



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ & ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**ΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΨΕΙΣ ΠΡΩΤΟΕΤΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ**

ΤΟΥ

ΠΟΛΥΖΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ

Επιβλέπων Καθηγητής
Κιλιπίρης Φώτης

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης
στη διοίκηση & οργάνωση εκπαιδευτικών μονάδων

Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2019



Η παρούσα Διπλωματική Εργασία καλύπτεται στο σύνολό της νομικά από δημόσια άδεια πνευματικών δικαιωμάτων Creative Commons:

Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή



Μπορείτε να:

Μοιραστείτε: αντιγράψετε και αναδιανέμετε το παρόν υλικό με κάθε μέσο και τρόπο

Προσαρμόστε: αναμείξτε, τροποποιήστε και δημιουργήστε πάνω στο παρόν υλικό

Υπό τους ακόλουθους όρους:

Αναφορά Δημιουργού: Θα πρέπει να καταχωρίσετε αναφορά στο δημιουργό, με σύνδεσμο της άδειας, και με αναφορά αν έχουν γίνει αλλαγές. Μπορείτε να το κάνετε αυτό με οποιονδήποτε εύλογο τρόπο, αλλά όχι με τρόπο που να υπονοεί ότι ο δημιουργός αποδέχεται το έργο σας ή τη χρήση που εσείς κάνετε.

Μη Εμπορική Χρήση: Δε μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το υλικό για εμπορικούς σκοπούς.

Παρόμοια Διανομή: Αν αναμείξετε, τροποποιήσετε, ή δημιουργήσετε πάνω στο παρόν υλικό, πρέπει να διανείμετε τις δικές σας συνεισφορές υπό την ίδια άδεια Creative Commons όπως και το πρωτότυπο.

Αναλυτικές πληροφορίες νομικού κώδικα στην ηλεκτρονική διεύθυνση:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>

Υπεύθυνη Δήλωση

Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις που προβλέπονται από τον Κανονισμό Σπουδών του Μεταπτυχιακού Προγράμματος στη Διοίκηση & Οργάνωση Εκπαιδευτικών Μονάδων του Αλεξάνδρειου ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αποτελεί έργο αποκλειστικά δικής μου δημιουργίας, έρευνας, μελέτης και συγγραφής.
- Για τη συγγραφή της Διπλωματικής μου Εργασίας δεν χρησιμοποίησα ολόκληρο ή μέρος έργου άλλου δημιουργού ή τις ιδέες και αντιλήψεις άλλου δημιουργού χωρίς να γίνεται σαφής αναφορά στην πηγή προέλευσης (βιβλίο, άρθρο από επιστημονικό περιοδικό, ιστοσελίδα κλπ.).

Θεσσαλονίκη, 12 Ιουνίου 2019

Ο Δηλών: Πολύζος Αθανάσιος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Θεωρία της Εξέλιξης εξακολουθεί να βρίσκεται, 160 χρόνια μετά την πρώτη διατύπωσή της, στην πρώτη γραμμή της ορθολογικής ερμηνείας του κόσμου που μας περιβάλλει, καθώς αποτελεί την κεντρική και ενοποιό Θεωρία της Βιολογίας. Η Θεωρία της Εξέλιξης παραμένει, όμως, ένα από τα θέματα της επιστήμης που ένας μεγάλος αριθμός ανθρώπων αγνοεί, δεν κατανοεί, αμφισβητεί ή απορρίπτει. Σε αυτή την εργασία διερευνώνται οι στάσεις και απόψεις (και πιο συγκεκριμένα η αποδοχή και η κατανόηση) των πρωτοετών φοιτητών των τεσσάρων Τμημάτων Βιολογίας των Ελληνικών Πανεπιστημίων (ΕΚΠΑ, ΑΠΘ, Πατρών, Κρήτης) το ακαδημαϊκό έτος 2018-2019, σε μια σειρά από βασικά θέματα που αφορούν τη Θεωρία της Εξέλιξης, και τα οποία συμπεριλαμβάνονταν στην (διδασκεία και εξεταστέα) ύλη που διδάχθηκαν στη Βιολογία Γενικής Παιδείας της Γ΄ Λυκείου λίγους μόνο μήνες νωρίτερα κατά το σχολικό έτος 2017-2018. Επιπλέον, εξετάζεται κατά πόσον επηρεάζεται η αποδοχή και η κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης από δημογραφικούς παράγοντες. Από την έρευνα φαίνεται ότι οι φοιτητές αποδέχονται την Θεωρία της Εξέλιξης σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ό τι την κατανοούν. Μάλιστα, φαίνεται να υπάρχει σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ αποδοχής και κατανόησης. Επίσης, φαίνεται ότι η αποδοχή δεν επηρεάζεται από τις περισσότερες δημογραφικές παραμέτρους που εξετάστηκαν, ενώ αντιθέτως η κατανόηση επηρεάζεται από δυο δημογραφικές παραμέτρους. Τέλος, η έρευνα αναδεικνύει και αρκετές παρανοήσεις των φοιτητών σχετικά με τη Θεωρία της Εξέλιξης και τους μηχανισμούς της.

ABSTRACT

The Theory of Evolution remains still, 160 years after it has first been published, the basic scientific interpretation of the world surrounding us since it is the main and unifying scientific theory of Biology. Yet, the Theory of Evolution remains one of the science areas a large number of people ignores, does not comprehend, doubts or rejects. This project tries to research the views and attitudes (more specifically the acceptance and understanding) of first year students from the four Biology Department of the Greek Universities (National Kapodistrian University of Athens, Aristoteles University of Thessaloniki, University of Patra, University of Crete) of the academic year 2018-2019, about a number of basic issues concerning the Theory of Evolution included in the curriculum of the Biology class of the 3rd grade of Senior High School which they were taught and examined only a few months ago during the academic year 2017-2018. Furthermore, it researches whether the level of acceptance and understanding of the Theory of Evolution is influenced by demographic parameters. The results show that the students rather more accept than comprehend the Theory of Evolution. Moreover, it seems that there is a rather significant correlation between acceptance and understanding. It also seems the level of acceptance of Theory of Evolution is not influenced by most of the examined demographic parameters whereas the level of understanding is influenced by at least two demographic parameters. Finally the research reveals several of the students' misconceptions towards the Theory of Evolution and its mechanisms.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|--|-----|
| Περίληψη..... | 4 |
| 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 10 |
| 2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ | 12 |
| 2.1 Αρχαίοι Έλληνες Φιλόσοφοι..... | 13 |
| 2.2 Προδαρβινικές Εξελικτικές Θεωρίες..... | 16 |
| 2.3 Δαρβινισμός..... | 18 |
| 2.3.1 Ιστορικά στοιχεία..... | 18 |
| 2.3.2 Η Θεωρία της Εξέλιξης | 21 |
| 2.4 Νεοδαρβινισμός – Σύγχρονη Σύνθεση | 23 |
| 3 Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ | 28 |
| 4 ΑΠΟΔΟΧΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ | 33 |
| 4.1 Αποδοχή και κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο | 33 |
| 4.2 Εμπόδια στην αποδοχή και κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης | 39 |
| 4.2.1 Μη θρησκευτικοί παράγοντες | 41 |
| 4.2.1.1 Επιστημονικοί παράγοντες..... | 41 |
| 4.2.1.2 Μη-επιστημονικοί παράγοντες..... | 51 |
| 4.2.2 Θρησκευτικοί παράγοντες | 57 |
| 4.3 Οι αντιλήψεις μαθητών και φοιτητών | 65 |
| 4.4 Οι στάσεις και οι απόψεις των Ελλήνων εκπαιδευτικών..... | 77 |
| 5 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ | 84 |
| 5.1 Ερευνητικά ερωτήματα..... | 84 |
| 6 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ..... | 86 |
| 6.1 Επιλογή Ερευνητικής Μεθοδολογίας | 86 |
| 6.2 Η διδακτέα ύλη Εξέλιξης στη Βιολογία Γ Λυκείου | 87 |
| 6.3 Η διδασκαλία της Φύσης της Επιστήμης στο Ελληνικό σχολείο | 89 |
| 6.4 Το Ερωτηματολόγιο..... | 90 |
| 6.5 Το δείγμα και η δειγματοληψία | 98 |
| 6.6 Η επεξεργασία των δεδομένων..... | 101 |
| 7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ | 103 |
| 7.1 Δημογραφικά – εισαγωγικά στοιχεία | 103 |
| 7.2 Κυρίως Έρευνα..... | 106 |
| 8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ..... | 132 |
| 8.1 Περιορισμοί της έρευνας | 140 |
| 8.2 Προοπτικές της έρευνας | 140 |
| 9 Βιβλιογραφία | 142 |
| 10 Παραρτήματα..... | 155 |

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|---|-----|
| Πίνακας 6.4-1. Τα δημογραφικά στοιχεία του ερωτηματολογίου..... | 92 |
| Πίνακας 7.2-1 Οι συντελεστές αξιοπιστίας (Cronbach's Alpha) των δύο ενοτήτων..... | 106 |
| Πίνακας 7.2-2. Μέση Αποδοχή και Μέση Κατανόηση..... | 108 |
| Πίνακα 7.2-3. Η Μέση Αποδοχή και η Μέση Κατανόηση ανά φύλο..... | 108 |

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 2.3.2-1 Διαγραμματικά οι διαφορές του Δαρβινισμού με τον Λαμαρκισμό..... | 23 |
| Σχήμα 4.1-1 Αποδοχή της Εξέλιξης από το ευρύ κοινό σε 34 χώρες..... | 36 |
| Σχήμα 7.1-1 Φύλο Φοιτητών..... | 103 |
| Σχήμα 7.1-2 Τμήμα Βιολογίας Φοιτητών..... | 103 |
| Σχήμα 7.1-3 Περιοχή Προέλευσης Φοιτητών..... | 104 |
| Σχήμα 7.1-4 Ειδικότητα Διδάσκοντα Εκπαιδευτικού..... | 104 |
| Σχήμα 7.1-5 Σειρά Διδασκαλίας «Κεφ .3 Εξέλιξη»..... | 105 |
| Σχήμα 7.1-6 Συχνότητα παρακολούθησης μαθημάτων..... | 105 |
| Σχήμα 7.2-1 Η συχνότητα εμφάνισης των τιμών της μεταβλητής «Μέση Αποδοχή» των φοιτητών | 107 |
| Σχήμα 7.2-2 Η συχνότητα εμφάνισης των τιμών της μεταβλητής «Μέση Κατανόηση» των φοιτητών.. | 107 |
| Σχήμα 7.2.3 Απαντήσεις στην διατύπωση Α.1.1..... | 110 |
| Σχήμα 7.2.4 Απαντήσεις στην διατύπωση Α.1.2..... | 111 |
| Σχήμα 7.2.5 Απαντήσεις στην διατύπωση Α.1.3..... | 111 |
| Σχήμα 7.2.6 Απαντήσεις στην διατύπωση Α.1.4..... | 112 |
| Σχήμα 7.2.7 Απαντήσεις στην διατύπωση Α.1.6..... | 112 |
| Σχήμα 7.2.8 Απαντήσεις στην διατύπωση Α.1.5..... | 113 |
| Σχήμα 7.2.9 Απαντήσεις στην διατύπωση Α.2.1..... | 113 |
| Σχήμα 7.2.10 Απαντήσεις στην διατύπωση Α.2.2..... | 114 |
| Σχήμα 7.2.11 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.1.1..... | 115 |
| Σχήμα 7.2.12 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.1.2..... | 115 |
| Σχήμα 7.2.13 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.1.3..... | 116 |
| Σχήμα 7.2.14 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.2.1..... | 116 |
| Σχήμα 7.2.15 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.2.3..... | 117 |
| Σχήμα 7.2.16 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.2.4..... | 117 |
| Σχήμα 7.2.17 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.2.5..... | 118 |

| | |
|--|-----|
| Σχήμα 7.2.18 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.2.6..... | 118 |
| Σχήμα 7.2.19 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.2.7..... | 119 |
| Σχήμα 7.2.20 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.2.8..... | 119 |
| Σχήμα 7.2.21 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.3.1..... | 120 |
| Σχήμα 7.2.22 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.3.2..... | 120 |
| Σχήμα 7.2.23 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.3.3..... | 121 |
| Σχήμα 7.2.24 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.4.2..... | 121 |
| Σχήμα 7.2.25 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.6.1..... | 122 |
| Σχήμα 7.2.26 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.6.2..... | 122 |
| Σχήμα 7.2.27 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.6.3..... | 123 |
| Σχήμα 7.2.28 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.6.4..... | 123 |
| Σχήμα 7.2.29 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.7.1..... | 124 |
| Σχήμα 7.2.30 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.7.2..... | 124 |
| Σχήμα 7.2.31 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.8.1..... | 125 |
| Σχήμα 7.2.32 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.8.2..... | 125 |
| Σχήμα 7.2.33 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.8.4..... | 126 |
| Σχήμα 7.2.34 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.8.5..... | 126 |
| Σχήμα 7.2.35 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.9.1..... | 127 |
| Σχήμα 7.2.36 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.9.2..... | 127 |
| Σχήμα 7.2.37 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.9.3..... | 128 |
| Σχήμα 7.2.38 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.10.1..... | 128 |
| Σχήμα 7.2.39 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.10.2..... | 129 |
| Σχήμα 7.2.40 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.10.3..... | 129 |
| Σχήμα 7.2.41 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.10.4..... | 130 |
| Σχήμα 7.2.42 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.10.5..... | 130 |
| Σχήμα 7.2.43 Απαντήσεις στην διατύπωση Κ.10.6..... | 131 |

Ευχαριστίες

Ο δρόμος προς την ολοκλήρωση μιας Διπλωματικής Εργασίας δεν είναι – και δεν πρέπει να είναι – ένας μοναχικός δρόμος. Στη δική μου εργασία είχα την τύχη να συνεργαστώ με πολύ αξιόλογους, όχι μόνο επιστήμονες αλλά και ανθρώπους, η βοήθεια των οποίων ήταν σημαντική για μένα σε κάθε επίπεδο. Έτσι, θα ήθελα να ευχαριστήσω :

- ✓ τον επιβλέποντα της εργασίας μου καθηγητή της Κατεύθυνσης Διοίκησης Τουριστικών Επιχειρήσεων και Επιχειρήσεων Φιλοξενίας του Τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων, κ. Κιλιπίρη Φώτη για την αгаσθή συνεργασία μας
- ✓ τις πολύ καλές μου φίλες: την κα Ευαγγελία Μαυρικάκη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Βιολογίας και Αγωγής Υγείας στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Ε.Κ.Π.Α, και την κα. Αλεξάνδρα Στάικου, Επίκουρη Καθηγήτρια στο Τμήμα Βιολογίας του Α.Π.Θ. για την αμέριστη συμπαράσταση και την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν,
- ✓ τους Προέδρους των Τμημάτων Βιολογίας του Ε.Κ.Π.Α., του Α.Π.Θ., του Πανεπιστημίου Κρήτης και του Πανεπιστημίου Πατρών κατά το σχολικό έτος 2018-2019 για την άμεση και θετική ανταπόκρισή τους στο αίτημα μου.
- ✓ το προσωπικό της Γραμματείας των Τμημάτων Βιολογίας του Ε.Κ.Π.Α., του Α.Π.Θ., του Πανεπιστημίου Κρήτης και του Πανεπιστημίου Πατρών για τη συνεχή διευκόλυνση που μου παρείχαν για την ολοκλήρωση της δειγματοληψίας.
- ✓ αλλά και όλους τους φίλους και συναδέλφους μου που είτε με τις συμβουλές τους είτε με την παρότρυνση και την εμπύχωση τους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της εργασίας μου

Πάνω από όλα όμως θα ήθελα να ευχαριστήσω μέσα από την καρδιά μου την οικογένειά μου για την κατανόηση και την υπομονή που έδειξαν αλλά και την ένθερμη υποστήριξη και συμπαράστασή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου σε αυτό το ΠΜΣ.

*Αφιερωμένο εξαιρετικά
στη Μάρθα, στον Δημήτρη και στον Αστέριο*

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις 24 Νοεμβρίου 1859 εκδίδεται το έργο του Κάρολου Δαρβίνου «*Περί Καταγωγής των Ειδών δια μέσω της Φυσικής Επιλογής*» σε 1500 αντίτυπα που εξαντλήθηκαν την πρώτη μέρα της κυκλοφορίας του. Δύσκολα θα βρούμε άλλο βιβλίο στην ιστορία της ανθρωπότητας που να έχει ξεσηκώσει ταυτόχρονα τόσο ενθουσιασμό και τόση πολεμική (Ζούρος 2009). Σήμερα η Εξέλιξη και η Θεωρία της (Θεωρία της Εξέλιξης ή Εξελικτική Θεωρία) εξακολουθεί να βρίσκεται, 160 χρόνια μετά την πρώτη διατύπωσή της, στην πρώτη γραμμή της ορθολογικής ερμηνείας του κόσμου που μας περιβάλλει, καθώς αποτελεί την κεντρική και ενοποιό Θεωρία της Βιολογίας. Όπως αναφέρει ο Jared Diamond στον πρόλογο του βιβλίου του Ernst Mayr «*Τι είναι η Εξέλιξη*» (2005), «...η εξέλιξη είναι η πιο βαθυστόχαστη και ισχυρή ιδέα που συνέλαβε ο ανθρώπινος νους τους τελευταίους δύο αιώνες.» Παραμένει, όμως, ένα από τα θέματα της επιστήμης που ένας μεγάλος αριθμός ανθρώπων αγνοεί, δεν κατανοεί, αμφισβητεί ή απορρίπτει.. Αυτές οι βαθιές εδραιωμένες πεποιθήσεις δεν είναι ανεξάρτητες από συγκεκριμένα προβλήματα που εντοπίζονται σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης, και τα οποία σε μεγάλο βαθμό αφορούν προσπάθειες υπονόμησης της διδασκαλίας της Θεωρίας της Εξέλιξης. Ειδικότερα δε στο ελληνικό σχολείο η διδασκαλία της Θεωρίας της Εξέλιξης ήταν ελλειμματική, ενώ και σήμερα είναι τουλάχιστον αποσπασματική.

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται να καταγραφούν οι στάσεις και οι απόψεις των πρωτοετών φοιτητών/τριών των τεσσάρων Πανεπιστημιακών Τμημάτων Βιολογίας στη χώρα μας (Ε.Κ.Π.Α., Α.Π.Θ., Πατρών και Κρήτης) σε μια σειρά από βασικά θέματα που αφορούν τη Θεωρία της Εξέλιξης και τα οποία συμπεριλαμβάνονταν στην (διδασκτέα και εξεταστέα) ύλη που διδάχθηκαν στη Βιολογία Γενικής Παιδείας της Γ΄ Λυκείου λίγους μόνο μήνες νωρίτερα κατά το σχολικό έτος 2017-2018. Επιπλέον, εξετάζεται κατά πόσον επηρεάζεται η αποδοχή και το επίπεδο γνώσεων της Θεωρίας της Εξέλιξης από δημογραφικούς παράγοντες. Με τον όρο «στάσεις και απόψεις» εννοώ τόσο το κατά πόσο δέχονται την εξέλιξη ως φαινόμενο (Αποδοχή) όσο και τον βαθμό που γνωρίζουν τη Θεωρία της Εξέλιξης και τους μηχανισμούς της (Κατανόηση).

Η εργασία αποτελείται από την παρούσα εισαγωγή (κεφάλαιο 1), την οποία ακολουθούν άλλες οκτώ ενότητες (κεφάλαια 2-9), η βιβλιογραφία και τα παραρτήματά της. Στο 2^ο

κεφάλαιο γίνεται μια ιστορική ανασκόπηση της εξελικτικής σκέψης ξεκινώντας από τους αρχαίους Έλληνες φιλοσόφους και μεταβαίνοντας κατά σειρά στις Προδαρβινικές Εξελικτικές Θεωρίες, και από εκεί στον Δαρβινισμό και τελικά στον Νέο-Δαρβινισμό και τη Σύγχρονη Συνθετική Θεωρία της Εξέλιξης. Γίνεται δε εκτεταμένη αναφορά στα ιστορικά στοιχεία γύρω από τον Δαρβίνο και τη διατύπωση της θεωρίας του. Στο 3^ο κεφάλαιο παρατίθενται επιχειρήματα για την αναγκαιότητα της διδασκαλίας της Θεωρίας της Εξέλιξης στο ελληνικό (και όχι μόνο) σχολείο. Το 4^ο κεφάλαιο πραγματεύεται την αποδοχή και κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης. Αρχικά, παρατίθενται στατιστικά στοιχεία για την αποδοχή και την κατανόησή της σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο, και στη συνέχεια αναλύονται τα βασικά εμπόδια στην αποδοχή και κατανόησή της, όπως αυτά έχουν καταγραφεί στην ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία. Παρουσιάζονται επίσης οι αντιλήψεις μαθητών και φοιτητών όσον αφορά τη Θεωρία της Εξέλιξης, όπως αυτές έχουν καταγραφεί σε προηγούμενες εθνικές ή διεθνείς έρευνες, ενώ τέλος γίνεται αναφορά και στις στάσεις και στις απόψεις των Ελλήνων εκπαιδευτικών έναντι της Θεωρίας της Εξέλιξης. Στο 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο σκοπός της έρευνας με τα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί, ενώ στο 6^ο κεφάλαιο αναλύεται η ερευνητική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, παρουσιάζεται η διδακτέα ύλη της εξέλιξης στη Βιολογία Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου, αναλύεται διεξοδικά η φιλοσοφία και η δομή του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε, παρουσιάζεται το δείγμα των συμμετεχόντων στην έρευνα και η μέθοδος δειγματοληψίας, και τέλος παρουσιάζεται η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων. Στο 7^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της έρευνας, πρώτα τα δημογραφικά/εισαγωγικά στοιχεία, και στη συνέχεια τα αποτελέσματα στα ερωτήματα της κυρίως έρευνας και η στατιστική τους επεξεργασία. Στο 8^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την έρευνα, ενώ στο 9^ο κεφάλαιο αναφέρονται οι περιορισμοί στην εκπόνηση της έρευνας αλλά και πιθανές μελλοντικές προοπτικές για περαιτέρω έρευνα. Η εργασία ολοκληρώνεται με τη βιβλιογραφία και την παράθεση των παραρτημάτων.

2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Όλοι οι ανθρώπινοι πολιτισμοί έχουν προβληματιστεί σχετικά με την προέλευση και την ιστορία του κόσμου και έχουν προσπαθήσει να διατυπώσουν ανάλογες εξηγήσεις. Πολύ συχνά η ύπαρξη του κόσμου απλώς θεωρήθηκε δεδομένη, όπως ήταν δεδομένη και η πίστη ότι ο κόσμος πάντοτε ήταν όπως είναι και σήμερα. Από την άλλη, όμως, αμέτρητες ιστορίες πλάστηκαν για την προέλευση και τη δημιουργία του ανθρώπου. Οι ιδρυτές των θρησκειών αλλά και οι φιλόσοφοι προσπάθησαν και αυτοί να βρουν απαντήσεις για την καταγωγή του κόσμου και των ανθρώπινων όντων και άλλων πλασμάτων, τις οποίες μπορούμε να ταξινομήσουμε σε τρεις κατηγορίες (Mayr, 2005):

- 1) ένας κόσμος άπειρης διάρκειας που δεν είχε αλλάξει ποτέ, με κυρίαρχο αντιπρόσωπο τον Αριστοτέλη αλλά και άλλους αρχαίους Έλληνες φιλοσόφους
- 2) ένας σταθερός κόσμος βραχείας διάρκειας που αποτελούσε την χριστιανική άποψη όπως παρουσιάστηκε στη Βίβλο. Υπήρξε η επικρατούσα άποψη στον δυτικό κόσμο κατά το Μεσαίωνα και μέχρι τα μέσα του 19 αιώνα και βασιζόταν στην πίστη σε ένα υπέρτατο ον, έναν παντοδύναμο Θεό, ο οποίος είχε δημιουργήσει ολόκληρο τον κόσμο καθώς και το ανθρώπινο είδος, όπως περιγράφουν οι δύο ιστορίες περί Δημιουργίας στη Βίβλο (Γένεση). (Mayr, 2005). Ο παραδοσιακός Ιουδαϊσμός και ο Χριστιανισμός εξηγούν την καταγωγή των ζώντων όντων και τις προσαρμογές τους στη ζωή και στα περιβάλλοντά τους σαν το έργο ενός παντογνώστη Θεού. Όμως, όπως σημειώνει και ο Ayala (2009), υπήρξαν πολλοί εκκλησιαστικοί πατέρες, μεταξύ των πρώτων ο Γρηγόριος, ο επίσκοπος Νύσσης (335-394) και ο Αυγουστίνος, ο επίσκοπος Ιπώνος (354-430) που υποστήριξαν ότι δεν δημιουργήθηκαν όλα τα είδη φυτών και ζώων αρχικά από τον Θεό, αλλά αντίθετα κάποια εξελίχθηκαν σε ιστορικούς χρόνους από τα δημιουργήματα του Θεού. Η ιδέα, βέβαια, ότι οι οργανισμοί μπορούν να αλλάξουν με φυσικές διαδικασίες δεν εξετάστηκε ποτέ σαν βιολογικό θέμα από Χριστιανούς θεολόγους του Μεσαίωνα, αλλά αντιμετωπιζόταν συνήθως συμπτωματικά σαν πιθανότητα από πολλούς (π.χ. ο Αλβέρτος ο Μέγας και ο μαθητής του Θωμάς ο Ακινάτης). (Ayala, 2009) Η πίστη ότι ο κόσμος έχει δημιουργηθεί από έναν παντοδύναμο Θεό καλείται Δημιουργισμός.
- 3) ένας εξελισσόμενος κόσμος, η οποία άποψη εμφανίζεται για πρώτη φορά περί τα τέλη του 17-αρχές 18 αιώνα. (Mayr 2005)

Το πέρασμα της εξελικτικής σκέψης από τους αρχαίους Έλληνες φιλοσόφους και ειδικότερα τον Αριστοτέλη (Αριστοτελισμός), στη Δαρβινική Θεωρία (Δαρβινισμός) θα μπορούσαμε να πούμε πως γίνεται σε δύο φάσεις, τις οποίες ακολουθεί στη συνέχεια ένα τρίτο ιστορικό στάδιο, δηλ. η μετάβαση στη σύγχρονη εποχή και τη Σύγχρονη Σύνθεση (Αθανασίου, 2015α):

- Η πρώτη φάση σχετίζεται με τις απόψεις των πρώιμων Εξελικτικών (Λαμάρκ - Έρασμος Δαρβίνος), οι οποίες όμως, από την επιστημολογική σκοπιά δεν συνιστούν Επιστημονική Θεωρία αλλά υποθέσεις. (Αθανασίου 2015α)
- Η δεύτερη φάση αφορά την εμφάνιση του **Δαρβινισμού** με τη **Θεωρία της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής** και είναι αυτή που δίνει για πρώτη φορά μια πειστική ερμηνεία, μια δηλ. Επιστημονική Θεωρία για την εμφάνιση των ειδών των ζωντανών οργανισμών.(Αθανασίου 2015α)
- Σε ό,τι αφορά το τρίτο ιστορικό στάδιο, δηλ. τη μετάβαση από τον πρώιμο Δαρβινισμό-Εξελικτισμό στην επικράτηση του Νεο-Δαρβινισμού με τη μορφή που είναι σήμερα αποδεκτός (Σύγχρονη Σύνθεση), η διαδρομή δεν ήταν τόσο ομαλή και κράτησε σχεδόν έναν αιώνα. (Αθανασίου, 2015α)

Σε όλη αυτήν την ιστορική πορεία της εξελικτικής σκέψης, αντίπαλο δέος και ανάχωμα της επιστημονικής σκέψης αποτελούσε -και αποτελεί ακόμα και σήμερα- ο Δημιουργισμός και η ψευδο-επιστημονική σύγχρονη εκδοχή του, ο Ευφυής Σχεδιασμός, που θα αναλυθούν σε επόμενη ενότητα.

2.1 Αρχαίοι Έλληνες Φιλόσοφοι

Από τους πρώτους, πάντως, που παραμέρισαν τους μύθους και προσπάθησαν να δώσουν μία επιστημονική εξήγηση για τον κόσμο του και το φαινόμενό του, ήταν οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι, πολλοί από τους οποίους προσέγγισαν την ιδέα της εξέλιξης ήδη από τον 6ο αιώνα π.Χ. Στο σχετικό παράθεμα του σχολικού βιβλίου οι μαθητές της Γ Λυκείου μαθαίνουν για τις αντίστοιχες απόψεις του Ηράκλειτου, του Θαλή του Μιλήσιου, του Αναξίμανδρου, του Ξενοφάνη, του Εμπεδοκλή και του Αριστοτέλη. (Καλαϊτζιδάκη και Πανατζίδης, 2002) Πιο συγκεκριμένα:

- Θαλής ο Μιλήσιος (630/635-543 π.Χ.). Η πρώτη προσπάθεια στον ελλαδικό χώρο να περάσει η σκέψη από τον μύθο (μυθολογία) στον λόγο (ορθό λόγο) του περιβάλλοντος κόσμου και κατ' επέκταση στην αρχή των όντων αποδίδεται στον Θαλή, έναν από τους επτά σοφούς της αρχαιότητας. Κατά τον Θαλή, βασική αρχή αλλά και σημείο αναφοράς για τη δημιουργία της ύλης ήταν το ύδωρ (αναφερόμενος γενικότερα στο υγρό στοιχείο). Για τον Θαλή δεν υπήρχε σαφής διαχωρισμός του έμβιου από τον άβιο κόσμο. Πίστευε ότι τα έμβια όντα γεννιούνται από τη λάσπη, χωρίς τη συμμετοχή ιδιαίτερων σχηματισμών ή δυνάμεων που θα προσέδιδαν ξεχωριστές ιδιότητες στη λάσπη που «γεννά όντα». Ίσως ήταν ο πρώτος στοχαστής που εισήγαγε την έννοια της αυτογένεσης, την οποία επεξεργάστηκε με μεγαλύτερη λεπτομέρεια αργότερα ο Αριστοτέλης (Σκούρας, 2015)
- Αναξίμανδρος (610-547 π.Χ.). Χαρακτηριστικό της σκέψης του Αναξίμανδρου ήταν ο ορθολογισμός και η προσπάθεια να δοθεί η επιστημονική εξήγηση της φυσικής πραγματικότητας. Ο Αναξίμανδρος θεωρούσε ως αρχή των πάντων το «άπειρον», το οποίο αποτελεί το υπόβαθρο για οποιαδήποτε μεταβολή, μετασχηματισμό και γένεση. Πίστευε λανθασμένα ότι όλες οι μορφές ζωής εμφανίζονται εκ νέου από την άβια ύλη (αβιογενετικά) και θεωρείται ο πρόδρομος της θεωρίας της αυτόματης γένεσης. Προσπάθησε δε να γενικεύσει τις ιδιότητες της ύλης, τις οποίες θεωρούσε πολύπλοκες και ακαθόριστες, χωρίς όμως να ταυτίζει το «άπειρον» με κάποια συγκεκριμένη μορφή της ύπαρξης. (Σκούρας, 2015)
- Ξενοφάνης (575/570-480 π.Χ.). Διατύπωσε την άποψη (όπως ο Θαλής και ο Αναξίμανδρος) ότι η Γη αρχικά ήταν σκεπασμένη από νερό, ότι τα ζώα γεννήθηκαν από τη λάσπη (αυτογένεση) που φτιάχνεται από χώμα και νερό, και ότι η θάλασσα είναι η πηγή του νερού αλλά και των ανέμων. (Σκούρας, 2015) Πίστευε ότι τα απολιθώματα είναι λείψανα οργανισμών που έζησαν κάποτε στη γη. Τα θαλάσσια απολιθώματα που βρέθηκαν στην ξηρά δείχνουν ότι η θάλασσα κάλυπτε παλαιότερα αυτήν την ξηρά. (Καλαϊτζιδάκη και Πανταζίδης, 2002)
- Ηράκλειτος (544-484 π.Χ.). Υπήρξε από τους πρώτους φιλοσόφους που διακήρυξαν την αιώνια κίνηση και μεταβολή των όντων και την αέναη ανανέωση και εξέλιξή τους. (Καλαϊτζιδάκη και Πανταζίδης, 2002) Χάρη στον Ηράκλειτο γίνεται πιο συγκεκριμένη η αντίληψη για την Ύλη και την κίνησή της, και οι ιδιότητες που της αποδίδει (ενότητα αντιθέτων και συνεχής κυκλικότητα) ανοίγουν νέους δρόμους για την προσέγγιση της προέλευσης και της εξέλιξης της ζωής. Για πρώτη φορά τίθεται ξεκάθαρα ότι η Γη γεννιέται από τη θάλασσα και ότι ο θάνατος λειτουργεί για την

επαναδημιουργία συγκεκριμένων πραγμάτων. Παρά τα σημαντικά βήματα προόδου που κατακτώνται στο επίπεδο της γνώσης και της γενίκευσης της, εξακολουθεί και στον Ηράκλειτο να κυριαρχεί η άποψη της αυτογένεσης. (Σκούρας, 2015)

- Εμπεδοκλής (495-435 π.Χ. αιώνας). Ο Εμπεδοκλής θεώρησε πως η αρχή των πάντων ήταν τέσσερα βασικά στοιχεία: η Γη, το νερό, ο αέρας και η φωτιά, τα οποία ονόμασε «ριζώματα πάντων». Από τα τέσσερα βασικά στοιχεία προκύπτουν τα πάντα. Η ύπαρξη, δηλαδή, όλων των πραγμάτων, συμπεριλαμβανομένων και των έμβιων, συνίσταται στη συνένωση αυτών των στοιχείων. Η διαφορετικότητα και οι ποιοτικές μεταβολές της ύλης προέρχονται από τους διαφορετικούς συνδυασμούς των «ριζωμάτων». Η παύση της ύπαρξης κάθε πράγματος κατά τον Εμπεδοκλή οφείλεται στον διαχωρισμό των τεσσάρων στοιχείων. Ο Εμπεδοκλής θεωρούσε ότι τα φυτά και τα ζώα μπορούν να σχηματιστούν από ανόργανες αλλά ήδη ζωντανές ουσίες, από «όμοιά» τους ή και από «όχι όμοιά» τους. Παραδεχόταν ότι τα φυτά και τα ζώα βλάστησαν από τη Γη και ότι σταδιακά εμφανίστηκαν τα τελειότερα όντα. Οι αντιλήψεις αυτές του Εμπεδοκλή θεωρούνται ως πρόδρομες της καταγωγής των ειδών του Δαρβίνου (Σκούρας, 2015)
- Αριστοτέλης (384-322 π.Χ.). Ο Αριστοτέλης αντιμετώπιζε τη ζωή ως ένα συνολικό φαινόμενο με επιμέρους εκδηλώσεις στον χώρο και στον χρόνο. Αναπτύσσει τη σκέψη του για την εμφάνιση της ζωής σε μία σειρά έργων, στα οποία σημειώνει ότι η γένεση των όντων από όμοιά τους συντελείται με το ζευγάρισμα, χωρίς όμως να αποφεύγει την ιδέα της αυτογένεσης από τη νεκρή ύλη. Ο Αριστοτέλης αναγνωρίζει δύο βασικές αιτίες της σύστασης των έμβιων όντων: την *αναγκαιότητα της ύλης* και το *τέλος* (σκοπό) χάρη του οποίου μορφοποιείται η ύλη. Ιεραρχεί τα είδη στην περίφημη *φυσική κλίμακα των ειδών* που αργότερα αποδόθηκε ως *Scala Naturae*. Πρώτη κατέταξε την άψυχη ύλη και ακολούθησαν τα φυτά, τα πρωτόγονα ζώα τα πτηνά και τα θηλαστικά στη μέση βρισκόταν ο άνθρωπος, μισό σώμα και μισό πνεύμα, και πάνω από αυτόν ο Θεός. Σημειώνει ότι είναι αδύνατο να διακρίνουμε κάποιες διαχωριστικές γραμμές ανάμεσα στα είδη. Αυτή η θέση απαντάται και στη δαρβινική αντίληψη της εξέλιξης, όταν σημειώνεται ότι δεν υπάρχει κάποια σαφής διαχωριστική γραμμή ανάμεσα στην εξέλιξη του ανθρώπου και άλλων ειδών, καθώς βέβαια και στο πρόβλημα των ποικιλιών. (Σκούρας, 2015) Τα τρία βασικά στοιχεία, δηλαδή, της Αριστοτελικής άποψης είναι η σταθερότητα των ειδών (ουσιοκρατία-τυπολογία), η ύπαρξη σκοπού (τελεολογία) στον κόσμο των ζωντανών οργανισμών και η απουσία του τυχαίου (Αθανασίου 2015α). Ο φιλόσοφος δηλαδή, όπως και ο

δάσκαλός του ο Πλάτωνας, υποκύπτει στον πειρασμό της στατικότητας των ειδών, γεγονός που συνέβαλε στο να τονίσει η αρχαία εξελικτική σκέψη. Ασκεί με τη διδασκαλία του και τις απόψεις του για το φαινόμενο της ζωής τεράστια επίδραση στη σκέψη των επόμενων γενεών (*αριστοτελική αυθεντία*), οι οποίες και συμερίζονται απόλυτα την άποψή του για τη δυνατότητα της αυτόματης γένεσης των όντων και τη σταθερότητα των ειδών περίπου ως και τα τέλη του δέκατου όγδοου αιώνα. (Σκούρας, 2015)

2.2 Προδαρβινικές Εξελικτικές Θεωρίες

Όπως προαναφέρθηκε, ο Αριστοτέλης, όπως και ο δάσκαλός του ο Πλάτωνας, πίστευε στη σταθερότητα των ειδών, γεγονός που συνέβαλε στο να ατονήσει η αρχαία εξελικτική σκέψη. Αυτή η αντίληψη της σταθερότητας των ειδών επικράτησε επί 2.000 χρόνια μέχρι να αρχίσει η αμφισβήτησή της στα τέλη του 18ου αιώνα (Καλαϊτζιδάκη και Πανταζίδης, 2002). Παρόλα αυτά, ο Δαρβίνος δεν είναι αυτός που πρώτος εισάγει την Εξελικτική Σκέψη μετά τον Αριστοτέλη. Οι απόψεις των πρώιμων Εξελικτικών (Λαμάρκ - Έρασμος Δαρβίνος), οι οποίοι από τη μία πλευρά απέρριπταν την τυπολογία, την ταυτόχρονη δηλ. εμφάνιση των ειδών και την σταθερότητά τους, αλλά από την άλλη παραδέχονταν έναν σκοπό ή "τέλος" για τη διαδικασία της εξέλιξης, δημιούργησαν πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη της Δαρβινικής Θεωρίας, καθώς έφεραν την Εξέλιξη στο επίκεντρο του επιστημονικού ενδιαφέροντος της εποχής.

