✓	Χ	✓	✓	Χ	3/5
M22	✓	✓	✓	✓	✓	5/5
M23	✓	✓	✓	✓	✓	5/5
M24	✓	✓	✓	✓	Χ	4/5
M25	✓	Χ	Χ	Χ	Χ	1/5
M26	✓	✓	✓	✓	Χ	4/5
M27	✓	Χ	Χ	Χ	Χ	1/5
M28	✓	✓	✓	✓	Χ	4/5
M29	✓	✓	✓	✓	Χ	4/5
M30	✓	✓	✓	✓	Χ	4/5

M31	✓	✓	✓	✓	✓	5/5
Σύνολο	30/31	24/31	26/31	24/31	14/31	

Από τα δεδομένα του Πίνακα 13 λαμβάνουμε μια πολύ ενθαρρυντική εικόνα καθώς η μεγάλη πλειοψηφία των νηπίων απέδωσε πολύ καλά και ανταποκρίθηκε στους στόχους που είχαμε θέσει για αυτά, με σχεδόν τα μισά να σημειώνουν επιτυχία και στις πέντε υπό εξέταση παραμέτρους και άλλα επτά (7) να σημειώνουν μόνο μία αποτυχία.

Πιο συγκεκριμένα, όλοι οι μαθητές επέλεξαν σωστά ποιες νυχτοπεταλούδες μπορούν να φάνε και ποιες όχι στην εκάστοτε περίπτωση και το 76,7% αυτών αιτιολόγησε σωστά την απάντηση του. Εξάιρεση αποτελεί ένας μαθητής ο οποίος έδωσε ορθή αιτιολόγηση ωστόσο, έκανε λάθος επιλογή.

Η μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών ήταν επίσης σε θέση να εντοπίσει σωστά τη μεταβολή του πληθυσμού τόσο ως προς τις νυχτοπεταλούδες που φαγώθηκαν [$N=26$] όσο και ως προς αυτές που δεν φαγώθηκαν [$N=24$]. Την απάντησή τους μπόρεσαν να αιτιολογήσουν σωστά οι δεκατέσσερις (14) μαθητές και στις δύο περιπτώσεις. Παρόλο που δεν πρόκειται για την πλειοψηφία, θεωρούμε το ποσοστό αυτό αρκετά ενθαρρυντικό ιδίως αν εξετάσουμε λεπτομερώς τις αιτιολογήσεις τους όπως για παράδειγμα:

M4: Τα πουλιά βλέπουν τις άσπρες πεταλούδες και τις τρώνε και επιβιώνουν οι μαύρες.

E: Και τι γίνεται που επιβιώνουν οι μαύρες;

M4: Γεννούν και άλλες μαύρες και άλλες και άλλες και γίνονται πολλές.

M3: Γιατί δε θα τις τρώω επειδή δε φαίνονται και θα γίνουν περισσότερες.

M20: ...και τώρα οι μαύρες προστατεύονται!

M22: Τώρα γίνεται το αντίθετο. Καμουφλάρονται οι μαύρες και δεν καμουφλάρονται οι άσπρες.

E: Και τι σημαίνει αυτό;

M17: Ότι θα είναι πιο πολλές οι μαύρες.

12^η Δραστηριότητα

Η 12^η δραστηριότητα, ως συνέχεια της προηγούμενης, είχε ως στόχο να εμβαθύνει περισσότερο στην έννοια της προσαρμογής με βιωματικό τρόπο και να ενισχύσει την κατανόηση της από τους μαθητές.

Αξιοποιώντας τους σπίνους που μελέτησε και ο Δαρβίνος, φέραμε τα παιδιά αντιμέτωπα με διαφορετικές συνθήκες και τους ζητούσαμε να εξηγήσουν κάθε φορά τι είναι αυτό που συμβαίνει και πώς θα εξελιχθεί η εκάστοτε συνθήκη. Οι ερωτήσεις που τέθηκαν ήταν μεταξύ άλλων: *Ποια τροφή μπορείς να φας; Υπάρχει διαθέσιμη αυτή η τροφή; Αφού δεν υπάρχει τι θα συμβεί; Αν ζεις στο ίδιο νησί με τους 'x' σπίνους και η μόνη διαθέσιμη τροφή είναι η 'y' τι θα συμβεί;*

Όλοι οι μαθητές [$N=31$], αφού πειραματίστηκαν με τα ράμφη τους και την ποικιλία προσφερόμενων τροφών, επέλεξαν σωστά την τροφή εκείνη που τους ήταν πιο εύκολο να καταναλώσουν. Οι περισσότεροι από αυτούς [$N=27$] εξήγησαν ορθά τη μεταβολή του πληθυσμού τους τόσο στην περίπτωση που τους ήταν διαθέσιμη αυτή η τροφή όσο και στην αντίθετη περίπτωση. Επιπλέον είκοσι τέσσερα (24) νήπια ήταν σε θέση να παρέχουν ολοκληρωμένη εξήγηση και στο σενάριο της συμβίωσης δύο διαφορετικών πληθυσμών στο ίδιο νησί με συγκεκριμένο είδος προσφερόμενης τροφής. Ορισμένα παραδείγματα που αποτυπώνουν τα παραπάνω δεδομένα είναι τα εξής:

E: Εσείς οι δύο δεν μπορείτε να φάτε τα σποράκια όπως οι υπόλοιποι. Τι θα συμβεί;

M3: Δε θα φάνε και θα πεινάνε και θα πεθάνουν.

E: Και άρα τι θα πάθουν;

M4: Θα εξαφανιστούν.

M3: Θα γίνουν υπό εξαφάνιση.

E: Ενώ αυτά που μπορούν και τρώνε τα σποράκια τι θα πάθουν;

M13: Θα είναι πιο πολλά.

E: Γιατί θα είναι πιο πολλά;

M13: Γιατί θα τρώνε πιο πολύ και θα έχουν πιθανότητες να επιβιώσουν.

M5: Και θα γεννούν πουλάκια και θα γίνουν μπόλικά πουλάκια.

E: Εσείς που θα μπορέσετε να φάτε τα φυλλαράκια, τι θα καταφέρετε;

M26: Να επιβιώσουμε.

E: Εσείς που έχετε τα φυλλαράκια που δεν μπορείτε να τα φάτε, τι θα πάθετε;

M22: Θα πεθάνουμε.

E: Αν σας δώσω πασχαλίτσες να φάτε, τι θα γίνει;

M23: Θα επιβιώσουμε γιατί θα μπορούμε να φάμε και γρήγορα.

M17: Εμείς όχι, θα πεθάνουμε. Δεν θα μπορούμε να φάμε.

Επιπλέον, αρκετά ενθαρρυντικό είναι και το παράδειγμα που ακολουθεί καθώς, οι συγκεκριμένοι μαθητές αφενός, παρείχαν εξήγηση σε μια πιο γενικευμένη ερώτηση (το περιβάλλον γενικά και όχι συγκεκριμένη συνθήκη όπως στα προηγούμενα παραδείγματα) κι αφετέρου, έδωσαν επιπλέον παράδειγμα το οποίο δεν είχε συζητηθεί πρότερα στην τάξη:

E: Το αν θα καταφέρει ένα ζωάκι να επιβιώσει εξαρτάται από το περιβάλλον στο οποίο ζει;

M6: Ναι.

E: Γιατί;

M6: Γιατί κάποια πουλιά που ζουν σε ένα νησί και δεν μπορούν να φάνε αυτά που έχει το νησί, δεν θα μπορούν να ζήσουν.

M3: Και ένα ζώο που έχει πολλή γούνα δεν θα μπορεί να επιβιώσει στην έρημο.

13^η – 14^η Δραστηριότητα

Με τις δύο τελευταίες δραστηριότητες του προγράμματος (πριν την τελική αξιολόγηση), θέλαμε τα παιδιά να εξοικειωθούν περισσότερο με τη διαδικασία της ειδογέννεσης τόσο μέσω των προσαρμογών όπως είχαν μελετήσει μέχρι εκείνη τη στιγμή, όσο και με τη συμβολή των μεταλλάξεων. Για το λόγο αυτό και, με το πέρας των παρεμβάσεων τόσο στην παρεούλα όσο και στις ομάδες εργασίας, ζητήθηκε από τους μαθητές να συμπληρώσουν δύο φύλλα εργασίας (βλ. Εικόνα 3, Παράρτημα Δ). Τα παιδιά δεν δέχθηκαν καθοδήγηση παρά μόνο μία μοναδική σύσταση για έλεγχο πριν την παράδοση του φύλλου εργασίας τους είτε το είχαν συμπληρώσει σωστά είτε όχι. Στη συνέχεια, τους ζητήθηκε να σχεδιάσουν έναν οργανισμό της επιλογής τους (είτε φανταστικό ή υπαρκτό) μαζί με διαφορετικές γενεές απογόνων προκειμένου να δούμε τον τρόπο με τον οποίο θα απεικόνιζαν την κληροδότηση χαρακτηριστικών στους απογόνους.

Πίνακας 14. Απαντήσεις στα φύλλα εργασίας της ειδογέννεσης με τη συμβολή των μεταλλάξεων. Οι κλασματικοί δείκτες δηλώνουν τις σωστές τοποθετήσεις των οργανισμών.

	Σχήμα	Χρώμα	Ελεύθερο σχέδιο			
			Οργανισμός	Διαφορά	Αριθμός γονεϊκών οργανισμών	Αριθμός γενεών
M1	✓	✓	κουνέλι	πόδια (έχει/δεν έχει)	1	1
M2	$X_{1/2}$	✓	γάτα	μάτια, μύτη, ουρά,	1	1
M3	✓	✓	βάτραχος	τσουλούφι (έχει/δεν	2	2
M4	✓	✓	φανταστικό	βούλες	1	2
M5	✓	✓	πεταλούδα	χρώμα, πάχος	1	1
M6	✓	✓	πεταλούδα	ρίγες, βούλες	1	1
M7	✓	✓	σκύλος	ολόidia	1	1
M8	✓	✓	γάτα	χρώμα	1	1
M9	✓	✓	μαϊμού	γούνα (έχει/δεν έχει)	1	1
M10	✓	✓	πεταλούδα	χρώμα, βούλες	1	1
M11	✓	✓	πεταλούδα	χρώμα, βούλες	1	1
M12	✓	✓	ελέφαντας	προβοσκίδα	1	1
M13	✓	✓	κουκουβάγια	αυτιά. χρώμα	1	1
M14	✓	✓	σκύλος	ρίγες, βούλες, πόδια	1	2
M15	✓	✓	πεταλούδα	χρώμα	1	1
M16	✓	✓	σαρανταποδαρούσα πεταλούδα αλογάκι παναγίας αράχνη λιβελούλα	πόδια κεραίες, χρώμα, χρώμα πόδια χρώμα	1	1
M17	✓	✓	παπαγάλος	ρίγες (έχει/δεν έχει)	2	1
M18	✓	✓	πεταλούδα	χρώμα	1	1
M19	$X_{3/4}$	$X_{1/2}$	πεταλούδα	χρώμα, βούλες	2	1
M20	✓	✓	γάτα	ουρά, χρώμα	2	1
M21	✓	✓	πεταλούδα	χρώμα, σχέδιο		
M22	✓	✓	πεταλούδα	βούλες, κεραίες	2	1
M23	✓	✓	πεταλούδα	χρώμα, σχέδιο	1	1
M24	✓	$X_{1/2}$	πεταλούδα	χρώμα	1	2
M25	$X_{1/2}$	$X_{1/2}$	πεταλούδα	χρώμα	2	1
M26	✓	✓	πεταλούδα	χρώμα, βούλες	1	1
M27	✓	✓	πεταλούδα	χρώμα, σχέδιο	1	1
M28	✓	✓	παπαγάλος	νύχια (έχει/δεν έχει)	1	1
M29	$X_{1/2}$	✓	πεταλούδα	χρώμα	1	1