Ζαν Μπατίστ Λαμάρκ

Η πρώτη ευρεία θεωρία της εξέλιξης προτάθηκε από τον Γάλλο φυσιολόγο Ζαν Μπατίστ ντε Μονέ, ιππότη του Λαμάρκ (1744-1829). Η εξελικτική θεωρία του Λαμάρκ δημοσιεύτηκε το 1809, περίπου 50 χρόνια πριν τη δημοσίευση της καταγωγής των ειδών από τον Δαρβίνο και εμπεριέχεται στο σύγγραμμά του «*Philosophie zoologique*» (Σκούρας 2015) Σύμφωνα με τον Λαμάρκ, τα είδη δεν εξαφανίζονται αλλά αλλάζουν μορφή με την πάροδο του χρόνου: τα σύγχρονα είδη προέκυψαν από τον σταδιακό μετασχηματισμό παλαιότερων ειδών. Έτσι, οι οργανισμοί εξελίσσονται κατά τη διάρκεια αιώνων από τις χαμηλότερες στις υψηλότερες μορφές, μία διαδικασία που συνεχίζεται ακόμη και η αποκορύφωση της οποίας είναι πάντοτε τα ανθρώπινα όντα. (Ayala 2009).

Ο Λαμάρκ εισήγαγε τη διαδοχή των ειδών του ενός από το άλλο παραμερίζοντας τη στατική ιεραρχία των ειδών που μέχρι τότε θεωρούνταν σταθερά και απομονωμένα. Διαβάθμισε

τους ζωντανούς οργανισμούς από τους πιο απλούς (πολύποδες, σκουλήκια) στους πιο πολύπλοκους (έντομα, μαλάκια), για να εξελιχθούν σε τελειότερες μορφές (ψάρια, ερπετά, πτηνά, θηλαστικά) με τελειότερο τον άνθρωπο. (Σκούρας, 2015) Σύμφωνα με τον Λαμάρκ, τα είδη μετασχηματίζονταν ανταποκρινόμενα στις αλλαγές του περιβάλλοντος με βάση δύο αρχές:

- την «*αρχή της χρήσης και αχρησίας*», κατά την οποία η χρήση ενός οργάνου το δυναμώνει, ενώ η αχρησία το ατροφεί ή το εξαφανίζει και
- την «*αρχή της κληρονομής των επίκτητων χαρακτηριστικών*», κατά την οποία τα αποτελέσματα της χρήσης ή της αχρησίας γίνονται με τον καιρό κληρονομικά και έτσι δημιουργούνται νέα είδη (λαμαρκισμός) (Σκούρας 2015, Ayala 2009)

Η εξελικτική θεωρία του Λαμάρκ ονομάστηκε «*Θεωρία του Μετασχηματισμού των Ειδών*» και ήταν η πρώτη επιστημονική θεωρία για την εξέλιξη, με την έννοια ότι έκανε ελέγξιμες προβλέψεις και υπόκειται στον έλεγχο της διαψευσιμότητας. Πειράματα που έγιναν αργότερα απέδειξαν ότι ούτε αυτόματη γένεση συμβαίνει ούτε κληρονομούνται τα επίκτητα χαρακτηριστικά (εύρεση των νόμων της κληρονομικότητας στις αρχές του 20ου αιώνα). Επειδή η θεωρία του Λαμάρκ διαψεύστηκε, ο ίδιος απαξιώθηκε αδικώς ως επιστήμονας από τις επόμενες γενιές. (Λαδουκάκης, 2015).

Παρόλα αυτά, η συνεισφορά του Γάλλου βιολόγου στη διαμόρφωση της βιολογίας ως επιστήμης είναι τεράστια και αδιαμφισβήτητη, καθώς ήταν ο πρώτος που :

- επιστημονικά αμφισβήτησε την πανάρχαια άποψη για θεϊκή δημιουργία των ζώντων οργανισμών στη γη εισάγοντας την έννοια του μετασχηματισμού των ειδών από προϋπάρχοντα, γεγονός που αποτέλεσε μεγάλο πλήγμα στις κυρίαρχες απόψεις της δυτικής εκκλησίας περί της δημιουργίας των ειδών από τον δημιουργό (Σκούρας, 2015) και
- συνέδεσε τις αλλαγές του περιβάλλοντος με τις αλλαγές στα χαρακτηριστικά των οργανισμών (Ayala 2009, Καλαϊτζιδάκη και Πανταζίδης, 2002)

Τα δε στοιχεία που παρουσίασε ο Λαμάρκ υπέρ της εξέλιξης ήταν τόσο ισχυρά που ουσιαστικά σημάδεψαν την κλίση της ζυγαριάς υπέρ αυτής. Από τον Λαμάρκ και μετά το βάρος της απόδειξης έχει περάσει από τους υποστηρικτές της εξέλιξης στους αρνητές της. (Ζούρος 2009α)

Έρασμος Δαρβίνος

Ο Έρασμος Δαρβίνος (1731-1802), γιατρός και ποιητής και παππούς του Κάρολου Δαρβίνου πρότεινε περισσότερο σε ποιητική παρά σε επιστημονική γλώσσα μία θεωρία μετατροπής μορφών ζωής μέσα από αιώνες (Ζωονομία ή οι Νόμοι της Οργανικής Ζωής, 1794-1896) (Ayala 2009)

2.3 Δαρβινισμός

2.3.1 Ιστορικά στοιχεία

Ο Κάρολος Δαρβίνος γεννήθηκε στο Shrewsbury στην Αγγλία στις 12 Φεβρουαρίου 1809, τον ίδιο χρόνο που ο Λαμάρκ δημοσίευε το βιβλίο του. Γόνος εύπορης οικογένειας της Βρετανίας, ήδη από την παιδική του ηλικία υπήρξε ένθερμος φυσιοδίφης και παθιασμένος μελετητής του φυσικού κόσμου. Ξεκίνησε ιατρικές σπουδές στο πανεπιστήμιο του Εδιμβούργου, δύο χρόνια όμως μετά, με προτροπή του πατέρα του, μετακόμισε στο πανεπιστήμιο του Cambridge, με στόχο να γίνει αγγλικανός ιερέας. Λίγους μήνες μετά την αποφοίτησή του από το Cambridge, προσεκλήθη να συμμετάσχει ως άμισθος φυσιοδίφης σε μια αποστολή του αγγλικού πολεμικού ναυτικού χαρτογράφησης κυρίως των ακτών της Νότιας Αμερικής και μερικών νησιών του Ειρηνικού Ωκεανού. Στις 27 Δεκεμβρίου 1831 ξεκίνησε το ταξίδι με το πλοίο Beagle (Ιχνηλάτης) που ολοκληρώθηκε στις 2 Οκτωβρίου του 1836. Μετά την επιστροφή του στην Αγγλία, αφιέρωσε τον χρόνο του στην επιστημονική μελέτη των συλλογών του και στη δημοσίευση επιστημονικών αναφορών. Κατά τα πρότυπα της Αγγλικής αριστοκρατίας, παντρεύτηκε την ξαδέρφη του Emma Westwood, έκανε δέκα παιδιά (τρία εκ των οποίων πέθαναν σχετικά νωρίς επηρεάζοντας σημαντικά τη σκέψη του), αγόρασε ένα σπίτι κοντά στο Λονδίνο, στο Down του Κεντ, στο οποίο έζησε μέχρι τον θάνατό του στις 19 Απριλίου 1882 σε ηλικία 73 ετών. Στο Down House έγραψε όλες τις σημαντικές δημοσιεύσεις και τα βιβλία του, ενώ επεξεργάστηκε και διατύπωσε τη θεωρία της εξέλιξης. (Σκούρας 2015, Mayr 2005) Το έργο του χαρακτηρίζεται από ακρίβεια περιγραφών, επιμονή στη λεπτομέρεια, πολύπλευρη παρατηρητικότητα και συστηματικό τρόπο συλλογής και ταξινόμησης των δειγμάτων και των αποδεικτικών στοιχείων. Τα παραπάνω σε συνδυασμό με την επίδραση θεωριών σύγχρονων επιστημών (Charles Lyell, Thomas Malthus) τον οδήγησαν στο διαχρονικά αξιοθαύμαστο επίτευγμά του «*Η Καταγωγή των Ειδών*» που εκδόθηκε το 1859. (Σκούρας, 2015) Εκτός από αυτό το βιβλίο, ο Δαρβίνος εξέδωσε πολλά άλλα βιβλία με πιο αξιόλογο το «*Η Καταγωγή του ανθρώπου και η επιλογή σε σχέση με το φύλο*» (εκδόθηκε 1871), το οποίο επεκτείνει τη θεωρία της φυσικής επιλογής στην ανθρώπινη εξέλιξη. (Ayala, 2009)

Παρότι ο φυσιολογός Ζαν Μπατίστ Λαμάρκ είχε προτείνει ήδη από το 1809 μία πλήρως ανεπτυγμένη εξελικτική θεωρία, εντούτοις μέχρι το 1859 επικρατούσε κάποια λίγο-πολύ Βιβλική κοσμοαντίληψη όχι μόνο μεταξύ των απλών ανθρώπων αλλά και μεταξύ των φυσικών επιστημόνων και των φιλοσόφων. Σύμφωνα με αυτήν την κοσμοαντίληψη η απάντηση σε όλα τα ερωτήματα σχετικά με τον κόσμο ήταν πολύ απλή: ο Θεός είχε δημιουργήσει τον κόσμο και μάλιστα είχε σχεδιάσει τόσο σοφά τον δημιουργημένο Του κόσμο, ώστε κάθε οργανισμός ήταν τέλεια προσαρμοσμένο στη θέση του μέσα στη φύση (Mayr 2005). Έτσι λοιπόν και ο Δαρβίνος πριν από το ταξίδι του πίστευε ότι και οι περισσότεροι άνθρωποι της εποχής του:

- ότι τα είδη είναι σταθερά και δεν μεταβάλλονται καθώς και
- ότι ο κόσμος δημιουργήθηκε σχετικά πρόσφατα, δηλαδή πριν από περίπου 6.000 χρόνια (με βάση τη Βιβλική γενεαλογία). (Καλαϊτζιδάκη και Πανταζίδης, 2002)

Ο Δαρβίνος κατά τη διάρκεια των πέντε χρόνων του ταξιδιού του, έκανε πληθώρα παρατηρήσεων που αναφέρονται στη Γεωλογία, στη Βοτανική, στη Ζωολογία, στην Κλιματολογία, στην Ανθρωπολογία, στην Εθνολογία και αγγίζουν μία ολοκληρωμένη προσέγγιση της φύσης, και οι οποίες δεν άργησαν να τον οδηγήσουν στην ιδέα ότι τα είδη μεταβάλλονται. (Σκούρας 2015, Καλαϊτζιδάκη και Πανταζίδης, 2002) Η ανακάλυψη απολιθωμένων οστών από μεγάλα εξαφανισμένα θηλαστικά στην Αργεντινή, και η παρατήρηση διαφόρων ειδών σπινών και χελωνών στα νησιά Γκαλαπάγκος (σύμπλεγμα μικρών νησιών 600 μίλια ανοιχτά της Νοτίου Αμερικής στον Ειρηνικό Ωκεανό) ήταν μεταξύ των πιο σημαντικών γεγονότων που θεωρούνται ότι ερέθισαν το ενδιαφέρον του Δαρβίνου για την προέλευση των ειδών και επηρέασαν περισσότερο από κάθε τι άλλο τη συλλογιστική του. (Ayala, 2009) Ο Δαρβίνος εμπνεύστηκε επίσης από :

- τον Thomas Malthus την έννοια του υπερπληθυσμού και του αδυσώπητου πολέμου που επικρατεί ανάμεσα στα έμβια όντα
- τον παππού του Έρασμο Δαρβίνο και άλλους την ιδέα πως υπάρχει βιολογική εξέλιξη, κάτι που υποδείκνυαν και τα γεωλογικά ευρήματα της εξελικτικής βιολογίας (Charles Lyell)
- τον Ουίλιαμ Πάλεϋ την ύπαρξη προσαρμοστικών μηχανισμών στους οργανισμούς που αποδίδονταν σε κάποιο θείο σχεδιασμό.

Ο Δαρβίνος ήταν αυτός που μπόρεσε να συνθέσει τις απόψεις αυτές και να δώσει μία πειστική απάντηση για τον μηχανισμό της εξέλιξης εισάγοντας την έννοια της φυσικής επιλογής. (Αθανασίου, 2015α)

Παρόλο που ο Δαρβίνος είχε αποσαφηνίσει τις βασικές αρχές της θεωρίας του ήδη από το 1839, επιφυλάχθηκε να τις δημοσιοποιήσει αμέσως, φοβούμενος τις γενικότερες απόψεις που επικρατούσαν τότε και σκεπτόμενος την εχθρότητα που είχαν οι εγείρει οι ιδέες του Λαμάρκ (Αθανασίου, 2015α). Ουσιαστικά αναγκάστηκε να τις δημοσίευσε για πρώτη φορά 20 σχεδόν χρόνια αργότερα, το 1858. Αφορμή αποτέλεσε ένα δοκίμιο που έλαβε από τον Alfred Wallace, μέσα στο οποίο ο Δαρβίνος αναγνώρισε την ίδια του τη θεωρία, δηλαδή τη φυσική επιλογή ως την εξήγηση για την εξελικτική αλλαγή. (Αθανασίου 2015α , Ayala 2009)

Ο Alfred Russel Wallace ήταν ο επιστήμονας που ανακάλυψε ανεξάρτητα από τον Δαρβίνο τη θεωρία της φυσικής επιλογής, γεγονός εκπληκτικό. Θεωρείται σήμερα ως ο πατέρας της Βιογεωγραφίας. Ο Wallace δουλεύοντας κυρίως στη Νότιο Αμερική και στο Αρχιπέλαγος της Μαλαισίας οδηγήθηκε με τις παρατηρήσεις του στην ανακάλυψη της φυσικής επιλογής. Έστειλε το δοκίμιό του με τίτλο «*On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely From the Original Type*» (μεταφρ.: «*Αναφορικά με την Τάση των Ποικιλιών να Απομακρύνονται Δια Παντός από τον Αρχικό Τύπο*») για κριτική στο Δαρβίνο -ο οποίος θεωρούνταν ήδη την εποχή εκείνη ως ειδήμονας σε θέματα που αφορούσαν τη βιολογική εξέλιξη- χωρίς όμως να γνωρίζει ότι ο Δαρβίνος είχε ήδη διατυπώσει την ίδια ιδέα και βρισκόταν κοντά στο τέλος του βιβλίου του. (Σκούρας 2015, Ayala 2009) Τελικά, με παρέμβαση κοινών γνωστών η εργασία του Wallace μαζί με μία περίληψη του Δαρβίνου ανακοινώθηκαν στην ίδια συνεδρίαση της Λινναϊάς Εταιρείας την 1η Ιουλίου 1858, παρουσία τριάντα περίπου ατόμων και απουσία των δύο επιστημόνων. Οι εργασίες προκάλεσαν ελάχιστη αντίδραση και σχεδόν καμία συζήτηση, καθώς οι ακροατές δεν συνέλαβαν το νόημά τους! (Σκούρας, 2015) Ο Wallace παραδέχθηκε την πληρότητα των ιδεών του Δαρβίνου, ο οποίος την επόμενη χρονιά (24 Νοέμβριου 1859) εξέδωσε το βιβλίο του με τίτλο : «*On The Origin Of Species By Means Of Natural Selection Or The Preservation Of Favoured Races In The Struggle For Life*» γνωστό εν συντομία ως «*Η καταγωγή των ειδών*», το οποίο εξαντλήθηκε την πρώτη μέρα της κυκλοφορίας του και παραμένει ακόμα και σήμερα ως ένα από τα βιβλία που έχουν πραγματοποιήσει τις περισσότερες εκδόσεις παγκοσμίως.

2.3.2 Η Θεωρία της Εξέλιξης

Ο Κάρολος Δαρβίνος μέσα από το βιβλίο του έθεσε τα θεμέλια για τη σημερινή εξελικτική θεωρία, καθώς υποστήριξε την **κοινή καταγωγή** για το σύνολο της ζωής και πρότεινε τη **φυσική επιλογή** ως το μηχανισμό βάσει του οποίου προχωρά η εξέλιξη. Ο Δαρβίνος δεν χρησιμοποίησε τον όρο «εξέλιξη» αλλά περιέγραψε εν συντομία αυτήν τη διεργασία ως «**καταγωγή με τροποποίηση**», φράση η οποία εξακολουθεί να περιγράφει μέχρι σήμερα με ακρίβεια τον πυρήνα της εξελικτικής θεωρίας. Η φράση «καταγωγή με τροποποίηση» περικλείει τις δύο κεντρικές ιδέες της εξέλιξης: **όλοι οι οργανισμοί σχετίζονται μεταξύ τους επειδή κατάγονται από έναν κοινό πρόγονο μέσω μιας διεργασίας τροποποίησης που έχει δημιουργήσει νέες μορφές ζωής από προϋπάρχουσες.** (Καμπουράκης 2017)

Εδώ οφείλουμε να κάνουμε διάκριση μεταξύ του φαινομένου και της ερμηνείας του. Έτσι, η **Εξέλιξη** ορίζεται στενά ως η φυσική διεργασία δια μέσω της οποίας νέα είδη προκύπτουν ως τροποποιημένοι απόγονοι προϋπαρχόντων ειδών (κοινός απόγονος). Με την ευρεία έννοια η Εξέλιξη μπορεί να αναφέρεται και στη συσσωρευτική αλλαγή του φυσικού κόσμου στην πάροδο του χρόνου, όπου ο χρόνος μετριέται σε γενιές (Wiles, 2010). Ο ορισμός αυτός διαχωρίζει τις εξελικτικές αλλαγές από τις αλλαγές που συμβαίνουν στα άτομα του πληθυσμού κατά την ανάπτυξή τους (οντογένεση). Εξελικτικές αλλαγές συμβαίνουν σε ομάδες οργανισμών οι οποίες ονομάζονται πληθυσμοί. Πληθυσμός είναι μια ομάδα ατόμων τα οποία ανταλλάσσουν ελεύθερα γενετικό υλικό. Επίσης, όταν αναφερόμαστε σε εξελικτικές αλλαγές, μιλάμε για αλλαγές στις κληρονομήσιμες ιδιότητες των οργανισμών. Οι αλλαγές που προκαλεί το περιβάλλον στους οργανισμούς δεν είναι εξελικτικές. Οι πληθυσμοί αλλάζουν στον χρόνο, διαφοροποιούνται μεταξύ τους, αποκλίνουν, συγκλίνουν, αλληλοδιαδέχονται ο ένας τον άλλο, δηλαδή εξελίσσονται. Η μονάδα της εξέλιξης επομένως, είναι ο πληθυσμός και όχι το άτομο. (Λαδουκάκης, 2015) Η δε **Θεωρία της Εξέλιξης** είναι η επιστημονική θεωρία που εξηγεί πως αυτή η διεργασία έχει λάβει και λαμβάνει ακόμα χώρα στη Γη, με αναφορά σε συγκεκριμένες παλαιές και τωρινές όψεις της ζωής στη γη και σε συγκεκριμένα επεισόδια της ιστορίας της. (Καμπουράκης 2017)

Το επεξηγηματικό πρότυπο του Δαρβίνου για τη φυσική επιλογή, όπως παρουσιάζεται και στο σχολικό βιβλίο (Καλαϊτζιδάκη και Πανταζίδης, 2002), μπορεί να συνοψιστεί σε τέσσερις βασικές παρατηρήσεις και σε τρία συμπεράσματα που απορρέουν από αυτές:

Παρατήρηση 1. Οι πληθυσμοί των διαφόρων ειδών τείνουν να αυξάνονται από γενιά σε γενιά με ρυθμό γεωμετρικής προόδου.

Παρατήρηση 2. Αν εξαιρεθούν οι εποχικές διακυμάνσεις, τα μεγέθη των πληθυσμών παραμένουν σχετικά σταθερά.

Συμπέρασμα 1. Για να παραμείνει σταθερό το μέγεθος ενός πληθυσμού παρά την τάση για αύξηση, μερικά άτομα δεν επιβιώνουν ή δεν αναπαράγονται. Συνεπώς, μεταξύ των οργανισμών ενός πληθυσμού διεξάγεται ένας αγώνας για την επιβίωση.

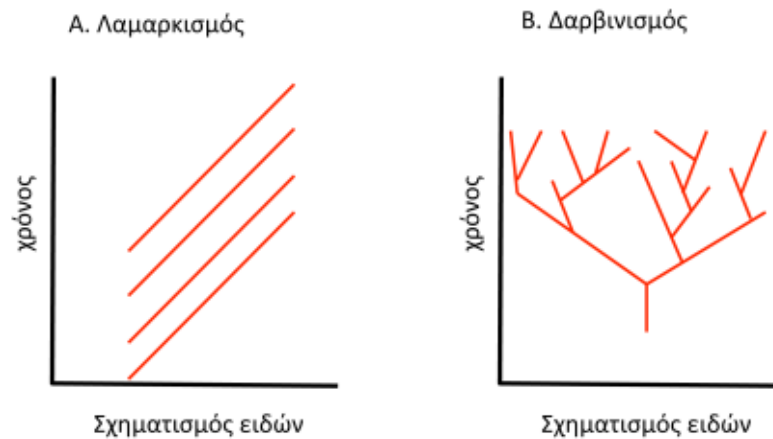
Παρατήρηση 3. Τα άτομα ενός είδους δεν είναι όμοια. Στους πληθυσμούς υπάρχει μία τεράστια ποικιλομορφία όσον αφορά τα φυσικά χαρακτηριστικά των μελών τους.

Παρατήρηση 4. Τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά των γονέων κληροδοτούνται στους απογόνους τους.

Συμπέρασμα 2. Η επιτυχία στον αγώνα για την επιβίωση δεν είναι τυχαία. Αντιθέτως, εξαρτάται από το είδος των χαρακτηριστικών που έχει κληρονομήσει ένας οργανισμός από τους προγόνους του. Οι οργανισμοί οι οποίοι έχουν κληρονομήσει χαρακτηριστικά που τους βοηθούν να προσαρμόζονται καλύτερα στο περιβάλλον τους επιβιώνουν περισσότερο, και αφήνουν μεγαλύτερο αριθμό απογόνων από τους οργανισμούς οι οποίοι έχουν κληρονομήσει λιγότερο ευνοϊκά για την επιβίωσή τους χαρακτηριστικά.

Συμπέρασμα 3. Τα ευνοϊκά για την επιβίωση χαρακτηριστικά μεταβιβάζονται στην επόμενη γενιά με μεγαλύτερη συχνότητα από τα λιγότερο ευνοϊκά, καθώς οι φορείς τους επιβιώνουν και αφήνουν μεγαλύτερο αριθμό απογόνων από τους φορείς των λιγότερο ευνοϊκών χαρακτηριστικών. Έτσι, με την πάροδο του χρόνου η συσσώρευση όλο και περισσότερων ευνοϊκών χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση ενός νέου είδους. (Καλαϊτζιδάκη και Πανταζίδης, 2002, Ζούρος 2009α, Mayr 2005)

Η διαδικασία με την οποία οι οργανισμοί που είναι περισσότερο προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον τους επιβιώνουν και αναπαράγονται περισσότερο από τους λιγότερο προσαρμοσμένους ονομάστηκε από τον Κάρολο Δαρβίνο **φυσική επιλογή**. (Καλαϊτζιδάκη και Πανταζίδης, 2002) Στο σχήμα 2.3-1 φαίνονται διαγραμματικά οι διαφορές του Δαρβινισμού με τον Λαμαρκισμό.



Σχήμα 2.3.2-1 Διαγραμματικά οι διαφορές του Δαρβινισμού με τον Λαμαρκισμό.

Πηγή : Λαδουκάκης, Ε. 2015. Η εξέλιξη ως επιστήμη. [Κεφάλαιο Συγγράμματος]. Στο
Λαδουκάκης, Ε. 2015. *Βασικές αρχές εξελικτικής βιολογίας*. [ηλεκτρ. βιβλ.]

Παρότι οι απόψεις του Δαρβίνου για την εξέλιξη συχνά αναφέρονται ως Δαρβινική Θεωρία, στην πραγματικότητα αποτελούνται από πολλές διαφορετικές θεωρίες (πέντε ανεξάρτητες θεωρίες) οι οποίες γίνονται καλύτερα κατανοητές, όταν διακρίνονται με σαφήνεια η μία από την άλλη. (Mayr, 2005). Σύμφωνα με το Mayr (2005), οι πέντε μείζονες θεωρίες του Δαρβίνου για την εξέλιξη είναι οι παρακάτω:

1. Η μη σταθερότητα των ειδών (η βασική θεωρία της εξέλιξης)
2. Η καταγωγή όλων των οργανισμών από κοινούς προγόνους (διακλαδισμένη εξέλιξη)
- 3 Η βαθμιαία αλλαγή στην εξέλιξη (δεν υπάρχουν άλματα, δεν υπάρχουν ασυνέχειες)
4. Η αύξηση κατά αριθμό των ειδών (η προέλευση της ποικιλότητας)
5. Η φυσική επιλογή

Δύο από αυτές τις πέντε θεωρίες (η θεωρία για την εξέλιξη και η θεωρία της κοινής καταγωγής) έγιναν ευρέως αποδεκτές από τους βιολόγους μέσα σε λίγα μόνο χρόνια από τη δημοσίευση της «Καταγωγής των Ειδών». Οι τρεις άλλες θεωρίες συνάντησαν μεγάλη αντίσταση και δεν έγιναν γενικώς αποδεκτές, μέχρι τελικά τη Σύγχρονη Εξελικτική Σύνοψη (Mayr, 2005)

2.4 Νεοδαρβινισμός – Σύγχρονη Σύνοψη

Σε ό,τι αφορά το τρίτο ιστορικό στάδιο, δηλ. τη μετάβαση από τον πρώιμο Δαρβινισμό-Εξελικτισμό στην επικράτηση του Νεο-Δαρβινισμού με τη μορφή που είναι σήμερα αποδεκτός (Σύγχρονη Σύνοψη), η διαδρομή δεν ήταν τόσο ομαλή και κράτησε σχεδόν έναν αιώνα. (Αθανασίου, 2015α)

Από το 1882 με τον θάνατο του Δαρβίνου, ξεκινά μια εποχή που εκτείνεται έως το 1930. Μέσα σ' αυτά τα πενήντα χρόνια, η πλειοψηφία των βιολόγων, χωρίς να αμφισβητεί το φαινόμενο της εξέλιξης, υποχωρεί στην άποψη της φυσικής επιλογής ως τη σημαντικότερη αιτία της εξελικτικής διαδικασίας ή το βαθμιαίο της εξελικτικής αλλαγής. (Αθανασίου, 2015α) Καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της περιόδου υπήρχαν συνεχείς διαφωνίες σχετικά με τα αίτια της εξελικτικής αλλαγής, για το πώς προήλθαν τα είδη και για το κατά πόσο η εξέλιξη ήταν μία βαθμιαία ή ασυνεχής διαδικασία. (Mayr, 2005)

Από τις αρχές του 20ου αιώνα και μετά, όταν ανακαλύπτονται πλέον οι νόμοι της κληρονομικότητας του Mendel, στον χώρο της Βιολογίας ξεσπά μια απερίγραπτη διαμάχη. Από τη μια μεριά, ήσαν οι *Μεντελιστές* οι οποίοι επικεντρώνονταν στις διακριτές παραλλαγές και τους νόμους της κληρονομικότητας. Κάποιοι από αυτούς τους γενετιστές ανέπτυξαν τη *θεωρία της εξέλιξης μέσω μεταλλάξεων*. Η θεωρία υποστήριζε ότι τα είδη πέρασαν από περιόδους γρήγορων μεταλλάξεων, ενδεχομένως ως συνέπεια έντονης περιβαλλοντικής πίεσης, η οποία θα μπορούσε να παράξει πολλαπλές μεταλλαγές και σε μερικές περιπτώσεις απολύτως νέα είδη, σε μια και μόνη γενεά. Από την άλλη, ήταν οι *Βιομετριστές*, οι οποίοι πίστευαν στη συνεχή παραλλαγή των χαρακτηριστικών των πληθυσμών και επικεντρώνονταν στη μέτρηση και τη στατιστική ανάλυση της ποικιλίας ενός πληθυσμού. (Αθανασίου, 2015α)

Οι Μεντελιστές ισχυρίζονταν ότι η ποικιλία που μετρούσαν οι Βιομετριστές, δεν ήταν αρκετά σημαντική, ώστε να ευθύνεται για την εξέλιξη και την εμφάνιση νέων ειδών. Οι Βιομετριστές, από τη μεριά τους, απέρριπταν τη μεντελική άποψη ότι διακριτές μονάδες κληρονομικότητας, όπως τα γονίδια, θα μπορούσαν να εξηγήσουν το συνεχές φάσμα της ποικιλίας που παρατηρείτο στους πραγματικούς πληθυσμούς. Ουσιαστικά, η διαμάχη αυτή ήταν ανάμεσα σε αυτούς που πίστευαν ότι η εξέλιξη μπορούσε να γίνει και με άλματα (Μεντελιστές) και σε αυτούς που πίστευαν ότι γίνεται συνεχώς και σταδιακά (Βιομετριστές). (Αθανασίου, 2015α)

Το μεντελικό και το βιομετρικό μοντέλο τελικά συμφιλιώθηκαν με την ανάπτυξη της γενετικής των πληθυσμών. Θεμελιώδες βήμα υπήρξε το έργο του βρετανού βιολόγου Ronald Fisher (*The Genetical Theory of Natural Selection*), στο οποίο κατέδειξε ότι η συνεχής ποικιλία που μετριόταν από τους Βιομετριστές μπορούσε να παραχθεί από τη συνδυασμένη δράση πολλών διακριτών γονιδίων, και ότι η Φυσική Επιλογή μπορούσε να αλλάξει τη συχνότητα των γονιδίων σε έναν πληθυσμό με αποτέλεσμα την εξέλιξη. Το έργο του Fisher

καθώς και των Haldane (η Φυσική Επιλογή δρα με πιο γρήγορο ρυθμό από αυτόν που υπέθεσε ο Fisher) και Wright (συνδυασμοί αλληλεπιδρώντων γονιδίων και ενδογαμία σε μικρούς, σχετικά απομονωμένους πληθυσμούς) ίδρυσε τον κλάδο της Πληθυσμιακής Γενετικής. Αυτό ενοποίησε τη Φυσική Επιλογή με τη Μεντελική κληρονομικότητα και αποτέλεσε το πρώτο κρίσιμο βήμα για την ανάπτυξη μιας ενιαίας θεωρίας για τον τρόπο λειτουργίας της εξέλιξης. Η *Συνθετική ή Νεοδαρβινική θεωρία* προτάθηκε πρώτα από τους τρεις παραπάνω γενετιστές με τη μορφή μαθηματικών υποδειγμάτων και παραδειγμάτων. Η επικράτηση του Νεο-Δαρβινισμού με τη σημερινή του μορφή οφείλεται στον Dobzhansky σε πρώτη φάση, και στον Ernst Mayr, αργότερα, μια και είναι αυτοί που έβαλαν τις βάσεις της *Συνθετικής Θεωρίας* που συνένωσε τη Γενετική με τη Φυσική Επιλογή προσφέροντας μια νέα κατανόηση της εξελικτικής διαδικασίας, καθώς προτείνουν ως υπόβαθρο δράσης της Φυσικής Επιλογής τις γενετικές αλλαγές στους πληθυσμούς. (Αθανασίου, 2015α)

Οι κυριότερες ιδέες της νέας σύνθεσης ήταν ότι :

- (α) οι πληθυσμοί περιέχουν γενετική ποικιλότητα που προκύπτει από τον ανασυνδυασμό και την τυχαία μεταλλαγή,
- (β) οι πληθυσμοί εξελίσσονται μέσω αλλαγών στην συχνότητα στην ποικιλία γονιδίων που κυρίως καθορίζεται από τη φυσική επιλογή,
- (γ) οι φαινοτυπικές αλλαγές γίνονται σταδιακά
- (δ) οι σταδιακές αυτές αλλαγές μπορούν να οδηγήσουν στην ειδογένεση που συντελείται μέσω αναπαραγωγικής απομόνωσης μεταξύ πληθυσμών και
- (ε) αν δοθεί αρκετός χρόνος, αυτές οι αλλαγές οδηγούν σε τέτοιες διαφοροποιήσεις που απαιτούν τον ορισμό ανώτερων ταξινομικών επιπέδων. (Θηραΐος 2009)

Σήμερα λοιπόν, σύμφωνα με τον Mayr (στο Αθανασίου 2015β) -έναν από τους σημαντικότερους εξελικτικούς επιστήμονες και φιλοσόφους του 20ου αιώνα- η διαδικασία της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής μπορεί να αποτυπωθεί στις εξής 10 κύριες ιδέες (υπογραμμισμένες):

- Οι οργανισμοί παράγουν πιο πολλούς απογόνους απ' ότι μπορούν να συντηρήσουν οι διαθέσιμοι πόροι (βιωτικό δυναμικό, ικανότητα μεταφοράς).
- Όλα τα μέλη ενός είδους ανταγωνίζονται μεταξύ τους για τους διαθέσιμους πόρους (περιορισμένοι πόροι, ανταγωνισμός), και μερικοί οργανισμοί δεν επιζούν (περιορισμένη επιβίωση).
- Οι οργανισμοί μέσα σε ένα είδος διαφέρουν οι μεν από τους δε στα κληρονομικά γνωρίσματα (γενετική ποικιλότητα).

- Οι (παρ)αλλαγές προκύπτουν μέσω της μεταλλαγής και του γενετικού ανασυνδυασμού (προέλευση της ποικιλότητας).
- Η μεταλλαγή και ο γενετικός ανασυνδυασμός είναι τυχαία γεγονότα που παράγουν ευεργετικά, ουδέτερα, ή επιβλαβή γνωρίσματα. Μεγάλο μέρος από την ποικιλότητα κληρονομείται, με αποτέλεσμα οι γονείς να περνούν τα γνωρίσματά τους στους απογόνους τους. Μεταξύ αυτών των απογόνων, εκείνοι που είναι καλύτερα προσαρμοσμένοι (που ταιριάζουν καλύτερα) με το περιβάλλον τείνουν να είναι οι επιτυχεότεροι στην παραγωγή απογόνων (διαφορική επιβίωση, βιωσιμότητα, αναπαραγωγική επιτυχία). Οι απόγονοι που ταιριάζουν λιγότερο καλά με το περιβάλλον έχουν λιγότερες πιθανότητες να επιζήσουν, καθώς και λιγότερες πιθανότητες να παραγάγουν απογόνους (ελαττωμένη προσαρμοστικότητα, ελαττωμένη αναπαραγωγική επιτυχία).
- Μέσω της διαφοροποιημένης αναπαραγωγικής επιτυχίας, η συχνότητα των διαφορετικών γενετικών τύπων μέσα στον πληθυσμό μπορεί να αλλάξει με κάθε επόμενη γενεά (απόγονοι με τροποποίηση, εξέλιξη, αλλαγή στη δεξαμενή γονιδίων με την πάροδο του χρόνου, πληθυσμιακή αλλαγή). Η φυσική επιλογή είναι κατευθυνόμενη, καθοριζόμενη από τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου περιβάλλοντος. Η δράση της φυσικής επιλογής στα κληρονομήσιμα γνωρίσματα είναι ο πρωταρχικός μηχανισμός της εξέλιξης. Η δράση της φυσικής επιλογής στα μή κληρονομήσιμα γνωρίσματα έχει μικρή μακροπρόθεσμη επίδραση στην εξελικτική διαδικασία. Ούτε η αχρηστία ενός οργάνου ούτε η ανάγκη για κάποιο γνώρισμα καθορίζουν το γενετικό υπόβαθρο ενός οργανισμού. Ο πληθυσμός καθίσταται καλύτερα προσαρμοσμένος στο περιβάλλον μέσω της διάδοσης περισσότερων ταιριασμένων ατόμων (προσαρμογή). Οι πληθυσμοί αλλάζουν μέσω των αλλαγών στις συχνότητες των γενετικών τύπων μέσα στον πληθυσμό και όχι μέσω των αλλαγών στους επιμέρους οργανισμούς.
- Όταν δύο πληθυσμοί ενός ενιαίου είδους χωρίζουν μεταξύ τους για μια εκτεταμένη χρονική περίοδο από κάποιο φυσικό, συμπεριφοριστικό, χρονικό, ή άλλο εμπόδιο, οι πληθυσμοί μπορεί να αποκλίνουν μεταξύ τους μέχρι το σημείο που να καταστούν χωριστά είδη (προέλευση των ειδών). (Αθανασίου 2015β)

Συμπερασματικά, η Νέα Σύνθεση δεν αμφισβήτησε καμία από τις βασικές αρχές του νέο-Δαρβινισμού. Αντίθετα, πάντρεψε τον Νεο-Δαρβινισμό όχι μόνο με τη γενετική των πληθυσμών αλλά και με την ζωολογία, την βοτανική, και την παλαιοντολογία, ενίσχυσε και



επέκτεινε τις ιδέες του, και εισήγαγε νέες ιδέες και ερμηνείες για τη δυναμική των πληθυσμών και τους μηχανισμούς της ειδογένεσης. (Θηραΐος 2009) Η αποκαλούμενη Εξελικτική Σύνθεση της περιόδου 1937-1947 επέφερε **καθολική** συναίνεση, και η επανάσταση της μοριακής βιολογίας τα επόμενα χρόνια συνέχισε να ενισχύει το Δαρβινικό παράδειγμα και την υποστήριξή του ανάμεσα στους βιολόγους. Αν και εκείνα τα χρόνια έγιναν πολυάριθμες απόπειρες να προταθούν θεωρίες με αντίθετο περιεχόμενο, καμία από αυτές δεν πέτυχε : όλες έχουν παντελώς αναιρεθεί. (Mayr, 2005)

3 Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

Η Θεωρία της Εξέλιξης εξακολουθεί να βρίσκεται σήμερα, 160 χρόνια μετά την πρώτη διατύπωσή της στην πρώτη γραμμή της ορθολογικής ερμηνείας του κόσμου που μας περιβάλλει. Και αυτό, γιατί δεν αποτελεί απλώς μια από τις επιστημονικές θεωρίες της Βιολογίας αλλά την **κεντρική και ενοποιό θεωρία**, καθώς:

- προσδίδει συνέχεια και συνάφεια στα φαινόμενα που συνιστούν τη ζωή.
- παρέχει απαντήσεις σε βασικά ερωτήματα για την προέλευση των βιολογικών λειτουργιών, την ενότητα της ζωής και τη βιοποικιλότητα.
- συνδέει νοηματικά όλες τις επιμέρους θεματικές περιοχές της Βιολογίας, από τη Μοριακή Βιολογία έως την Οικολογία (Καμπουράκης, 2017)

Η ενότητα της ζωής, η ποικιλότητα και τα προσαρμοστικά χαρακτηριστικά των οργανισμών (με τα οποία ασχολούνται πολλοί διαφορετικοί κλάδοι της βιολογίας) είναι συνέπειες της εξελικτικής ιστορίας και μπορούν να κατανοηθούν μόνο υπό αυτό το φως (Meagher & Futuyama 2001, Dobzhansky 1973). *«Χωρίς το φως της εξέλιξης η βιολογία γίνεται ένας σωρός από διάφορα γεγονότα, μερικά από τα οποία είναι ενδιαφέροντα ή αξιοπερίεργα, αλλά που δεν συγκροτούν σαν σύνολο μια εικόνα με νόημα...»* έγραφε ένας από τους κορυφαίους σύγχρονους εξελικτικούς, ο T. Dobzhansky (1973). Η εξελικτική θεωρία ως η κεντρική ενοποιητική θεωρία της βιολογίας εξηγεί την ενότητα της ζωής τεκμηριώνοντας το πώς τα υφιστάμενα και τα εξαφανισμένα είδη έχουν κοινή καταγωγή. Επίσης, εξηγεί την ποικιλομορφία της ζωής περιγράφοντας τον τρόπο με τον οποίο τα είδη έχουν εξελιχθεί από τα προγονικά τους μέσω φυσικών διεργασιών. (Καμπουράκης, 2017)

Η εξελικτική σκέψη εμπλούτισε σε τεράστιο βαθμό σχεδόν όλους τους κλάδους της βιολογίας και είναι κυρίαρχη σε πολλά από τα ενεργά πεδία της βιολογικής έρευνας, όπως στη γονιδιωματική και την εξελικτική αναπτυξιακή βιολογία. Επίσης, προσφέρει σημαντικές γνώσεις στις έρευνες και στις εφαρμογές στην Ιατρική, στη γεωργία, στην κτηνοτροφία, και στην προστασία του περιβάλλοντος. (Καμπουράκης, 2017) Αν και οι επιστήμονες μελετούν την εξέλιξη πρωτίστως, για να προάγουν την κατανόηση του έμβιου κόσμου, οι εξελικτικές μελέτες έχουν επίσης συμβάλει σημαντικά στην ευημερία των ανθρώπων. Η εξελικτική

σκέψη, και ιδιαίτερα η κατανόηση των νέων εννοιών που αναπτύχθηκαν στην εξελικτική βιολογία, όπως ο πληθυσμός, το βιολογικό είδος, η συνεξέλιξη, η προσαρμογή και ο ανταγωνισμός είναι απολύτως αναγκαία για τις περισσότερες ανθρώπινες δραστηριότητες. Εφαρμόζουμε την εξελικτική σκέψη και τα εξελικτικά μοντέλα, για να αντιμετωπίζουμε την ανθεκτικότητα των παρασίτων των καλλιεργειών στα φυτοφάρμακα, τον έλεγχο των φορέων των ασθενειών (π.χ. τα κουνούπια της ελονοσίας), τις ανθρώπινες επιδημίες, την παραγωγή νέων φυτών για καλλιέργεια μέσω της εξελικτικής γενετικής και πολλές άλλες προκλήσεις. (Mayr, 2005) Χωρίς τη γνώση της «λογικής» της εξέλιξης είναι αδύνατη η κατανόηση της δημιουργίας νέων ποικιλιών παθογόνων μικροοργανισμών, η απειλητική διάδοσή τους, οι λόγοι για την αποφυγή της άσκοπης χρήσης αντιβιοτικών, οι λόγοι για τους οποίους απειλούνται με εξαφάνιση πολυάριθμα φυτικά και ζωικά είδη, το γιατί είναι απαραίτητη η διατήρησή τους, το πώς δημιουργήθηκαν και γιατί είναι εξαντλήσιμα τα ορυκτά καύσιμα, το πως απέκτησε η γήινη ατμόσφαιρα τη σύνθεσή της και πως επηρεάζεται ιστορικά από την ανθρώπινη δραστηριότητα. (Π.Ε.Β., 2009) Πέραν των παραπάνω, η εξελικτική προσέγγιση έχει χαρίσει και μία θαυμαστή βαθιά γνώση για την ιστορία της ανθρωπότητας. Τίποτα δεν συνέβαλε περισσότερο στην κατανόηση των ανθρώπινων χαρακτηριστικών, όπως του νου, της συνείδησης, του αλτρουισμού, των γνωρισμάτων, του χαρακτήρα και του συναισθήματος από όσο οι συγκριτικές μελέτες της συμπεριφοράς των ζώων (Mayr, 2005).

Ο εγγραμματισμός στη βιολογία δεν περιορίζεται στην κατανόηση των εννοιών, αλλά επιπλέον συμβάλλει, ώστε ο μαθητής να γίνει ικανός να διαμορφώνει αντιλήψεις για τη ζωή και τους συνανθρώπους του (π.χ. σχετικές με ρατσισμό, θέματα υγείας κλπ.), και να αξιολογεί τις νέες γνώσεις υπό το φως των νέων του αντιλήψεων. Η εξέλιξη θεωρείται η ενοποιητική έννοια για όλη τη βιολογία και η θεωρία της εξέλιξης ως το κεντρικό της ερμηνευτικό σύστημα. Χωρίς αυτό το σύστημα, το ποικίλο γνωστικό περιεχόμενο της βιολογίας εμφανίζεται αινιγματικό, αποσπασματικό ή ασύνδετο. (Πρίνου κ.ά. 2004α) Μια χαρακτηριστική αντίδραση ενός μαθητή που έρχεται σε επαφή με ένα τέτοιο ετερόκλητο κολλάζ περιεχομένου είναι η σκέτη απομνημόνευση, και συνακόλουθα η γρήγορη παραίτησή του και η αποστροφή του προς το αντικείμενο. Έτσι, για το BSCS (Biological Science Curriculum Study, 1992) πέντε από τις είκοσι πλευρές του βιολογικού εγγραμματισμού σχετίζονται ευθέως με την εξέλιξη. Εάν η εξέλιξη δεν διδάσκεται, οι μαθητές δε θα επιτυγχάνουν το επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού που απαιτείται. (Πρίνου κ.ά., 2004α)

Ο καθηγητής κ Ζούρος (2009α, 2009β) εξηγεί με σαφήνεια γιατί «ο Δαρβίνος έχει θέση στα σχολεία μας» και πρέπει να διδάσκεται ολοκληρωμένα, εστιάζοντας σε πέντε βασικούς λόγους:

- Ο πρώτος λόγος έχει να κάνει με το γεγονός ότι η Θεωρία της Εξέλιξης (όπως προαναφέρθηκε) αποτελεί την κεντρική και ενοποιηθείσα θεωρία της Βιολογίας. Κάθε απόπειρα, λοιπόν, διδασκαλίας της βιολογίας, της επιστήμης του 21^{ου} αιώνα, που παραλείπει ή περιθωριοποιεί την εξέλιξη είναι λειψή και αποτυχημένη. Αν θεωρήσουμε ότι η βιολογία έχει θέση στα σχολεία μας, τότε αυτομάτως η διδασκαλία της εξέλιξης είναι εκ των ων ουκ άνευ.
- ο δεύτερος λόγος αφορά το γεγονός ότι η εξελικτική σκέψη μαθαίνει τον νέο πολίτη να σκέπτεται αιτιοκρατικά και όχι τελεολογικά. Το εκπαιδευτικό μας σύστημα πρέπει να εισαγάγει από νωρίς τον μαθητή στη διαδικασία με την οποία χτίζουμε τη γνώση μας, την επιστημολογία.
- ο τρίτος λόγος αφορά τη δυνατότητα της βιολογίας ως επιστήμη να εξοπλίσει τον μέλλοντα πολίτη με τα απαραίτητα γνωστικά εφόδια, ώστε να είναι σε θέση να σχηματίσει άποψη για θέματα που αλλάζουν τη ζωή του. Έχει ήδη εξηγηθεί και τονιστεί η άποψη ότι η διδασκαλία της βιολογίας χωρίς διδασκαλία της Εξέλιξης δεν έχει νόημα.
- ο τέταρτος λόγος αφορά την ανάγκη αναίρεσης μιας παρεξήγησης (στην καλύτερη περίπτωση) ή μιας εσκεμμένης παραποίησης (στη χειρότερη), ότι δηλαδή ο εναγκαλισμός της Θεωρίας της Εξέλιξης οδηγεί στην αθεΐα και από κει στην κατάρρευση της ηθικότητας. Οι καταβολές αυτού του ισχυρισμού ανάγονται σε μία επί λέξει ερμηνεία των θρησκευτικών κειμένων που πια δεν έχει θέση στις μέρες μας. Για αυτό άλλωστε η Θεωρία της Εξέλιξης έχει γίνει αποδεκτή είτε επισήμως είτε σιωπηρά από πολλές μεγάλες θρησκείες. Δεν υπάρχει τίποτα στο φαινόμενο και στη θεωρία της εξέλιξης που να εμποδίζει κάποιον από το να είναι ένθεος ή να τον υποχρεώνει να είναι άθεος. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο Κάρολος Δαρβίνος ήταν αγνωστικιστής, ο Θεοδόσιος Ντομπζάνσκι (κορυφαίος εξελικτικός του 20ου αιώνα) δεχόταν την ύπαρξη του Θεού, ενώ ο Φράνσις Κρίκ (ανακάλυψη της δομής του DNA) ήταν άθεος: τρεις κορυφαίοι υποστηρικτές της εξέλιξης με διαφορετικές απαντήσεις στο περί Θεού ερώτημα.
- ο πέμπτος λόγος αφορά την πορεία μας προς μία παγκοσμιοποιημένη κοινωνία και τις αρχές που αυτή πρέπει να διέπεται. Σε αυτήν την κοινωνία δεν μπορεί να έχουν θέση ιδεολογικές, εθνικές και θρησκευτικές εμμονές αλλά αρχές που ισχύουν παντού και

πάντοτε και δεν μπορούν να αμφισβητηθούν από κανένα. Τέτοια ισχύ έχουν μόνο οι γνώσεις μας για τον φυσικό κόσμο, δηλ. η επιστήμη, και μέρος αυτής με ιδιαίτερη σημασία είναι η εξέλιξη και η θεωρία που την ερμηνεύει. (Ζούρος, 2009α, 2009β)

Συνολικά, η Θεωρία της Εξέλιξης είναι μία κραταιά θεωρία η οποία οργανώνει και προσδίδει συνοχή στον τρόπο με τον οποίο κατανοούμε τη ζωή (Καμπουράκης, 2017), για αυτό και είναι αναγκαία η διδασκαλία της στους μαθητές του Ελληνικού σχολείου (και όχι μόνο). Χωρίς τη διδασκαλία της εξέλιξης ο μαθητής, ο αυριανός πολίτης κινδυνεύει να μην αντιληφθεί ποτέ τον κόσμο που τον περιβάλλει ως αυτό που πράγματι είναι: ένας κόσμος συνεχών και ραγδαίων μεταβολών και συνάμα προκλήσεων για προσαρμογή, ένας κόσμος στον οποίο οι συλλογικές αλλά και οι προσωπικές στάσεις και επιλογές μπορούν και επηρεάζουν το μέλλον της ζωής στον πλανήτη. (Π.Ε.Β., 2009)

Όπως αναφέρει η Πανελλήνια Ένωση Βιοεπιστημόνων (2009) στην επετειακή της έκδοση για τα 150 χρόνια από τη διατύπωση της Εξελικτικής Θεωρίας «...είναι ο χρυσός μίτος που συνδέει τη Μοριακή Βιολογία με την Οικολογία, τη Γενετική με τη Συστηματική, τη Βιολογία κυττάρου με τη Βιοχημεία, και πολύ περισσότερο είναι ο καμβάς πάνω στον οποίο εξυφαίνονται τα πλέγματα των σχέσεων μεταξύ όλων των βιολογικών πεδίων, από το μόριο ως τον οργανισμό και τη Βιόσφαιρα. Χωρίς αυτήν δεν μπορεί να κατανοηθεί πώς από ένα «άθροισμα» χημικών συστατικών μπόρεσε να αναδυθεί ένα κύτταρο και πώς από μια αλληλουχία νουκλεοτιδίων μπόρεσε να εδραιωθεί ένα γονίδιο. Χωρίς τη διδασκαλία της Εξέλιξης ο μαθητής, ο αυριανός πολίτης, κινδυνεύει να μην αντιληφθεί ποτέ τον κόσμο που τον περιβάλλει ως αυτό που πράγματι είναι: Ένας κόσμος συνεχών και ραγδαίων μεταβολών και συνάμα προκλήσεων για προσαρμογή, ένας κόσμος στον οποίο οι συλλογικές ή προσωπικές στάσεις και επιλογές μπορούν και επηρεάζουν το μέλλον της ζωής στον πλανήτη. Αν η διδασκαλία της Εξέλιξης στο σχολείο είναι είτε αποσπασματική (όπως και αυτή της Βιολογίας), είτε εξαιρείται (όπως συμβαίνει στη Γ΄ Λυκείου), τότε λειψή είναι και στρεβλή ΚΑΙ η Βιολογία ΚΑΙ ο πολιτισμικός της ρόλος. (Είναι σαν να λείπουν οι νόμοι του Νεύτωνα από τη Φυσική ή το περιοδικό σύστημα από τη Χημεία...)).»

Είναι επίσης χαρακτηριστικό ότι την 21η Ιουνίου 2006, 67 Ακαδημίες, ανάμεσά τους και η Ακαδημία Αθηνών, μέλη της Inter Academy Panel (IAP) που αντιπροσωπεύει τις Εθνικές Ακαδημίες όλου του κόσμου υπέγραψαν μια κοινή διακήρυξη στην οποία αναφέρεται χαρακτηριστικά: «Εμείς, οι υπογράφοι Ακαδημίες των Επιστημών, έχουμε μάθει ότι σε

διάφορες περιοχές του κόσμου, στα μαθήματα επιστημών κάποιων δημοσίων εκπαιδευτικών συστημάτων, οι επιστημονικές αποδείξεις, τα δεδομένα και οι πειραματικά ελέγξιμες θεωρίες για την προέλευση και την εξέλιξη της ζωής στον πλανήτη, αποσιωπούνται, απορρίπτονται ή συγχέονται με μη επιστημονικά ελέγξιμες υποθέσεις. Παροτρύνουμε όσους επηρεάζουν την κοινή γνώμη, τους εκπαιδευτικούς και τους γονείς, να διδάσκονται όλα τα παιδιά τις μεθόδους και τις ανακαλύψεις των επιστημών και να ενθαρρύνονται στην κατανόηση της επιστήμης της φύσης. Η γνώση του φυσικού κόσμου στον οποίο ζουν παρέχει στην ανθρωπότητα τη δυνατότητα να ικανοποιεί τις ανάγκες της και να προστατεύει τον πλανήτη» (IAP 2006, Π.Ε.Β. 2009).

Γίνεται ξεκάθαρη από όλα τα παραπάνω η ανάγκη της διδασκαλίας της ΘτΕ στο ελληνικό σχολείο, καθώς, όπως τελικά σημειώνει και ο Ζούρος, «...μέσα από την επίγνωση του γεγονότος της εξέλιξης μπορούμε να δούμε ποιες ήταν οι δυνάμεις που μας έφεραν εκεί που είμαστε, να τις κατανοήσουμε και να τις τιθασεύσουμε, να συμφιλιωθούμε τελικά με τη φύση μας και με τη φύση, και αυτό είναι κάτι που τα παιδιά μας πρέπει να συνειδητοποιήσουν όσο το δυνατόν γρηγορότερα» (Ζούρος, 2009β). Χρειάζεται άραγε (άλλος) καλύτερος λόγος;

Αυτό, όμως, που η πραγματικότητα αποκαλύπτει είναι ότι η Θεωρία της Εξέλιξης όχι μόνο δε διδάσκεται σε όλα τα σχολεία του κόσμου, αλλά συναντάει πολέμιους, που πέρα από την κατάρριψή της επιθυμούν και να την αντικαταστήσουν με διάφορα είδη αντι-επιστημών (π.χ. Δημιουργισμός, Ευφυής Σχεδιασμός) ιδιαίτερα στις Η.Π.Α.. Η Εξελικτική Θεωρία είναι, ίσως, η μόνη επιστημονικά αποδεκτή θεωρία που έχει συναντήσει τόσο σθεναρή αντίσταση όχι μόνο από το ευρύ κοινό αλλά και από πολλούς μη βιοεπιστήμονες, παρά τις αποδείξεις που την επιβεβαιώνουν και τη στηρίζουν (Moore στο Σαριγγέλης 2007).

4 ΑΠΟΔΟΧΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

Παρόλα όσα αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα για την αναγκαιότητα διδασκαλίας της, πληθώρα ερευνών έχουν αναδείξει το γεγονός ότι οι μαθητές σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης εμφανίζουν χαμηλά επίπεδα κατανόησης και αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας αλλά και ένα μεγάλο αριθμό παρανοήσεων και εναλλακτικών αντιλήψεων (Demastes et al 1995a, Prinou et al 2008, Kampourakis & Zogza 2008, Bishop & Anderson 1990). Και ο γράφων, ως διδάσκων της Θεωρίας της Εξέλιξης τα τελευταία χρόνια στη Γ' τάξη του Λυκείου, ήρθε πολλές φορές αντιμέτωπος με πληθώρα ευρέως διαδεδομένων παρανοήσεων, λανθασμένων αντιλήψεων ή/και προϋπαρχουσών γνώσεων και μιας εν γένει δυσπιστίας από την πλευρά των μαθητών έναντι της Θεωρίας της Εξέλιξης. Ανάλογα προβλήματα κατανόησης και αποδοχής της εξέλιξης φαίνεται πως αντιμετωπίζουν και προπτυχιακοί φοιτητές (τόσο στη βιολογία όσο και σε άλλα πεδία) (Καμπουράκης 2017)

Γενικά είναι ένα αδιαμφισβήτητο γεγονός ότι η Θεωρία της Εξέλιξης παραμένει ένα από τα θέματα της επιστήμης που ένας μεγάλος αριθμός ανθρώπων αγνοεί, δεν κατανοεί, αμφισβητεί ή απορρίπτει και γενικά δυσκολεύεται να αποδεχτεί. Αυτές οι δυσκολίες αποδοχής και κατανόησης δεν είναι ανεξάρτητες από συγκεκριμένα προβλήματα που εντοπίζονται σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης, και τα οποία σε μεγάλο βαθμό αφορούν προσπάθειες υπονόμησης της διδασκαλίας της. Αλλά ακόμα και εκεί που η Θεωρία της Εξέλιξης αποτελεί μέρος των εκπαιδευτικών αναλυτικών προγραμμάτων η διδακτική της προσέγγιση είναι συχνά ανεπαρκής και αναποτελεσματική. (Γεωργάτου και Πρίνου, 2005). Επιπλέον, διάφορες δημοσκοπήσεις σε όλο τον κόσμο έχουν δείξει πως η χαμηλή δημόσια αποδοχή της εξέλιξης συχνά σχετίζεται με μία υψηλή αποδοχή του Δημιουργισμού σε διάφορες μορφές και με την προσπάθεια να εισαχθεί στις βιολογικές σπουδές μία εναλλακτική εξήγηση πάνω σε θρησκευτική βάση για την καταγωγή των ειδών (Καμπουράκης 2017, Branch & Scott 2009)

4.1 Αποδοχή και κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο

Ως αποτέλεσμα των προαναφερθεισών δυσκολιών αλλά και της περιορισμένης διδασκαλίας της Θεωρίας της Εξέλιξης στην Ελλάδα, η χώρα μας συμπεριλαμβάνεται στις χώρες στις

οποίες διαπιστώνεται περιορισμένη αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης. Σύμφωνα με διεθνή έρευνα που έγινε το 2006 για το περιοδικό «*New Scientist*», σχεδόν οι μισοί Έλληνες αμφισβητούν ακόμη τον Δαρβίνο. Από τους ερωτηθέντες μόνο το 54% συμφωνεί με τη Θεωρία της Εξέλιξης, ενώ πάνω από 150 χρόνια μετά την πρώτη έκδοση της «Καταγωγής των Ειδών» ένα ποσοστό 29% υποστηρίζει ότι δεν είχε δίκιο και το υπόλοιπο 18% δηλώνει ότι δεν γνωρίζει. (Holmes 2006, Παπακώστα 2009). Ενδεικτικό είναι ότι από τις 19 χώρες όπου διεξήχθη η έρευνα, η Ελλάδα ξεπερνά σε επίπεδα αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας μόνο τις ΗΠΑ -όπου είναι γνωστή η διαμάχη της εξέλιξης με τον «ευφυή σχεδιασμό»- και τη γειτονική Τουρκία (Παπακώστα 2009).

Σε έρευνα των Πρίνου και συνεργατών (2007) για τις αντιλήψεις των μαθητών του ελληνικού σχολείου για έννοιες της εξελικτικής θεωρίας, μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας της Εξέλιξης, διαπιστώθηκε ότι το 59% των μαθητών δεχόταν την εξέλιξη του ανθρώπου (ποσοστό λίγο μεγαλύτερο από τις απόψεις των μεγαλύτερων σε ηλικία πολιτών στην προαναφερθείσα έρευνα), ενώ αντίθετα το 22% των μαθητών δεν τη δεχόταν και το 19% δήλωσε ότι «δεν γνωρίζει». Μόνο το 53% των μαθητών δεχόταν την κοινή καταγωγή των οργανισμών και μόνο το 46% των μαθητών του Λυκείου γνώριζε (ευτυχώς) ότι οι άνθρωποι δεν συνυπήρχαν με τους δεινοσαύρους. Από την έρευνα, επίσης, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές συνολικά δεν είχαν αντιληφθεί και δεν ήταν σε θέση να χρησιμοποιούν τη φυσική επιλογή στις εξηγήσεις τους σε απλές ερωτήσεις. Οι μαθητές χρησιμοποιούσαν στις εξηγήσεις τους εναλλακτικά σχήματα σαν και αυτά που επικρατούσαν πριν αντικατασταθούν από τη δαρβινική θεωρία. Και φαίνεται ότι συνέχισαν να διατηρούν αυτές τις αντιλήψεις, ακόμη και αν είχαν διδαχθεί τη σχετική ενότητα στο Γυμνάσιο. (Πρίνου, 2007)

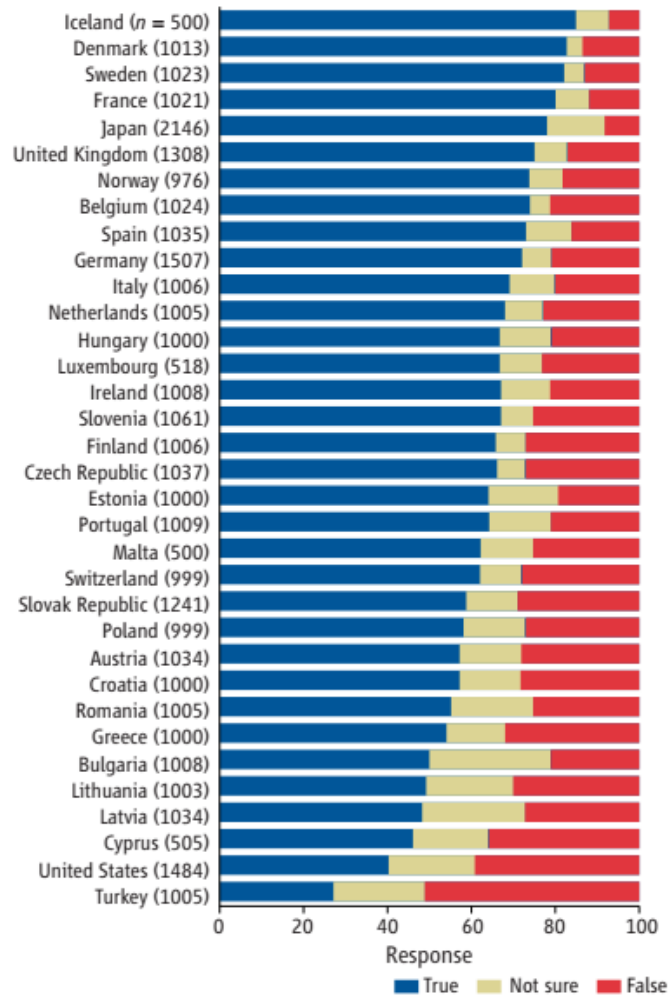
Σε έρευνα που διενεργήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση (European Commission 2005 - Ευροβαρόμετρο 2005) μόλις το 55% των Ελλήνων αποδέχεται την άποψη ότι «*Ο άνθρωπος, όπως τον γνωρίζουμε σήμερα, εξελίχθηκε από προγενέστερες μορφές ζώων*», ενώ το 32% την απορρίπτει και ένα 14% δεν παίρνει θέση. Η αποδοχή της θέσης αυτής από τους Έλληνες ήταν πολύ χαμηλότερη από τον αντίστοιχο μέσο όρο για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που κυμαίνονταν για την αποδοχή στο 70% (20% απόρριψη και 10% «Δεν ξέρω/δεν απαντώ»). Ομοίως, στη θέση «*Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινοσαύρους*» το ποσοστό των Ελλήνων που αναγνωρίζει ότι είναι λάθος είναι μόλις 50%, όταν ο Ευρωπαϊκός μέσος όρος είναι 66%.