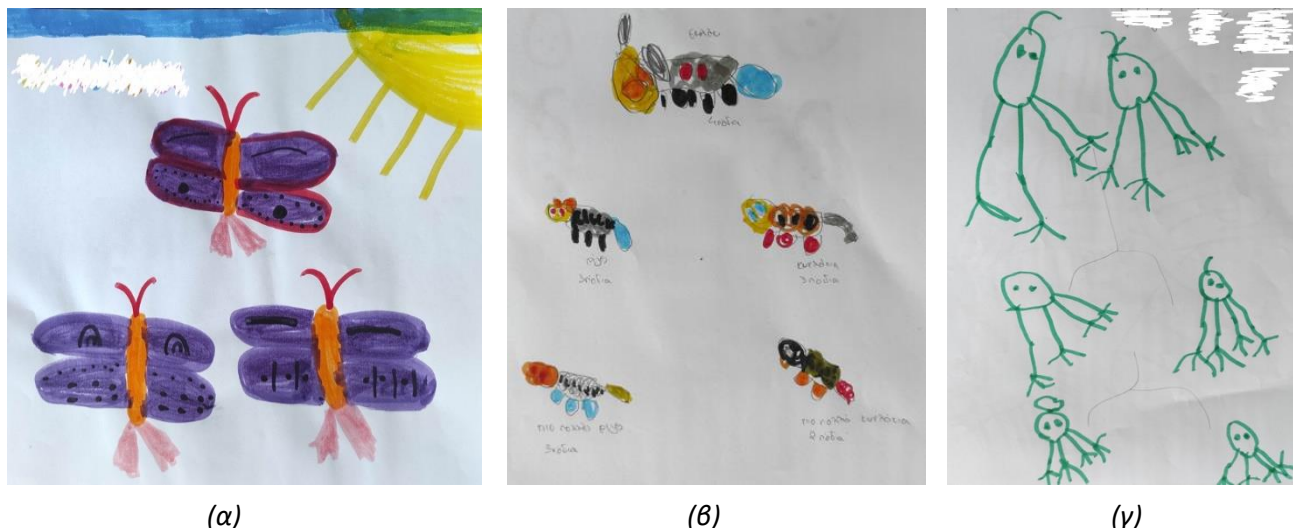
M30	$X_{1/2}$	✓	άνθρωπος	χρώμα μαλλιών	1	1
M31	$X_{3/4}$	✓	πεταλούδα	χρώμα, σχέδιο,	1	1
Σύνολο	25/31	28/31				

Από τα δεδομένα του Πίνακα 14 βλέπουμε ότι μεγάλη πλειοψηφία των νηπίων ανταπεξήλθε με επιτυχία στα φύλλα εργασίας. Συγκεκριμένα, είκοσι οκτώ μαθητές συμπλήρωσαν ολόσωστα (4/4) το φύλλο εργασίας στο οποίο η μετάλλαξη επηρέαζε το φαινότυπο του χρώματος του μικροοργανισμού και μόλις τρεις (3) λιγότεροι [$N=25$] εκείνο στο οποίο η μετάλλαξη επηρέαζε το φαινότυπο του σχήματος του μικροοργανισμού.

Επιπλέον, περισσότεροι από τους μισούς μαθητές [$N=17$] επέλεξαν την πεταλούδα ως οργανισμό για το ελεύθερο σχέδιο τους ορμώμενοι από τα παραδείγματα που είχαμε δουλέψει στην παρεούλα και σε ομάδες. Παρόλα αυτά, σημαντικός παραμένει και ο αριθμός εκείνων των μαθητών [$N=14$] που επέλεξαν διαφορετικούς οργανισμούς από το δικό μας παράδειγμα. Από το σύνολο των παιδιών, τα είκοσι πέντε (25) ξεκίνησαν με έναν γονεϊκό οργανισμό και μόλις τέσσερα (4) νήπια επί του συνόλου απεικόνισαν δύο διαδοχικές γενεές και την κληροδότηση χαρακτηριστικών από γενιά σε γενιά με συνοχή· αριθμός ιδιαίτερα χαμηλός.

Ωστόσο, όλοι οι μαθητές, με μία εξαίρεση [$N=30$], δεν σχεδίασαν απογόνους πανομοιότυπους με τους γονεϊκούς οργανισμούς. Η διαφορά στην οποία επικεντρώθηκαν περισσότερο ήταν το χρώμα [$N=21$] ως το πλέον οικείο και ακολουθεί η διαφορά που αφορά στο σχέδιο [$N=13$]. Σε αυτή περιλαμβάνεται η ύπαρξη ή μη ριγών/βουλών, η ύπαρξη λιγότερων ή περισσότερων, μεγαλύτερων ή μικρότερων ριγών/βουλών και λοιπών σχεδίων. Το εύρημα αυτό δεν μας εξέπληξε καθώς, όπως και στην περίπτωση της επιλογής της πεταλούδας, ήταν διαφορές στις οποίες είχαμε εστιάσει στα παραδείγματα που δουλέψαμε μαζί με τα παιδιά. Διαφορετικού τύπου φαινοτυπικές διαφορές αποτέλεσαν μεμονωμένες περιπτώσεις όπως φαίνεται στον Πίνακα 14.

Στην Εικόνα 4 βλέπουμε τρία παραδείγματα του ελεύθερου σχεδίου για την αναπαράσταση της κληροδότησης χαρακτηριστικών από γενιά σε γενιά. Στην Εικόνα 4α έχουμε την περίπτωση μιας πεταλούδας με μια γενιά απογόνων. Όλα τα χαρακτηριστικά παρέμειναν ίδια εκτός από τα σχέδια των φτερών όπου στη μία περίπτωση (δεξιά) οι ρίγες των άνω



Εικόνα 4. Ελεύθερο σχέδιο για την αναπαράσταση της κληροδότησης χαρακτηριστικών από γενιά σε γενιά: (α) πεταλούδα (ένας γονεϊκός οργανισμός) με μία γενιά απογόνων, (β) σκύλος (ένας γονεϊκός οργανισμός) με δύο γενεές απογόνων, (γ) βάτραχος (δύο γονεϊκοί οργανισμοί) με δύο γενεές απογόνων.

φτερών πάχυναν κι επεκτάθηκαν και στα κάτω ενώ στην άλλη (αριστερά), οι ρίγες των άνω φτερών άλλαξαν κλίση και αυξήθηκαν οι βούλες στα κάτω φτερά. Στην Εικόνα 4β έχουμε την περίπτωση ενός σκύλου με δύο γενεές απογόνων. Στη δεξιά διακλάδωση, οι απόγονοι διατηρούν τις βούλες του τριχώματος οι οποίες πληθαίνουν από γενιά σε γενιά ενώ στην αριστερή διακλάδωση, οι βούλες «αντικαθίστανται» από ρίγες οι οποίες πληθαίνουν από γενιά σε γενιά. Τέλος, στην Εικόνα 4γ, έχουμε την περίπτωση δύο γονεϊκών βατράχων με δύο γενεές απογόνων. Στην πρώτη γενιά, ο ένας απόγονος διατηρεί το χαρακτηριστικό «τσουλούφι» των γονέων ενώ ο άλλος το αποβάλλει. Στη δεύτερη γενιά απογόνων, το χαρακτηριστικό αυτό εξαλείφεται εντελώς.

15^η Δραστηριότητα

Η τελευταία δραστηριότητα του προγράμματος είχε ως στόχο να λειτουργήσει ως η τελική αποτίμηση αυτού, αξιολογώντας τις αποκτηθείσες γνώσεις των μαθητών μέσω ενός ειδικά σχεδιασμένου επιτραπέζιου παιχνιδιού. Για το σκοπό αυτό, θα εξετάσουμε μία προς μία τις ερωτήσεις που τέθηκαν στους μαθητές κατά τη διάρκεια του επιτραπέζιου παιχνιδιού με τις απαντήσεις τους.

Ορισμένες από τις ερωτήσεις μπορούν να θεωρηθούν κλειστού τύπου καθώς δεν απαιτούσαν περαιτέρω ανάλυση από τους μαθητές, όπως οι παρακάτω:

«Πώς λέγεται ο επιστήμονας που μελετά τα απολιθώματα;»

Παλαιοντολόγος	2/22	Πανταιολόγος	10/22	Επιτυχία: 54,5%²²
Παλαιολόγος	6/22	Δεν θυμάμαι	4/22	

«Τι είναι το ιχνοαπολίθωμα;»

Απολίθωμα πατημασιών	1/8	Ίχνη από απολίθωμα	3/8	Επιτυχία: 12,5%
Απολίθωμα	4/8			

«Τι είναι ένας φυσιολόγος;»

Μελετά φύση και έντομα	6/8	Μελετά πράγματα	1/8	Επιτυχία: 75,0%
Φυλάει τα έντομα	1/8			

«Μπορούν οι οργανισμοί του ίδιου είδους να έχουν διαφορετική εμφάνιση;»

Ναι	13/13	Όχι	0/13	Επιτυχία: 100,0%
-----	-------	-----	------	----------------------------

«Σε εποχή μεγάλου παγετώννα θα επιβιώσουν οι οργανισμοί που έχουν τρίχωμα ή αυτοί που δεν έχουν;»

Με τρίχωμα	7/7	Χωρίς τρίχωμα	0/7	Επιτυχία: 100,0%
------------	-----	---------------	-----	----------------------------

«Όταν γεννιέται ένας οργανισμός είναι πάντα ίδιος με τους γονείς του;»

Ναι	0/7	Όχι	7/7	Επιτυχία: 100,0%
-----	-----	-----	-----	----------------------------

²² Προσμετρήθηκαν οι απαντήσεις «πανταιολόγος» γιατί πρόκειται για απαλοιφή και μετάθεση φωνημάτων της λέξης «παλαιοντολόγος» η οποία ως πολυσύλλαβη, παρουσιάζει φωνολογική δυσκολία για τα νήπια.

«Ο Δαρβίνος είπε ότι τα είδη που υπάρχουν σήμερα είναι απόγονοι των ειδών που υπήρχαν παλαιότερα ή δημιουργήθηκαν από μόνα τους;»

Απόγονοι	7/8	Δημιουργία	1/8	Επιτυχία: 87,5%
----------	-----	------------	-----	---------------------------

«Το είδος που έχει το πλεονέκτημα να επιβιώσει στο περιβάλλον που ζει θα δώσει περισσότερους ή λιγότερους απογόνους;»

Περισσότερους	7/8	Λιγότερους	1/8	Επιτυχία: 87,5%
---------------	-----	------------	-----	---------------------------

«Έχουν όλα τα έντομα φτερά;»

Ναι	1/7	Όχι	6/7	Επιτυχία: 85,7%
-----	-----	-----	-----	---------------------------

«Είναι όλα τα έντομα ζώφια;»

Ναι	5/8	Όχι	3/8	Επιτυχία: 62,5%
-----	-----	-----	-----	---------------------------

«Έχουν όλα τα έντομα φτερά;»

Ναι	1/8	Όχι	7/8	Επιτυχία: 87,5%
-----	-----	-----	-----	---------------------------

«Το περιβάλλον στο οποίο ζει ένας οργανισμός, παίζει ρόλο στο αν αυτός ο οργανισμός θα επιβιώσει ή όχι;»

Ναι	12/13	Όχι	1/13	Επιτυχία: 92,3%
-----	-------	-----	------	---------------------------

Υπήρχαν κι ερωτήσεις οι οποίες είτε κατ' ανάγκη είτε προαιρετικά, επιδέχονταν περεταίρω ανάλυση όπως φαίνεται ακολούθως, με τις συνολικές απαντήσεις των μαθητών καταγεγραμμένες στους πίνακες κι εν συνεχεία την παράθεση αντιπροσωπευτικών παραθεμάτων ανάλυσης/αιτιολόγησης:

«Οι αράχνες είναι έντομα;»

Ναι	5/13	Όχι	8/13	Επιτυχία: 61,5%
-----	------	-----	------	---------------------------

M2: Όχι γιατί δεν έχουν έξι πόδια, έχουν οκτώ. Δεν έχουν κεραίες και δεν έχουν φτερά. Και το σώμα τους δεν χωρίζεται στα τρία, χωρίζεται στα δύο.