Σε έρευνα των Miller και των συνεργατών του (2006) η Ελλάδα βρέθηκε, επίσης, να έχει μία από τις χαμηλότερες θέσεις στην κατάταξη σχετικά με την αποδοχή της εξέλιξης, λίγες θέσεις πιο πάνω από τις ΗΠΑ και την Τουρκία. Σύμφωνα με αυτήν την έρευνα, ένα ποσοστό οριακά πάνω από το 50% θεώρησε σωστή την πρόταση «Οι άνθρωποι, όπως τους ξέρουμε σήμερα, εξελίχθηκαν από προγενέστερα είδη ζώων». Στη συγκεκριμένη έρευνα είχαν συμμετάσχει πολίτες από 34 χώρες με την Ελλάδα να καταλαμβάνει την 28^η θέση, όταν οι τελευταίες δύο θέσεις καταλαμβάνονταν από χώρες όπως οι ΗΠΑ - όπου αναφέραμε τις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν αναφορικά με τις συγκρούσεις του Δημιουργισμού, του Ευφυή Σχεδιασμού, και της Θεωρίας της Εξέλιξης – και η Τουρκία, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.1-1 που προέρχεται από την αντίστοιχη δημοσίευση. Στην ίδια έρευνα αναφέρεται ότι ένας στους τρεις ενήλικες Αμερικανούς απορρίπτει κατηγορηματικά την ιδέα της εξέλιξης, ποσοστό σημαντικά υψηλότερο από τα αντίστοιχα εννέα δυτικών Ευρωπαϊκών χωρών, και τα οποία κυμαίνονται από 7% στην Δανία την Γαλλία και τη Μεγάλη Βρετανία έως 15% στην Ολλανδία. Αντιθέτως, οι ενήλικες στην Ιαπωνία και στις άλλες 32 ευρωπαϊκές χώρες που αποδέχονται την Εξέλιξη είναι πολύ περισσότεροι από ότι οι Αμερικανοί. Στην Ισλανδία, τη Δανία, τη Σουηδία και τη Γαλλία το ποσοστό αποδοχής ξεπερνά το 80% και στην Ιαπωνία φτάνει σχεδόν το 78%. Οι ερευνητές αποδίδουν τη διαφορά στα ποσοστά αποδοχής μεταξύ ΗΠΑ και Ευρώπης κ Ιαπωνίας σε δύο κυρίως αιτίες:

- α) στη δομή και τις πεποιθήσεις του αμερικάνικου φονταμενταλισμού, που διαφέρει ιστορικά από εκείνες του κύριου ρεύματος Προτεσταντισμού τόσο στις ΗΠΑ όσο και στην Ευρώπη. Η βιβλική ερμηνεία «κατά γράμμα» από τον φονταμενταλισμό στις ΗΠΑ βλέπει τη Γένεση ως μια πραγματική και ακριβή περιγραφή της δημιουργίας του ανθρώπου, που αντικαθιστά κάθε επιστημονικό εύρημα ή ερμηνεία. Αντιθέτως, Προτεσταντικές θρησκείες του κύριου ρεύματος στην Ευρώπη (και οι αντίστοιχες στις ΗΠΑ) εκλαμβάνουν τη Γένεση σαν μεταφορά και – όπως και η Καθολική Εκκλησία- δεν εντοπίζουν κάποια μεγάλη αντίφαση ανάμεσα στη θρησκεία τους και το έργο του Δαρβίνου και άλλων επιστημόνων
- β) στο γεγονός ότι το ζήτημα της Θεωρίας της Εξέλιξης έχει πολιτικοποιηθεί και ενσωματωθεί στην τρέχουσα κομματική διαίρεση στις ΗΠΑ με τρόπο που δεν υπάρχει αντίστοιχος στην Ευρώπη ή την Ιαπωνία. Αναφέρονται ειδικότερα στη συντηρητική πτέρυγα των Ρεπουμπλικανών, οι οποίοι υιοθέτησαν τον Δημιουργισμό ως μέρος του προγράμματός τους που σχεδιάστηκε, για να σταθεροποιήσει την επιρροή τους στις νότιες και μεσοδυτικές πολιτείες. Στη δεκαετία του 1990, οι ρεπουμπλικάνικες πλατφόρμες σε επτά πολιτείες

περιελάμβαναν ρητές απαιτήσεις για τη διδασκαλία της «επιστήμης της δημιουργίας». Δεν υπάρχει κανένα τέτοιου μεγέθους πολιτικό κόμμα στην Ευρώπη και την Ιαπωνία που να χρησιμοποιεί την αντίθεση στην εξέλιξη σαν μέρος της πολιτικής του πλατφόρμας

Μόνο η Τουρκία παρουσιάζει χειρότερη εικόνα από ότι οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. (Miller et al, 2006)



Public acceptance of evolution in 34 countries, 2005.

Σχήμα 4.1-1 Αποδοχή της Εξέλιξης από το ευρύ κοινό σε 34 χώρες.

Πηγή : Miller et al, Public Acceptance of Evolution, Article *in Science* · September 2006

Στην Τουρκία, μάλιστα, οι μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου δεν θα διδάσκονται πλέον καθόλου τη θεωρία του Δαρβίνου για την εξέλιξη των ειδών, καθώς οι τουρκικές εκπαιδευτικές αρχές αποφάσισαν τη διακοπή της διδασκαλίας της, θεωρώντας την αμφιλεγόμενη και δυσνόητη. Το σχετικό κεφάλαιο με τίτλο «Η Αρχή της Ζωής και της Εξέλιξης» θα διαγραφεί από τα σχολικά βιβλία Βιολογίας, και σχετικό περιεχόμενο θα είναι

διαθέσιμο μόνο σε μαθητές από ηλικίες 18 και 19 ετών που συνεχίζουν για πανεπιστημιακές σπουδές (iefimerida.gr, 2017)

Η χώρα του Δυτικού κόσμου στην οποία παρουσιάζεται η μεγαλύτερη αντίσταση στη Θεωρία της Εξέλιξης είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Η εταιρεία Gallup έχει ρωτήσει τους Αμερικανούς 11 φορές από το 1982 και μετά να επιλέξουν μεταξύ των ακόλουθων τριών εξηγήσεων για τη καταγωγή και εξέλιξη του ανθρώπινου είδους:

Ποια από τις παρακάτω δηλώσεις πλησιάζει περισσότερο τις δικές σας απόψεις σχετικά με την καταγωγή και την ανάπτυξη των ανθρώπων:

- *Οι άνθρωποι αναπτύχθηκαν σε διάστημα εκατομμυρίων ετών από λιγότερο αναπτυγμένες μορφές ζωής, όμως ο Θεός είχε την εποπτεία της όλης διαδικασίας*
- *Οι άνθρωποι αναπτύχθηκαν σε διάστημα εκατομμυρίων ετών από λιγότερο αναπτυγμένες μορφές ζωής, χωρίς όμως ο Θεός να έχει την παραμικρή συμμετοχή στη διαδικασία*
- *Ο Θεός δημιούργησε τους ανθρώπους στη σημερινή ουσιαστικά μορφή τους κάποια στιγμή στα τελευταία 10.000 περίπου χρόνια*

Αν και τα επιμέρους ποσοστά ποικίλουν ελαφρώς από έρευνα σε έρευνα, σε γενικές γραμμές οι τάσεις που καταγράφηκαν παραμένουν σταθερές εδώ και πάνω από 30 χρόνια. Περίπου το 45% κατά μέσο όρο (στο σύνολο των ετών) των Αμερικάνων πιστεύουν ότι ο Θεός δημιούργησε τους ανθρώπους περίπου 10.000 χρόνια πριν, ενώ το 55% πιστεύει ότι οι άνθρωποι εξελίχθηκαν από προηγούμενους οργανισμούς με την πάροδο εκατομμυρίων ετών. Από αυτούς το 35% κατά μέσο όρο πιστεύει ότι η εξέλιξη συνέβη με την παρέμβαση Θεού, και μόλις το 15% κατά μέσο όρο (αλλά με αυξανόμενη τάση) αποδέχεται την εξέλιξη χωρίς τη Θεϊκή παρέμβαση. (Newport, 2014, 2012, 2010)

Σε άλλη έρευνα που διεξήχθη από το Pew Research Center (2013) σε 1983 ενήλικους Αμερικανούς πολίτες βρέθηκε ότι το 60% συμφωνούν ότι «οι άνθρωποι και οι υπόλοιπες μορφές ζωής έχουν εξελιχθεί με την πάροδο του χρόνου», ενώ το 33% αυτών απορρίπτουν την ιδέα της εξέλιξης, δηλώνοντας ότι «οι άνθρωποι και τα υπόλοιπα έμβια όντα έχουν υπάρξει στην παρούσα τους μορφή από την αρχή του χρόνου». Αυτές οι πεποιθήσεις βρέθηκε από την έρευνα ότι διαφέρουν σημαντικά για κάθε θρησκευτική ομάδα. Επιπλέον, περίπου οι μισοί από αυτούς που εκφράζουν την πίστη στην εξέλιξη του ανθρώπου έχουν την άποψη πως η εξέλιξη πραγματοποιήθηκε «λόγω φυσικών διεργασιών, όπως η φυσική επιλογή» (32% επί του συνόλου του Αμερικάνικου κοινού). Ωστόσο, αρκετοί Αμερικάνοι πιστεύουν ότι ο Θεός ή ένα ανώτερο ον διαδραμάτισε έναν ορισμένο ρόλο στη διαδικασία της εξέλιξης. Περίπου

το 24% των ενηλίκων (επί του συνόλου) ισχυρίζονται ότι «ένα ανώτερο ον καθοδήγησε την εξέλιξη των έμβιων όντων για το σκοπό της δημιουργίας των ανθρώπων και της υπόλοιπης ζωής στη μορφή που υπάρχει σήμερα». Τα ποσοστά αυτά δεν διαφοροποιούνται από τα αντίστοιχα του 2009, όταν για πρώτη φορά διενεργήθηκε η συγκεκριμένη έρευνα (Pew Research Center, 2013, 2014),

Ανάλογη είναι η εικόνα και σε άλλες χώρες παγκοσμίως. Ενδεικτικά αναφέρονται εδώ τα αποτελέσματα ερευνών που δείχνουν το επίπεδο αποδοχής της εξέλιξης από τον γενικό πληθυσμό διαφόρων χωρών, τα οποία περιλαμβάνει στη διδακτορική του διατριβή ο Κατάκος (2014) και πιο συγκεκριμένα για:

- τη Βραζιλία, όπου σε μια έρευνα του 2010 το 59% των ερωτούμενων δηλώνει ότι πιστεύει στην εξέλιξη καθοδηγούμενη από τον Θεό. Το 8% πιστεύει την εξέλιξη χωρίς θεϊκή ανάμιξη και το 25% είναι δημιουργιστές.
- τον Καναδά, όπου αναφέρεται ότι το 59% των Καναδών πιστεύουν ότι οι άνθρωποι εξελίχθηκαν από λιγότερο πολύπλοκες μορφές ζωής, αλλά το 42% συμφωνεί ότι οι άνθρωποι και οι δεινόσαυροι συνυπήρξαν στη γη. Μόνο το 22% πιστεύει ότι ο Θεός δημιούργησε τους ανθρώπους με τη μορφή που έχουν σήμερα μέσα στα τελευταία 10.000 χρόνια
- την Ινδία, στην οποία ανάμεσα σε αυτούς που έχουν ακούσει για τον Δαρβίνο και γνωρίζουν κάτι για τη Θεωρία της Εξέλιξης το 77% συμφωνεί ότι υπάρχουν αρκετά επιστημονικά στοιχεία για να στηρίξουν τη Θεωρία της Εξέλιξης του Δαρβίνου.
- την Αγγλία, όπου σε μια έρευνα του BBC το 2006 22% διάλεξαν τον Δημιουργισμό, 17% διάλεξαν τον ευφυή σχεδιασμό, 48% διάλεξαν την εξέλιξη (χωρίς καμιά θεϊκή παρεμβολή) και οι υπόλοιποι δήλωσαν ότι δεν γνωρίζουν.
- την Αυστραλία, στην οποία μια έρευνα του 2009 έδειξε ότι σχεδόν το ένα τέταρτο των Αυστραλών πιστεύει στη βιβλική εξήγηση της καταγωγής του ανθρώπου, 42% πιστεύει σε μια πλήρως επιστημονική εξήγηση της καταγωγής της ζωής, ενώ το 32% πιστεύει σε μια εξελικτική διαδικασία «καθοδηγούμενη από τον Θεό». (όπως αναφ. στο Κατάκος 2014)

Τέλος, αξίζει να αναφερθούμε και στην έρευνα των Heddy & Nadelson (2012), όπου μελετάται η αποδοχή της εξέλιξης σε 35 διαφορετικές χώρες, τα αποτελέσματα της οποίας υποδεικνύουν σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στη δημόσια αποδοχή της εξέλιξης και α) τη

θρησκευτικότητα, β) το προσδόκιμο της σχολικής ζωής, γ) τον επιστημονικό εγγραμματισμό και δ) το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) ανά κάτοικο. Ειδικότερα βρέθηκε ότι:

- ✓ Η θρησκευτικότητα έχει ισχυρή αρνητική συσχέτιση με την αποδοχή της εξέλιξης, ενώ τονίζεται ότι αυτό αφορά όχι μόνο τους Χριστιανούς αλλά και τις άλλες θρησκείες..
- ✓ Το προσδόκιμο της σχολικής ζωής, δηλαδή ο μέσος όρος σχολικής εκπαίδευσης ανά πολίτη κάθε χώρας, έχει ισχυρή θετική συσχέτιση με την αποδοχή της εξέλιξης,
- ✓ Ισχυρή θετική συσχέτιση αναδεικνύεται και για τον επιστημονικό εγγραμματισμό του πληθυσμού μιας χώρας.
- ✓ Τέλος, αναδεικνύεται μια θετική συσχέτιση μεταξύ του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος ανά κάτοικο και την αποδοχή της εξέλιξης. (Heddy & Nadelson, 2012).

4.2 Εμπόδια στην αποδοχή και κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης

Η γνώση της βιολογικής εξέλιξης είναι απαραίτητη και αναγκαία για να θεωρούνται οι πολίτες επιστημονικά εγγράμματοι (IAP, 2006). Φαίνεται, όμως, ότι η δημόσια αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης σε όλο τον κόσμο είναι μάλλον χαμηλή και σχετίζεται με πληθώρα αιτιών και όχι μόνο με τη διδασκαλία ή μη αυτής (κοινωνικοί και πολιτιστικοί παράγοντες, θρησκευτικότητα ατόμων, υψηλή αποδοχή Δημιουργισμού, εννοιολογικά και γνωστικά εμπόδια, διαισθητικές προαντιλήψεις κτλ). Η εκπαιδευτική έρευνα δείχνει ότι η εκμάθηση της θεωρίας της εξέλιξης παρουσιάζει δυσκολίες. Οι μαθητές έχουν πλήθος παρανοήσεων που εμποδίζουν τη μάθηση της θεωρίας της εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής, και οι οποίες έχουν τις ρίζες τους στην παιδική ηλικία και απορρέουν από καλά διατηρημένες αντιλήψεις που αναπτύσσονται κατά τη διάρκειά της. (Gregory 2009, Kampourakis & Zozga 2007) Πράγματι, έρευνες στις αντιλήψεις των μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην Ελλάδα (ενδεικτικά : Καμπουράκης & Ζοζγκα 2009, Kampourakis & Zozga 2007 2008, Prinou et al 2008 2011, Πρίνου κ.ά 2009a) και στο εξωτερικό (ενδεικτικά : Gregory 2009, Bloom & Weisberg 2007, Yasri 2014, Demastes et al 1995a, Bishop & Anderson 1990, Stern et al 2018, Barnes et al 2017) έχουν δείξει ότι οι μαθητές έρχονται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση με πλήθος παρανοήσεων. Έρευνες δείχνουν ότι η αποδοχή της θεωρίας της Εξέλιξης είναι πολύ μεγαλύτερη από την κατανόηση της σε εκπαιδευτικούς και μαθητές. Όμως, ενώ οι δύο παράμετροι φαίνεται να έχουν θετική συσχέτιση μεταξύ τους στους εκπαιδευτικούς, στους μαθητές φαίνεται στην καλύτερη περίπτωση να είναι ασθενής η μεταξύ τους συσχέτιση. (Gregory 2009, Demastes et al 1995a, Bishop & Anderson 1990)

Ειδικότερα, και όσον αφορά τους παράγοντες (παρανοήσεις) που επηρεάζουν την αποδοχή και κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους μαθητές και τους φοιτητές, στη διεθνή βιβλιογραφία συναντώνται διάφορες κατηγοριοποιήσεις τους. Ο Smith (2010) πρότεινε πέντε μεγάλες κατηγορίες παρανοήσεων : εμπειρικές παρανοήσεις, αυτό-κατασκευασμένες παρανοήσεις, διδαχθείσες και αποκτηθείσες παρανοήσεις, καθομιλούμενης γλώσσας παρανοήσεις και θρησκευτικές πεποιθήσεις. Ο Yasri (2014) πρότεινε πέντε διαφορετικές κατηγορίες : παρανοήσεις κοινής λογικής, καθομιλούμενης γλώσσας παρανοήσεις, μη-επιστημονικές παρανοήσεις, γνωστικού περιεχομένου παρανοήσεις και παρανοήσεις στη φύση της επιστήμης. Οι Wiles and Alters (2011), Carter and Wiles (2014) κατηγοριοποιούν τους παράγοντες σε δύο μεγάλες κατηγορίες: α) Μη θρησκευτικούς και β) Θρησκευτικούς, μέσα στις οποίες διακρίνουν επιμέρους αιτίες. Πιο αναλυτικά, η κατηγοριοποίηση τους έχει ως εξής:

- Μη θρησκευτικοί παράγοντες που διακρίνονται σε δύο υποκατηγορίες:
 - ✓ Επιστημονικοί παράγοντες (συνολική γνώση της εξελικτικής θεωρίας, γνώση των αποδείξεων της εξέλιξης, αβεβαιότητα σχετικά με την καταγωγή των ειδών, κατανόηση των εξελικτικών μηχανισμών και προτύπων, κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης)
 - ✓ Μη-επιστημονικοί παράγοντες (κοινωνικοί και συναισθηματικοί παράγοντες, δεξιότητες κριτικής σκέψης, επιστημολογικές απόψεις και γνωστικές διαθέσεις, δημογραφικοί παράγοντες)
- Θρησκευτικοί παράγοντες
 - ✓ Η αντίληψη ότι η θρησκευτική πίστη και η αποδοχή της εξέλιξης είναι αμοιβαία αποκλειόμενες
 - ✓ Κατά γράμμα ερμηνεία των γραφών
 - ✓ Πεποιθήσεις του Δημιουργισμού
 - ✓ Η επισήμανση του θρησκευτικού δόγματος σαν επιστημονικό (πχ. «επιστήμη της δημιουργίας» και Ε.Σ.) (Carter & Wiles, 2014)

Εκτός από τα προαναφερθέντα, φαίνεται ότι η επαφή ενός ατόμου με την επιστήμη κατά τη διάρκεια της σχολικής εκπαίδευσης έχει θετική επίδραση στην αποδοχή και κατανόηση της εξέλιξης. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή και κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους μαθητές και τους φοιτητές χρησιμοποιώντας ως βάση την παραπάνω κατηγοριοποίηση των Carter and Wiles.

4.2.1 Μη θρησκευτικοί παράγοντες

4.2.1.1 Επιστημονικοί παράγοντες

Συνολική γνώση της εξελικτικής θεωρίας

Παρανοήσεις στη βασική επιστημονική γνώση αποτελούν επιστημονικούς παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή της εξέλιξης. Οι μαθητές στερούνται μια συνολική αποδοχή και κατανόηση της εξέλιξης, διότι δεν έχουν γνώση των αποδείξεων (Wiles & Alters, 2011) ή δεν αποδέχονται τις αποδείξεις της εξέλιξης, ή δεν κατανοούν πώς συμβαίνει η εξέλιξη μέσω των μηχανισμών αλλαγής (Cunningham & Westcott 2009, Miller et al 2006) ή τη συνδέουν με την αβεβαιότητα της εμφάνισης της ζωής στη Γη, την οποία η επιστήμη δεν έχει ακόμα πλήρως εξηγήσει (Wiles & Alters, 2011). Ο Smith (2010) σημειώνει ότι είναι σημαντικό για τους μαθητές να ξέρουν όχι μόνο τι είναι και τι σημαίνει η βιολογική εξέλιξη αλλά και το τι δεν είναι η εξέλιξη και η φυσική επιλογή, και αναγνωρίζει τρία σημεία:

- ✓ Η εξέλιξη δεν είναι θέμα πειθαρχίας ή πίστης. Ασχολείται με τον φυσικό κόσμο και ό,τι έχει να κάνει με το υπερφυσικό δεν είναι αντικείμενο της
- ✓ Η εξέλιξη εξηγεί την προέλευση των ειδών από προγενέστερα είδη και όχι την εμφάνιση της ζωής στη Γη
- ✓ Η εξέλιξη είναι αναδυόμενη και όχι κατευθυνόμενη, δεν μπορείς να της αποδώσεις σκοπό.

Ο Gregory (2009), ο οποίος στην έρευνα του παρουσιάζει μία ανασκόπηση των ερευνών στις παρανοήσεις των μαθητών και αναλύει τις βασικές τους παρανοήσεις, συμπληρώνει τις παρατηρήσεις του Smith με τις δύο παρακάτω επισημάνσεις για το πώς βλέπουν οι μαθητές την εξέλιξη και ειδικότερα την φυσική επιλογή:

- ✓ Η φυσική επιλογή θεωρείται εσφαλμένα ως «γεγονός» αντί ως «διαδικασία»
- ✓ Η φυσική επιλογή θεωρείται εσφαλμένα ως «όλα ή τίποτα» με όλους τους μη-προσαρμοσμένους οργανισμούς να πεθαίνουν και όλους τους προσαρμοσμένους να επιβιώνουν

Η έλλειψη συνολικής γνώσης συνδέεται στενά και με τη διδασκαλία (ή την απουσία διδασκαλίας) της Θεωρίας της Εξέλιξης στο σχολείο. Η διδασκαλία της Θεωρίας της Εξέλιξης γενικά κρύβει αρκετές δυσκολίες, μιας και γίνεται δύσκολα κατανοητή λόγω των διαφορετικών εννοιών που περικλείει, αλλά και γιατί δεν γίνεται εύκολα αποδεκτή εξαιτίας

προσωπικών πεποιθήσεων και αντιλήψεων. Η διδασκαλία της αποτελεί μια πρόκληση για τους διδάσκοντες για δυο βασικούς λόγους (Καμπουράκης, 2017):

- η κατανόηση της απαιτεί μια πολύπλοκη εννοιολογική συγκρότηση από τους μαθητές (μελέτη φαινομένων σε πολλά επίπεδα οργάνωσης π.χ. γονίδια, οργάνωση, πληθυσμοί)
- το περιεχόμενο της σχετίζεται με σημαντικά φιλοσοφικά ζητήματα (π.χ. προέλευση και σκοπός της ζωής, αυτό-προσδιορισμός του ατόμου)

Επιστημονικός εγγραμματισμός στην Ελλάδα και η (μη-) διδασκαλία της Εξελικτικής Θεωρίας στο ελληνικό σχολείο

Στον ελληνικό χώρο η εισαγωγή της Θεωρίας της Εξέλιξης, αν και έγινε καθυστερημένα, συνάντησε αντίσταση και βρέθηκε ως αντικείμενο δικαστικής διαμάχης το 1914 στο Ναύπλιο – 11 χρόνια πριν τη «Δίκη των πιθήκων» του Thomas Scopes. Η πρώτη αντίδραση κατά της Δαρβινικής θεωρίας σημειώνεται στα περίφημα «αθεϊκά» του Βόλου το 1910 – 1911. Την εποχή αυτή, οι εκπρόσωποι της εκκλησίας σε συνεργασία με συντηρητικούς πολιτικούς επιχειρήσαν να διακόψουν την εκπαιδευτική μεταρρύθμιση που είχαν ξεκινήσει οι Δελμούζος, Σαράτσης κ.ά. στο Παρθεναγωγείο του Βόλου. Η κύρια θέση τους ήταν ότι οι εν λόγω προοδευτικοί παιδαγωγοί προσηλύτιζαν τα παιδιά σε θρησκευτικά δόγματα και συγκεκριμένα στην αθεΐα. Ένα από τα επιχειρήματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το ότι τα παιδιά διδάσκονταν ότι ο άνθρωπος προέρχεται από τον πίθηκο κ.τ.λ. Τα παραπάνω γεγονότα οδήγησαν στο να κλείσει οριστικά το παρθεναγωγείο του Βόλου (Σαριγγέλης 2007, 2013).

Το δεύτερο πλήγμα κατά της Εξελικτικής Θεωρίας καταγράφεται μετά το τέλος του εμφύλιου πολέμου από τη «Διακήρυξη της Χριστιανικής Ενώσεως Επιστημόνων». Πρώτος στόχος της διακήρυξης αυτής ήταν ο Δαρβίνος και δεύτερος ο Φρόιντ. Στην εν λόγω διακήρυξη για τον Δαρβίνο αναφέρονται τα εξής: «*Ο Δαρβινισμός δεν είναι ταμπού άθικτον, αλλά θεωρία περί της οποίας θα μας επιτρέπεται κάποια συζήτηση*». Με το επιχείρημα ότι δεν έχει ανακαλυφθεί «πιθηκάνθρωπος», η διακήρυξη καταλήγει στη σχετικοποίηση της Θεωρίας της Εξέλιξης: «*Ναι μεν η θεωρία του Δαρβίνου είναι μια επιστημονική θεωρία, η οποία είχε και έχει τους υποστηρικτές της, αλλά μόνον εδώ εις την Ελλάδα, ή και αλλαχού, μόνον εις κύκλους που εμφορούνται από σκόπιμον προχειρολογίαν, θεωρείται ο δαρβινισμός ως η τελευταία λέξις της επιστήμης*» (Σαριγγέλης 2007, 2013).

Η επίσημη εισαγωγή της διδασκαλίας της Θεωρίας της Εξέλιξης στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, σύμφωνα με την Πρίνου (2008) και Πρίνου & συνεργάτες (2004α, 2004β, 2009α), διακρίνεται σε τρεις περιόδους :

➤ Α' περίοδος: 1931-1976

Σε σύνολο 45 ετών εκδίδονται τρία (3) εγχειρίδια Βιολογίας, στα οποία η Εξέλιξη αποτελούσε το τελευταίο κεφάλαιο. Σε κανένα από τα προαναφερθέντα Αναλυτικά Προγράμματα (Α.Π.) και εγχειρίδια δεν περιλαμβάνονταν η εξέλιξη του ανθρώπου.

1931 -1952

Η θεωρία της εξέλιξης περιεχόταν σε ένα κεφάλαιο (τελευταίο) με τίτλο «Η εξέλιξις του οργανικού κόσμου» στο πρώτο εγχειρίδιο Βιολογίας, το οποίο εκδόθηκε το 1933. Το περιεχόμενο του κεφαλαίου περιελάμβανε κυρίως τις ενδείξεις για την εξέλιξη, τις θεωρίες Λαμάρκ και Δαρβίνου, τη «θεωρία των ασυνεχών μεταβολών», κ.ά. Από την έκδοση του 1939 και μετά, στο εγχειρίδιο υποστηριζόταν ότι *«...η φυσική επιλογή δεν είναι κατά τας νεωτέρας ερεύννας ορθή και ότι η βάση της Δαρβινείου θεωρίας προσκρούει εις τας σημερινάς πειραματικές έρευνας, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι το πρόβλημα του τρόπου, κατά τον οποίον γίνεται η μεταβολή των ειδών παραμένει άλυτον»*. Οι απόψεις αυτές εμφανίζονταν και στη τελευταία έκδοση του 1951. Το πρώτο εγχειρίδιο Βιολογίας εκδόθηκε μέχρι το 1940 από ιδιωτικό εκδοτικό οίκο, και στη συνέχεια (όπως και τα άλλα εγχειρίδια Βιολογίας) από κρατικό οργανισμό, τον Οργανισμό Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων (ΟΕΣΒ) που ιδρύθηκε το 1937 (από τη δικτατορική κυβέρνηση Μεταξά. Το 1969 η δικτατορική κυβέρνηση της χούντας των συνταγματαρχών αποφάσισε επιπλέον και την δωρεάν διανομή ενός εγχειριδίου του ΟΕΔΒ σε κάθε μαθητή, που ισχύει μέχρι σήμερα). (Πρίνου, 2004α, 2004β, 2008, 2009α)

1952 -1976

Ενώ το Α.Π. και Ω. Π. της Βιολογίας παρέμεναν τα ίδια, το 1952 εκδόθηκε το δεύτερο εγχειρίδιο Βιολογίας (από τον κρατικό οργανισμό εκδόσεως). Ο συγγραφέας του ήταν και αυτός Πανεπιστημιακός (για την ακρίβεια ο ιατρός και καθηγητής της Ορθοδοντικής Σ. Σπεράντσας). Περιείχε και αυτό ένα τελευταίο κεφάλαιο για την εξέλιξη («Η εξέλιξις του οργανικού κόσμου») με παρόμοιο περιεχόμενο, δηλαδή αναφερόταν στις ενδείξεις για την εξέλιξη, στις θεωρίες Λαμάρκ και Δαρβίνου και Ντε Βρισ. Το εγχειρίδιο κυκλοφορούσε μέχρι το 1976 αναφέροντας ότι *«...το πρόβλημα περί του πώς έγινεν η εξέλιξις των όντων δεν ελύθη ακόμη. Είναι μάλιστα πιθανόν ότι κατά βάθος θα μείνει μυστήριο άλυτον, εις το*

οποίον, όπως και εις το μυστήριον της ζωής, ουδέποτε θα επιτραπή να εισχωρήσει ο άνθρωπος».

1969 -1976

Το 1969 εισήχθη η διδασκαλία της Βιολογίας και σε μία ακόμη τάξη, ενώ παράλληλα διδασκόταν και η Φυσική ιστορία (Φυτολογία και Ζωολογία) και η Ανθρωπολογία. Το 1969 εκδόθηκε το εγχειρίδιο Βιολογίας για την Στ΄ τάξη. Τελευταίο κεφάλαιο αυτού του εγχειριδίου ήταν το «Εξέλιξις – Ιστορία των οργανισμών», το περιεχόμενο του οποίου περιελάμβανε μεγαλύτερη ποικιλία θεμάτων από ότι τα προηγούμενα εγχειρίδια, αλλά με διάφορες επιστημονικές ανακρίβειες. Στο εγχειρίδιο αλλά και στο συγκεκριμένο κεφάλαιο υπήρχαν επίσης θρησκευτικές αναφορές, όπως η ακόλουθη «...την συνισταμένην (των αντιδράσεων των ζώντων οργανισμών) κατευθύνει ο Θεός – Δημιουργός...» (Πρίνου, 2004α, 2004β, 2008, 2009α)

➤ Β' περίοδος: 1976-1999

Η δεύτερη περίοδος για τα Αναλυτικά Προγράμματα και εγχειρίδια Βιολογίας άρχισε κατά την περίοδο της μεταπολίτευσης το 1976, και διήρκεσε μέχρι το 1999 (το 1996 άρχισε να αλλάζει σταδιακά το πρόγραμμα της Α΄ και μέχρι το 1999 της Γ΄ Γυμνασίου). Σε σύνολο 33 ετών εκδίδονται τέσσερα (4) εγχειρίδια Βιολογίας, που είχαν αναφορές/κεφάλαια για την Εξέλιξη. Η εισαγωγή των επιστημονικών απόψεων για την εξέλιξη χαρακτηρίζει τη δεύτερη περίοδο για τα Αναλυτικά Προγράμματα και εγχειρίδια βιολογίας που διήρκεσε μέχρι το 1999. Ωστόσο, η θεωρία της εξέλιξης του ανθρώπου διδάχθηκε μόνο σε ένα ποσοστό των μαθητών.