M24: Γιατί δεν πετάνε.

M31, M30: Δεν έχουν φτερά.

M26: Δεν έχουν φτερά και έχουν οκτώ πόδια.

M20: Επειδή δεν χωρίζονται στα τρία και δεν έχουν φτερά.

«Είναι όλα τα ζώφια έντομα;»

Ναι	6/8	Όχι	2/8	Επιτυχία: 75,0%
-----	-----	-----	-----	---------------------------

M6: [όχι] επειδή μερικά ζώφια δεν έχουν φτερά, δεν χωρίζεται το σώμα τους στα τρία, δεν έχουν έξι πόδια και δεν έχουν και κεραίες. Όπως οι αράχνες.

«Τι μας δείχνουν τα απολιθώματα;»

Σωστή απάντηση	5/8	Δεν θυμάμαι	3/8	Επιτυχία: 62,5%
----------------	-----	-------------	-----	---------------------------

M2: Τα απολιθώματα μας δείχνουν πώς είναι το σώμα ενός ζώου.

E: Τι ζώου;

M2: Που έχει πεθάνει, που έχει θαφτεί στο χώμα... τέτοια. Τους σκελετούς από δεινόσαυρους, από ζώα, από πεταλούδες που έχουμε σκάψει το χώμα και το βρήκαμε.

M12: Ζώα, δεινόσαυρους, από έντομα.

M4: Πληροφορίες.

Ε: Τι πληροφορίες;

M4: Τι έτρωγε, πού ζούσε... τέτοιες. Πως ήταν το ζώο.

«Οι οργανισμοί που υπάρχουν σήμερα, υπήρχαν και παλαιότερα;»

Ναι	5/14	Όχι	9/14	Επιτυχία: 64,3%
-----	------	-----	------	---------------------------

M3: Γιατί είχαν γεννηθεί πιο μπροστά από εμάς ή μπορεί ένα ζώο να έκανε ας πούμε πασχαλίτσες και να έζησαν περισσότερα χρόνια.

M20: Ναι και όχι. Επειδή μπορεί να υπάρχει από παλιά όπως οι σαύρες που είναι από παλιά. Μερικά ζώα είναι από παλιά και μερικά δεν είναι από παλιά.

«Τι πλεονέκτημα έχουν οι άσπρες πεταλούδες πάνω στον άσπρο κορμό του δέντρου;»

Καμουφλάζ	7/8	Λάθος/Δεν ξέρω	1/8	Επιτυχία: 87,5%
-----------	-----	----------------	-----	---------------------------

M16, M17, M19, M22, M21, M23, M28: Καμουφλάρονται.

Ε: Τι σημαίνει καμουφλάρονται;

M22: Γίνονται σαν αόρατοι.

Ε: Και αφού καμουφλάρονται τι καταφέρνουν και κάνουν;

M16: Επιβιώνουν.

Ε: Και αφού επιβιώνουν τι καταφέρνουν και κάνουν;

M16: Γεννάνε.

«Αν μοιράσουμε τους οργανισμούς ενός είδους σε δύο διαφορετικά περιβάλλοντα, θα εξελιχθούν με διαφορετικό τρόπο;»

Ναι	11/13	Όχι	2/13	Επιτυχία: 84,6%
-----	-------	-----	------	---------------------------

M3: Γιατί εκεί μπορεί να κάνει ζέστη ή κρύο και μπορεί να γεννηθεί ένα με πολλή γούνα ή καθόλου και μετά αυτό το παιδάκι που θα ζήσει θα κάνει και άλλα.

M4: Κάποια με τον ίδιο κάποιοι με διαφορετικό. Όπως με το άλογο και τη ζέβρα.

M23: Άμα για παράδειγμα βάζουμε χελώνες στην έρημο που δεν έχει καθόλου νερό, εκείνες μπορεί να είναι διαφορετικές ή μπορεί και να πεθάνουν.

M20: Και μπορεί να έχουμε υποθαλάσσια και σε ερήμους χελώνα άλλη.

«Πώς μπορεί να εξαφανιστεί ένα είδος;»

Περιβαλλοντικοί παράγοντες	11/13	Άλλο	2/13	Επιτυχία: 84,6%
-------------------------------	-------	------	------	---------------------------

M31: Να το φάει ένα άλλο είδος.

M20: Με την πλημμύρα και που το τρώνε τα ζώα.

M29: Να το εξαφανίσει ένας μάγος.

M30: Να χτυπηθεί από μια έκρηξη.

M16: Από μετεωρίτη, από φωτιά.

M23: Από μετεωρίτη επειδή οι δεινόσαυροι όλοι πέθαναν από μετεωρίτη.

Τέλος, υπήρχαν κάρτες οι οποίες αντί να θέτουν ερωτήσεις στα παιδιά, τα έφερναν αντιμέτωπα με ποικίλες περιβαλλοντικές μεταβολές κι εκείνα καλούνταν να εξετάσουν πώς αυτές θα επηρεάσουν ή όχι τον πληθυσμό τους. Τα αποτελέσματα αυτά συνοψίζονται στον Πίνακα ?.

Πίνακας?. Σύνοψη αποτελεσμάτων απαντήσεων των μαθητών στις κάρτες Περιβαλλοντικών Παραγόντων [ΠΠ].

Εντολή [ΠΠ]	Εκτέλεση εντολής		Παραδείγματα
	Σωστή	Λάθος	
Α. Αύξηση θηρευτών	13/13	0/13	<i>M25: Θα πεθάνουνε κάποια γιατί θα τα φάνε</i> <i>M4: Θα μειωθούν.</i>
Β. Αύξηση βλάστησης	7/7	0/7	<i>M12: Θα φάνε περισσότερο.</i> <i>E: Και τι θα πάθουν;</i> <i>M6: Θα επιβιώσουν.</i> <i>E: Και άρα;</i> <i>M6: Θα μπορούν να γεννήσουν και άλλους και θα είναι πολλοί.</i>
Γ. Παγετώνας	8/8	0/8	<i>M11: Δεν θα επιβιώσουν.</i> <i>M2: Θα παγώσουν δηλαδή και δεν θα έχουν γούνα να προστατευθούν από το κρύο.</i> <i>M9: Δε θα επιβιώσουν γιατί δεν έχουν γούνα.</i>
Δ. Πλημμύρα	10/13	3/13	<i>M2, M6: Όποιο δεν κολυμπάει θα πεθάνει αλλά εμάς όλα κολυμπάνε οπότε δεν έχουμε πρόβλημα.</i> <i>M27: Μπορούν (να επιβιώσουν) επειδή έχουν πτερύγια.</i>
Ε. Ανεμοθύελλα	7/7	7/7	<i>M30, M24, M31: Τίποτα.</i> <i>M29: Δεν θα πάθουν κάτι. Έτσι θα είναι.</i> <i>M26: Δεν κινδυνεύουν.</i>

Από τα δεδομένα του Πίνακα ? παρατηρούμε ότι οι μαθητές σημείωσαν απόλυτη επιτυχία σε τέσσερις (4) από τις πέντε (5) περιβαλλοντικές μεταβολές, κατανοώντας, εξηγώντας και τέλος, εκτελώντας τις κατάλληλες μεταβολές στον δικό τους πληθυσμό. Η απόκλιση προέκυψε στη συνθήκη της *πλημμύρας*, αν και το ποσοστό επιτυχίας παραμένει υψηλό (76,9%), διότι ορισμένοι μαθητές δεν αντιλήφθηκαν ότι οι οργανισμοί τους διέθεταν πτερύγια και κατ' επέκταση θα είχαν αυξημένες πιθανότητες επιβίωσης.

4. Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η εκπαίδευση για τη θεωρία της εξέλιξης, όπως έχουμε δει μέχρι τώρα, αποτελεί ένα μελανό σημείο της εκπαίδευσης γενικότερα. Σε ορισμένα αναλυτικά προγράμματα δεν συμπεριλαμβάνεται καθόλου ενώ στα ελληνικά, λαμβάνεται οριακά υπόψη· δεν αποτελεί μέρος οργανωμένης και συστηματικής διδασκαλίας. Σε έρευνα των Prinou κ.ά. (2011) έχει αποδειχθεί ότι η διδασκαλία της εξέλιξης στα ελληνικά σχολεία είναι ανεπαρκής. Ορισμένες φορές, μπορεί να παραλείπεται εξ ολοκλήρου. Ακόμη, όμως, και στα αναλυτικά προγράμματα των ανεπτυγμένων χωρών του δυτικού κόσμου, η εξέλιξη δεν αντιμετωπίζεται, όπως θα έπρεπε, ως συνεκτικός κρίκος της Βιολογίας αλλά και της επιστήμης γενικότερα. Σύμφωνα με τον Dodzhansky (1973) άλλωστε, «οι εξελικτικές ιδέες έχουν γίνει θεμελιώδεις πυλώνες της επιστήμης σε τέτοιο σημείο ώστε τίποτα στην επιστήμη δεν μπορεί να εξηγηθεί παρά μόνο υπό το φως της εξέλιξης» (Hermann, 2018: 2). Αντ' αυτού, η προσέγγισή της γίνεται πολύ αργά, συνήθως στις τελευταίες τάξεις φοίτησης, με λανθασμένο τρόπο, αναχρονιστικά εγχειρίδια, παλαιωμένες και προκατειλημμένες αντιλήψεις (Καμπουράκης, 2017; Carvalho & Assis, 2012).

Είναι, λοιπόν, αναγκαίο η εξέλιξη να αποτελεί βασικό συστατικό στοιχείο στην εκπαίδευση στις επιστήμες, ειδικά εφόσον είναι ένα θέμα που εγείρει έντονες συζητήσεις και προβληματισμούς. Επιπλέον, τονίσαμε ιδιαίτερα την ανάγκη η εκπαίδευση για την εξέλιξη να ξεκινάει από πολύ μικρότερες ηλικίες καθώς, έρευνες έχουν δείξει (Sbeglia & Beggrow, 2019; Nehm κ.ά., 2009) ότι φοιτητές, ακόμα και βιολογικών τμημάτων, δυσκολεύονται να κατανοήσουν και να αποδεχθούν την εξελικτική θεωρία έπειτα μάλιστα, από ειδική παρέμβαση. Ειδικότερα, η θέση την οποία θέλουμε να υποστηρίξουμε μέσα από την παρούσα έρευνα, είναι ότι η εκπαίδευση για την εξέλιξη πρέπει και οφείλει να ξεκινάει από τη βαθμίδα του νηπιαγωγείου και να δείξουμε ότι κάτι τέτοιο είναι απολύτως εφικτό.

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της έρευνας μας, στηρίχθηκε σε δύο βασικά σημεία της άποψης του Hermann (2011): η εκπαίδευση για την εξέλιξη πρέπει να στοχεύει στη διδασκαλία (α) θεμελιωδών εξελικτικών εννοιών και, (β) δεξιοτήτων και διαδικασιών. Για το σκοπό αυτό διατυπώσαμε τέσσερα (4) βασικά ερευνητικά ερωτήματα (όπως

παρουσιάστηκαν στην ενότητα 2.1.1), τις απαντήσεις στα οποία παρουσιάσουμε και θα σχολιάσουμε ακολούθως.

1^ο Ερευνητικό ερώτημα

Η πρώτη θεμελιώδης εξελικτική έννοια την οποία θέλαμε να προσεγγίσουμε, καθώς θεωρούμε ότι αποτελεί το επίκεντρο της εξελικτικής θεωρίας, ήταν αυτή της *ποικιλομορφίας*, μέσω του εντοπισμού, της παρατήρησης και της μελέτης ομοιοτήτων και διαφορών μεταξύ των οργανισμών· πρακτική η οποία θεωρείται καθοριστικής σημασίας από τον Waldron και τους συνεργάτες του (2009) και την οποία εφαρμόσαμε καθ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος, με ιδιαίτερη έμφαση στην πρώτη και τρίτη εβδομάδα.