Στα εγχειρίδια αυτής της περιόδου (που γράφονταν από ομάδες πανεπιστημιακών ή / και με εκπαιδευτικούς) παρουσιάζονταν οι επιστημονικές απόψεις για την εξέλιξη: Εκδόθηκαν δύο εγχειρίδια για τη Γ΄ Γυμνασίου (το πρώτο κατά το διάστημα 1976 - 81 και το δεύτερο κατά το διάστημα 1981 -99) στα οποία περιλαμβάνονταν και η ΘΕ. Στο εγχειρίδιο που διδασκόταν έως το 1999 υπήρχε κεφάλαιο (τελευταίο) για τη ΘΕ. Σε αυτό το γενικά χρήσιμο κεφάλαιο δεν υπήρχαν αναφορές στον Κ. Δαρβίνο και το έργο του, εκτός από μία μόνο σύντομη στην οποία αναφέρονταν «οι θεωρίες Λαμάρκ, Δαρβίνου» σε παρένθεση ως οι υποστηρικτές της κληρονομικότητας των επίκτητων ιδιοτήτων. Στο εγχειρίδιο της Γ΄ Λυκείου (των Κριμπά – Καλοπίση κατά το διάστημα 1977 – 83), και στη συνέχεια το ίδιο στη Β΄ Λυκείου (κατά το διάστημα 1983 – 99) υπήρχε εκτεταμένο κεφάλαιο για την εξέλιξη που δεν ήταν το

τελευταίο αλλά προτελευταίο με μεγάλο αριθμό θεμάτων. Στα τρία προαναφερθέντα εγχειρίδια δεν περιλαμβανόταν η εξέλιξη του ανθρώπου. Κεφάλαιο (που δεν ήταν το τελευταίο) για την εξέλιξη αλλά και για την εξέλιξη του ανθρώπου υπήρχε μόνο στη Βιολογία της Β΄ Δέσμης της Γ΄ Λυκείου (από το 1983 – 99). (Πρίνου, 2004α, 2004β, 2008, 2009α)

Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι το διάστημα 1984-85 το σχολικό βιβλίο η «Ιστορία του ανθρώπινου γένους» του ιστορικού Λευτέρη Σταυριανού προκάλεσε πλήθος διαμαρτυριών, οι σημαντικότερες εκ των οποίων επικεντρώθηκαν στο ζήτημα της καταγωγής του ανθρώπου. Οι διαμαρτυρίες περιλάμβαναν αναφορά βουλευτών συμπολίτευσης και αντιπολίτευσης, επερώτηση, δημοσιεύματα και επιστολές στον τύπο, υπομνήματα της Ιεράς Συνόδου (ζητούσε την απόσυρση του βιβλίου), κηρύγματα από τους άμβωνες, διαμαρτυρίες παραεκκλησιαστικών οργανώσεων και πολυτέκνων που δήλωναν ότι δε δέχονταν ότι «καταγόμαστε από τον πίθηκο» -αν και στο βιβλίο δεν αναφερόταν κάτι τέτοιο- ολοκληρώθηκαν το 1990 με την απόσυρση του βιβλίου αυτού. (Σαριγγέλης 2007, 2013).

➤ Γ΄ περίοδος: 1999-Σήμερα

Σε σύνολο 20 ετών εκδόθηκαν εννέα (9) εγχειρίδια Βιολογίας που είχαν αναφορές/κεφάλαια για την Εξέλιξη. Το 1999 εισήχθη νέο εγχειρίδιο Βιολογίας στη Γ΄ Γυμνασίου, στο οποίο περιλαμβανόταν το κεφάλαιο (τελευταίο) «Εξέλιξη», καθώς και τα νέα εγχειρίδια Βιολογίας στο Λύκειο. Για το Λύκειο, το Αναλυτικό Πρόγραμμα προέβλεπε στο σχολικό εγχειρίδιο της Γ΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας να περιλαμβάνεται ένα κεφάλαιο για την Εξέλιξη. Το πρώτο Εγχειρίδιο που εκδόθηκε και διανεμήθηκε το διάστημα 1999-2001 είχε ένα τελευταίο κεφάλαιο «Εξέλιξη». Το σχολικό έτος 2001 -2002 το προαναφερθέν εγχειρίδιο αντικαταστάθηκε από επόμενο που είχε ως πρώτο κεφάλαιο την «Εισαγωγή στην Εξέλιξη των ειδών». Το τρίτο και τελευταίο μέχρι στιγμής εγχειρίδιο της Γ΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας, που διανέμεται από το 2002 έως σήμερα στα σχολεία, αποτελεί «αναμόρφωση» του προηγούμενου που καταργήθηκε, και σε αυτό υπάρχει ένα κεφάλαιο για την Εξέλιξη. Το κεφάλαιο αυτό δε διδασκόταν και αφαιρούνταν από την ύλη μέχρι το 2009. (Πρίνου, 2004α, 2004β, 2008, 2009α) Παρατηρούνταν, λοιπόν, το παράδοξο η «Εξέλιξη» να υπάρχει μεν στο βιβλίο αλλά οι μαθητές να αποφοιτούν από το Λύκειο χωρίς να έχουν διδαχθεί καθόλου τη Θεωρία της Εξέλιξης. Η διδασκαλία της Θεωρίας της Εξέλιξης προστέθηκε στη Γ΄ Λυκείου μόλις το 2009, και πιο συγκεκριμένα μόνο οι ενότητες που αφορούν την Εξέλιξη ως γεγονός, την Λαμαρκιανή και Δαρβινική Θεωρίες Εξέλιξης, τη μεταξύ τους σύγκριση και τη φυσική

επιλογή. Μόλις το 2015 προστέθηκε και η σύγχρονη Συνθετική Θεωρία, η ειδογένεση και η εξέλιξη του ανθρώπου. Παρόλο που φαίνεται ένα εμπλουτισμένο εξελικτικά αναλυτικό πρόγραμμα, εν τούτοις υπάρχει ένα πρόβλημα: οι μαθητές διδάσκονται τις ενότητες αυτές (σύμφωνα με τις επίσημες οδηγίες) ένα-δύο μόνο μήνες πριν την λήξη του σχολικού έτους, και ενώ ήδη προετοιμάζονται για τις εισαγωγικές τους εξετάσεις στο Πανεπιστήμιο. Μια μικρή μειοψηφία μαθητών θα εξεταστούν πανελλαδικά στο μάθημα αυτό (λιγότεροι του 5% κατά μ.ο.), καθώς είναι μάθημα επιλογής και κατά συνέπεια δεν παρακολουθούν με συνέπεια την διδασκαλία του. (Stasinakis & Kampourakis, 2018)

Όπως φαίνεται, η διδασκαλία της Θεωρίας της Εξέλιξης στο ελληνικό σχολείο ήταν ελλειμματική και έχει επισημανθεί από πληθώρα ερευνών (Πρίνου 2004α 2004β 2008 2009α, Γιάνναρου 2008, Αλαχιώτης 2009, Κριμπάς 2009, Σαριγγέλης 2013, Stasinakis & Kampourakis 2018), ενώ και σήμερα είναι τουλάχιστον αποσπασματική, καθώς περιέχεται μόνο στα βιβλία Βιολογίας της Γ' Γυμνασίου και Γ' Λυκείου ως τελευταίο κεφάλαιο της διδακτέας ύλης, γεγονός που δεν διευκολύνει την κατάσταση, καθώς στο μεν Γυμνάσιο συχνά δεν διδάσκεται, στο δε Λύκειο διδάσκεται και εξετάζεται μεν αλλά ολόκληρο το κεφάλαιο μόλις τα τελευταία 4 χρόνια.. Όπως σημείωναν σε άρθρο τους οι Γεωργάτου και Πρίνου (2005), «..στην Ελλάδα, παρόλο που ο τίτλος του άρθρου του Dobzhansky : “Τίποτα στη Βιολογία δεν έχει νόημα παρά μόνο υπό το φως της εξέλιξης” (1973) δεσπόζει ως υπότιτλος του κεφαλαίου της Εξέλιξης στο σχολικό βιβλίο της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου, το σχετικό κεφάλαιο έχει αφαιρεθεί από τη διδακτέα και εξεταστέα ύλη. Επίσης, πολλές φορές δεν διδάσκεται η Θεωρία της Φυσικής Επιλογής στο Γυμνάσιο –είτε λόγω έλλειψης χρόνου (τελευταίο κεφάλαιο) είτε εξαιτίας άλλων λόγων- με αποτέλεσμα ένα μεγάλο ποσοστό ελλήνων μαθητών να έχει ολοκληρώσει τις σπουδές του χωρίς να έχει διδαχθεί ποτέ την Εξελικτική Θεωρία. Ο απόφοιτος των Ελληνικών σχολείων με δυσκολία θα αναγνώριζε τη Θεωρία της Φυσικής Επιλογής ως μια επιστημονική εξήγηση συγκεκριμένων βιολογικών φαινομένων».

Κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης

Μια γενική έλλειψη της γνώσης στη Φύση των Επιστημών συμβάλλει στις παρανοήσεις σχετικά με την εξέλιξη. Οι πόλεμοι της διδασκαλίας της θεωρίας της εξέλιξης δηλώνουν ότι είναι μόνο μία θεωρία και όχι γεγονός. Ο ισχυρισμός προκύπτει από μία βασική παρεξήγηση της φύσης της επιστήμης και του τρόπου με τον οποίο οι επιστημονικές θεωρίες ελέγχονται και επικυρώνονται. (Ayala, 2007) Δεν μπορείς να ελπίζεις πως ο φοιτητής και πολύ

περισσότερο ο μέσος αναγνώστης θα κατανοήσει μία επιστημονική θεωρία χωρίς πρώτα να του εξηγήσεις πώς δουλεύει η επιστήμη. (Ζούρος, 2009α)

Η επιστήμη, γενικότερα, είναι ένας τρόπος σκέψης και μια μέθοδος συστηματικής εξερεύνησης του κόσμου που μας περιβάλλει. Ο επιστημονικός τρόπος σκέψης είναι δημιουργικός και δυναμικός, αλλάζει με την πάροδο του χρόνου και επηρεάζεται από τα κοινωνικά και ιστορικά δεδομένα κάθε εποχής. Η επιστήμη λειτουργεί με πολύ συγκεκριμένο και ελεγχόμενο τρόπο. Η βάση της λειτουργίας της είναι οι ελέγξιμες υποθέσεις. Το πρώτο βήμα είναι η συλλογή δεδομένων και παρατηρήσεων. Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις μπορεί να διατυπωθεί μια υπόθεση που να ερμηνεύει τα δεδομένα. Πρόκειται για μια ελέγξιμη υπόθεση η οποία μπορεί να διαψευσθεί. Αυτή είναι και η αρχή με την οποία λειτουργεί η επιστήμη, η **αρχή της διαψευσιμότητας**, όπως εκφράστηκε από τον φιλόσοφο Καρλ Πόπερ. Σύμφωνα με αυτή, κάθε υπόθεση ή θεωρία, για να είναι επιστημονική, θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα σχεδιασμού ενός ή περισσότερων πειραμάτων, τα οποία θα μπορούν, όχι να την επιβεβαιώσουν (διότι ποτέ ένα πείραμα δεν μπορεί στατιστικά να επιβεβαιώσει μια θεωρία), αλλά να τη διαψεύσουν. (Λαδουκάκης, 2015) Η αρχή της διαψευσιμότητας λειτουργεί και ως κριτήριο εγκυρότητας της επιστημονικής θεωρίας: κάθε ισχυρισμός που δεν μπορεί κατ' αρχήν να διαψευστεί είναι έξω από τον χώρο της επιστήμης. (Στασινάκης 2012) Η επιστήμη βασίζεται στη διαψευσιμότητα των επιστημονικών υποθέσεων και όχι στην επιβεβαιωσιμότητά τους, διότι οι πειραματικές παρατηρήσεις που υποστηρίζουν μια υπόθεση υπόκεινται στην πιθανότητα σφάλματος, η οποία παρόλο που μπορεί να είναι πολύ-πολύ μικρή δεν γίνεται ποτέ μηδέν. Όταν πολλές επιστημονικές υποθέσεις γύρω από μια επιστημονική ιδέα υποστηρίζονται από πολλά πειραματικά δεδομένα, οι υποθέσεις αυτές συγκροτούν μια επιστημονική θεωρία. Μια επιστημονική θεωρία, όταν διαψευσθεί, αντικαθίσταται ή συμπληρώνεται από μια άλλη επιστημονική θεωρία, η οποία υποστηρίζεται από ισχυρότερες πειραματικές αποδείξεις. Σε αυτό το πλαίσιο λειτουργεί η επιστήμη και με αυτήν τη μέθοδο προάγεται. (Λαδουκάκης, 2015) Μέχρι στιγμής δεν έχει προσκομιστεί καμία επιστημονική απόδειξη ενάντια στην ισχύ της Θεωρίας της Εξέλιξης. Αντίθετα, κάθε νέα επιστήμη προσφέρει νέα αποδεικτικά στοιχεία. Συνοπτικά τα βήματα που ακολουθούνται, για να διατυπωθεί μια θεωρία στη Βιολογία είναι τα εξής:

- Παρατήρηση με βάση την προϋπάρχουσα γνώση και εμπειρία.
- Προσδιορισμός του εκάστοτε προβλήματος και διατύπωση συγκεκριμένου ερωτήματος.

- Συλλογή και αξιολόγηση των προϋπαρχόντων επιστημονικών δεδομένων που προσεγγίζουν το ερώτημα.
- Διατύπωση συγκεκριμένης υπόθεσης.
- Πειραματισμός για τον έλεγχο αυτής της υπόθεσης.
- Ανάλυση των δεδομένων.
- Ερμηνεία των αποτελεσμάτων.
- Διατύπωση θεωρίας και υποβολή της στην επιστημονική κοινότητα για περαιτέρω έλεγχο, κριτική και επιβεβαίωση.

(Αλεπόρου-Μαρίνου και άλλοι, 2018)

Η κατανόηση της επιστημονικής μεθόδου και η άσκηση των μαθητών στον επιστημονικό τρόπο σκέψης και στην κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης ανήκει στους πρωταρχικούς σκοπούς της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών. Η φύση της επιστήμης έχει να κάνει με *«τη φιλοσοφία της επιστήμης περιλαμβάνοντας το πώς παράγεται η επιστημονική γνώση και πώς εξελίσσεται η επιστήμη»* (Carter & Wiles, 2014). Ουσιαστικά, η κατανόηση της φύσης της επιστήμης σημαίνει κατανόηση του πώς οι επιστήμονες «κάνουν» επιστήμη: πώς συμμετέχουν στη διαδικασία της επιστημονικής έρευνας, πώς αξιολογούν αποδείξεις και πώς θα έρθουν σε συμφωνία σχετικά με εξηγήσεις και θεωρίες για τις αποδείξεις.

Αρκετές παρανοήσεις, πάντως, σχετικά με την επιστήμη πιθανότατα να οφείλονται στην επιφανειακή αντιμετώπιση της Φύσης της Επιστήμης στα σχολικά εγχειρίδια, με αποτέλεσμα να παράγονται και να αναπαράγονται διάφοροι μύθοι. (Στασινάκης 2012) Κάτι που επισημαίνουν και στην εργασία τους οι Cunningham & Wescott (2009), καθώς υποστηρίζουν πως η αντι-εξελικτική στάση στις ΗΠΑ που εκφράζεται με τον Ευφυή Σχεδιασμό βρίσκει εύφορο έδαφος να αναπτυχθεί λόγω των εσφαλμένων αντιλήψεων και των λανθασμένων συμπερασμάτων που παρουσιάζονται σχετικά με την εξέλιξη και την φύση της επιστήμης. Οι Nadelson and Hardy (2015), επίσης, που εξέτασαν 159 συμμετέχοντες σε ένα μεγάλο πανεπιστήμιο βρήκαν ότι η εμπιστοσύνη στην επιστήμη συνδέεται θετικά με την αποδοχή της εξέλιξης. Εξήγησαν ότι η εμπιστοσύνη στην επιστήμη είναι συνδεδεμένη με την κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης, και η δυσπιστία στην επιστήμη προκύπτει, αν κάποιος παρανοήσει τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η επιστήμη. Συχνά, η δυσπιστία στην επιστήμη και τους επιστήμονες οδηγεί σε απόρριψη του έργου των επιστημόνων, όπως με τη Θεωρία της Εξέλιξης (Nadelson & Hardy, 2015). Σε σχέση δε με την εκπαίδευση και την εξέλιξη, η μεγαλύτερη κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης μπορεί να αυξήσει την αποδοχή

της εξέλιξης στους μαθητές, επειδή τους επιτρέπει να αναπτύξουν την κατανόηση σχετικά με το πώς οι επιστήμονες αξιολογούν αποδείξεις και αναπτύσσουν τη συμφωνία τους στα πλαίσια της επιστημονικής κοινότητας (Carter & Wiles, 2014)

Ο γεωλογικός χρόνος και η αδυναμία κατανόησης του

Η θεωρία της εξέλιξης προβλέπει ότι η σταδιακή αλλαγή των χαρακτηριστικών ενός πληθυσμού (μικροεξέλιξη), όπως περιγράφηκε από το Δαρβίνο, τελικά θα οδηγήσει σε γεγονότα ειδογένεσης (μακροεξέλιξη). (Βενέτης 2017) Η Θεωρία της Εξέλιξης συνίσταται απλώς στην ιδέα ότι, όπου υπάρχει κληρονομική ποικιλότητα, η μη τυχαία αναπαραγωγή έχει συνέπειες πολύ σημαντικές και εκτεταμένες εάν υπάρξει αρκετός χρόνος ώστε να συσσωρευτούν. (Dawkins 2008) Σύγχρονες ανεξάρτητες μέθοδοι ραδιοχρονολόγησης δείχνουν ότι η Γη έχει ηλικία περίπου 4,6 δισεκατομμύρια χρόνια, ενώ η ζωή στη Γη φαίνεται να έχει ηλικία περίπου 3,5 δισεκατομμύρια χρόνια, όπως μαρτυρά η χρονολόγηση απολιθωμένων μορφών που μοιάζουν με τα σημερινά βακτήρια. Ο χρόνος αυτός δίνει το περιθώριο στην εξέλιξη να δημιουργήσει τις πολυάριθμες μορφές ζωής που υπήρξαν και υπάρχουν σήμερα στη Γη (Λαδουκάκης, 2015)

Πολλές φορές είναι δύσκολο να αποδεχθεί κάποιος πως οι σταδιακές, μικρές αλλαγές στους πληθυσμούς δημιούργησαν τις τόσο διαφορετικές αποκλίνουσες ταξινομικές ομάδες. (Βενέτης 2017) Ένας λόγος για τον οποίο έχουμε την τάση να μην πιστεύουμε των δαρβινισμό αφορά το ότι ο εγκέφαλός μας είναι κατασκευασμένος, για να επεξεργάζεται γεγονότα σε χρονικές κλίμακες ριζικά διαφορετικές από όσες χαρακτηρίζουν την εξελικτική αλλαγή. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος μπορεί να αντιληφθεί διαδικασίες που χρειάζονται δευτερόλεπτα, λεπτά, χρόνια ή, το πολύ, δεκαετίες, για να ολοκληρωθούν. Η Θεωρία της Εξέλιξης, αντιθέτως, είναι μία θεωρία συσσωρευτικών αλλαγών τόσο αργών, ώστε, για να ολοκληρωθούν, χρειάζονται από χιλιάδες έως εκατομμύρια δεκαετίες. (Dawkins, 2008) Έτσι, δεν μπορούμε να αντιληφθούμε εύκολα πώς ένα είδος εξελίσσεται σε ένα άλλο με μικρές, σταδιακές αλλαγές οι οποίες απαιτούν μεγάλα (μεγαλύτερα από αυτά που εμείς αντιλαμβανόμαστε) χρονικά διαστήματα. (Λαδουκάκης 2015) Όλες οι διαισθητικές κρίσεις μας για το τι είναι πιθανόν να συμβεί σε τέτοιες χρονικές περιόδους αποδεικνύονται εσφαλμένες κατά πολύ. Ο εγκέφαλός μας δίνει κατά συνέπεια αποτελέσματα που αποκλίνουν σε τεράστιο βαθμό από τα πραγματικά, επειδή ακριβώς είναι συντονισμένος - κατά ειρωνικό τρόπο από την ίδια την εξέλιξη- να λειτουργεί μέσα στο χρονικό πλαίσιο μιας ζωής, δηλαδή μερικών δεκαετιών. (Dawkins, 2008) Όπως αναφέρεται και σε έρευνα που

έγινε σε 114 μαθητές της Α' Λυκείου (από 4 Γενικά Λύκεια της Αττικής και της Φωκίδας), οι μαθητές δυσκολεύονται να αναφέρουν τους βασικούς μηχανισμούς που εξηγούν τις αλλαγές στη Γη, αδυνατούν να αντιληφθούν τις μεγάλες μονάδες που αυτός περιέχει, ενώ δείχνουν να παρερμηνεύουν τις μονάδες του χρόνου γενικότερα, αλλά και του Γεωλογικού Χρόνου ειδικότερα, το κύριο χαρακτηριστικό του οποίου είναι οι μεγάλες τιμές αναφοράς. (Χριστόφαλου και Χαλκιά, 2015)

Ο καθημερινός λόγος απέναντι στο επιστημονικό λόγο

Πολλοί μαθητές συχνά συγχέουν την επιστημονική ορολογία της εξέλιξης με λέξεις που έχουν διαφορετικές σημασίες, όταν χρησιμοποιούνται καθημερινά. Για παράδειγμα, οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τη λέξη «θεωρία» διαφορετικά από ό,τι τη χρησιμοποιούν οι άνθρωποι στον καθημερινό τους λόγο. Στον καθημερινό λόγο «θεωρία» συχνά σημαίνει εικασία ή διαίσθηση ή αναφέρεται σε κάτι που περιγράφεται με ελλιπή υποστηρικτικά δεδομένα (Στασινάκης, 2012). Στην επιστήμη, όμως, όπως ορίζει και η National Academy of Science (N.A.S., 1998), «θεωρία είναι μία πολύ καλά τεκμηριωμένη εξήγηση ορισμένων όψεων του φυσικού κόσμου, η οποία μπορεί να ενσωματώσει γεγονότα, νόμους, συμπεράσματα και δοκιμασμένα υποθέσεις». Ο ρόλος της επιστήμης δεν περιορίζεται δε στην ανάδειξη γεγονότων αλλά και στην εξήγησή τους, ενώ η εμπειριστατωμένη ερμηνεία τους αναφέρονται ως θεωρίες. (Στασινάκης 2012) Η «θεωρία» λοιπόν είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται από τους επιστήμονες για να αναφερθούν σε τεκμηριωμένη γνώση, όπως είναι η μοριακή θεωρία της ύλης, η ηλιοκεντρική θεωρία των πλανητικών περιστροφών ή η κυτταρική θεωρία. Κάθε μία από αυτές τις επιστημονικές θεωρίες, όπως η Θεωρία της Εξέλιξης, δεν είναι μία εικασία ή προαίσθημα, όπως θα μπορούσε να ισχύει, όταν η θεωρία χρησιμοποιείται στην καθημερινή γλώσσα. (Ayala, 2007). Στην πραγματικότητα οι επιστήμονες αναφέρονται στις εικασίες ως «υποθέσεις». Η επιστήμη ελέγχει τις υποθέσεις της παρατηρώντας αν οι προβλέψεις που προκύπτουν από αυτές (συνέπειες) ισχύουν στον ορατό κόσμο. Μία υπόθεση που δεν μπορεί να ελεγχθεί εμπειρικά - δηλαδή μέσω παρατήρησης ή πειράματος - δεν είναι επιστημονική. Η Θεωρία της Εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής έγινε γενικώς αποδεκτή από τους επιστήμονες, επειδή έχει περάσει από αναρίθμητες δοκιμές και έχει αποδειχθεί γόνιμη ως προς την παραγωγή νέας γνώσης. (Ayala, 2007). Ανάλογη σύγχυση ορολογίας αφορά λέξεις όπως «είδος», «πρωτεύοντα», «πίθηκος» «επιλογή» «προσαρμογή» κτλ.

Οι Rector, Nehm, Pearl (2012) σε έρευνα τους σε 320 φοιτητές βιολογικής κατεύθυνσης για τη λεξιλογική ασάφεια και το νόημα των λέξεων που χρησιμοποιούν στις εξηγήσεις τους αναγνωρίζουν τρεις τύπους λεξιλογικής ασάφειας / διαφορούμενων εννοιών στην Εξελικτική Βιολογία :

- *Διπλή ασάφεια* : το νόημα της λέξης έχει διαφορούμενη έννοια είτε στον επιστημονικό λόγο είτε στον καθημερινό λόγο (είτε και στους δύο) και οι δύο χρήσεις του είναι ξεκάθαρα διαφορετικές (π.χ. πίεση)
- *Ασυμβίβαστη ασάφεια* : το νόημα της λέξης έχει ξεκάθαρη έννοια και στον επιστημονικό λόγο και στον καθημερινό λόγο αλλά οι δύο χρήσεις του είναι ξεκάθαρα διαφορετικές (π.χ. προσαρμογή, επιλογή)
- *Ακούσια ασάφεια*: λέξεις που δεν έχουν επιστημονική έννοια αλλά έχουν ξεκάθαρη έννοια στον καθημερινό λόγο και τις οποίες οι μαθητές/φοιτητές τείνουν να ενσωματώσουν στον επιστημονικό τους λόγο, με τρόπο όμως που παράγει ασάφεια (π.χ. ανάγκη, πρέπει)

Στο δείγμα των 1282 εξελικτικών εξηγήσεων που πήραν οι ερευνητές, το 81% των φοιτητών αυθόρμητα ενσωμάτωσαν λεξιλογικές ασάφειες στις απαντήσεις τους τουλάχιστον μία φορά. Επιπλέον, οι ερευνητές επισημαίνουν ότι η πλειοψηφία αυτών των απαντήσεων κρίθηκαν ως επιστημονικά ανακριβείς. Αν και δεν διαπιστώθηκε καμία συσχέτιση με το φύλο, την ικανότητα ανάγνωσης/γραφής, η χρήση εκ μέρους των φοιτητών εννοιολογικά ορθής εξελικτικής γλώσσας συσχετίστηκε σημαντικά με τις ακαδημαϊκές τους επιδόσεις στη Βιολογία. (Rector et al, 2012)

4.2.1.2 Μη-επιστημονικοί παράγοντες

Κοινωνικοί και συναισθηματικοί παράγοντες

Οι Wiles & Alters (2011) εξήγησαν ότι υπάρχουν επίσης μη επιστημονικοί, μη θρησκευτικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή της εξέλιξης. Ένας σημαντικός παράγοντας είναι οι προσωπικές σχέσεις, συμπεριλαμβανομένων των σχέσεων με τους γονείς, τους δασκάλους και τους φίλους. Οι μαθητές συχνά κάνουν επίκληση στην αυθεντία και παίρνουν αποφάσεις στο αν δέχονται ή δε δέχονται την εξέλιξη ανάλογα με το ποιον βλέπουν ως αυθεντία. (Bloom & Weiberg 2007, Wiles & Alters 2011, Demastes et al 1995a 1995b). Η αντίσταση στην επιστήμη ενισχύεται, μάλιστα, υπερβολικά σε κοινωνίες στις οποίες μη-επιστημονικές ιδεολογίες έχουν εγκατασταθεί στην κοινή λογική και αναμεταδίδονται από αξιόπιστες –για το κοινό– πηγές. (Bloom & Weiberg, 2007)

Δημογραφικοί παράγοντες

Η αποδοχή ή μη της Θεωρίας της Εξέλιξης φαίνεται να σχετίζεται και με διάφορους δημογραφικούς παράγοντες, κάτι που αναδεικνύεται και από την έρευνα του Pew Research Center (2013), στην οποία ήδη έχουμε αναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα. Από την έρευνα γίνεται φανερό ότι οι απόψεις για την εξέλιξη του ανθρώπου και των ζώων τείνουν να ποικίλουν ανάλογα με το φύλο, την ηλικία και την εκπαίδευση. Οι άντρες είναι πιο πιθανό από ότι οι γυναίκες να αποδεχτούν την εξέλιξη των οργανισμών με την πάροδο του χρόνου. Το ίδιο ισχύει και στους νεότερους ηλικιακά ενήλικες σε σχέση με τις παλαιότερες γενιές αλλά και με εκείνους που έχουν περισσότερα χρόνια επίσημης εκπαίδευσης σε σχέση με τους πολίτες με λιγότερη εκπαίδευση. Στην ίδια έρευνα, όπως και σε αυτή του Miller Scott & Okamotoil (2006), φαίνεται να υπάρχει εμφανής συσχέτιση και μεταξύ της αποδοχής της εξέλιξης και της κομματικής αντιστοίχισης των πολιτών (τουλάχιστον στις ΗΠΑ). Το ζήτημα της Θεωρίας της Εξέλιξης στις ΗΠΑ έχει πολιτικοποιηθεί και ενσωματωθεί στην τρέχουσα κομματική διαίρεση με τρόπο που δεν υπάρχει αντίστοιχος στην Ευρώπη ή την Ιαπωνία. Το θέμα αφορά κυρίως τη συντηρητική πτέρυγα των Ρεπουμπλικάνων οι οποίοι υιοθέτησαν τον Δημιουργισμό ως μέρος του προγράμματός τους. (Miller et al. 2006) Έτσι, στις έρευνες φαίνεται μια σημαντική διάσταση απόψεων μεταξύ Ρεπουμπλικάνων και Δημοκρατικών. Ενδεικτικά, στην έρευνα του Pew Research Center του 2009 54% των Ρεπουμπλικάνων και 64% των Δημοκρατικών είπαν ότι οι άνθρωποι έχουν εξελιχθεί με την πάροδο του χρόνου, εντοπίζεται δηλαδή μια διαφορά της τάξης των 10 ποσοστιαίων μονάδων. Το 2013, το αντίστοιχο ποσοστό είναι 43% για τους Ρεπουμπλικάνους, 67% για τους Δημοκρατικούς, δηλαδή μια διαφορά 24 ποσοστιαίων μονάδων. (Pew Research Center 2009, 2013)

Ειδικά για την Αμερική και την αντίσταση που καταγράφεται εκεί έναντι της Θεωρίας της Εξέλιξης, ενδεικτικό είναι και το γεγονός ότι λιγότερο από το ένα τρίτο των Αμερικανών πολιτών συμφωνούν με την επίσημη εκπαιδευτική πολιτική που αφορά και τις 50 πολιτείες των ΗΠΑ, της αποκλειστικής διδασκαλίας της Εξέλιξης στο μάθημα της Βιολογίας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Σύμφωνα με έρευνες που αναλύονται από τους Berkman & Plutzer, προκύπτει ότι αν και η επίσημη εκπαιδευτική πολιτική το 2005 αφορούσε τη διδασκαλία της Εξέλιξης μόνο και τον «αποκλεισμό» του Δημιουργισμού και του Ευφυή Σχεδιασμού, μόνο το 12-15% του κοινού συμφωνούσε με την πολιτική αυτή. Σε όλες τις έρευνες περισσότερο από το 25% του κοινού θα προτιμούσε την αποκλειστική διδασκαλία είτε του Δημιουργισμού είτε του Ευφυή Σχεδιασμού και περίπου οι μισοί Αμερικανοί θα

προτιμούσαν τη διδασκαλία ενός συνδυασμού των προσεγγίσεων. (Berkman & Plutzer, 2010)

Εννοιολογικά εμπόδια

Ο Καμπουράκης (2017) στο βιβλίο του διακρίνει δύο μεγάλες κατηγορίες εμποδίων, τα συναισθηματικά και γνωσιακά-εννοιολογικά.

- τα συναισθηματικά εμπόδια σχετίζονται με τις θρησκευτικές πεποιθήσεις και τις κοσμοθεωρίες των ανθρώπων και αναλύονται παρακάτω, ενώ
- τα εννοιολογικά εμπόδια είναι απόρροια διαισθητικών αντιλήψεων διαμορφωμένων συχνά από την παιδική ηλικία.

Όπως σημειώνει ο Καμπουράκης (2017), οι διαισθητικές αντιλήψεις - ένας όρος που αναφέρεται σε ό,τι έρχεται αυθόρμητα στο νου- γεννούν προαντιλήψεις (εμπειρικά διαμορφωμένες από τα παιδικά μας χρόνια αντιλήψεις του κόσμου) σε σχέση με τον φυσικό κόσμο, που μπορούν με τη σειρά τους να αλλάξουν σε παρανοήσεις, όταν η νέα γνώση προστίθεται με απρόσφορο τρόπο. Έτσι, δυσχεραίνει η εννοιολογική αλλαγή (δηλ. η αλλαγή αντιλήψεων ως αποτέλεσμα εννοιολογικής σύγκρουσης), επειδή οι προαντιλήψεις που οικοδομούνται πάνω σε διαισθητικές αντιλήψεις συχνά είναι γερά εδραιωμένες και αποτελούν τη βάση παρανοήσεων, οι οποίες μπορεί να παραμείνουν και μετά την ενηλικίωση. Όπως σημειώνουν μάλιστα οι Πνευματικός και Καραμανίδου (2015), οι διαισθητικές πεποιθήσεις που διαμορφώνουν οι μαθητές, βασιζόμενοι στην καθημερινή τους εμπειρία, προκειμένου να εξηγήσουν φαινόμενα του φυσικού κόσμου, όπως το σχήμα της Γης, τη βαρύτητα, τη θερμότητα κ.ο.κ. και οι οποίες δεν είναι συμβατές με τις επιστημονικές γνώσεις, δεν αντικαθίστανται άμεσα από τις επιστημονικές γνώσεις μετά τη συστηματική διδασκαλία. Αντίθετα, παραμένουν ενεργές ακόμη και μεταξύ των νεαρών ενηλίκων παρεμβαίνοντας στη διαδικασία αξιολόγησης της εγκυρότητας παραγωγικών συλλογισμών. Τα αποτελέσματα της αναπτυξιακής τους μελέτης έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες ανεξάρτητα από την ηλικία τους (Δ', Στ' τάξης Δημοτικού, ή πρωτοετείς φοιτητές) έχουν την τάση να κρίνουν ως μη έγκυρους τους συλλογισμούς, όταν αυτοί είναι σε αντίθεση με τη διαισθητική τους εμπειρία και χρειάζονται και περισσότερο χρόνο, προκειμένου να αξιολογήσουν ορθά την εγκυρότητά τους. Αυτά τα δύο στοιχεία αποτελούν σοβαρή ένδειξη για το ότι οι διαισθητικές πεποιθήσεις δεν εγκαταλείπονται και δεν αντικαθίστανται από τις επιστημονικές γνώσεις μετά τη συστηματική διδασκαλία, αλλά παραμένουν ενεργές και παρεμβαίνουν στη γνωστική διαδικασία, όταν τα άτομα καλούνται να αξιολογήσουν την

εγκυρότητα παραγωγικών συλλογισμών των οποίων το συμπέρασμα είναι αντίθετο με τη διαισθητική τους γνώση (Πνευματικός & Καραμανίδου, 2015)

Η διαισθητική αντίληψη σχετικά με την προέλευση και την εξέλιξη των έμβιων όντων επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την κατανόηση της θεωρίας της εξέλιξης των ειδών, αλλά και την αποδοχή της ψυχολογικά και κοινωνικά. Αν δεν αντιμετωπιστούν αυτά τα γνωστικά εμπόδια των μαθητών έγκαιρα από την εκπαίδευση, συνεχίζουν να παραμένουν στη σκέψη των μαθητών ως ένας επιτυχής για αυτούς τρόπος σκέψης. (Ζογκζα, 2009)

Τα κυριότερα εννοιολογικά εμπόδια που αποτελούν πρόσκομμα στην κατανόηση της εξέλιξης είναι η τελεολογία και η ουσιοκρατία. Πρόκειται για βαθιά ριζωμένες και εδραιωμένες διαισθητικές αντιλήψεις που γεννούν παρανοήσεις, οι οποίες εμφανίζονται κατά την πρώιμη παιδική ηλικία και παραμένουν ακόμα και μετά την ενηλικίωση (Καμπουράκης, 2017)

Οι διαισθητικές αυτές αντιλήψεις πηγάζουν από τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τα τεχνουργήματα, και μας προδιαθέτουν να εκλαμβάνουμε το φυσικό κόσμο και τους ζωντανούς οργανισμούς επίσης ως τεχνουργήματα. Τα τεχνουργήματα είναι αντικείμενα ευφυώς σχεδιασμένα για κάποιο σκοπό, και άρα έχουν αμετάβλητα θεμελιώδη γνωρίσματα (γιατί φτιάχτηκαν βάσει σχεδίου) και μπορεί να ειπωθεί ότι υπάρχουν για κάποιον σκοπό (επειδή για αυτό σκόπιμα δημιουργήθηκαν) : π.χ. Τα αεροπλάνα έχουν φτερά για να πετούν. Δεν ισχύει, όμως, το ίδιο για τους οργανισμούς. Αν οι οργανισμοί έχουν «ουσιώδη» χαρακτηριστικά, αυτά δεν είναι αμετάβλητα. Εάν μοιάζουν να έχουν σκοπούς αυτοί είναι φυσικοί και προϊόντα εξέλιξης π.χ. Οι αετοί πετούν, επειδή έχουν φτερά. (Καμπουρακης, 2017) Έχουμε συνηθίσει απόλυτα την ιδέα ότι η περίπλοκη και κομψή οργάνωση αποτελεί ένδειξη προμελετημένου και επεξεργασμένου σχεδιασμού. Η μεγάλη μας επιτυχία ως σχεδιαστές και δημιουργοί τεχνουργημάτων αποτελεί έναν βασικό λόγο για τον οποίο ο εγκέφαλός μας τείνει να αντιστέκεται στη Θεωρία της Εξέλιξης (Dawkins, 2008)

i. Τελεολογία

Η διαισθητική αντίληψη που αποδίδει σκοπό και σχεδιασμό στους οργανισμούς χαρακτηρίζεται ως τελεολογία. Η απάντηση σε μία ερώτηση τύπου «γιατί;» με διατύπωση τύπου «ώστε να.../για να...» μπορεί να χαρακτηριστεί ως τελεολογική εξήγηση, γιατί στηρίζεται σε έναν σκοπό ή έναν ρόλο. Τέτοιες εξηγήσεις είναι δημοφιλείς μεταξύ των

παιδιών και των ενηλίκων, καθώς τους είναι χρήσιμες στην περιγραφή, εξήγηση και κατανόηση της καθημερινής ζωής και του φυσικού κόσμου γύρω μας. (Stern et al., 2018) Οι τελεολογικές προσεγγίσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για να εξηγηθούν γεγονότα σε διάφορα επίπεδα της ζωής: μοριακό, γενετικό, εξελικτικό, κυτταρικό, οργανισμού, οικοσυστήματος. Οι ακόλουθες διατυπώσεις αποτελούν παραδείγματα τέτοιων τελεολογικών παρανοήσεων:

- τα πουλιά έχουν φτερούγες, για να πετούν
- τα φυτά παράγουν οξυγόνο, γιατί το χρειάζονται τα ζώα για να επιβιώσουν
- τα άτομα προσαρμόζονται και αλλάζουν, για να ταιριάζουν στο περιβάλλον τους

Η τελεολογική σκέψη είναι ένα εμπόδιο στην διδασκαλία και κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής ιδιαίτερα επίμονο τόσο στα παιδιά όσο και στους ενήλικες (Stern et al. 2018, Kampourakis & Zogza 2007).

Το κύριο εμπόδιο που βάζει η τελεολογία είναι η δυσκολία κατανόησης ότι οι οργανισμοί δεν έχουν χρήσιμους χαρακτήρες, ώστε να επιτελούν μία λειτουργία, αλλά ότι οι οργανισμοί επιτελούν λειτουργίες, επειδή έχουν συγκεκριμένους χαρακτήρες που είναι χρήσιμοι (και οι οποίοι προέκυψαν μέσα από εξελικτικές διεργασίες) (Καμπουράκης, 2017)

Οι τελεολογικές ερμηνείες έχουν πολύ ισχυρές ρίζες, καθώς αποτελούν παράδειγμα “δαρβινικής πλάνης”, δηλαδή εσφαλμένης πεποίθησης για τον κόσμο, που οφείλεται στην εξελικτική μας ιστορία και εξηγείται μέσα από τη δαρβινική θεώρηση της ζωής. Είμαστε εξελικτικά καλωδιωμένοι με την ανάγκη να εξηγούμε τα φαινόμενα γύρω μας, να ανιχνεύουμε και να αξιοποιούμε τη σχέση αιτίου-αποτελέσματος. Η ικανότητα αυτή μπορεί να έχει ισχυρό προσαρμοστικό πλεονέκτημα, δημιουργεί όμως εμπόδια στην κατανόηση της φύσης, που κυριαρχείται από στοχαστικές διαδικασίες. (Ζούρος 2014 στο Βενέτης 2017)

Όπως σημειώνει και η Ζόγκζα, και σε συμφωνία με τα παραπάνω, η Θεωρία της Εξέλιξης είναι μάλλον δύσκολο να διδαχθεί αποτελεσματικά, επειδή φαίνεται να είναι αντίθετη με τις τελεολογικές διαισθητικές εξηγήσεις των παιδιών (Ζόγκζα, 2009). Οι Galli & Meinardi στην έρευνα τους επισημαίνουν ότι οι μαθητές τείνουν να υποθέσουν αυθόρμητα ότι όλα τα βιολογικά χαρακτηριστικά των οργανισμών έχουν κάποια συγκεκριμένη λειτουργία και ότι οι εξελικτικές αλλαγές εμφανίζονται πάντα ως αποτέλεσμα κάποιου στόχου. Συμπεραίνουν ότι η τελεολογική σκέψη είναι ένα χαρακτηριστικό του γνωστικού μας μηχανισμού που δεν είναι ούτε δυνατό αλλά ούτε και επιθυμητό να εξαλειφθεί. Αντιθέτως, η εκπαίδευση πρέπει

να εστιάσει στην ενίσχυση των μετα-γνωσιακών ικανοτήτων των μαθητών, ώστε από μόνοι τους να είναι ικανοί να αναγνωρίσουν τις τάσεις για τελεολογικές σκέψεις και να καταλάβουν τους περιορισμούς και τους κινδύνους που προκύπτουν από αυτές (Galli & Meinardi, 2010).

ii. Ουσιοκρατία

Ουσιοκρατία είναι η ιδέα ότι οι οντότητες έχουν «ουσίες», δηλαδή ένα σύνολο από ιδιότητες που όλα τα μέλη του είδους πρέπει να έχουν και μόνο αυτά έχουν. Μία ειδική κατηγορία ουσιοκρατίας είναι η «ψυχολογική ουσιοκρατία», δηλαδή η διαισθητική αντίληψη που θεωρεί ότι τα χαρακτηριστικά των οργανισμών είναι ουσιώδη και αμετάβλητα εντός του είδους. (Stern et al, 2018) Η ουσιοκρατία πρεσβεύει την κατάταξη της ποικιλομορφίας της φύσης σε αμετάβλητους τύπους, σταθερά και αυστηρά οριοθετημένους. Μάλιστα, είναι βαθιά ριζωμένος στον τρόπο σκέψης μας, καθώς υποβοηθείται από παράγοντες, όπως η γλώσσα. (Βενέτης, 2017) Αυτός ο τρόπος σκέψης είναι χρήσιμος στην κατανόηση του τι βλέπουμε στον κόσμο γύρω μας αλλά δημιουργεί και πολλές παρανοήσεις. Οι ουσιοκρατικές προσεγγίσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για να εξηγηθούν γεγονότα σε διάφορα επίπεδα της ζωής: μοριακό, γενετικό, εξελικτικό, κυτταρικό, οργανισμού, οικοσυστήματος. Οι ακόλουθες διατυπώσεις αποτελούν παραδείγματα τέτοιων ουσιοκρατικών παρανοήσεων:

- η ομοιότητα κρατάει το σώμα σταθερό και αμετάβλητο
- μέλη του ίδιου είδους έχουν ίδια φυσικά χαρακτηριστικά
- τα διαφορετικά κύτταρα σε έναν οργανισμό έχουν διαφορετικά φυσικά χαρακτηριστικά άρα πρέπει να περιέχουν διαφορετικό DNA (Stern et al, 2018)

Η ουσιοκρατική σκέψη θεωρεί ότι τα μέλη μιας κατηγορίας είναι ίδια όσον αφορά τις ιδιότητές τους και εξίσου πιθανά να αναπτύξουν ίδια νέα χαρακτηριστικά. Μελέτες δείχνουν ότι τα παιδιά τείνουν να πιστεύουν ότι οι ουσίες που έχουν οι οργανισμοί είναι πιο σταθερές από αυτές των τεχνουργημάτων. Ως αποτέλεσμα, η ουσιοκρατική σκέψη είναι ένα βασικό εμπόδιο στην κατανόηση της εξέλιξης. (Stern et al, 2018)

Το κύριο εμπόδιο που βάζει η ουσιοκρατία στην κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης δεν είναι μόνο ότι κάποιες ουσιώδεις ιδιότητες είναι σταθερές αλλά επίσης ότι εκλαμβάνονται ως πανομοιότυπες στα μέλη του ίδιου είδους. Όμως, αυτό δεν ισχύει, καθώς οι αναπτυξιακές και εξελικτικές διεργασίες παράγουν και κοινούς (όχι πανομοιότυπους) και μεταβλητούς χαρακτήρες (Καμπουράκης, 2017)

Οι τελεολογικές και ουσιοκρατικές διαισθητικές αυτές αντιλήψεις γεννούν την ακόλουθη παρανόηση: τα άτομα ενός συγκεκριμένου είδους έχουν συγκεκριμένους σταθερούς χαρακτήρες που υπάρχουν για κάποια προτιθέμενη χρήση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να θεωρούμε την αλλαγή των χαρακτηριστικών των οργανισμών αδύνατη, και να μην μπορούμε να συνειδητοποιήσουμε την τεράστια ποικιλομορφία χαρακτηριστικών που υπάρχει μέσα σε κάθε είδος. Η εξέλιξη, αντίθετα, δε συμφωνεί με αυτές τις διαισθητικές αντιλήψεις, καθώς δεν διεξάγεται βάσει ενός σκόπιμου σχεδιασμού και «υπονοεί ότι στη φύση υπάρχουν ατέλειες και βαναυσότητα», κάτι το οποίο τελικά την κάνει να μοιάζει αντιδιαισθητική. (Καμπουράκης, 2017)

Σε άρθρο της η Ζόγκζα (2009) όπου περιγράφει τα γνωστικά εμπόδια για την μάθηση και την αποδοχή της ΘΕ, αφού αναφέρει ότι «...η διαισθητική αντίληψη σχετικά με την προέλευση και την εξέλιξη των έμβιων όντων επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης των ειδών, αλλά και την αποδοχή της ψυχολογικά και κοινωνικά», σημειώνει ότι «...εάν δεν αντιμετωπιστούν τα γνωστικά εμπόδια των μαθητών έγκαιρα από την εκπαίδευση, συνεχίζουν να παραμένουν στην σκέψη τους ως ένας επιτυχής για αυτούς τρόπος σκέψης» και καταλήγει στο συμπέρασμα ότι «...η θεωρία της εξέλιξης είναι μάλλον δύσκολο να διδαχθεί αποτελεσματικά, επειδή φαίνεται αντίθετη με τις διαισθητικές εξηγήσεις των παιδιών»

Είναι σημαντικό, λοιπόν, για τους διδάσκοντες να εντοπίσουν και να καταλάβουν τις «αφελείς» επιστημονικές αντιλήψεις των μαθητών τους ώστε να τους βοηθήσουν να τις αναγνωρίσουν και να τις αλλάξουν (Wescott & Cunningham, 2005). Όπως εξάλλου σημειώνει ο Στασινάκης (2012) : «...για να ξεπεραστούν αυτές οι διαισθητικές αντιλήψεις των μαθητών θα πρέπει αρχικά να κατανοήσουν τις βασικές εξελικτικές έννοιες, και στη συνέχεια να οδηγηθούν σε γνωστική σύγκρουση, όπου θα διαπιστώσουν την ανεπάρκεια της δικής τους θεωρίας, ώστε σταδιακά να οδηγηθούν στη νέα επιστημονικά ορθή».

4.2.2 Θρησκευτικοί παράγοντες

Πολλοί μαθητές/φοιτητές αντιστέκονται στην αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης λόγω των θρησκευτικών τους πεποιθήσεων, αν και έρευνες έχουν δείξει ότι οι απόψεις τους μπορεί να ποικίλουν από το ότι η εξέλιξη και η θρησκεία είναι απολύτως διαχωρισμένες και εξηγούν διαφορετικές πτυχές του κόσμου, έως ότι ενσωματώνονται, με την έννοια ότι αντιμετωπίζουν τα ίδια ζητήματα και μπορούν να συνυπάρξουν (Wiles 2014, Wiles & Alters 2011). Οι

επιθέσεις, πάντως, κατά της Θεωρίας της Εξέλιξης με θρησκευτικά κίνητρα είχαν ήδη αρχίσει κατά τη διάρκεια της ζωής του Δαρβίνου. Σταδιακά όμως τον 20ο αιώνα η εξέλιξη μέσω φυσικής επιλογής κατέληξε να γίνει αποδεκτή από την πλειοψηφία των παραδοσιακών χριστιανικών δογμάτων. Ενδεικτικά αναφέρουμε:

- ο Πάπας Πίος ο Β στην εγκύκλιο «περί της ανθρώπινης φυλής» το 1950 αναγνώρισε ότι η βιολογική εξέλιξη συμβάδιζε με τη χριστιανική πίστη.
- ο Πάπας Ιωάννης Παύλος ο Β στις 22 Οκτωβρίου του 1966 αποδοκίμασε την ερμηνεία των βιβλικών κειμένων ως επιστημονικές δηλώσεις και όχι ως θρησκευτικές διδασκαλίες.
- Η γενική συνέλευση της Ενωμένης Πρεσβυτεριανή Εκκλησίας το 1982 υιοθέτησε ένα ψήφισμα που δήλωνε ότι η επιστημονική θεωρία της εξέλιξης δεν έρχεται σε σύγκρουση με την ερμηνεία σχετικά με την προέλευση της ζωής που υπάρχει στη Βιβλική λογοτεχνία
- παρόμοιες δηλώσεις έχουν γίνει από τη Λουθηρανική Παγκόσμια Ομοσπονδία το 1965, από εβραϊκές θρησκευτικές αρχές και ηγέτες άλλων μεγάλων θρησκειών (Ayala, 2007)

Στον Ελλαδικό χώρο δεν υπήρξε ποτέ εναντίωση της Εκκλησίας (επισήμως) στη Θεωρία της Εξέλιξης. (Ραβανίδης, 2009) Σύμφωνα με δήλωση στα Νέα (Τα Νέα, 19-2-2009 στο Ξυράφας, 2009) του εκπροσώπου της Εκκλησίας της Ελλάδας, η τελευταία ουδέποτε καταδίκασε επίσημα τη θεωρία του Δαρβίνου. Αξίζει να γίνει αναφορά σε τρεις σημαντικές μορφές της Θεολογίας, οι οποίοι έχοντας βαθιά γνώση της ελληνογενούς θεολογίας του ανατολικού χριστιανισμού (Ορθοδοξία), προσπάθησαν με τρόπο δημιουργικό να αξιολογήσουν την Θεωρία της Εξέλιξης και να αποδείξουν ότι, όχι μόνο δεν έρχεται σε αντίθεση με τη χριστιανική αντίληψη για τη δημιουργία, αλλά τη συμπληρώνει με τρόπο ομαλά εξελικτικό (Ξυράφας, 2009) :

- ✓ Ο καθηγητής Νίκος Νησιώτης στο σύγγραμμά του «*Προλεγόμενα εις την Θεολογικήν Γνωσιολογίαν*» (1965) αξιολόγησε θετικότερα τον εξελικτισμό αφιερώνοντάς του ιδιαίτερο κεφάλαιο με τίτλο «*Η Θεωρία της Εξελίξεως και το σημείον Ωμέγα αυτής*».
- ✓ Ο Μητροπολίτης Περγάμου Ιωάννης Ζηζιούλα στο έργο του «*Η Κτίση ως Ευχαριστία*» αντιπαρατίθεται στην ανθρωποκεντρική και λογικοκρατούμενη αντίληψη του κόσμου, και θεωρεί ότι ο σύγχρονος δυτικός κόσμος κατάφερε να παρουσιάσει δύο αντισώματα, που δεν είναι άλλα από τη Δαρβίνειο θεωρία και τη θεωρία του Αϊνστάιν.

- ✓ Ο καθηγητής Νίκος Ματσούκας σε διάφορα έργα του όχι μόνο δεν αντικρούει τη Δαρβίνεια θεωρία αλλά επιχειρεί και την ευθεία σύνδεσή της με τη θεολογική σκέψη, υποστηρίζοντας ότι οι βάσεις για τη θεωρία της εξέλιξης είχαν σκιαγραφηθεί τον 4ο μ.Χ. αιώνα στα έργα του Μεγάλου Βασιλείου και του Γρηγορίου Νύσσης. (Ξυράφας, 2009)

Όντως, ο Μέγας Βασίλειος ήδη από τον 4ο μ.Χ. μεταφέρει την άποψη ότι η επιστήμη και η Αγία Γραφή στην πραγματικότητα δε συγκρούονται. Γράφει: «*Δε μειώνεται ο θαυμασμός μας για τα έργα του Θεού, αν βρεθεί τρόπος με τον οποίο έγινε κάποιο από τα θαυμαστά αυτά έργα*». Εξάλλου, η Εκκλησία πάντοτε διακηρύττει το πίστευε και μη, ερεύνα. Δηλαδή η έρευνα δεν απαγορεύεται, αλλά πηγαίνει παράλληλα με την πίστη. (Ραβανίδης, 2009)

Σύγκρουση Επιστήμης και θρησκευτικής πίστης

Παρόλα αυτά, υπάρχει μία ευρέως διαδεδομένη άποψη ότι υφίσταται σύγκρουση ανάμεσα στην επιστήμη και στη θρησκεία. Ωστόσο, είναι ένα εξαιρετικά πολύπλοκο θέμα. Η ευρέως διαδεδομένη ιδέα της σύγκρουσης ανάμεσα στην επιστήμη και τη θρησκεία έχει αμφισβητηθεί από πολλούς ιστορικούς της επιστήμης, καθώς για να υπάρξει σύγκρουση, όλοι οι επιστήμονες θα έπρεπε να έχουν από κοινού τις ίδιες απόψεις ενάντια στη θρησκεία.

Ανάμεσα, όμως, στους επιστήμονες και ειδικότερα τους εξελικτικούς βιολόγους, μπορούμε να βρούμε τις παρακάτω τρεις θέσεις για τη θρησκεία, με ιστορικά παραδείγματα σπουδαίων βιολόγων επιστημόνων και στις τρεις κατηγορίες:

- ✓ στο ένα άκρο υπάρχει ο αθεϊσμός, η άποψη ότι ο Θεός δεν υπάρχει (Richard Dawkins)
- ✓ στο μέσο βρίσκεται ο αγνωστικισμός, η άποψη ότι κανείς δεν μπορεί να γνωρίζει εάν υπάρχει Θεός (Stephen Jay Gould).
- ✓ στο άλλο άκρο βρίσκεται η θρησκευτικότητα και η άποψη ότι στη φύση υπάρχουν ενδείξεις για την ύπαρξη Θεού (Francisco Ayala, Ken Miller)

Όλοι ανεξάρτητα δέχονται το γεγονός της εξέλιξης, αν και μπορεί να διαφωνούν ως προς τις λεπτομέρειες. Το να είναι κανείς επιστήμονας δεν συνεπάγεται απαραίτητα κάτι για τις θρησκευτικές του απόψεις, οι οποίες σε τελική ανάλυση εκφράζουν απλώς τις προσωπικές τους πεποιθήσεις. (Καμπουράκης, 2017)

Το κύριο στοιχείο της επιστημονικής διαδικασίας είναι η αναζήτηση της σχέσης αιτίου-αιτιατού, με άλλα λόγια η σχέση μεταξύ αιτίας και αποτελέσματος. Όμως, αυτή η λογική βρίσκει απέναντί της το δόγμα. Η θρησκεία, η οποιαδήποτε θρησκεία, είναι ένα κράμα από δόγμα και παράδοση. Στη θρησκεία η ύπαρξη μιας μεταφυσικής δύναμης αποτελεί το κεντρικό ή πρώτο δόγμα. Το δόγμα το δεχόμαστε, γιατί μας φαίνεται αυτονόητο αλλά δεν μπορούμε να το αποδείξουμε. (Ζούρος, 2009β) Η επιστήμη, αντιθέτως, προωθεί εξηγήσεις που αφορούν τον φυσικό κόσμο και οι οποίες υπόκεινται στην πιθανότητα τεκμηρίωσης ή απόρριψης μέσω παρατήρησης και του πειράματος. (Ayala, 2007) Πρόκειται ουσιαστικά για μια σύγκρουση μεταξύ επιστημονικής προσέγγισης και μιας προσέγγισης πίστης ή, επιστημονικότερα, μιας ιδεαλιστικής προσέγγισης (Ξυράφας, 2009)

Η επιστήμη δεν έχει να πει τίποτα αποφασιστικό για τις οικονομικές, αισθητικές ή ηθικές αξίες για το νόημα της ζωής για τις θρησκευτικές πεποιθήσεις. Η επιστήμη υπερβαίνει τις πολιτισμικές, πολιτικές και θρησκευτικές διαφορές επειδή δεν κάνει ισχυρισμούς για τα θέματα αυτά (εκτός στο βαθμό στον οποίο η επιστημονική γνώση καταργείται). Η επιστημονική γνώση δεν μπορεί να συγκρουστεί με τις θρησκευτικές πεποιθήσεις, επειδή η επιστήμη δεν έχει να πει τίποτα οριστικό υπέρ ή κατά της θρησκευτικής έμπνευσης ή των θρησκευτικών αξιών. Σύμφωνα με τον Ayala, η επιστήμη και η θρησκεία συμβαδίζουν, επειδή έχουν να κάνουν με διαφορετικά πεδία γνώσεων ενώ και η εθνική Ακαδημία επιστημών των ΗΠΑ έχει υποστηρίξει κατηγορηματικά ότι η θρησκεία και επιστήμη δίνουν απαντήσεις σε διαφορετικά ερωτήματα για τον κόσμο (Ayala, 2007) Η επιστήμη αναζητά εμπειρικά δεδομένα για την κατασκευή και τη λειτουργία του σύμπαντος, και η θρησκεία τις κατάλληλες ηθικές αξίες και το πνευματικό νόημα της ζωής μας. Η επιστήμη επιχειρεί να καταγράψει τον πραγματικό χαρακτήρα του φυσικού κόσμου, και να αναπτύξει θεωρίες που εναρμονίζουν και εξηγούν τα δεδομένα αυτά. Αντίθετα, η θρησκεία λειτουργεί στο εξίσου σημαντικό, αλλά εντελώς διαφορετικό, πεδίο των ανθρώπινων σκοπών, νοημάτων και αξιών. Έτσι, προκύπτει ότι η επιστήμη προσδιορίζει τον φυσικό κόσμο και η θρησκεία τον ηθικό. Πρόκειται για την Αρχή της NOMA (Non-Overlapping Magisteria – Αρχή των μη επικαλυπτόμενων πεδίων) που εισήγαγε ο Stephen Jay Gould ως μια πιο συμβιβαστική λύση για την επιστημονική και θρησκευτική διένεξη γύρω από τη Θεωρία της Εξέλιξης. (Σαριγγέλης 2007, Καμπουράκης 2017) Θα μπορούσε να πει κάποιος ότι η επιστήμη και η θρησκεία έχουν διαφορετικά πεδία διερεύνησης, και κατά συνέπεια δεν υφίσταται πραγματική σύγκρουση μεταξύ τους. Η Εξελικτική Θεωρία προσφέρει μία βαθιά συνεκτική κατανόηση του φυσικού κόσμου και δεν έχει τίποτα να πει σε σχέση με το υπερφυσικό.

(Καμπουράκης, 2017) Συνεπώς, δεν έχει νόημα να αντιπαραβάλουμε τα πορίσματα της επιστήμης με θεολογικές και υπαρξιακές αλήθειες. Τα κείμενα της Αγίας Γραφής δίνουν έμφαση όχι στο πώς αλλά στο γιατί και από ποιον δημιουργήθηκε ο άνθρωπος. Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι και οι συγγραφείς όλων των εκδόσεων των εγχειριδίων των θρησκευτικών του Γυμνασίου και Λυκείου διευκρινίζουν ότι η επιστήμη περιορίζει την έρευνα της στο πότε και πώς δημιουργήθηκε ο κόσμος, στα ερωτήματα όμως ποιος και γιατί δημιούργησε τον κόσμο, αρμόδιες να δώσουν απάντηση και να εκθέσουν τις απόψεις- θέσεις τους είναι η φιλοσοφία και η θρησκεία (Ραβανίδης, 2009)

Ο Ayala, μάλιστα, προχωράει ένα βήμα παραπέρα, καθώς βλέπει τη Θεωρία της Εξέλιξης ως σύμμαχο της θεολογίας. (Βενέτης 2017) Ο φυσικός κόσμος ο κόσμος των οργανισμών βρίσκεται από ατελείωτα παραδείγματα ατελειών και δυσλειτουργιών σε όλα τα είδη οργανισμών και χαρακτηρίζεται από σκληρές συμπεριφορές μεταξύ των οργανισμών. Επιφανείς θεολόγοι στο παρελθόν έχουν προσπαθήσει να λύσουν το πρόβλημα της ατέλειας, της δυσλειτουργίας και της σκληρότητας στον ζωντανό κόσμο, τα οποία μπορούν δύσκολα να εξηγηθούν, εάν είναι αποτέλεσμα του σχεδίου του Θεού. Ο φιλόσοφος Νταϊήβιντ Χιούμ έθεσε το πρόβλημα λακωνικά με ωμή ευθύτητα: *«Είναι ο Θεός πρόθυμος να αποτρέψει το κακό αλλά όχι ικανός; Τότε είναι ανίκανος. Είναι ικανός αλλά δεν θέλει; Τότε είναι μοχθηρός. Είναι ικανός και πρόθυμος; Επομένως γιατί υπάρχει το κακό;»* (Ayala, 2007)

Σύμφωνα με τον Ayala, η εξέλιξη ήρθε για να σώσει την κατάσταση. Η εξέλιξη ανταποκρίνεται στις ανάγκες των οργανισμών μέσω της φυσικής επιλογής, όχι μέσω ενός τέλει σχεδίου αλλά μέσω επισκευής τροποποιώντας σιγά-σιγά τις υπάρχουσες δομές. Η εξέλιξη πετυχαίνει σχεδιασμό ως μία συνέπεια της φυσικής επιλογής και προωθεί την προσαρμογή. Διάσημοι θεολόγοι (Τζακ Οτ, Άρθουρ Πίκοκ) αναγνωρίζουν την ειρωνεία ότι η Θεωρία της Εξέλιξης, η οποία στην αρχή έμοιαζε να διαλύει την ανάγκη της ύπαρξης Θεού στον κόσμο, τώρα έχει διαλύσει την ανάγκη να εξηγηθούν οι ατέλειες του κόσμου ως αποτυχημένα αποτελέσματα του σχεδίου του Θεού (Ayala, 2007)

Η Θεωρία της Εξέλιξης δεν είναι θρησκεία ούτε εναλλακτική ανταγωνιστική της θρησκείας. Είναι ένα σώμα γνώσης σφυρηλατημένο από την παρατήρηση, τον πειραματισμό, τη σύγκλιση δεδομένων και την έλλειψη διάγνωσης από ολόκληρο το σώμα των φυσικών επιστημών. Είναι ένας κορμός εμπειρικής γνώσης, όπου κάποια κλαδιά κάποτε μικρότερα και κάποτε μεγαλύτερα αναθεωρούνται και αλλάζουν, όπως σε κάθε επιστήμη. (Ζούρος,

2009β) Το κυρίαρχο πρόβλημα στην περίπτωση της εξέλιξης και της θρησκείας είναι ότι δεν σεβόμαστε τις απόψεις εκείνων που διαφωνούν μαζί μας, και δεν κάνουμε εύκολα τη διάκριση ανάμεσα σε ό,τι γνωρίζουμε και σε ό,τι πιστεύουμε. (Καμπουράκης, 2017)

Κατά γράμμα (κυριολεκτική) ερμηνεία των γραφών

Πολλά, όμως, χριστιανικά δόγματα πρεσβεύουν μία κυριολεκτική ερμηνεία της Βίβλου, η υιοθέτηση της οποίας όμως οδηγεί σε ευθεία σύγκρουση με την Θεωρία της Εξέλιξης. Καθώς οι μαθητές αναγνωρίζουν ότι οι δύο ιδέες βρίσκονται σε ευθεία σύγκρουση μεταξύ τους, καταλαβαίνουν ότι πρέπει να απορρίψουν μία από τις πεποιθήσεις τους, και συνήθως οι μαθητές απορρίπτουν την εξέλιξη. Αυτή η παρανόηση σχετικά με τη σχέση ανάμεσα στη θρησκεία και την εξέλιξη θα οδηγήσει σε αντίσταση προς τη μάθηση και την αποδοχή της εξέλιξης στο μέλλον (Wiles & Alters, 2011).

Πολλοί μελετητές της Βίβλου και θεολόγοι, ωστόσο, έχουν απορρίψει εδώ και πολύ καιρό μία κυριολεκτική ερμηνεία ως αβάσιμη, επειδή η Βίβλος περιέχει αμοιβαία ασυμβίβαστες δηλώσεις. Το κείμενο της Παλαιάς Διαθήκης περιέχει τουλάχιστον τρεις διαφορετικές διηγήσεις δημιουργίας του κόσμου. Παρά τον διαφορετικό τρόπο παρουσίασης των πραγμάτων, οι διηγήσεις καταλήγουν στη δημιουργία του ανθρώπου, του άνδρα και της γυναίκας. Ενώ δηλαδή διαφέρουν στον τρόπο της δημιουργίας, συντείνουν στο βασικό στοιχείο της διήγησης, που δεν είναι άλλο από το ποιος δημιούργησε τον κόσμο. Δεν είναι υπερβολή να πούμε ότι η Θεολογία χρησιμοποιήθηκε ως όχημα, για να διοχετευτούν οι επιστημονικές γνώσεις της εποχής με απλό τρόπο στον αναγνώστη, χωρίς αυτό το πράγμα να σημαίνει ότι αυτές οι γνώσεις δεν ξεπεράστηκαν μερικά χρόνια αργότερα. (Ξυράφας, 2009)

Οι μελετητές επισημαίνουν ότι η Βίβλος είναι αλάνθαστη σε σχέση με τη θρησκευτική αλήθεια, όχι όμως σε θέματα που δεν έχουν σημασία για τη σωτηρία, και δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ως πηγή επιστημονικής εξήγησης της προέλευσης και δημιουργίας του φυσικού κόσμου. (Ayala, 2007) Ο κυριολεκτικός τρόπος ανάγνωσης της Γένεσης δεν ήταν ποτέ, τουλάχιστον από τον Άγιο Αυγουστίνο και έπειτα, δηλαδή περίπου από το 400 μ.Χ. υποχρεωτικός για τους χριστιανούς. Ο ίδιος ο Αυγουστίνος προειδοποίησε ρητά εναντίον αυτού του είδους της κυριολεκτικής ερμηνείας της γραφής. (Mayr, 2001) Η Γένεσις είναι ένα βιβλίο θρησκευτικών αποκαλύψεων και θρησκευτικών διδασκαλιών και όχι μία πραγματεία αστρονομίας ή βιολογίας. (Mayr, 2001). Γράφει άλλωστε και ο Μέγας Βασίλειος στην «Εξαήμερο» και τονίζει ότι: «είτε ημέρα πούμε, είτε αιώνα είναι το ίδιο», γιατί δεν πρόκειται κατά κυριολεξία για ημέρες της εβδομάδας αλλά για τεράστια χρονικά διαστήματα. Αφού η

«μια ημέρα παρά Κυρίω ως χίλια έτη και χίλια έτη ως ημέρα μία» (Ραβανίδης, 2009). Η Γένεσις δεν είναι λάθος αλλά δεν είναι κάτι που μπορεί να διαβαστεί κυριολεκτικά.