Πράγματι, οι μαθητές ήρθαν αντιμέτωποι με διαδικασίες εντοπισμού, παρατήρησης και μελέτης ομοιοτήτων και διαφορών μεταξύ οργανισμών, από την αρχή μέχρι το τέλος της παρέμβασης, τόσο στο πλαίσιο των οργανωμένων δραστηριοτήτων του προγράμματος, όσο και σε ελεύθερο πλαίσιο εντός κι εκτός σχολικής τάξης (ελεύθερες δραστηριότητες στις γωνιές, διάλλειμα στην αυλή, περίπατοι, κλπ.).

Από την πρώτη κιόλας δραστηριότητα στην οποία κλήθηκαν τα παιδιά να παρατηρήσουν οργανισμούς κι ενθαρρύνθηκαν να προσέξουν λεπτομέρειες με τη βοήθεια, μάλιστα, οργανωμένου φύλλου παρατήρησης, εκδηλώθηκε μια βελτίωση στην απόδοση τους σε σχέση με τη διαγνωστική φάση των συνεντεύξεων. Στις περισσότερες ερωτήσεις της διαγνωστικής φάσης, σχεδόν οι μισοί, κατά ανώτατο όριο, μαθητές ήταν σε θέση να εντοπίζουν ομοιότητες και διαφορές μεταξύ οργανισμών. Καθώς προχωρούσαμε, όμως, στη διεξαγωγή του προγράμματος, το όριο αυτό ήταν κατ' ελάχιστο και σε περιορισμένες περιπτώσεις. Φτάσαμε μάλιστα στο σημείο, οι μαθητές να χρησιμοποιούν τέτοιου είδους παρατηρήσεις ως τεκμήρια προκειμένου να υποστηρίξουν τη θέση τους όταν για παράδειγμα, προσπαθούσαν να εντοπίσουν τους οργανισμούς στους οποίους ανήκαν τα απολιθώματα ή να ταξινομήσουν άγνωστους για αυτά οργανισμούς.

Επιπρόσθετα, οι μαθητές επέλεξαν να εντάξουν στις μουσειακές τους συλλογές, μια συλλογή πεταλούδων κι αιτιολόγησαν την επιλογή τους αυτή βασισμένοι στο γεγονός ότι οι πεταλούδες απαντώνται με ποικίλους χαρακτήρες («δεν είναι όλες ίδιες», «έχουν διαφορετικά χρώματα», «κάποιες έχουν μεγάλα φτερά και κάποιες μικρά», «έχουν πολλά

και διαφορετικά σχέδια», «υπάρχουν πολλά είδη πεταλούδας») κι επομένως, θα είχαν μια «πολύ μεγάλη και διαφορετική συλλογή που όλη όμως θα είναι πεταλούδες» όπως ανέφεραν οι ίδιοι.

Τέλος, στην περίπτωση του ελεύθερου σχεδίου της αναπαράστασης διαφορετικών γενεών, όλοι οι μαθητές (με μία μοναδική εξαίρεση) σχεδίασαν διαφοροποιημένους απογόνους από τους γονεϊκούς οργανισμούς ως προς έναν ή περισσότερους χαρακτήρες.

Τα παραπάνω τεκμήρια, σε συνδυασμό με την επίδοση των μαθητών στο επιτραπέζιο παιχνίδι στο τέλος του προγράμματος όπου σημείωσαν 100% επιτυχία στις ερωτήσεις «Μπορούν οι οργανισμοί του ίδιου είδους να έχουν διαφορετική εμφάνιση;» και «Όταν γεννιέται ένας οργανισμός είναι πάντα ίδιος με τους γονείς του;», μπορούν να υποστηρίξουν τη θέση ότι οι μαθητές, με το πέρας του προγράμματος, είναι σε θέση να αντιληφθούν την ποικιλομορφία εντός του πληθυσμού ενός είδους, ως θετική απάντηση στο πρώτο ερευνητικό ερώτημα.

2^ο Ερευνητικό ερώτημα

Η δεύτερη θεμελιώδης έννοια που θέλαμε να προσεγγίσουμε ήταν αυτή της *προσαρμογής* (ως διαδικασία). Θεωρούμε τη συγκεκριμένη έννοια άκρως σημαντική διότι δεν είναι εφικτό να κατανοήσει κανείς τη θεωρία της εξέλιξης και τον μηχανισμό της φυσικής επιλογής αν δεν έχει κατανοήσει την έννοια της προσαρμογής. Η άποψη αυτή υποστηρίζεται από τον Καμπουράκη (2013) ο οποίος, ωστόσο, θεωρεί ότι η έννοια της προσαρμογής δεν θα έπρεπε να εισάγεται από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Αντίθετα, οι Hogge και Kover (2017) συμπεριέλαβαν και υποστήριξαν την προσαρμογή των οργανισμών μέσω του μηχανισμού της φυσικής επιλογής ως θεματική στο σχεδιασμό τους, για τις τελευταίες τάξεις του δημοτικού.

Εμείς θέλαμε να πάμε ένα βήμα παραπέρα, υποστηρίζοντας την προσέγγιση της έννοιας της προσαρμογής από το νηπιαγωγείο. Πράγματι, τα δεδομένα της έρευνάς μας είναι υπέρ του δέοντος ενθαρρυντικά καθώς, όπως αποδείχθηκε, οι μαθητές ήταν σε θέση και να κατανοήσουν αλλά και να εξηγήσουν την έννοια της προσαρμογής.

Η παραπάνω θέση υποστηρίζεται από τα ευρήματα της επίδοσης των μαθητών στο παιχνίδι προσομοίωσης του φαινομένου του βιομηχανικού μελανισμού στο οποίο σχεδόν οι μισοί

μαθητές σημείωσαν επιτυχία σε όλες τις παραμέτρους. Ειδικότερα, η μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών αιτιολόγησαν σωστά τη δήλωσή τους σχετικά με το ποιες νυχτοπεταλούδες θα επιβιώσουν και ποιες όχι και σχεδόν οι μισοί ήταν σε θέση να εξηγήσουν τη μεταβολή του εκάστοτε πληθυσμού.

Τα ευρήματα από τη βιωματική προσέγγιση του παραδείγματος των σπίνων, έρχονται επίσης να υποστηρίξουν τη θέση μας καθώς, η συντριπτική πλειοψηφία των παιδιών ήταν σε θέση να εξηγήσει τη μεταβολή των πληθυσμών των εκάστοτε σπίνων τόσο στην περίπτωση που είχαν διαθέσιμη (κατάλληλη) τροφή όσο και στην αντίθετη. Μεγάλος αριθμός παιδιών ήταν επίσης, σε θέση να παρέχει ολοκληρωμένη εξήγηση και στην περίπτωση της συμβίωσης δύο διαφορετικών ειδών σπίνων στο ίδιο περιβάλλον.

Τέλος, να αναφέρουμε ότι έντεκα (11) από τις ερωτήσεις του τελικού επιτραπέζιου παιχνιδιού στόχευαν στη διερεύνηση της κατανόησης των μαθητών αναφορικά με την έννοια της προσαρμογής. Σε αυτές, οι μαθητές σημείωσαν ποσοστά επιτυχίας που κυμαίνονταν από 84,6% έως 100%.

Βάση όλων των παραπάνω τεκμηρίων, μπορούμε να υποστηρίξουμε τη θετική μας απάντηση στο δεύτερο ερευνητικό ερώτημα.

3^ο Ερευνητικό ερώτημα

Η τελευταία θεμελιώδης εξελικτική έννοια στην οποία θέλαμε να επικεντρωθούμε ήταν αυτή της *ειδογένεσης* καθώς σχετίζεται άμεσα με τις δύο προαναφερθείσες. Η ειδογένεση αποτέλεσε έναν εκ των προτεινόμενων θεματικών αξόνων των Hogge και Kover (2017) για μαθητές Ε' Δημοτικού αλλά και του αναλυτικού προγράμματος σπουδών της Νέας Ζηλανδίας (2007) για το νηπιαγωγείο και τις πρώτες τάξεις του δημοτικού, σύμφωνα με τους Cambell και Otrell-Cass (2011). Θεωρήσαμε, λοιπόν, απαραίτητο να την εντάξουμε στο πρόγραμμα, ειδικά εφόσον έχουν προηγουμένως συμπεριληφθεί οι έννοιες της *ποικιλομορφίας* και της *προσαρμογής*, για να εξετάσουμε εάν οι μαθητές μπορούσαν να την κατανοήσουν και να την εξηγήσουν.

Αρχικά, το θετικό εύρημα του δεύτερου ερευνητικού ερωτήματος είναι ταυτόχρονα και τεκμήριο για να υποστηρίξει τη θέση ότι οι μαθητές κατανόησαν και μπόρεσαν να εξηγήσουν τη διαδικασία της ειδογένεσης. Όντας σε θέση να κατανοήσουν και να εξηγήσουν την

έννοια της προσαρμογής, οι μαθητές απέκτησαν μια καλή βάση για να προχωρήσουν και να κατανοήσουν τη διαδικασία δημιουργίας νέων ειδών, όπως φάνηκε και από τις συζητήσεις στην παρεούλα. Επιπλέον, τεκμήριο αποτελεί και η εξαιρετική επίδοσή τους στα φύλλα εργασίας της κληροδότησης η οποία υποδηλώνει την κατανόησή τους για το πώς οι διάφοροι χαρακτήρες περνάνε από γενιά σε γενιά οδηγώντας, με την πάροδο του χρόνου, στην εμφάνιση νέων ειδών. Ιδίως, όμως επιβεβαιώνεται με το ελεύθερο σχέδιο όπου οι μαθητές απεικόνισαν στο χαρτί από το μηδέν τον τρόπο σκέψης τους, αποτυπώνοντας την κατανόησή τους την οποία ήταν και σε θέση να εξηγήσουν παρουσιάζοντας το σκίτσο τους στην παρεούλα. Τέλος, σε ερώτηση στο τελικό επιτραπέζιο παιχνίδι σχετικά με το εάν οι σύγχρονοι οργανισμοί υπήρχαν και στο παρελθόν, σημείωσαν 64,3% επιτυχία ενώ, στην ερώτηση αναφορικά με το εάν τα σύγχρονα είδη είναι απόγονοι παλαιότερων ειδών, σημείωσαν ποσοστό επιτυχίας 87,5%, ενισχύοντας ακόμα περισσότερο τη θέση μας ότι οι μαθητές μπόρεσαν να κατανοήσουν τη διαδικασία της ειδογένεσης.

4^ο Ερευνητικό ερώτημα

Όπως αναφέραμε και στην αρχή της συζήτησης, πέρα από την προσέγγιση θεμελιωδών εξελικτικών εννοιών, βασικός μας σκοπός ήταν και η ανάπτυξη κι εφαρμογή βασικών (επιστημονικών) δεξιοτήτων και διαδικασιών. Οι μαθητές, από την πρώτη μέχρι και την τελευταία στιγμή του προγράμματος, είχαν σχετικά ερεθίσματα, ερχόντουσαν αντιμέτωποι με καταστάσεις στις οποίες έπρεπε να εφαρμόσουν τις εν λόγω δεξιότητες και διαδικασίες κι ενθαρρύνονταν συνεχώς γι' αυτό, ιδίως κατά τη διάρκεια των ελεύθερων δραστηριοτήτων και του διαλείμματος.