Δημιουργισμός

Η κύρια αντίθεση στη σύγχρονη θεώρηση για την Εξέλιξη προέρχεται από το ρεύμα του Δημιουργισμού, οι πιστοί του οποίου από την εποχή του Μεσαίωνα είχαν αναγορεύσει το Δημιουργισμό ως τη μοναδική επιστήμη. Σε γενικές γραμμές, ο Δημιουργισμός είναι η πεποίθηση ότι ο Θεός δημιούργησε το σύμπαν συμπεριλαμβανομένης της γης και των ανθρώπων μέσω μιας σειράς από θαύματα. (Σαριγγέλης, 2007)

Δεν υποστηρίχθηκε ποτέ ως άποψη από θετικά επιστημονικά στοιχεία. Αντιθέτως, οι υποστηρικτές του παρουσιάζουν κυρίως αρνητικά επιχειρήματα, επιτιθέμενοι στην εξέλιξη, παρουσιάζοντάς τα κυρίως στο ευρύ κοινό και όχι στην επιστημονική κοινότητα. Το μόνο τους θετικό επιχειρήμα είναι ότι οι ζωντανοί οργανισμοί φαίνεται να είναι καλά σχεδιασμένοι, ενώ η υπόλοιπη επιχειρηματολογία τους είναι γεμάτη με θρησκευτικής φύσεως επιχειρήματα και βιβλικές αναφορές. (Wheeler, 2005) Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μαθητές και μαθήτριες περισσότερων από 2000 σχολείων των Η.Π.Α. στο μάθημα της φυσικής ιστορίας διδάχθηκαν την Αγία Γραφή (κεφάλαιο της Γένεσης στην Καινή Διαθήκη). Ο τίτλος του μαθήματος έγινε «creation science» (επιστήμη της Δημιουργίας) και προσπαθούσε να τεκμηριώσει επιστημονικά τις διατυπώσεις της Βίβλου για τη Δημιουργία – γένεση του κόσμου. (Σαριγγέλης, 2007) Απέναντι σε αυτό το ρεύμα, το οποίο έχει ισχυρότατη έκφραση στις Η.Π.Α., αναγκάστηκε να τοποθετηθεί η Ακαδημία Επιστημών των Η.Π.Α το 1999., η οποία διατύπωσε ότι ο Δημιουργισμός σαφώς δεν αποτελεί επιστήμη. (Wheeler, 2005)

Η αντιπαράθεση που αφορά τη διδασκαλία της Εξελικτικής Βιολογίας και του Δημιουργισμού έχει εκδηλωθεί με ποικίλες μορφές έκφρασης ανά τον κόσμο. Το γνωστότερο ευρέως επεισόδιο της διαμάχης αυτής θεωρείται η «Δίκη των Πιθήκων» (1925), στην οποία δικάστηκε και καταδικάστηκε ο Thomas Scopes, επειδή δίδαξε τη Θεωρία της Εξέλιξης και του επιβλήθηκε πρόστιμο 100\$. Άλλο παράδειγμα δικαστικής διαμάχης είναι η υπόθεση του Rod LeVake. Στην υπόθεση αυτή μηνυτής ήταν ο εκπαιδευτικός, ο οποίος θεώρησε ότι θίγονται τα δικαιώματά του περί ανεξιθρησκίας, λόγω της ανάθεσης του μαθήματος των φυσικών επιστημών (natural science), το οποίο προέβλεπε την υποχρεωτική διδασκαλία της Θεωρίας της Εξέλιξης με την οποία ο ίδιος διαφωνούσε. Η απόφαση του

δικαστηρίου δεν τον δικαίωσε. (Σαριγγέλης, 2007) Ο Δημιουργισμός είναι σίγουρα ένα ζήτημα στις Ηνωμένες Πολιτείες αλλά δεν περιορίζεται μόνο εκεί. Συναντάται στον μουσουλμανικό κόσμο και μοιάζει να αναδύεται επίσης και στην Ευρώπη κυρίως στη Γαλλία. (Καμπουράκης, 2017)

Ευφυής Σχεδιασμός

Ο Ευφυής Σχεδιασμός είναι η σύγχρονη εκδοχή του Δημιουργισμού -γεννήθηκε στις Η.Π.Α. πριν από 40 χρόνια περίπου- σύμφωνα με τον οποίο η πολυπλοκότητα των συστημάτων της φύσης δεν μπορεί παρά να δημιουργήθηκαν από έναν ευφυή παράγοντα ή το Δημιουργό Θεό, και έτσι αποτελούν ενδείξεις ευφυούς σχεδιασμού (Καμπουράκης, 2017) Πρόκειται για τη θέση μιας ομάδας που αποτελείται κυρίως από Αμερικανούς ευαγγελικούς χριστιανούς, τους επονομαζόμενος θεωρητικούς του ευφυούς σχεδιασμού. Το επιχείρημά τους είναι ότι ο οργανικός κόσμος, ιδιαίτερα σε μικροσκοπικό επίπεδο, παρουσιάζει πολύ μεγάλη λειτουργική πολυπλοκότητα - αποκαλούμενη και «αμείωτη πολυπλοκότητα»- η οποία δεν θα μπορούσε να έχει δημιουργηθεί από την τυφλή διαδικασία της φυσικής επιλογής. Άρα, θα πρέπει να υπάρχει κάτι άλλο, θα πρέπει να υπάρχει κάποια ευφυΐα πίσω από όλα αυτά, κάποιος σχεδιαστής. (Ruse 2017) Ο Ευφυής Σχεδιασμός, υποστηρίζει ότι το σύμπαν, ο πλανήτης και κάθε έμβιο ον έχει σχεδιαστεί από μια «ευφυΐα» κάποιου είδους χωρίς αναφορά στη Βίβλο. Η θεώρηση αυτή δεν ασχολείται με το ζήτημα της καταγωγής του ανθρώπου, θεϊκής ή όχι, αλλά αρνείται ότι η εξέλιξη μέσω της φυσικής επιλογής μπορεί από μόνη της να εξηγήσει ολιστικά την καταγωγή του φυσικού κόσμου και την εμφάνιση των περίπλοκων μοριακών οδών που είναι απαραίτητα για τη ζωή, αλλά και να φέρει τον άνθρωπο σε αυτό το εξελικτικό σημείο χωρίς την παρέμβαση ενός ευφυούς σχεδιαστή (Σαριγγέλης, 2007)

Οι απόψεις του Ευφυούς Σχεδιασμού (και Δημιουργισμού) δεν αναγνωρίζονται από τους επιστήμονες σαν εξηγήσεις που βασίζονται σε αποδείξεις της πραγματικότητας. Ο Wheeler (2005) αναφέρει τα παρακάτω επιστημονικά προβλήματα με τον Ευφυή Σχεδιασμό:

- ✓ δεν υπάρχει συνοπτικός ορισμός του τι σημαίνει «σχεδιασμός» αλλά και ούτε πώς αυτός λειτουργεί
- ✓ δεν υπάρχει ομοφωνία ποιος είναι ο «σχεδιαστής»
- ✓ δεν υπάρχει αναφορά στο πότε ή πόσες φορές έδρασε ο σχεδιαστής
- ✓ δεν υπάρχει αναφορά για την ηλικία της Γης
- ✓ δεν υπάρχει αναφορά σε κοινό πρόγονο: Η εξέλιξη συνέβη με τον σχεδιαστή απλά να εισάγει πολύπλοκες δομές και διαδρομές;

- ✓ δεν υπάρχει καμία δημοσιευμένη εργασία σε έγκριτα επιστημονικά περιοδικά με peer review να τον υποστηρίζει

Όπως επιπλέον παρατηρεί και ο Ayala (2007), «Ο ευφυής σχεδιασμός είναι κακή επιστήμη, αν είναι καν επιστήμη, διότι δεν στηρίζεται σε πειράματα παρατηρήσεις ή αποτελέσματα που δημοσιεύονται σε επιστημονικά περιοδικά που έχουν ελεγχθεί από άλλους επιστήμονες. Επιπλέον, είναι κακή θρησκεία, κακή θεολογία, επειδή υπονοεί ότι ο σχεδιαστής έχει ανεπιθύμητα γνωρίσματα που δεν θέλουμε να αποδώσουμε στον Θεό». Σύμφωνα με τον διάσημο θεολόγο, βιολόγο και συγγραφέα, ο ευφυής σχεδιασμός οδηγεί σε συμπεράσματα για τη φύση του σχεδιαστή διαφορετικά από εκείνα του παντογνώστη, παντοδύναμου και καλοκάγαθου, ιδιότητες τις οποίες η χριστιανική θεολογία αποδίδει στον Θεό. Σύμφωνα δε με τον ιερέα George Coyne, Διευθυντή του Παρατηρητήριου του Βατικανού : «ο Ευφυής Σχεδιασμός δεν είναι επιστήμη και δεν έχει θέση στις τάξεις των φυσικών επιστημών» (Wheeler, 2005) Στις 20 Δεκεμβρίου του 2005 το Ομοσπονδιακό Περιφερειακό Δικαστήριο της Πενσυλβανία εξέδωσε μία απόφαση 139 σελίδων (Απόφαση Ντόβερ), στην οποία μεταξύ άλλων υποστηρίζει ότι «τα σαρωτικά στοιχεία που παρουσιάστηκαν στη δίκη κατοχύρωσαν ότι ο ευφυής σχεδιασμός είναι μία θρησκευτική άποψη, απλά ένας διαφορετικός χαρακτηρισμός του Δημιουργισμού και όχι μία επιστημονική θεωρία» (Ayala 2007, Wheeler, 2005)

Σίγουρα η αντιμετώπιση των εμποδίων που ανακύπτουν στη διδασκαλία της Θεωρίας της Εξέλιξης λόγω των θρησκευτικών πεποιθήσεων των μαθητών είναι ένα δύσκολο θέμα για τον διδάσκοντα. Μια ενδιαφέρουσα πρόταση έρχεται από τον Williams (2015), ο οποίος προτείνει την υιοθέτηση της «αποδοχής» της Εξέλιξης αντί της «πίστης» στην Εξέλιξη, προκειμένου να διαχειριστούν οι εκπαιδευτικοί καλύτερα τις προκλήσεις που εμφανίζονται κατά τη διδασκαλία της εξέλιξης στο σχολείο.

4.3 Οι αντιλήψεις μαθητών και φοιτητών

Η διεθνής κυρίως -και τα τελευταία χρόνια και η ελληνική- εκπαιδευτική έρευνα ασχολείται με το θέμα της διδασκαλίας της Θεωρίας της Εξέλιξης, των παρανοήσεων των μαθητών απέναντί της και των αντίστοιχων δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί.

Η διεθνής εικόνα

Έχει γίνει ξεκάθαρο ότι για τους μαθητές η εκμάθηση της εξελικτικής θεωρίας παρουσιάζει πολλές δυσκολίες και προβλήματα. Στην εργασία του ο Gregory (2009) συμπεριλαμβάνει μια επισκόπηση από 42 σχετικές με το θέμα μελέτες από το 1975-2009. Ανάλογη πιο πρόσφατη δουλειά είναι και της Robiner (2016) η οποία κάνει μια συστηματική ανασκόπηση των εργασιών που αναλύουν τα εμπόδια στην αποδοχή και κατανόηση της εξέλιξης αλλά και στις δυνατότητες για τη διδασκαλία αυτής. Οι μαθητές γενικά έχουν πλήθος παρανοήσεων (misconceptions), οι οποίες δημιουργούν εμπόδια στην εκ μέρους τους κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης, και η κατανόηση αυτών είναι το πρώτο βήμα για μια αποδοτική-αποτελεσματική διδασκαλία (Wescott & Cunningham, 2005). Σύμφωνα δε με μελέτες οι παρανοήσεις αυτές παραμένουν και μετά τη διδασκαλία (Beardsley, 2004) και έχουν την βάση τους στην παιδική ηλικία και αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια αυτής (Gregory, 2009).

Μια από τις πρώτες εργασίες που μελέτησαν τις δυσκολίες κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης των φοιτητών ήταν της Brumby (1979), η οποία έδειξε ότι μόνο το 18% πρωτοετών Αμερικανών φοιτητών - με αυξημένο επίπεδο βιολογικού υποβάθρου- ήταν με συνέπεια ικανοί να εφαρμόσουν την έννοια της φυσικής επιλογής σε κοινά περιβαλλοντικά προβλήματα. Στις απαντήσεις τους πάνω από τους μισούς φοιτητές χρησιμοποιούσαν λανθασμένα μία «θεωρία προσαρμογής μέσω προκαλούμενων μεταλλάξεων» αντί της «θεωρίας της εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής». Επιπλέον, βρέθηκε ότι οι περισσότεροι φοιτητές είχαν φτωχή κατανόηση των εννοιών της προσαρμογής, της ανοσοποίησης, των μεταλλάξεων και των νόμων της κληρονομικότητας.

Στην έρευνα τους (σημείο αναφοράς για το χώρο) οι Bishop & Anderson (1990) κατέγραψαν «απλοϊκές» ερμηνείες Αμερικάνων μαθητών για τον τρόπο που το περιβάλλον ασκεί επιρροή στους οργανισμούς π.χ. *οι οργανισμοί αναπτύσσουν νέα γνωρίσματα, γιατί τα χρειάζονται να επιβιώσουν*. Σε έρευνά τους σε 110 φοιτητές παρατήρησαν ότι οι περισσότεροι φοιτητές καταλαβαίνουν την εξέλιξη ως μία διαδικασία, στην οποία τα είδη ανταποκρίνονται στις περιβαλλοντικές συνθήκες αλλάζοντας σταδιακά τα χαρακτηριστικά τους. Οι φοιτητές όμως διαφοροποιούνταν από την επιστημονική θεωρία καθώς:

- α) θεωρούσαν ότι οι αλλαγές στα χαρακτηριστικά οφείλονται στην ανάγκη για προσαρμογή και όχι στις μεταλλάξεις και στον αναπαραγωγικό ανασυνδυασμό
- β) δεν απέδιδαν κανέναν ρόλο στη διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών μέσα σε έναν πληθυσμό ή στις διαφορές στην αναπαραγωγική επιτυχία και

γ) θεωρούσαν ότι τα χαρακτηριστικά σταδιακά άλλαζαν σε όλα τα μέλη του πληθυσμού. Το επίπεδο των απαντήσεων τους και η αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης δεν άλλαξε ακόμα και μετά τη διδασκαλία της εξέλιξης. Οι αντιλήψεις αυτές των μαθητών, οι οποίες αποδίδουν τις αλλαγές στα χαρακτηριστικά των οργανισμών σε επιδράσεις του περιβάλλοντος, χαρακτηρίζονται στη σχολική επιστήμη ως λαμαρκιανές (Πρίνου και άλλοι, 2003) και δρουν ως ένας σημαντικός φραγμός στην ουσιαστική μάθηση της δαρβινικής θεωρίας της φυσικής επιλογής (Brumby, 1979).

Οι Hokayem & BouJaoude (2008) διερεύνησαν πως 11 Αμερικανοί φοιτητές βιολογίας που διδάχθηκαν εξέλιξη βλέπουν τη σχέση μεταξύ των πεποιθήσεών τους για την επιστήμη, των θρησκευτικών τους πεποιθήσεων, των αντιλήψεων τους για τη φύση και την τυχαιότητα και των θέσεων τους σχετικά με τη Θεωρία της Εξέλιξης. Οι θέσεις των φοιτητών κυμαίνονταν από απόλυτη αποδοχή έως απόλυτη απόρριψη της Θεωρίας της Εξέλιξης. Η έρευνα έδειξε ότι τα προσωπικά πιστεύω των φοιτητών δεν πρέπει να απορρίπτονται ή να υποτιμώνται κατά τη διδασκαλία της Θεωρίας της Εξέλιξης.

Στην έρευνα τους οι Yates & Marek (2015) προσπάθησαν να αναγνωρίσουν τις κυρίαρχες παρανοήσεις σχετικά με τη Θεωρία της Εξέλιξης σε έναν μεγάλο αριθμό (περίπου 1000) Αμερικανών μαθητών λυκείου, πριν τη διδασκαλία, χρησιμοποιώντας ένα ερωτηματολόγιο 23 σημείων και να τις συσχετίσουν με δημογραφικές παραμέτρους. Η ανάλυση αποκάλυψε ότι οι παρανοήσεις σχετικά με την εξέλιξη ήταν κυρίαρχες στον μαθητικό πληθυσμό όλων των τάξεων. Οι ερευνητές πρότειναν τα εξής βήματα, προκειμένου να καταφέρουν οι διδάσκοντες να αντικαταστήσουν τις λάθος αντιλήψεις των μαθητών τους με τις επιστημονικά σωστές απόψεις: α) πρώτα πρέπει να αναγνωριστούν οι παρανοήσεις των μαθητών, β) στη συνέχεια πρέπει να αναγνωριστεί η προέλευση των παρανοήσεων και γ) τέλος οι εκπαιδευτικοί πρέπει να αναπτύξουν στρατηγικές μείωσης των παρανοήσεων. Σε κάθε περίπτωση αναφέρουν ότι είναι σημαντικό οι ίδιοι οι διδάσκοντες να έχουν πολύ καλή γνώση και κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης.

Οι Yasri & Maney (2015) σε έρευνά τους σε 125 Βουδιστές και Χριστιανούς μαθητές (μ.ό. 17,6 ετών), που όμως διδάσκονταν εξέλιξη σε ένα χριστιανικό σχολείο στην Ταϊλάνδη, διερεύνησαν τους λόγους για τους οποίους οι μαθητές μπορεί να αλλάξουν τις πεποιθήσεις τους μετά το μάθημα αναφορικά με τη Θεωρία της Εξέλιξης και τον Δημιουργισμό. Η ανάλυση έδειξε ότι ένα μεγάλο ποσοστό των μαθητών άλλαξε στάση, κυρίως προς την

κατεύθυνση της αύξησης της αποδοχής της Θεωρίας της Εξέλιξης, μία τάση πιο ξεκάθαρη ανάμεσα στους χριστιανούς μαθητές. Οι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι επηρεάστηκαν από την κατανόηση των αποδείξεων για την εξέλιξη και από τους τρόπους συσχέτισης της εξέλιξης και των θρησκευτικών τους πεποιθήσεων αλλά όχι από αλλαγές στις θρησκευτικές τους πεποιθήσεις. Η έρευνα τονίζει την σημασία που έχει κατά τη διδασκαλία της εξέλιξης να επικεντρωνόμαστε στα αποδεικτικά στοιχεία για την εξέλιξη και στη σχέση μεταξύ επιστήμης και θρησκείας.

Οι Keskin & Kose (2015, 2017) σε έρευνα τους σε 117 Τούρκους φοιτητές Βιολογίας-μελλοντικούς εκπαιδευτικούς ανέδειξαν πληθώρα παρανοήσεών τους σχετικά με τον μηχανισμό και τον σκοπό της προσαρμογής και της φυσικής επιλογής. Ενδεικτικά δύο εξ αυτών: α) το 67% των φοιτητών πίστευε (λανθασμένα) οι οργανισμοί ηθελημένα προσαρμόζονται στο περιβάλλον τους μέσω μετασχηματισμού τους, και β) το 89% των φοιτητών πίστευε (λανθασμένα) ότι η φυσική επιλογή έχει το εσωτερικό καθήκον να επιλέγει τους δυνατότερους οργανισμούς.

Οι To et al (2017) σε έρευνα τους σε 106 Άγγλους μαθητές ηλικίας 12, 14 και 16 ετών διερεύνησαν την κατανόησή τους της Θεωρίας της Εξέλιξης. Βρήκαν ότι οι 16χρονοι μαθητές ήταν, σε σχέση με τους 12χρόνους, πιο πιθανόν να χρησιμοποιούν επιστημονικές έννοιες στις απαντήσεις τους, αν και η κατανόηση της φυσικής επιλογής ήταν πολύ φτωχή. Οι μαθητές ξεκινούσαν να ενσωματώνουν τη σχετική ορολογία (π.χ. προσαρμογή, εξέλιξη) στις εξηγήσεις τους στην ηλικία περίπου των 14 ετών. Οι μαθητές συχνά χρησιμοποιούσαν τη σχετική ορολογία χωρίς να έχουν αναπτυγμένη κατανόηση της εξελικτικής θεωρίας, και χρησιμοποιούσαν τους σχετικούς όρους με την καθομιλουμένη παρά την επιστημονική έννοια τους.

Οι Tavares & Bobrowski (2018) χρησιμοποιώντας το ερωτηματολόγιο MATE διερεύνησαν το επίπεδο αποδοχής και κατανόησης της εξελικτικής θεωρίας σε 25 προπτυχιακούς φοιτητές βιολογίας σε πανεπιστήμιο της Βραζιλίας λίγο πριν το τέλος των σπουδών τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι φοιτητές είχαν πολύ υψηλή αποδοχή και πολύ χαμηλή κατανόηση της θεωρίας της εξέλιξης. Επίσης, έδειξαν μία μέτρια θετική συσχέτιση μεταξύ των δύο παραμέτρων. Επίσης, παρατήρησαν ότι η θρησκεία δεν επηρέασε τις απαντήσεις των φοιτητών τα λάθη τα οποία περιείχαν αφορούσαν κυρίως τελεολογικές ερμηνείες των εξελικτικών φαινομένων. Οι ερευνητές συμπεραίνουν ότι, ακόμα κι αν υπάρχει χαμηλό

επίπεδο κατανόησης, μπορεί να υπάρχει πλήρης αποδοχή της θεωρίας, αλλά και ότι υψηλό επίπεδο αποδοχής δεν εγγυάται ικανοποιητικό επίπεδο κατανόησης.

Οι Coley & Tanner (2015) σε έρευνά τους παρουσίασαν σε 137 Αμερικανούς προπτυχιακούς φοιτητές (βιολόγους και μη) 6 βιολογικές παρανοήσεις και του ζήτησαν να εξηγήσουν τη συλλογιστική της απάντησής τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν συχνή συμφωνία των φοιτητών με τις παρανοήσεις και συχνή χρήση διαισθητικής συλλογιστικής (χρήση τελεολογικών, ουσιοκρατικών και ανθρωποκεντρικών εξηγήσεων) στις γραπτές απαντήσεις όλων των φοιτητών (βιολόγων και μη). Επίσης, έδειξαν συσχέτιση μεταξύ συγκεκριμένων διαισθητικών αντιλήψεων και συγκεκριμένων παρανοήσεων, οι οποίες παραδόξως ήταν πιο ισχυρές μεταξύ των βιολόγων φοιτητών. Η έρευνα έδειξε σημαντικές διασυνδέσεις ανάμεσα στον διαισθητικό τρόπο σκέψης και τις παρανοήσεις της επιστημονικής συλλογιστικής.

Οι Stern et al (2018) διερεύνησαν σε 93 πρωτοετείς φοιτητές Βιολογίας του Πανεπιστημίου της Γενεύης τη σχέση μεταξύ των πεποιθήσεων των φοιτητών και των διαισθητικών τους αντιλήψεων, παρουσιάζοντας τους 6 βιολογικές παρανοήσεις και ζητώντας τους να εξηγήσουν τη συλλογιστική της απάντησής τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν μία τάση των φοιτητών να συμφωνούν με τελεολογικές και ουσιοκρατικές παρανοήσεις. Όμως, δεν βρέθηκε σχέση μεταξύ των τελεολογικών και ουσιοκρατικών πεποιθήσεων που εξέφραζαν οι φοιτητές με τις διάφορες παρανοήσεις που τους παρουσιάστηκαν. Αντιθέτως, η συνέπεια των απαντήσεών τους διαφοροποιούνταν ανάλογα με την παρανόηση που αντιμετώπιζαν. Το γενικό συμπέρασμα των ερευνητών ήταν ότι οι τελεολογικές και ουσιοκρατικές παρανοήσεις μπορεί να επιμένουν μετά τη διδασκαλία της βιολογίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, και κατά συνέπεια η διδασκαλία της εξέλιξης μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματική μόνο, εάν οι παρανοήσεις των μαθητών αναλυθούν και αντιμετωπιστούν κατά τη διάρκεια του μαθήματος της βιολογίας.

Οι Nadelson & Hardy (2015) σε έρευνά τους σε 159 προπτυχιακούς φοιτητές ψυχολογίας βρήκαν ότι τα χαμηλά επίπεδα εμπιστοσύνης στην επιστήμη και τους επιστήμονες, οι ισχυρές θρησκευτικές καταβολές και οι συντηρητικές πολιτικές πεποιθήσεις, αλληλεπιδρούν και σχετίζονται άμεσα με μείωση του επιπέδου αποδοχής της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους φοιτητές. Οι ερευνητές θεωρούν ότι η αύξηση της εμπιστοσύνης των μαθητών στην επιστήμη και στους επιστήμονες μπορεί να είναι το κλειδί για να θεωρηθεί η βιολογική εξέλιξη ως η πιο εύλογη εξήγηση για την καταγωγή των ειδών.

Οι Barnes et al (2017) σε έρευνά τους σε 190 Αμερικανούς φοιτητές που είχαν παρακολουθήσει μάθημα εξελικτικής ιατρικής σε δημόσιο πανεπιστήμιο, διαπίστωσαν ότι οι πεποιθήσεις των γονέων τους σχετικά με την εξέλιξη και το επίπεδο θρησκευτικότητας τους μπορούσαν να προβλέψουν το επίπεδο αποδοχής της εξέλιξης των φοιτητών, αλλά δεν μπορούσαν να προβλέψουν τη βελτίωση της γνώσης για τη φυσική επιλογή. Αντιστρόφως, τα χαμηλά επίπεδα τελεολογικής συλλογιστικής προέβλεπαν τη βελτίωση στην κατανόηση της φυσικής επιλογής, αλλά δεν προέβλεπαν το επίπεδο αποδοχής της εξέλιξη από τους φοιτητές. Οι ερευνητές θεωρούν ότι η αντιμετώπιση των διαισθητικών τελεολογικών εξηγήσεων των φοιτητών πρέπει να είναι βασικός στόχος της διδασκαλίας, καθώς μπορεί να αυξήσει τα γνωστικά κέρδη

Ο Wiles (2014) σε έρευνά του σε 37 Αμερικανούς μαθητές Λυκείου (16-17 ετών) της πολιτείας του Αρκάνσας, που είχαν παρακολουθήσει μάθημα εξελικτικής βιολογίας, διερεύνησε τους λόγους τους οποίους οι ίδιοι οι μαθητές θεωρούν σημαντικούς παράγοντες αλλαγής των πεποιθήσεών τους σχετικά με την αποδοχή ή απόρριψη της εξέλιξης. Βρέθηκε ότι οι μαθητές που αποδέχονται την εξέλιξη αναγνωρίζουν τις αποδείξεις για την εξέλιξη ως σημαντικό παράγοντα περισσότερο από όσους είτε δεν είναι σίγουροι είτε απορρίπτουν την εξέλιξη. Οι μαθητές συχνά αναγνωρίζουν τις θρησκευτικές τους πεποιθήσεις ως σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει το επίπεδο αποδοχής της εξέλιξης, είτε την αποδέχονται είτε την απορρίπτουν είτε είναι σε φάση μετάβασης. Ένας επίσης σημαντικός παράγοντας που αναγνωρίστηκε από τους μαθητές, ειδικά αυτούς που απορρίπτουν την εξέλιξη, είναι ότι είχαν «διδασθεί» ή «μεγαλώσει» στο να «μην πιστεύουν» στην εξέλιξη. Τέλος, βρέθηκε ότι οι μαθητές δυσκολεύονται με την εξέλιξη του ανθρώπου, ακόμα και αν αποδέχονται όλες τις άλλες πλευρές της εξέλιξης. Ο ερευνητής συμπεραίνει ότι θρησκευτικοί, κοινωνικοί συναισθηματικοί και γνωστικοί παράγοντες, καθώς και οι πεποιθήσεις των μαθητών σχετικά με την επιστήμη και τη φύση της, επηρεάζουν με αποφασιστικό τρόπο τα επίπεδα αποδοχής της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους μαθητές αλλά και το ευρύ κοινό, και σε μεγάλο βαθμό αυτό οφείλεται στο πώς αντιμετωπίζεται η διδασκαλία της εξέλιξη στο δημόσιο σχολείο.

Οι Manwaring et al (2018) σε διαδικτυακή τους έρευνα σε 724 Αμερικανούς πολίτες που αυτο-περιγράφονται ως θρησκευόμενοι βρήκαν ότι το επίπεδο θρησκευτικότητας προβλέπει θετικά την αποδοχή του Δημιουργισμού και προβλέπει αρνητικά την αποδοχή της εξέλιξης. Αντιθέτως, η ικανότητα για επιστημονική συλλογιστική δεν προβλέπει το επίπεδο θρησκευτικότητας, την αποδοχή του Δημιουργισμού ή την αποδοχή της Θεωρίας της

Εξέλιξης. Σύμφωνα με τους ερευνητές, λόγω της έλλειψης σχέσης μεταξύ ικανότητας για επιστημονική συλλογιστικής και αποδοχής της εξέλιξης, οι διδακτικές προσεγγίσεις στην εξέλιξη που εστιάζουν στην απλή παρουσίαση των αποδείξεων μπορεί να αποβούν άκαρπες στο να αλλάξουν τις πεποιθήσεις των μαθητών σχετικά με την εξέλιξη και αναδεικνύουν την ανάγκη εύρεσης νέων προσεγγίσεων π.χ. την άμεση αντιμετώπιση των θρησκευτικών εμποδίων μέσα στην τάξη αφήνοντας χρόνο στους μαθητές να το σκεφτούν και να το συζητήσουν.

Οι Dunk et al (2017) σε έρευνά τους σε 284 προπτυχιακούς φοιτητές ανατομίας και φυσιολογίας του πανεπιστημίου του Wisconsin-Milwaukee προσπάθησαν να μοντελοποιήσουν ποσοτικά την επιρροή διαφόρων παραγόντων (γνώση περιεχομένου της εξέλιξης, επίπεδο θρησκευτικότητας, επιστημολογική πολυπλοκότητα, κατανόηση της φύσης της επιστήμης) που στο σύνολό τους προβλέπουν την αποδοχή ή απόρριψη της εξέλιξης από ένα άτομο. Η κατανόηση της φύσης της επιστήμης αποδείχτηκε ο πιο σημαντικός παράγοντας που σχετίζεται με την αποδοχή της εξέλιξης. Οι επόμενοι δύο πιο σημαντικοί παράγοντες που αναγνωρίστηκαν ήταν τα επίπεδα θρησκευτικότητας και η επιστημολογική πολυπλοκότητα. Οι ερευνητές θεωρούν ότι οι εκπαιδευτικές προσπάθειες θα πρέπει να εστιάζουν στην αύξηση της κατανόησης της φύσης της επιστήμης προκειμένου να επηρεάσουν θετικά την αποδοχή της εξέλιξης. Όσον αφορά τη σημασία των επιπέδων θρησκευτικότητας, θεωρούν ως αποτελεσματική στρατηγική, που μπορεί να βοηθήσει να μειωθούν οι συγκρούσεις των μαθητών μεταξύ των θρησκευτικών τους πεποιθήσεων και της αποδοχής της εξέλιξης, τη συζήτηση με ειλικρινή τρόπο του θέματος μέσα στην τάξη.

Οι Cofre et al (2017) στην έρευνά τους σε 46 μαθητές λυκείου (15-16 ετών μελέτησαν τον ρόλο της διδασκαλίας της φύσης της επιστήμης στην ενίσχυση της αποδοχής και της κατανόησης της εξέλιξης από τους μαθητές. Διερεύνησαν την επίδραση της διδασκαλίας της εξέλιξης με και χωρίς τη φύση της επιστήμης σε δύο τάξεις χρησιμοποιώντας τεστ αξιολόγησης τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στην τάξη στην οποία η διδασκαλία της εξέλιξης συμπεριέλαβε διδασκαλία της φύσης της επιστήμης, η κατανόηση των μαθητών για τη φύση της επιστήμης και η αποδοχή της εξέλιξης βελτιώθηκαν σημαντικά. Παρόλα αυτά και ανεξάρτητα της χρήσης ή μη της διδασκαλίας της φύσης της επιστήμης, και οι δύο τάξεις παρουσίασαν αύξηση στην κατανόηση της εξέλιξης. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η κατανόηση της φύσης της επιστήμης μπορεί να επηρεάσει

την αποδοχή της εξέλιξης από τους μαθητές αλλά όχι την κατανόηση των μηχανισμών της εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής

Ο Beardsley (2004) στην έρευνά του σε 86 μαθητές Γυμνασίου της περιοχής του Seattle, Washington προσπάθησε να διερευνήσει την κατανόηση των μηχανισμών της εξέλιξης από τους μαθητές, όταν αυτοί βρεθούν σε μία κατά κάποιον τρόπο ιδανική κατάσταση διδασκαλίας: μέσα στην τάξη υπήρχε ένας αφοσιωμένος δάσκαλος, με εκτενές υπόβαθρο στην εξέλιξη και στη διερευνητική μάθηση και πολύ χαμηλή αναλογία μαθητών-καθηγητή. Η διδακτική προσέγγιση της εξέλιξης που επιλέχθηκε χρησιμοποιούσε ιστορικά επιχειρήματα ως μέρος της εννοιολογικής αλλαγής που επιχειρούνταν και δραστηριότητες διερευνητικής μάθησης. Ενώ πριν τη διδασκαλία καταγράφηκαν πολύ χαμηλά επίπεδα κατανόησης της εξέλιξης από τους μαθητές, μετά τη διδασκαλία τα τεστ αξιολόγησης έδειξαν ότι ένας μεγάλος αριθμός μαθητών αύξησε την κατανόηση των εξελικτικών μηχανισμών, χωρίς όμως να μπορεί με συνέπεια να τους εφαρμόζει σε διαφορετικά παραδείγματα. Ο ερευνητής συμπεραίνει ότι η διερευνητική μάθηση σε συνδυασμό με τα ιστορικά επιχειρήματα μπορούν να αυξήσουν σημαντικά την κατανόηση των μηχανισμών της εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής από τους μαθητές.