Η κυριότερη δεξιότητα στην οποία επικεντρωθήκαμε ήταν αυτή της παρατήρησης καθώς απαραίτητη και για την κατανόηση της έννοιας της ποικιλομορφίας όπως προαναφέρθηκε. Πέραν, όμως, από την παρατήρηση, οι μαθητές ασκήθηκαν και στην ταξινόμηση την οποία εφάρμοζαν αυθόρμητα σε όλη τη διάρκεια του προγράμματος για κάθε νέο οργανισμό που εντόπιζαν και συνέλλεγαν για μελέτη, αξιοποιώντας τα κατάλληλα κριτήρια, δίχως να χρειαστεί να ρωτήσουν την ερευνήτρια.

Από τα πιο ενθαρρυντικά δεδομένα σε ό,τι αφορά τις δεξιότητες και τις διαδικασίες ήταν η επιθυμία και ο ενθουσιασμός των παιδιών να εργαστούν ως επιστήμονες κατά τη διάρκεια

του διαλείμματος. Πιο συγκεκριμένα, σε όλα τα διαλείμματα ανεξαιρέτως, οι μαθητές μετέφεραν με προσοχή τον κατάλληλο εξοπλισμό του εργαστηρίου έξω στην αυλή, τον χρησιμοποιούσαν μεθοδικά προκειμένου να συλλέξουν ζώδια, τα μετέφεραν πίσω στο εργαστήριο για παρατήρηση και μελέτη, συμπλήρωναν γι' αυτά κάρτες παρατήρησης, τα ταξινομούσαν, διατύπωναν απορίες, έψαχναν για απαντήσεις και τέλος, τα παρουσίαζαν στην ομάδα.

Εξίσου ενθαρρυντικά, ωστόσο, είναι και τα δεδομένα από την εργασία των μαθητών εντός της σχολικής τάξης, ιδιαίτερα κατά την ενασχόλησή τους με τα απολιθώματα. Όπως φάνηκε από τις σχάρες παρατήρησης, οι μαθητές ανταποκρίθηκαν στο ρόλο του επιστήμονα εφαρμόζοντας στην πράξη τόσο δεξιότητες όπως η παρατήρηση, η διατύπωση υποθέσεων και η αιτιολόγηση επιλογών και δεδομένων όσο και διαδικασίες όπως η σωστή χρήση κατάλληλου εξοπλισμού, η ακολουθία οδηγιών και η βιβλιογραφική έρευνα.

Επομένως, σε ό,τι αφορά το τελευταίο ερευνητικό ερώτημα, μπορούμε να πούμε ότι οι μαθητές μπόρεσαν να εφαρμόσουν (επιστημονικές) δεξιότητες και διαδικασίες και μάλιστα σε βαθμό που ξεπέρασε τις προσδοκίες μας.

Γενική Συζήτηση και Περιορισμοί Έρευνας

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας είναι πάρα πολύ ενθαρρυντικά για τη θέση μας ότι η προσέγγιση θεμελιωδών εννοιών της εξελικτικής βιολογίας είναι εφικτή στη βαθμίδα του νηπιαγωγείου. Ωστόσο, αφορούν σε περιορισμένο δείγμα μαθητών και σε καμία περίπτωση δεν μπορούν να γενικευθούν στον ευρύ πληθυσμό.

Η χρονική ακολουθία στην προσέγγιση των τριών θεμελιωδών εξελικτικών εννοιών δεν ήταν τυχαία. Θεωρούμε ότι κάθε μία από αυτές λειτούργησε ως σκαλοπάτι στο οποίο μπορούσαν οι μαθητές να στηριχθούν για την κατανόηση της επόμενης. Δεν μπορεί κανείς να κατανοήσει τη διαδικασία της προσαρμογής αν δεν έχει πρωτύτερα κατακτήσει την έννοια της ποικιλομορφίας και, δεν μπορεί να αντιληφθεί και να εξηγήσει την έννοια της ειδογένεσης αν δεν έχει κατακτήσει τις δύο προηγούμενες έννοιες. Άλλωστε, οι Duschl κ.ά. (2007) υποστηρίζουν ότι τέτοιου είδους περίπλοκες και πιο αφηρημένες έννοιες, όπως αυτές της εξελικτικής βιολογίας, πρέπει να χτίζονται σταδιακά, στηριζόμενες σε προηγούμενες κατακτηθείσες γνώσεις (Waldron κ.ά., 2009:459).

Ωστόσο, αυτή είναι η προσωπική μας θέση. Το κατά πόσο η συγκεκριμένη ακολουθία προσέγγισης είναι η ιδανικότερη ή/και συνέβαλε στα θετικά αποτελέσματα χρειάζεται περεταίρω διερεύνηση καθώς δεν αποτελούσε το αντικείμενο μελέτης της παρούσας έρευνας. Γενικότερα, οι θεματικές που επιλέχθηκαν για το πρόγραμμα και η σειρά με την οποία υλοποιήθηκαν αποτελούν μια πρόταση βάση της βιβλιογραφίας και του αναπτυξιακού επιπέδου των μαθητών του νηπιαγωγείου. Αυτό δεν σημαίνει ότι είναι η μοναδική ή η καταλληλότερη. Βέβαια, τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτή είναι ενθαρρυντικά πέραν των προσδοκιών μας επομένως, θα μπορούσαμε, ίσως, να πούμε ότι βαδίζουμε στη σωστή κατεύθυνση σχετικά με την εκπαίδευση για την εξέλιξη στο νηπιαγωγείο.

Παρόλα αυτά, ένα μεγάλο, κατά την άποψη μας, μειονέκτημα της παρούσας έρευνας είναι το γεγονός ότι δεν υπήρξε το χρονικό περιθώριο για μεταγνωστικό έλεγχο. Κατά τον αρχικό μας σχεδιασμό, σκοπεύαμε να προβούμε σε επανέλεγχο με τη μορφή του επιτραπέζιου παιχνιδιού, δύο μήνες μετά το πέρας του προγράμματος προκειμένου να ελέγξουμε κατά πόσο οι νεοαποκτηθείσες γνώσεις είχαν διατηρηθεί. Ωστόσο, οι χρονικοί περιορισμοί της δια ζώσης διδασκαλίας καθ' όλη τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς λόγω της πανδημίας του SARS-CoV-2 (COVID 19), δεν κατέστησαν εφικτό αυτό το σχέδιο.

Βιβλιογραφία

- Ariew A. (2003). Ernst Mayr's 'Ultimate/Proximate' distinction reconsidered and reconstructed. *Biology and Philosophy*, vol.18, pp.553–565.
- Beggrow, P.E. & Sbeglia, C.G (2019). Do disciplinary contexts impact the learning of evolution? Assessing knowledge and misconceptions in anthropology and biology students. *Evolution: Education and Outreach*, 12:1. <https://doi.org/10.1186/s12052-018-0094-6>
- Cambell, A. & Otrell-Cass, K. (2011). Teaching Evolution in New Zealand's Schools- Reviewing Changes in the New Zealand Science Curriculum. *Research in Science Education*, 41, pp.441-451. DOI 10.1007/s11165-010-9173-6
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., Jackson. R.B. (2010). *Βιολογία Τόμος II: Μηχανισμοί της Εξέλιξης – Εξελικτική Ιστορία της Βιολογικής Ποικιλότητας*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Carvalho, S. & Assis, S. (2012). Evolutionism and the Teaching of Science: How Portugal Has Been "Playing with the Big Tree of Evolution". *Evolution: Education and Outreach*, 5, pp. 445-452. DOI 10.1007/s12052-012-0437-7
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2008). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Cole, M. & Cole, R. S. (2011). *Η ανάπτυξη των παιδιών*. Αθήνα: Τυπωθήτω.
- Coley, D. J. & Tanner, D. K. (2012). Common Origins of Diverse Misconceptions: Cognitive Principles and the Development of Biology Thinking. *Life Sciences Education*, vol.11, pp. 209-215. DOI: 10.1187/cbe.12-06-0074
- D'Ambrosio, M., Bizzo, N. & Santos, S. F., (2018). Difficulties in teaching evolution due to the influence of teleology. *Filosofia e História da Biologia*, vol.13, n. 2, pp. 191-206.
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in biology makes sense except in the light of Evolution. *The American Biology Teacher*, vol.35, pp.125-129.
- Diamond, J. & Evans, E.M. (2007). Museums Teach Evolution. *Evolution*, 61-6, pp. 1500-1506. DOI 10.1111/j.1558-5646.2007.00121.x
- Duschl, R. A. & Grady, R. E. (2008). *Teaching scientific inquiry. Recommendations for research and implementation*. Rotterdam: Sense publishers.
- Elliott, N. S., Kratochwill R. T., Littlefield-Cook, J. & Travers, F. J. (2008). *Εκπαιδευτική Ψυχολογία*. Αθήνα: Gutenberg.
- Fine, G. A. & Sandstrom, K. L. (1988). *Knowing Children: Participant Observation with Minors. Qualitative Research Method Series 15*. Beverly Hills: Sage Publications.
- Galli, G. L., Perez, G. & Galindo, G. A. (2020). The self-regulation of teleological thinking in natural selection learning. *Evolution: Education and Outreach*, 13:6. <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00120-0>

- Gelman, A. S. & Rhodes, M. (2012). "Two-thousand tears of stasis": how psychological essentialism impedes evolutionary understanding. In Sinatra, M. G., Evans, M., Brem, K. S. & Rosengren, S. K. (Eds.), *Evolution Challenges: Integrating Research and Practice in Teaching and Learning about Evolution* (pp.3-21), New York, Oxford University Press.
- Gelman, A. S. (2003). *The essential child: Origins of essentialism in everyday thought*. New York, Oxford University Press.
- Gregory, R. T. (2009). Understanding Natural Selection: Essential Concepts and Common Misconceptions. *Evolution: Education & Outreach*, 2, pp.156–175. DOI 10.1007/s12052-009-0128-1
- Hermann, R. S. (2018). Preservice elementary teachers' willingness to specialize in science and views on evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 11:7, <https://doi.org/10.1186/s12052-018-0081-y>
- Hermann, R. S. (2011). Breaking the Cycle of Evolution Education Controversy: On the Need to Strengthen Elementary Level Teaching of Evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 4, pp. 267-274. DOI 10.1007/s12052-011-0325-6
- Hickman C, Roberts L, Keen S, Larson A, L'Anson H. (2008). *Integrated principles of zoology*. Boston: McGraw-Hill.
- Jensesn, S. M. & Finley, N. F. (1995). Teaching Evolution Using Historical Arguments in a Conceptual Change Strategy. *Science Education*, 79 (2), pp.147-166. 0036-8326/95/020 147-20
- Κάλφας, Β. (2015). *Η φιλοσοφία του Αριστοτέλη*. Ανακτήθηκε 12 Ιουλίου, 2021 από: kallipos.gr
- Καμπουράκης, Κ. (2017). *Κατανοώντας την εξέλιξη*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
- Kampourakis, K., (2020). Students' "teleological misconceptions" in evolution education: why the underlying design stance, not teleology per se, is the problem. *Evolution: Education and Outreach*, 13:1. <https://doi.org/10.1186/s12052-019-0116-z>
- Kampourakis, K., (2013). Teaching About Adaptation: Why Evolutionary History Matters. *Science & Education*, 22, pp.173-188. DOI 10.1007/s11191-011-9363-2
- Kattmann, U. & Van Dijk, E.M. (2009). Teaching Evolution with Historic Narratives. *Evolution: Education and Outreach*, 2, pp.479-489. DOI 10.1007/s12052-009-0127-2
- Kelemen, D.A. & Emmons, N.A. (2015). Young children's acceptance of within species variation: Implications for essentialism and teaching evolution. *Journal of Experimental Child Psychology*, 139, pp.148-160. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2015.05.011>
- Kelemen, D. (2012). Teleological Minds: How Natural Intuitions About Agency and Purpose Influence Learning About Evolution. In Sinatra, M. G., Evans, M., Brem, K. S. & Rosengren, S. K. (Eds.), *Evolution Challenges: Integrating Research and Practice in Teaching and Learning about Evolution* (pp.66-88), New York, Oxford University Press.

- Kelemen, D. (1999). The scope of teleological thinking in preschool children. *Cognition*, vol.70, pp.241-272. S0010-0277(99)00010-4
- Kong, Y., Thawani, A., Anderson, T. & Pelaez, N. (2017). A Model of the Use of Evolutionary Trees (MUET) to Inform K-14 Biology Education. *The American Biology Teacher*, Vol.79 (No2), pp.81-90. DOI: <https://doi.org/10.1525/abt.2017.79.2.81>.
- Kover X. P. & Hogge S. E (2017). Engaging with primary schools: Supporting the delivery of the new curriculum in evolution and inheritance. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 70, pp.65-72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.semcdb.2017.06.023>
- Lennox J. (1993). Darwin was a teleologist. *Biology and Philosophy*, vol.8, pp.409-421.
- Lombrozo, T., Thanukos, A. & Weisberg, M. (2008). The Importance of Understanding the Nature of Science for Accepting Evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 1, pp.290-298. DOI 10.1007/s12052-008-0061-8
- Marcelos, M.F. & Nagem, R.L. (2010). Comparative Structural Models of Similarities and Differences between Vehicle and Target in Order to Teach Darwinian Evolution. *Science and Education*, 19, pp. 599-623. DOI 10.1007/s11191-009- 9218-2
- Mayr, E. (1961). *Cause and effect in biology*. Science, vol.134, pp.1501–1506.
- Meisel, P. R. (2010). Teaching Tree-Thinking to Undergraduate Biology Students. *Evolution: Education and Outreach*, 3, pp.621-628, <https://doi.org/10.1007/s12052-010-0254-9>
- Nadelson, L., Culp, R., Bunn, S., Burkhart, R., Shetlar, R., Nixon, K. & Waldron, J. (2009). Teaching Evolution Concepts to Early Elementary School Students. *Evolution: Education and Outreach*, 2, pp. 458-473. DOI 10.1007/s12052-009-0148-x
- Nehm, H. R., Kim, Y. S. & Sheppard, K. (2009). Academic Preparation in Biology and Advocacy for Teaching Evolution: Biology Versus Non-Biology Teachers. *Science Education*, 93, pp.1122-1146. DOI 10.1002/sce.20340
- Nelson, C.E., Scharmann, L.C., Beard, J. & Flamer, L.I. (2019). The nature of science as a foundation for fostering a better understanding of evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 12:6. <https://doi.org/10.1186/s12052-019-0100-7>
- Ojalehto, B., Waxman, R. S. & Medin, L. D. (2013). Teleological reasoning about nature: intentional design or relational perspectives?. *Trends in Cognitive Sciences*, vol.17, No4, pp.166-171. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2013.02.006>
- Pickering, J., Fawcett, L. & Munstermann, L. (2012). An Alternative Approach: Teaching Evolution in a Natural History Museum Through the Topic of Vector-Borne Disease. *Evolution: Education and Outreach*, 5, pp. 62-67. DOI 10.1007/s12052-012-0398-x
- Sinatra, G.M., Brem, S.K. & Evans, E.M. (2008). Changing Minds? Implications of Conceptual Change for Teaching and Learning about Biological Evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 1, pp. 189-195. DOI 10.1007/s12052-008-0037-8
- Solinas, M. (2015). *From Aristotle's teleology to Darwin's genealogy: The stamp of inutility*. New York: Palgrave Macmillan.
- Thanukos, A., (2009). How the Adaptation Got its Start. *Evolution: Education and Outreach*, 2, pp.612-616. DOI 10.1007/s12052-009-0170-z

Trommler, F., Gresch, H. & Hammann, M. (2017). Students' reasons for preferring teleological explanations. *International Journal of Science Education*, 40:2, pp.159-187. DOI: 10.1080/09500693.2017.1404658

Wilkins, J. S. (2013). Essentialism in Biology. In Kampourakis, K. (Eds), *The Philosophy of Biology: A Companion for Educators*. Dordrecht: Springer, 395-420.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Οδηγός ημιδομημένων συνεντεύξεων

Οι ερωτήσεις στηρίχθηκαν στο βιβλίο «Τι Είδαν οι Δεινόσαυροι – Η Ζωή στη Γη πριν από τον Άνθρωπο» που κυκλοφορεί από τις εκδόσεις Μεταίχμιο.

1. Η Γη στην οποία ζούμε υπήρχε από πάντα; Ήταν ολόδια όπως είναι σήμερα ή διαφορετική; Τι υπήρχε πιο πριν; [σελ. 2-3]
2. Τι πιστεύεις ότι είναι αυτά που φαίνονται εδώ; Μοιάζουν με κάποια ζώα που ξέρεις; Έχεις δει κάποιο από αυτά από κοντά; Γιατί; [σελ. 9]
3. Αυτά εδώ τι πιστεύεις ότι είναι; Σε τι διαφέρουν από τα προηγούμενα που είδαμε; (Απ. Μάτια)[σελ. 10]
4. Σου θυμίζει κάποιο/-α από αυτά τα ζώα κάποιο που γνωρίζεις ή έχεις δει; (Απ. Καρχαρίας) [σελ. 12-13]
5. Σε τι μοιάζει και σε τι διαφέρει το τετράποδο από το ψάρι; (Απ. Άκρα) [σελ. 16]
6. Αυτά εδώ τα τρία έντομα τι είναι; (Απ. Μύγες). Είναι όλες ίδιες μεταξύ τους; Σε τι διαφέρουν; [σελ. 25]
7. Αυτό το ζώο σου θυμίζει κάποιο που γνωρίζεις; (Απ. Κροκόδειλος) Γιατί στο θυμίζει; Ποιο/-α κοινό/-ά χαρακτηριστικό/-ά έχει; [σελ. 26]
8. Εδώ βλέπουμε το σκελετό ενός αλόσαυρου κι ενός στεγόσαυρου. Είναι ίδιοι; Υπάρχουν διαφορές; Γιατί; [σελ. 36]
9. Εοζοστρόδον – Δοκόδον – Αλφάδον: Σου θυμίζουν κάποιο/-α ζώο/-α που ξέρεις; (Απ. Ποντίκι) Γιατί; Τι έχουν κοινό; [σελ. 40-41]
10. Σε αυτές τις σελίδες βλέπουμε αρκετά ζώα (πρωτεύοντα). Αν έπρεπε να τα χωρίσουμε σε οικογένειες, ποια ζώα θα έβαζες μαζί στην ίδια οικογένεια; Γιατί; [σελ. 52-53]

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα

1^η Εβδομάδα - Ποικιλομορφία

1^η Δραστηριότητα – Ποιος ήταν ο Δαρβίνος;

Θέμα: Η ζωή και το έργο του Δαρβίνου.

Στόχος: Επαφή με το έργο του Δαρβίνου και κατανόηση του ρόλου του φυσιοδίφη.

Περιγραφή: Προβολή του βίντεο «Darwin On the Origin of Species». Συζήτηση παράλληλα και μετά την προβολή του βίντεο για το έργο του Δαρβίνου, ερωτήσεις, απορίες, πιθανή κατασκευή αραχνογράμματος και γνωστοποίηση στα παιδιά του προγράμματος · θα κάνουμε ένα ταξίδι όπως ο Δαρβίνος, θα ακολουθήσουμε τα χνάρια του και θα φέρουμε εις πέρας ορισμένες αποστολές και στο τέλος θα μας απονεμηθεί το δίπλωμα του φυσιοδίφη.

Αξιολόγηση: Ερωτήσεις, σχόλια, απορίες, ιδέες παιδιών (ηχογράφηση συζήτησης στην παρεούλα), αραχνόγραμμα.

2^η Δραστηριότητα – Ανακαλύπτοντας ζωύφια

Θέμα: Παρατήρηση ζωυφίων.

Στόχος: Παρατήρηση μορφολογικών χαρακτηριστικών στοιχείων.

Περιγραφή: Τα παιδιά ξεκινούν την εξερεύνησή τους για να ανακαλύψουν διάφορα είδη ζωυφίων (τα οποία είναι κρυμμένα στην τάξη). Τα συλλέγουν και τα παρατηρούν σε ομάδες, κατονομάζοντας όσα περισσότερα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους μπορούν. Έπειτα, για κάθε ζωύφιο που ανακάλυψαν, συμπληρώνουν το φύλλο παρατήρησης του ερευνητή (βλ. Εικόνα 1, Παράρτημα Δ).

Αξιολόγηση: Έργα παιδιών – φύλλο παρατήρησης του ερευνητή (βλ. Εικόνα 1, Παράρτημα Δ).

3^η Δραστηριότητα – Είδη ζωυφίων

Θέμα: Ταξινόμηση ζωυφίων ανά είδος

Στόχος: Ταξινόμηση ζωυφίων ανά είδος με βάση τις ομοιότητες που προκύπτουν από τα φύλλα παρατήρησης (βλ. 2^η Δραστηριότητα και Εικόνα 1, Παράρτημα Δ).

Περιγραφή: Στην παρεούλα μελετάμε τα φύλλα παρατήρησης του ερευνητή που συμπληρώσαμε στην προηγούμενη δραστηριότητα και με βάση τα στοιχεία που συμπληρώσαμε, προσπαθούμε να δημιουργήσουμε «ομάδες» (είδη) ζωυφίων.

Αξιολόγηση: Σχόλια και ιδέες παιδιών (Ηχογράφηση συζήτησης στην παρεούλα).

4^η Δραστηριότητα – Ανατομία ζωυφίων

Θέμα: Πώς ξεχωρίζουμε τα διαφορετικά είδη ζωυφίων με βάση τα ανατομικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά τους.

Στόχος: Διάκριση ειδών ζωυφίων με βάση τα ανατομικά και μορφολογικά τους χαρακτηριστικά.

Περιγραφή: Στην παρεούλα μελετάμε τις ομάδες (είδη) στις οποίες ταξινομήσαμε τα ζώφια στην προηγούμενη δραστηριότητα και με βάση τα κοινά τους χαρακτηριστικά συζητάμε για την ανατομία τους. Μιλάμε για τα χαρακτηριστικά εκείνα που τα ξεχωρίζουν από τα υπόλοιπα είδη και τα εντοπίζουμε με τη βοήθεια καρτελών. Έπειτα παρουσιάζουμε νέα ζώφια στα παιδιά τα οποία πρέπει να ταξινομήσουν στις «ομάδες» (είδη) που ήδη δημιουργήσαμε.

Αξιολόγηση: Φύλλο εργασίας ταξινόμησης (βλ. Εικόνα 2, Παράρτημα Δ).

5^η Δραστηριότητα – Επίσκεψη στο ΜΦΙ Γουλανδρή

Θέμα: Περιήγηση στην 360° έκθεση εντομολογίας του ΜΦΙ Γουλανδρή.

Στόχος: Επαφή με ακόμη μεγαλύτερη ποικιλία ειδών εντόμων και εισαγωγή στην έννοια της ποικιλομορφίας.

Περιγραφή: Περιηγούμαστε εικονικά στην έκθεση εντομολογίας του ΜΦΙ (Θέση 05-07). Συλλέγουμε πληροφορίες, παρατηρούμε χαρακτηριστικά των ειδών των εντόμων, διατυπώνουμε απορίες και υποθέσεις, συζητούμε. Τελειώνοντας την περιήγησή μας, συζητούμε και αποφασίζουμε αν θέλουμε κι εμείς να φτιάξουμε μια έκθεση εντομολογίας στην τάξη μας. Συζητάμε με ποιους τρόπους μπορούμε να την φτιάξουμε.

Αξιολόγηση: Ερωτήσεις, σχόλια, απορίες, ιδέες παιδιών (ηχογράφηση συζήτησης στην παρεούλα).

2^η Εβδομάδα – Η σημασία των απολιθωμάτων

6^η Δραστηριότητα – Εργαστήριο εντομολογίας

Θέμα: Στήνουμε στην τάξη το δικό μας εργαστήριο εντομολογίας.

Στόχος: Εξοικείωση με το ρόλο και το έργο του επιστήμονα και ειδικότερα του φυσιολόγου.

Περιγραφή: Ξεκινώντας από την παρεούλα συζητάμε για το ρόλο και το έργο του επιστήμονα, τους κανόνες ενός επιστημονικού εργαστηρίου και αποφασίζουμε τι θα πρέπει να έχει το εργαστήριο εντομολογίας μας (δείγματα από ζώδια, εικόνες, μεγεθυντικούς φακούς, λαβίδες, βαζάκια κλπ.). Στη συνέχεια, χωριζόμαστε σε ομάδες και κάθε ομάδα αναλαμβάνει να φτιάξει κάποιο από τα υλικά που θα χρειαστούμε για το εργαστήριο. Στο τέλος, το στήνουμε όλοι μαζί και υπενθυμίζουμε τους κανόνες λειτουργίας του.

Αξιολόγηση: Τρόποι (χρήση ημερολογίου) και συχνότητα λειτουργίας του εργαστηρίου από τα παιδιά - διαμορφωτική αξιολόγηση μέσω συστηματικής παρατήρησης.

Ο Δαρβίνος δεν ανακάλυψε και συνέλεξε μόνο ζωντανούς οργανισμούς αλλά και απολιθώματα. Πάμε να δούμε τι είναι τα απολιθώματα και πώς μπορούμε να τα ανακαλύψουμε.

7^η Δραστηριότητα – Ταξίδι στον κόσμο των απολιθωμάτων

Θέμα: Πρώτη επαφή με την έννοια του απολιθώματος.

Στόχος: Παρατήρηση και διατύπωση υποθέσεων.

Περιγραφή: Αρχικά, παρακολουθούμε όλοι μαζί στην παρεούλα βίντεο σχετικά με το τι είναι τα απολιθώματα και πώς δημιουργούνται (Fossils for Kids/ What are fossils and how they are formed). Έπειτα, τα παιδιά σε ομάδες παρατηρούν απολιθώματα ζωυφίων προσέχοντας τις λεπτομέρειες με τη χρήση μεγεθυντικού φακού. Διατυπώνουν υποθέσεις αναφορικά με τα ζώδια στα οποία μπορούν να ανήκουν τα απολιθώματα. Στη συνέχεια, προσπαθούν ψάχνοντας στα βιβλία της βιβλιοθήκης, να εντοπίσουν σε ποιο ζώδιο ανήκει το κάθε απολιθώμα. Τέλος, τους δίνουμε ρεαλιστικά ομοιώματα ζωυφίων τα οποία πρέπει να αντιστοιχίσουν στα απολιθώματα προκειμένου να διαπιστώσουν αν οι υποθέσεις τους ήταν σωστές.

Αξιολόγηση: Ηχογραφήσεις συζητήσεων, σχάρα παρατήρησης εφαρμογής δεξιοτήτων και διαδικασιών.

8^η Δραστηριότητα – Ώρα για ανασκαφή

Θέμα: Ανασκαφή απολιθωμάτων

Στόχος: Ευαισθητοποίηση αναφορικά με το ρόλο και το έργο του παλαιοντολόγου και τον τρόπο ανασκαφής και καθαρισμού των απολιθωμάτων.

Περιγραφή: Αρχικά, παρακολουθούμε όλοι μαζί στην παρεούλα το βίντεο “Uncovering the Late Jurassic In Wyoming” του αμερικανικού ΜΦΙ για να δούμε τους παλαιοντολόγους στο πεδίο έρευνας και τους τρόπους με τους οποίους πραγματοποιούν τις ανασκαφές. Έπειτα, χωριζόμαστε σε ομάδες και πραγματοποιούμε τη δική μας ανασκαφή (βλ. Εικόνα 7, Παράρτημα Ε).

Αξιολόγηση: Σχάρα παρατήρησης αναφορικά με τον τρόπο εργασίας του παλαιοντολόγου (με βάση το βίντεο και τη συζήτηση) και αντίστοιχων κινήσεων/ενεργειών.

9^η Δραστηριότητα – Επίσκεψη στο ΜΦΙ Γουλανδρή

Θέμα: Περιήγηση στην 360° έκθεση εντομολογίας του ΜΦΙ Γουλανδρή.

Στόχος: Επαφή με ακόμη μεγαλύτερη ποικιλία απολιθωμάτων και βαθύτερη κατανόηση της σημασίας τους.

Περιγραφή: Περιηγούμαστε εικονικά στην έκθεση του ΜΦΙ (Θέση 04-02 [ανάποδα]). Συλλέγουμε πληροφορίες, παρατηρούμε, διατυπώνουμε απορίες και υποθέσεις, συζητούμε. Τελειώνοντας την περιήγησή μας, συζητούμε για το πόσο σημαντική είναι η μελέτη των απολιθωμάτων και τονίζουμε τη σημασία τους για την εξήγηση της ζωής στη Γη από την αρχή της ύπαρξής της.

Αξιολόγηση: Ερωτήσεις, σχόλια, απορίες, ιδέες παιδιών (ηχογράφηση συζήτησης στην παρεούλα).

10^η Δραστηριότητα – Μουσειακή συλλογή

Θέμα: Φτιάχνουμε τη δική μας συλλογή.

Στόχος: Αναγνώριση και ταξινόμηση των ειδών.

Περιγραφή: Φτιάχνουμε τη δική μας μουσειακή έκθεση ορμώμενοι από τις επισκέψεις μας στο ΜΦΙ Γουλανδρή με συλλογή εντομολογίας αλλά και απολιθωμάτων. Τα παιδιά χωρίζονται σε ομάδες και κάθε ομάδα αποφασίζει πώς θα συλλέξει, θα αποτυπώσει και θα παρουσιάσει τους οργανισμούς/απολιθώματα της συλλογής της. Έπειτα, τα παρουσιάζουν στους συμμαθητές τους και όλοι μαζί στήνουν την έκθεση.

Αξιολόγηση: Έργα παιδιών.

3^η Εβδομάδα – Προσαρμογή και Ειδογέννηση
--

11^η Δραστηριότητα – Βιομηχανικός μελανισμός και άλλα παραδείγματα

Θέμα: Διερευνητική εισαγωγή στις έννοιες της κληρονομικότητας, της επιβίωσης και της προσαρμογής

Διπλωματική Εργασία

Στόχος: Κατανόηση κι εξήγηση της έννοιας της προσαρμογής.

Περιγραφή: Ξεκινώντας με το χαρακτηριστικό παράδειγμα του βιομηχανικού μελανισμού και κάνοντας αναφορές και σε άλλα παραδείγματα, ξεκινάμε μια διερευνητική συζήτηση με τα παιδιά για να εντοπίσουμε τις αντιλήψεις τους γύρω από τις έννοιες της κληρονομικότητας της επιβίωσης και της προσαρμογής. Η συζήτηση ενθαρρύνεται από τον/την εκπαιδευτικό με ερωτήσεις όπως «Ποιες πεταλούδες κινδυνεύουν περισσότερο από τους θηρευτές; Γιατί;», «Τι θα συμβεί με τις πεταλούδες που δεν κινδυνεύουν;», «Ποιες θα είναι περισσότερες;», κλπ. Για καλύτερη εμπέδωση των νέων γνώσεων και πρακτική εφαρμογή τους, παίζουμε το ηλεκτρονικό παιχνίδι προσομοίωσης [<https://askabiologist.asu.edu/peppered-moths-game/index.html>]

Αξιολόγηση: Ηχογράφηση συζήτησης - απόδοση στο παιχνίδι.

12^η Δραστηριότητα – Η μάχη των ραμφών

Θέμα: Προσαρμογή στο περιβάλλον, ποικιλομορφία

Στόχος: Κατανόηση της έννοιας της προσαρμογής των ειδών σε συνάρτηση με την επιβίωση.

Περιγραφή: Παρακολουθούμε αρχικά το βίντεο “Darwin’s Theories” το οποίο περιγράφει με πολύ ωραίο, απλό και κατανοητό τρόπο πώς λειτουργεί ο μηχανισμός της φυσικής επιλογής. Έπειτα, αναφερόμαστε στο παράδειγμα των σπίνων του Δαρβίνου και δίνουμε στα παιδιά διαφορετικά υλικά (τσιμπίδες, μανταλάκια, chopsticks, κλπ.) τα οποία αναπαριστούν το ράμφος τους και διαφορετικά πιθανά φαγητά (κοφτό μακαρονάκι, φασόλια, ρύζι, κλπ.) μπερδεμένα μεταξύ τους. Εκείνα προσπαθούν να βρουν ποιο είναι εκείνο το φαγητό που μπορούν πιο εύκολα να πιάσουν με το ράμφος τους για να το φάνε. Έπειτα, χωρίζουμε τα φαγητά ανά είδος σε ποτηράκια και ζητούμε από τα παιδιά να δοκιμάσουν να φάνε από όλα. Εγείρουμε συζητήσεις μέσω ερωτήσεων όπως «Τι θα συμβεί αν βρεθείς σε ένα μέρος και η μόνη τροφή που υπάρχει διαθέσιμη είναι αυτή που δεν μπορείς να φας;», «Αν ο Α και ο Β βρίσκονται στο ίδιο μέρος αλλά υπάρχει τροφή μόνο για τον Α τι θα συμβεί;», «Αν υπάρχει και για τους δύο;».

Αξιολόγηση: Ηχογράφηση συζήτησης - απόδοση στο παιχνίδι.

13^η Δραστηριότητα – Νέοι απόγονοι I

Θέμα: Εξέλιξη μέσω φυσικής επιλογής, Ειδογέννεση

Στόχος: Κατανόηση της έννοιας της κληρονομικότητας

Περιγραφή: Παρακολουθούμε ξανά το βίντεο “Darwin’s Theories” το οποίο περιγράφει με πολύ ωραίο, απλό και κατανοητό τρόπο πώς λειτουργεί ο μηχανισμός της φυσικής επιλογής. Έπειτα αναπαριστούμε τις διαδικασίες που είδαμε στο βίντεο με κάρτες εποπτικού υλικού στην παρεούλα και εισάγουμε μέσω αυτών την περίπτωση των μεταλλάξεων (βλ. Εικόνα 6, Παράρτημα Γ).

Αξιολόγηση: Ηχογράφηση συζήτησης στην παρεούλα, σωστή χρήση εποπτικού υλικού.

14^η Δραστηριότητα – Νέοι Απόγονοι II

Θέμα: Δημιουργία νέων ειδών μέσω της εξελικτικής διαδικασίας

Στόχος: Εξοικείωση με την έννοια της μετάλλαξης

Περιγραφή: Δίνουμε στα παιδιά σε ομάδες το εποπτικό υλικό (βλ. Εικόνα 6, Παράρτημα Γ) και τους ζητούμε να το παρατηρήσουν με προσοχή και να συζητήσουν στις ομάδες τους τι πιστεύουν ότι μπορεί να απεικονίζεται στο σύνολο των εικόνων. Ο ερευνητής μπορεί να ενθαρρύνει τις συζητήσεις τους θέτοντας προβληματισμούς χωρίς όμως να κατευθύνει. Έπειτα, οι ομάδες ανταλλάσσουν μεταξύ τους τις ιδέες τους στην παρεούλα και διατυπώνουν τα συμπεράσματά τους.

Αξιολόγηση: Συζητήσεις παιδιών (ηχογράφηση), φύλλα εργασίας (βλ. Εικόνα 3, Παράρτημα Δ), ελεύθερο σχέδιο.

15^η Δραστηριότητα – Επιτραπέζιο παιχνίδι

Θέμα: Ελέγχουμε τι μάθαμε παίζοντας ένα επιτραπέζιο παιχνίδι.

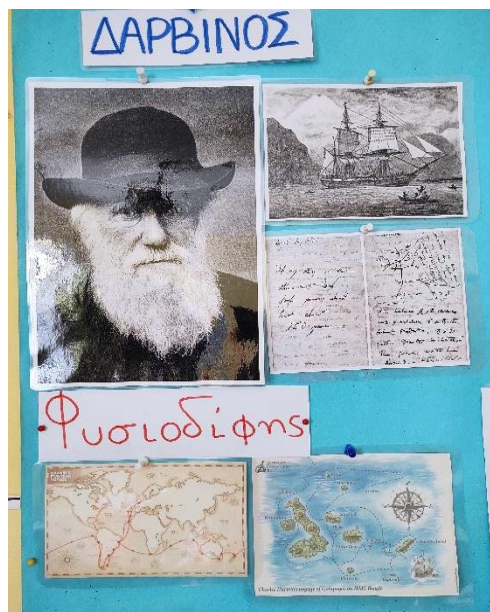
Στόχος: (Αυτό)αξιολόγηση των γνώσεων που αποκτήθηκαν καθ’ όλη τη διάρκεια του προγράμματος.

Περιγραφή: Τα παιδιά χωρίζονται σε δύο ή τρεις ομάδες και ξεκινάνε με τον ίδιο ακριβώς πληθυσμό ενός είδους. Ρίχνοντας το ζάρι μετακινούνται στο ταμπλό (βλ. Εικόνα 8, Παράρτημα Γ). Υπάρχουν τρεις πιθανές θέσεις στις οποίες μπορεί να πέσουν: α. θέση ερώτησης (επιλέγουν μία κάρτα ερώτησης και πρέπει να απαντήσουν σωστά έτσι ώστε να μπορέσουν να ρίξουν ξανά το ζάρι), β. θέση εντολής (επιλέγουν μία κάρτα εντολής η οποία περιγράφει καταστάσεις μεταβολής του πληθυσμού τους π.χ. γεννήθηκε ένας νέος οργανισμός όμοιος με τους γονείς του – πρόσθεσε τον στον πληθυσμό σου) την οποία πρέπει να εκτελέσουν και γ. θέση περιβαλλοντικής συνθήκης (επιλέγουν μία κάρτα περιβαλλοντικής συνθήκης – π.χ. παγετώνας – και πρέπει ως ομάδα να συζητήσουν πώς θα τροποποιηθεί ο πληθυσμός τους και να κάνουν τις απαραίτητες αλλαγές. Όταν όλες οι ομάδες φτάσουν στο τέλος του ταμπλό, παρατηρούν τους πληθυσμούς τους και συζητούν για τις ομοιότητες και τις διαφορές που μπορεί να έχουν και πώς αυτές προέκυψαν.

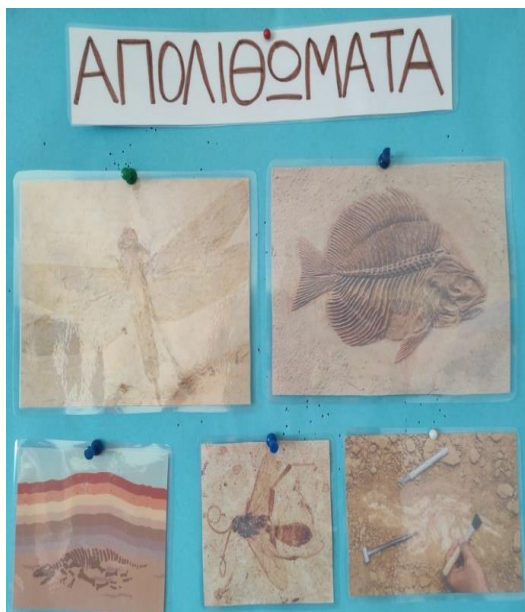
Αξιολόγηση: Τελική αξιολόγηση. Απαντήσεις των παιδιών στις ερωτήσεις και συζήτηση (ηχογράφηση).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Εποπτικό Υλικό Προγράμματος



Εικόνα 1. Η ζωή και το έργο του Δαρβίνου.



Εικόνα 2. Είδη, σχηματισμός και ανασκαφή απολιθωμάτων.



Εικόνα 3. Το παράδειγμα της *biston betularia*



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 4. Ζωύφια. (α) Ομάδες ζωυφίων, (β) Παραδείγματα εντόμων, (γ) Ανατομικά χαρακτηριστικά ζωυφίων.



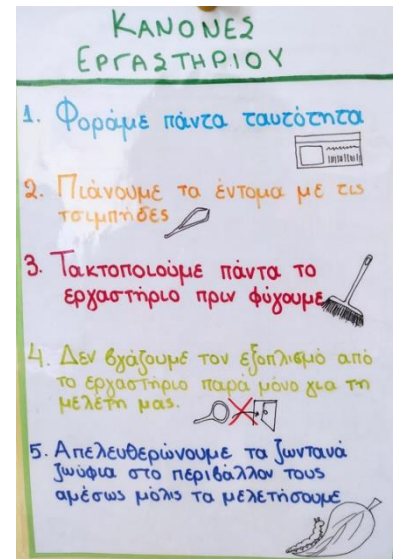
(α)



(β)



(γ)



(δ)

Εικόνα 5. (α) Βιβλιοθήκη εργαστηρίου 5^{ου} Νηπιαγωγείου, (β) Εργαστήριο εντομολογίας 5^{ου} Νηπιαγωγείου, (γ) Εργαστήριο εντομολογίας 11^{ου} Νηπιαγωγείου, (δ) Κανόνες λειτουργίας εργαστηρίου.



Εικόνα 6. Παραδείγματα μεταλλάξεων για την ενότητα της κληρονομικότητας και της ειδογέννησης.



Εικόνα 7. «Ο ρόλος του επιστήμονα». Καρτέλες αναρτημένες στο εργαστήριο.



Εικόνα 8. «Ο ρόλος του επιστήμονα». Καρτέλες αναρτημένες στο εργαστήριο.



Εικόνα 9. Ταυτότητα ερευνητή.



Εικόνα 10. Δίπλωμα που απονεμήθηκε στους μαθητές με το πέρας του προγράμματος.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Εργαλεία Αξιολόγησης Δραστηριοτήτων



Πιθανό όνομα: _____

Τι χρώμα έχει: ☐

Πόσα πόδια έχει: ☐

Πόσες κεραίες έχει: ☐

Πόσα φτερά έχει: ☐

Σε πόσα μέρη χωρίζεται το σώμα του; ☐

Τι άλλο παρατηρώ; _____

Σχεδιάζω το ζωύφιο.



Εικόνα 1. Φύλλο παρατήρησης ερευνητή.

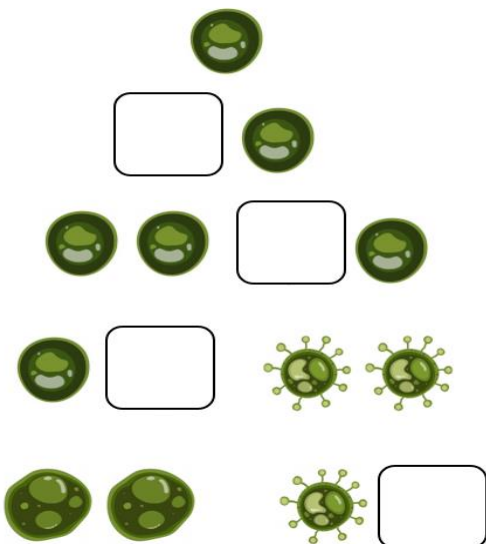
Όνομα: _____

Έντομα	Όχι Έντομα
	
	
	
	

Εικόνα 2. Φύλλο εργασίας διαχωρισμού εντόμων από λοιπά ζωύφια.

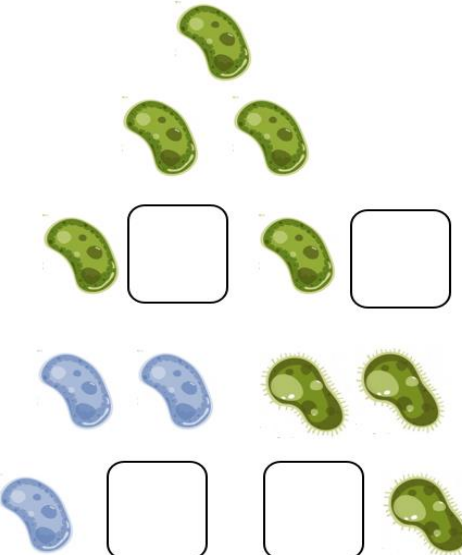
Όνομα: _____

Συμπληρώστε τα κενά στο γενεαλογικό δένδρο καλλώντας τους σωστούς οργανισμούς.



Όνομα: _____

Συμπληρώστε τα κενά του γενεαλογικού δένδρου καλλώντας τους οργανισμούς που λείπουν.



Εικόνα 3. Φύλλα εργασίας για την ενότητα των μεταλλάξεων, της κληρονομικότητας και της ειδογέννησης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

Φωτογραφικό υλικό από την εφαρμογή του προγράμματος



Εικόνα 1. Παρατήρηση και συλλογή εντόμων καθώς και μελέτη βιβλίων στην αυλή.



Εικόνα 2. «Ζωύφια στο μικροσκόπιο». Ζωντανά ζωύφια που συνέλεξαν οι μαθητές για μελέτη στο εργαστήριο από την αυλή του σχολείου.



Εικόνα 3. Μαθητής έφερε και παρουσίασε στην τάξη βαλσαμωμένη πεταλούδα Άτλας.



Εικόνα 4. Μαθητές παρουσίαζαν καθημερινά στην παρεούλα ζωύφια που συνέλεγαν εκτός σχολείου.



Εικόνα 5. Εικονική επίσκεψη στην αίθουσα εντομολογίας του ΜΦΙ Γουλανδρή.



Εικόνα 6. Παρατήρηση, μελέτη κι εντοπισμός απολιθωμάτων.



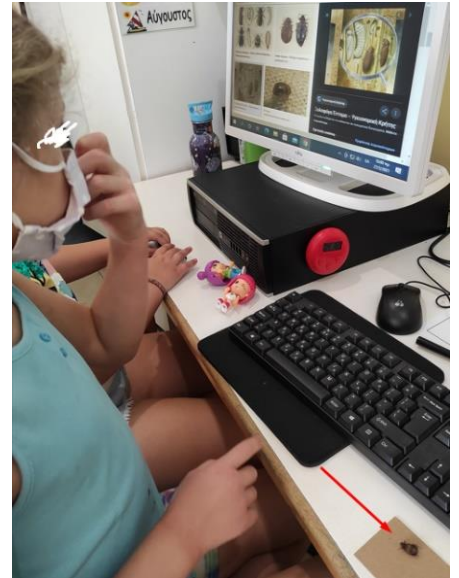
Εικόνα 7. Ανασκαφή απολιθωμάτων.



Εικόνα 8. Μαθητής ελέγχει εάν το ζωύφιό του είναι έντομο ή όχι με βάση τον πίνακα αναφοράς.



Εικόνα 9. Μαθήτρια συμπληρώνει εργαστηριακή καρτέλα καταχώρησης για ένα φτερό νυχτοπεταλούδας που παρατήρησε.



Εικόνα 10. Μαθητές ψάχνουν στο διαδίκτυο για να βρουν την ονομασία ενός εντόμου που βρήκαν στην αυλή.



Εικόνα 11. Προσομοίωση του φαινομένου του βιομηχανικού μελανισμού.





Εικόνα 12. Βιωματική προσέγγιση του παραδείγματος των σπίνων του Δαρβίνου.



Εικόνα 12. Μαθήτρια περιγράφει τη διαδικασία της ειδογέννεσης.



Εικόνα 13. Στιγμιότυπο από τη λήξη του επιτραπέζιου παιχνιδιού. Αριστερά και δεξιά βλέπουμε τη μεταβολή των αρχικών πληθυσμών.