Οι Barnes & Brownwell (2018) σε έρευνά τους σε δέκα Αμερικανούς φοιτητές μεγάλου δημόσιου Πανεπιστημίου που παρακολουθούσαν ένα εντατικό καλοκαιρινό πρόγραμμα μαθημάτων 9 ημερών στη βιολογία, προσπάθησαν να διερευνήσουν εάν ήταν δυνατόν να αντιμετωπίσουν τη σύγκρουση που θεωρούν οι φοιτητές αυτοί ότι υπάρχει μεταξύ θρησκείας και εξέλιξης μέσα σε διδακτικό χρόνο έξι λεπτών. Προηγούμενη έρευνά τους είχε δείξει ότι ο αριθμός των φοιτητών που πίστευαν ότι υπάρχει σύγκρουση μεταξύ θρησκείας και εξέλιξης μειωνόταν έως και 53% μετά τη διδασκαλία, η οποία όμως απαιτούσε σημαντικό διδακτικό χρόνο, γεγονός το οποίο δυνητικά μπορεί να είναι εμπόδιο για την εφαρμογή ανάλογης πρακτικής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι από τους δέκα φοιτητές που θεωρούσαν ότι υπάρχει σύγκρουση θρησκείας-εξέλιξης, μετά τη διδασκαλία, οκτώ από αυτούς μείωσαν τα επίπεδα αντιληπτής σύγκρουσης. Οι ερευνητές αναγνώρισαν τις παρακάτω 8 διακριτές απόψεις της διδασκαλίας της εξέλιξης, για τις οποίες οι φοιτητές δήλωσαν ότι τους βοήθησε να μειώσουν τα επίπεδα σύγκρουσης:

- ο εκπαιδευτικός δεν ανάγκασε τους μαθητές να αποδεχτούν την εξέλιξη
- ο εκπαιδευτικός σεβάστηκε τις διαφορετικές απόψεις των μαθητών για την εξέλιξη
- οι φοιτητές αύξησαν τις γνώσεις τους για τον μηχανισμό της εξέλιξης

- ο εκπαιδευτικός παρουσίασε παραδείγματα διάσημων θρησκευόμενων επιστημόνων
- ο εκπαιδευτικός αναγνώρισε την πιθανή σύγκρουση μεταξύ θρησκείας και εξέλιξης των φοιτητών
- ο εκπαιδευτικός εξήγησε τη φύση της επιστήμης
- ο εκπαιδευτικός εξήγησε ότι υπάρχουν πολλαπλές απόψεις αναφορικά με τη σχέση θρησκείας και εξέλιξης
- το περιβάλλον της τάξης θεωρήθηκε ασφαλές από τους φοιτητές, για να διατυπώσουν τις ιδέες τους χωρίς πίεση.

Οι ερευνητές, πάντως, δηλώνουν ότι αυτή η παρέμβαση/μέθοδος διδασκαλίας μπορεί να μην έχει τα ίδια αποτελέσματα σε διαφορετικό πλαίσιο αναφοράς.

Οι Mead et al (2017) σε έρευνά τους σε 76 Άγγλους μαθητές από δέκα διαφορετικά σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης διερεύνησαν κατά πόσο η διδασκαλία της γενετικής πριν τη διδασκαλία της εξέλιξης μπορεί να έχει θετική επίδραση στην αποδοχή της εξέλιξης, στην κατανόηση της εξέλιξης, και στην κατανόηση της γενετικής. Οι εκπαιδευτικοί δεν καθοδηγήθηκαν τι να διδάξουν, απλά με ποια σειρά να το διδάξουν: ή πρώτα τη γενετική ή πρώτα την εξέλιξη. Ανεξαρτήτως σειράς, η διδασκαλία αύξησε την κατανόηση και την αποδοχή της εξέλιξης των μαθητών. Πιο σημαντικό, όμως, ήταν το γεγονός ότι η διδασκαλία της γενετικής πριν τη διδασκαλία της εξέλιξης είχε σημαντική επίδραση στη βελτίωση της κατανόησης της εξέλιξης. Μάλιστα, για τους πιο αδύναμους μαθητές βελτίωση της κατανόησης παρατηρούνταν μόνο, εάν η γενετική διδάσκονταν πρώτη. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν τη διδασκαλία της γενετικής πρώτη κατά σειρά ως μία, απλή, ελάχιστα ενοχλητική και χωρίς κόστος διδακτική παρέμβαση για τη βελτίωση της κατανόησης της εξέλιξης. Αυτή η σειρά διδασκαλίας, όμως, δεν προκαλεί αντίστοιχη αύξηση της αποδοχής της εξέλιξης, γεγονός που αναδεικνύει σύμφωνα με τους ερευνητές μία αδύναμη συσχέτιση μεταξύ κατανόησης και αποδοχής της εξέλιξης.

Οι Nehm & Reilly (2007) διερεύνησαν τη γνώση και τις παρανοήσεις σχετικά με τη φυσική επιλογή σε δευτεροετείς προπτυχιακούς φοιτητές βιολογίας Αμερικάνικου κολλεγίου σε δύο τάξεις που ακολουθούνταν διαφορετική διδακτική στρατηγική: μία τάξη ενεργής μάθησης με 82 φοιτητές, στην οποία ο καθηγητής χρησιμοποιούσε την εξέλιξη ως τον κοινό παράγοντα σε όλες τις ενότητες της διδασκαλίας, και μία τάξη παραδοσιακής διδασκαλίας με 100 φοιτητές, όπου ο καθηγητής δίδαξε την εξέλιξη σε μία διακριτή ενότητα. Η τάξη ενεργής μάθησης βελτίωσε σε μεγάλο βαθμό την κατανόηση των βασικών εννοιών της φυσικής

επιλογής και τη χρήση αυτών σε εξελικτικές εξηγήσεις και παρουσίασε σημαντική μείωση στη χρήση παρανοήσεων. Σε σχέση με την παραδοσιακή τάξη, η τάξη ενεργής μάθησης χαρακτηρίστηκε από λιγότερες παρανοήσεις. Παρόλα αυτά, και οι δύο τάξεις επέδειξαν ανεπαρκή επίπεδα κατανόησης της εξέλιξης μετά τη διδασκαλία. Μετά από ένα χρόνο διδασκαλίας Βιολογίας στο κολέγιο, το 70% των φοιτητών της ενεργής μάθησης και το 86% των φοιτητών της παραδοσιακής διδασκαλίας συνέχισαν να χρησιμοποιούν μία ή περισσότερες παρανοήσεις στις εξελικτικές τους εξηγήσεις. Οι ερευνητές τονίζουν ότι το διδακτικό προσωπικό της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης πρέπει να είναι έτοιμο να αντιμετωπίσει τις παρανοήσεις των φοιτητών, ώστε να τους δώσει τη δυνατότητα να εκτιμήσουν καλύτερα τη μεγάλη επεξηγηματική δύναμη της φυσικής επιλογής.

Οι Demastes et al (1995) παρουσιάζουν δύο μελέτες τους, οι οποίες διερευνούν την επίδραση της διδακτικής προσέγγισης στην κατανόηση και αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας. Στη μελέτη Α χρησιμοποιήθηκε διδακτική προσέγγιση εννοιολογικής αλλαγής (και συγκεκριμένα αυτή των Bishop & Anderson 1990) σε 192 προπτυχιακούς φοιτητές που παρακολουθούσαν μάθημα βιολογίας, και στη μελέτη Β χρησιμοποιήθηκε η διερευνητική μέθοδος σε 180 μαθητές λυκείου. Και στις δύο μελέτες χρησιμοποιήθηκε το ίδιο εργαλείο αξιολόγησης (των Bishop & Anderson 1990). Η μελέτη Α έδειξε ότι η προηγούμενη διδασκαλία αλλά και τα πιστεύω των μαθητών για την εξέλιξη δεν ήταν σημαντικοί παράγοντες στη χρήση των επιστημονικών εννοιών. Αντιθέτως, στη μελέτη Β οι μαθητές έδειξαν σημαντική αύξηση στη χρήση των επιστημονικών εννοιών. Τα αποτελέσματα, σύμφωνα με τους ερευνητές, δείχνουν την ανάγκη να αξιολογηθούν πιο στενά οι θεωρίες μάθησης που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί και ο χρόνος που αφιερώνεται στη διδασκαλία της εξέλιξης, στην προσπάθεια για εννοιολογική αλλαγή στο πεδίο αυτό της επιστήμης.

Η Ελληνική πραγματικότητα

Στον ελλαδικό χώρο οι αντιλήψεις εκπαιδευτικών και μαθητών σχετικά με την Εξελικτική θεωρία έχουν απασχολήσει μια σειρά από ερευνητές, και ειδικά, από το 1999 και μετά, την έναρξη της Γ' περιόδου διδασκαλίας της Θ.Ε. στο Ελληνικό σχολείο (Πρίνου 2008). Ειδικότερα για τους μαθητές/φοιτητές :

Στη μελέτη τους οι Αθανασίου και Παπαδοπούλου (2009) διερευνούν τους παράγοντες που σχετίζονται με την αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας σε 350 φοιτητές / υποψήφιους εκπαιδευτικούς της προσχολικής αγωγής στην Ελλάδα, και στα ευρήματά τους καταγράφεται

η περιορισμένη γνώση και η μέτρια αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης οι οποίες σχετίζονται μεταξύ τους. Τα ευρήματά τους αναδεικνύουν την ανάγκη ενίσχυσης της διδασκαλίας της Θεωρίας της Εξέλιξης και του εμπλουτισμού της με θέματα επιστημολογίας.

Οι Kampourakis, Pavlidi, Papadopoulou, & Palaiokrassa (2012) διερεύνησαν σε 149 Έλληνες μαθητές Β' τάξης του Δημοτικού σχολείου (7-8 ετών) εάν παρέχουν τελεολογικές εξηγήσεις για συγκεκριμένους οργανισμούς, τεχνουργήματα και φυσικά αντικείμενα, καθώς και εάν υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στις εξηγήσεις τους και την εξοικείωσή τους με αυτά. Γενικά, οι μαθητές παρείχαν τελεολογικές εξηγήσεις για τους οργανισμούς και τα τεχνουργήματα αλλά όχι για τα φυσικά αντικείμενα.

Σε επόμενη μελέτη τους οι Kampourakis, Palaiokrassa, Papadopoulou, Pavlidi, & Argyropoulou (2012) ενσωμάτωσαν παιδιά, τόσο νηπιαγωγείου (74 παιδιά, 5-6 ετών) όσο και Α τάξης Δημοτικού (153 παιδιά, 6-7 ετών). Αναγνώρισαν μια μετάβαση από μη-διακριτική (τελεολογικές εξηγήσεις για όλα) σε διακριτική τελεολογία (τελεολογικές εξηγήσεις για τους οργανισμούς και τα τεχνουργήματα αλλά όχι για τα φυσικά αντικείμενα) ανάμεσα στα έτη 5 προς 7. Ενώ τα παιδιά του νηπιαγωγείου έδιναν τελεολογικές εξηγήσεις αδιακρίτως για τα πάντα, τα παιδιά της Α και Β τάξης του Δημοτικού σταδιακά εμφάνιζαν διάκριση στις εξηγήσεις τους.

Σε μελέτες των Kampourakis & Zogza (2007, 2008) διερευνήθηκαν οι παρανοήσεις μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την εξέλιξη. Οι απαντήσεις των μαθητών ανέδειξαν την έλλειψη βασικών εξελικτικών γνώσεων. Οι περισσότεροι μαθητές πίστευαν ότι η ανάγκη των οργανισμών για επιβίωση σε ένα περιβάλλον κατευθύνει τις αλλαγές στα χαρακτηριστικά τους και αποδέχονταν την πιθανότητα εξαφάνισής τους, ενώ ο Λαμάρκ πίστευε ότι η χρήση και αχρησία ήταν αυτή που κατεύθυνε τις αλλαγές και ότι τα είδη μετασχηματίζονται αλλά δεν πεθαίνουν. Οι ερευνητές προτείνουν λοιπόν ότι οι παρανοήσεις των μαθητών δεν πρέπει να χαρακτηρίζονται ως «Λαμαρκιανές», γιατί διαφέρουν ουσιαστικά από τις ιδέες του Λαμάρκ. Επίσης, βρέθηκε ότι όσο μεγάλωνε η πληροφορία που δέχονταν οι μαθητές τόσο μειώνονταν οι τελεολογικές εξηγήσεις που παρείχαν. Επιπλέον, βρέθηκε ότι οι μαθητές μπορούσαν να ξεπεράσουν τις τελεολογικές τους εάν η διδασκαλία της βιολογίας ήταν δομημένη έτσι, ώστε να υποστηρίζει τη διδασκαλία της εξέλιξης.

Σε εργασία των Πρίνου, Χαλκιά και Σκορδούλη (2003) διερευνώνται οι αντιλήψεις 70 μαθητών της Γ τάξης του Γυμνασίου σχετικά με την εξέλιξη. Η έρευνα χρησιμοποιώντας ερωτηματολόγια πριν και μετά από διδακτική παρέμβαση κατέληξε στο συμπέρασμα ότι αφενός το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών (πάνω από 60%) χρησιμοποιεί το Λαμαρκιανό μοντέλο, για να ερμηνεύσει τις εξελικτικές διαδικασίες, ποσοστό το οποίο διατηρείται ως την ενηλικίωση λόγω ελλιπούς διδασκαλίας της Θεωρίας της Εξέλιξης, και ότι αφετέρου η εκπαιδευτική παρέμβαση είχε θετικό αποτέλεσμα, καθώς το 30% των μαθητών μετέβαλλαν τις αντιλήψεις τους προς την επιστημονικά αποδεκτή θεωρία. Η έρευνα επισήμανε ότι τα ισχύοντα Αναλυτικά Προγράμματα και εγχειρίδια Βιολογίας (πλην της Γ Λυκείου) δεν φαίνεται να λαμβάνουν υπόψη τους τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών πάνω στο θέμα.

Σε άλλη έρευνα των Πρίνου, Χαλκιά και Σκορδούλη (2007) απεικονίζονται οι αντιλήψεις των μαθητών της Α' Λυκείου για έννοιες της Θεωρίας της Εξέλιξης, έναν χρόνο μετά την διδασκαλία αυτής στην Γ' Γυμνασίου, η οποία έδειξε μεν μια αναγνώριση ή και αποδοχή της ιδέας της εξέλιξης εκ μέρους της πλειονότητας των μαθητών του δείγματος, αλλά έδειξε άγνοια για τους μηχανισμούς με τους οποίους συνέβαινε.

Η ίδια η Πρίνου στη διδακτορική της διατριβή (2008) ασχολείται με την εικόνα της εξέλιξης στο ελληνικό σχολείο : το πώς παρουσιαζόταν στο παρελθόν και πώς στο παρόν (σημ.: τότε) η Θεωρία της Εξέλιξης στα Αναλυτικά Προγράμματα και στα εγχειρίδια του ελληνικού σχολείου, τις αντιλήψεις που διαμορφώνουν οι μαθητές μετά τη διδασκαλία, και τις απόψεις και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Στην έρευνα αυτή καταγράφει πρώτα από όλα την πλήρη απουσία του θέματος της εξέλιξης στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Στη δε Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση η έρευνα της έδειξε ότι: α) στις μεν αντιλήψεις των μαθητών, αυτή η μία ευκαιρία που είχαν οι μαθητές να διδαχθούν τη θεωρία δεν ήταν αρκετή τελικά, για να περάσουν από μια θετική στάση απέναντι στην ιδέα της εξέλιξης, της εξέλιξης του ανθρώπου και της κοινής καταγωγής των οργανισμών, σε μια ουσιαστική γνώση και κατανόηση της θεωρίας, και β) στους δε εκπαιδευτικούς, η πλειοψηφία τους επιθυμούσαν να περιλαμβάνεται η Εξέλιξη στη διδασκαλία της Βιολογίας, και διαφωνούσαν με την εξαίρεση της Εξέλιξης από την εξεταστέα ύλη, και στην πράξη τη διδακτέα ύλη στο Λύκειο. Ωστόσο, ένα αξιοσημείωτο ποσοστό εκπαιδευτικών δεν ήταν σε θέση να εντοπίσει τις εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι μαθητές γύρω από τη φυσική επιλογή δείχνοντας αμηχανία ή και ανεπάρκεια στην διαχείριση αυτής της έννοιας. Μάλιστα, μεγάλα

ποσοστά εκπαιδευτικών αναγνώρισαν την έλλειψη γνώσης στο θέμα και την αναγκαιότητα της επιμόρφωσης.

Σε άλλη έρευνα των Prinou, Halkia & Skordoulis (2008) σε 411 μαθητές Α Λυκείου από 12 διαφορετικά σχολεία διερεύνησαν τις γνώσεις τους στη Θεωρία της Εξέλιξης λίγους μήνες μετά τη διδασκαλία αυτής στη Γ' Γυμνασίου. Η έρευνα έδειξε ότι οι μαθητές είχαν θετική άποψη (δηλ. αποδέχονταν) για την ιδέα της εξέλιξης, την εξέλιξη του ανθρώπου και την έννοια της κοινής καταγωγής των οργανισμών. Παρόλα αυτά, διατηρούσαν πολλές εναλλακτικές ιδέες τους ή/και είχαν πλήρη άγνοια των βασικών θεμάτων της θεωρίας σχετικών με τι θεωρείται εξέλιξη στη Βιολογία, ποιος είναι ο βασικός μηχανισμός της εξέλιξης (φυσική επιλογή), τι πραγματικά εξηγεί η Θεωρία της Εξέλιξης αλλά και τι σημαίνει η λέξη «Θεωρία» στην επιστήμη.

Στην διπλωματική του εργασία ο Σαριγγέλης Μ. (2007) διερευνώντας τις αντιλήψεις μαθητών της Γ' τάξης του Γενικού Λυκείου σχετικά με την Θεωρία της Εξέλιξης και τη Φυσική Επιλογή, συμπεραίνει μεταξύ άλλων ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών δεν δέχεται την εμφάνιση και Εξέλιξη της ζωής ως αυτόνομο φυσικό φαινόμενο, αλλά αποδίδουν την πορεία της σε μια ανώτερη δύναμη (Δημιουργός). Το δείγμα του αποτελούνταν επίσης από μαθητές Λυκείου σε μια χρονική περίοδο που δεν διδασκόταν η Θεωρία της Εξέλιξης στο Λύκειο, και οι οποίοι παρόλα αυτά θεωρούσαν ότι τη γνώση αυτή πρέπει να την έχει ο «μέσος άνθρωπος» και επιθυμούσαν την εκτενή της διδασκαλία.

Πρέπει να σημειωθεί ότι πολλές από τις προαναφερθείσες έρευνες σε μαθητές Λυκείου έγιναν σε μια περίοδο που οι μαθητές στο Λύκειο δεν διδάσκονταν την Θεωρία της Εξέλιξης (1999-2007) και παρότι συμπεριλαμβάνονταν σαν κεφάλαιο στα τρία σχολικά εγχειρίδια της περιόδου (Μπαρώνα et al, 1999, Αδαμαντιάδου et al, 2001, Καλαϊτζιδάκη και Πανταζίδης, 2002), καθώς μέχρι το 2009 η εξέλιξη διδασκόταν μόνο στην Γ' Γυμνασίου στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση στο αντίστοιχο σχολικό εγχειρίδιο (Ανδριώτης et al, 1999).

4.4 Οι στάσεις και οι απόψεις των Ελλήνων εκπαιδευτικών

Υπάρχουν αρκετές έρευνες, τόσο στο παρελθόν όσο και στο πρόσφατο παρόν, που να αφορούν τους Έλληνες εκπαιδευτικούς. Ενδεικτικά, αναφέρουμε ορισμένες:

Οι Prinou, Halkia & Skordoulis (2005) πραγματοποίησαν έρευνα με τη χρήση ερωτηματολογίων που περιείχαν ερωτήσεις ανοιχτού και κλειστού τύπου σε 111 εκπαιδευτικούς που δίδασκαν Βιολογία στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Από τις απαντήσεις προκύπτουν τρεις ομαδοποιήσεις εκπαιδευτικών: α) αυτοί που είναι θετικοί στη διδασκαλία της Εξέλιξης (26,6%), β) αυτοί που είναι θετικοί στη διδασκαλία της Εξέλιξης αλλά στερούνται της επαρκούς επιστημονικής γνώσης (47,9%), και γ) αυτοί που είναι αρνητικοί στη διδασκαλία της Εξέλιξης και στερούνται της επαρκούς επιστημονικής γνώσης (25,5%). Σύμφωνα με τους ερευνητές, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών φαίνεται θετικά προσκείμενη ως προς τη διδασκαλία της εξέλιξης, ωστόσο εντοπίζεται σημαντικό γνωστικό έλλειμμα ως προς τη θεωρία της Φυσικής Επιλογής.

Σε έρευνα, τα αποτελέσματα της οποίας δημοσιευτήκαν σταδιακά (Πρίνου και Χαλκιά 2006, Primou Halkia & Skordoulis 2011), οι μελετητές διερεύνησαν τις αντιλήψεις που έχουν για την έννοια της «Προσαρμογής» και για τη Θεωρία της Εξέλιξης των οργανισμών και τη διδασκαλία σχετικών εννοιών 153 εκπαιδευτικοί στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Από την έρευνα αναδόθηκε η ανικανότητα του ελληνικού σχολείου στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση να εισάγει την Θεωρία της Εξέλιξης στα παιδιά, καθώς διαπιστώθηκε ότι όχι μόνο δεν αντιμετωπίζονται οι διαισθητικές προαντιλήψεις των παιδιών αλλά αντιθέτως εδραιώνονται συχνά με την «βοήθεια» των εκπαιδευτικών. Διαπίστωσαν δηλ. μεταξύ άλλων πως α) οι εκπαιδευτικοί περιγράφουν την «προσαρμογή» ως μία συνειδητή πορεία για την εκπλήρωση κάποιας ανάγκης, ως μία αλλαγή των ατόμων στο περιβάλλον, β) οι περισσότεροι εμφανίζονται μπερδεμένοι και για την έννοια της φυσικής επιλογής, καθώς θεωρούν ότι γίνεται σε οργανισμούς που προσπαθούν να προσαρμοστούν στο περιβάλλον, γ) μόνο το 50% συμφωνεί με την κοινή προέλευση των οργανισμών, δ) περίπου το 50% γνωρίζει ότι οι δεινόσαυροι εξαφανίστηκαν πολύ πριν εξελιχθούν οι άνθρωποι, ε) περίπου το 50% του δείγματος θεωρεί πως «η εξέλιξη αναφέρεται ως θεωρία, επειδή δεν είναι τεκμηριωμένη», στ) οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναγνωρίζουν ότι η κατάρτισή τους στην εξελικτική δεν είναι επαρκής, αν και τη θεωρούν αναγκαία.

Η έρευνα των Πρίνου, Χαλκιά και Σκορδούλης (2009β) σε 6 εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης έδειξε ότι είναι εφικτό οι εκπαιδευτικοί να διεκπεραιώσουν μια διδασκαλία χωρίς να είναι βιολόγοι, αλλά μετά από επιμόρφωση στο συγκεκριμένο θέμα, κατά την οποία μπορεί να (αρχίσει να) αντιμετωπίζεται με τη βοήθεια της επιστημονικής

μηχανιστικής εξήγησης του φαινομένου ο τελεολογικός τρόπος σκέψης των μαθητών του Δημοτικού σχολείου.

Οι Αθανασίου & Παπαδοπούλου (2009) σε έρευνά τους σε 168 φοιτήτριες/υποψήφιες εκπαιδευτικοί της προσχολικής αγωγής του Πανεπιστημίου Αθηνών, σε σχέση με παράγοντες που συνδέονται με την αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας στην Ελλάδα, συμπεραίνουν τα ακόλουθα: α) για τους φοιτητές το φαινόμενο της εξέλιξης των οργανισμών είναι αποδεκτό, ωστόσο παρατηρείται σημαντική ασυνέπεια στις απαντήσεις που σχετίζονται με επιστημολογικές παραδοχές, β) η συνολική γνώση και κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης είναι ιδιαίτερα φτωχή, ενώ η αποδοχή της θεωρείται «μέτρια» γ) το μορφωτικό επίπεδο των γονέων καταγράφεται ως αρκετά υψηλό, ωστόσο δεν υπάρχει σημαντική συσχέτισή του με το επίπεδο αποδοχής και δ) συσχετίζεται θετικά το επίπεδο γνώσης με το επίπεδο αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας.

Οι Κατάκος, Παπαδοπούλου & Αθανασίου (2011) διερεύνησαν τα επίπεδα αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας σε σχέση με παράγοντες που την επηρεάζουν σε 318 εκπαιδευτικούς Προσχολικής Αγωγής, Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης και καθηγητές Φυσικών Επιστημών (Βιολογίας, Φυσικής, Χημείας και Γεωλογίας). Οι παράγοντες οι οποίοι εξετάστηκαν ήταν η κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης, οι απόψεις των εκπαιδευτικών για την επιστημονική μέθοδο, οι προδιαθέσεις της σκέψης και ο θρησκευτικός προσανατολισμός τους. Παρατηρήθηκε: α) μεγαλύτερη αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους καθηγητές Βιολογίας, και χαμηλότερη από τους νηπιαγωγούς, β) σχετικά χαμηλό ποσοστό κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης σε όλες τις ομάδες των συμμετεχόντων και γ) αρνητική σχέση μεταξύ της θρησκευτικότητας με την αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης.

Οι Αθανασοπούλου, Μαυραγάνη, Μαυρικάκη & Πουρής (2011) διερεύνησαν το γνωστικό υπόβαθρο και τις προσωπικές πεποιθήσεις επάρκειας σε 39 εκπαιδευτικούς του κλάδου ΠΕ04 (12 Φυσικούς, 6 Χημικούς, 18 Βιολόγους, 4 Γεωλόγους, και 1 Μαθηματικό) Οι εκπαιδευτικοί αποδέχονται τη Θεωρία της Εξέλιξης, ωστόσο καταγράφεται συνολικά μια μέτρια γνώση και αποδοχή της. Όσον αφορά τις προσωπικές πεποιθήσεις επάρκειας των εκπαιδευτικών του δείγματος, περίπου οι μισοί εκπαιδευτικοί νιώθουν να μειονεκτούν ή να είναι αβέβαιοι σχετικά με την κατοχή των απαραίτητων γνώσεων, προκειμένου να διδάξουν εξέλιξη, ενώ το 70,1% δεν πτοείται από τις πιθανές αντιπαραθέσεις που η διδασκαλία της Εξέλιξης μπορεί να εγείρει στην τάξη. Επίσης, διαπιστώνεται πως παράγοντες, όπως η

ηλικία, τα έτη υπηρεσίας, αλλά και η ειδικότητα των εκπαιδευτικών δεν διαδραματίζουν στατιστικά σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των αποτελεσμάτων.

Οι Manrikaki & Athanasiou (2011) διερεύνησαν σε 202 εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης το επίπεδο της αυτοπεποίθησης τους στη διδασκαλία της βιολογίας, το οποίο βρέθηκε να είναι μέτριο προς υψηλό, αν και οι επιδόσεις τους βρέθηκε να βελτιώνονται με τα χρόνια εμπειρίας. Ο αριθμός των μαθημάτων βιολογίας που είχαν παρακολουθήσει κατά τις σπουδές τους φαίνεται να επηρεάζει θετικά την αυτοπεποίθησή τους. Οι εκπαιδευτικοί δεν ένιωθαν, όμως, άνετα να διδάσκουν θέματα σχετικά με την εξέλιξη και τη μοριακή βιολογία και μικροβιολογία.

Οι Stasinakis & Athanasiou (2009 κ 2016) διερεύνησαν τη διδασκαλία της Εξέλιξης σε 181 Έλληνες εκπαιδευτικούς της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σε μια προσπάθεια να αξιολογηθεί η Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου τους. Σύμφωνα με τους ερευνητές: α) οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί φαίνεται να έχουν έλλειμμα κατανόησης εννοιών της εξέλιξης αλλά και στρατηγικών διδασκαλίας της, β) δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ εκπαιδευτικών διαφορετικών ειδικοτήτων : οι Βιολόγοι δεν είχαν καλύτερες επιδόσεις στην διδασκαλία της Εξέλιξης, γ) ορισμένοι από τους εκπαιδευτικούς νοιώθουν ανασφάλεια στη διδασκαλία της Θεωρίας της Εξέλιξης και αμηχανία όταν πρέπει να συζητήσουν για την επιστημονική θεωρία σε σχέση με θρησκευτικά ζητήματα και δ) οι περισσότεροι αδυνατούν να αναφέρουν σύγχρονα παραδείγματα όπου εμφανίζεται να βρίσκει εφαρμογή η εξέλιξη (κυρίως παραδείγματα μικροεξέλιξης), και περιορίζονται αποκλειστικά στα κλασικά παραδείγματα που αναφέρονται στα σχολικά εγχειρίδια (το παράδειγμα με την καμηλοπάρδαλη και ο βιομηχανικός μελανισμός).

Στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας του ο Βενέτης Κ. (2017) διερεύνησε το επίπεδο των γνώσεων σε 156 εκπαιδευτικούς φυσικών επιστημών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (κλάδου ΠΕ04) από όλη την Ελλάδα (44 φυσικοί, 25 χημικοί, 80 βιολόγοι και 7 γεωλόγοι) σε ό,τι αφορά την εξέλιξη, σε μια περίοδο που πλέον η διδασκαλία της Θεωρίας της Εξέλιξης είχε ενσωματωθεί πλήρως στη διδακτέα ύλη της Γ' Λυκείου. Από τα αποτελέσματα της εργασίας προκύπτει ότι το επίπεδο των γνώσεων είναι ικανοποιητικό σε ό,τι αφορά τη δαρβινική εξέλιξη (ειδικά οι βιολόγοι πέτυχαν πολύ υψηλή επίδοση) και φαίνεται ότι οι εκπαιδευτικοί υιοθετούν τον πληθυσμιακό τρόπο σκέψης που είναι απαραίτητος για την ερμηνεία εξελικτικών φαινομένων. Παρ' όλα αυτά, οι τελεολογικές ερμηνείες αποδεικνύονται

ιδιαίτερα ανθεκτικές, καθώς εξακολουθούν να υιοθετούνται από ένα μεγάλο (αν και μειοψηφικό) ποσοστό των εκπαιδευτικών. Αντίθετα, αποκαλύπτονται σημαντικά κενά στις γνώσεις που σχετίζονται με τη σύγχρονη εκδοχή της εξέλιξης, καθώς παρατηρείται αποτυχία υιοθέτησης στοχαστικών ερμηνειών, εμπλοκής αναπτυξιακών γεγονότων σε εξελικτικές ερμηνείες, ενώ παρατηρούνται και ελλείψεις σε γνώσεις γενετικής, που σχετίζονται με γονιδιακές συχνότητες. Παρατηρείται, επίσης, στατιστικά σημαντική διαφορά στο επίπεδο εξελικτικών γνώσεων ανάμεσα στους βιολόγους και τους υπόλοιπους εκπαιδευτικούς θετικών επιστημών, αλλά όχι μεταξύ των υπόλοιπων ειδικοτήτων!

Έρευνες έχουν γίνει επίσης και σε φοιτητές-υποψήφιους εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας ή Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Ενδεικτικά:

Σε έρευνα του Αθανασίου (2009) σε 281 φοιτήτριες/τες, υποψήφιες/ους εκπαιδευτικούς της προσχολικής αγωγής του Πανεπιστημίου Αθηνών, όπου όλοι/ες είχαν επιλέξει ένα εισαγωγικό εξαμηνιαίο μάθημα Βιολογίας, η συλλογή των δεδομένων έγινε με 2 ερωτηματολόγια: ένα πριν την έναρξη του εξαμηνιαίου μαθήματος και ένα μετά. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι α) η συνολική γνώση και κατανόηση της εξελικτικής θεωρίας είναι ιδιαίτερα φτωχή β) αντίθετα, η αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας εντάσσεται στην κατηγορία της μέτριας αποδοχής κατά Rutledge & Sadler (2007) γ) η συσχέτισή του μορφωτικού επιπέδου των γονιών με το επίπεδο αποδοχής δεν καταγράφεται σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο και δ) αντίθετα, υπάρχει θετική συσχέτιση του επιπέδου γνώσης με το επίπεδο αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας

Οι Λαζαρίδης, Μαυρικάκη, Αθανασίου (2011) διερεύνησαν το επίπεδο γνώσης και κατανόησης ομάδας 312 φοιτητών των τμημάτων Βιολογίας και ΤΕΑΠΗ του ΕΚΠΑ για την εξέλιξη μέσω φυσικής επιλογής. Συμπεραίνουν τα ακόλουθα: α) υψηλότερη επίδοση εμφανίζουν οι τεταρτοετείς και επί πτυχίω φοιτητές του Βιολογικού που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες ομάδες των Ελλήνων φοιτητών, με εξαίρεση την ομάδα των μεταπτυχιακών φοιτητών β) τις χαμηλότερες επιδόσεις έχουν οι φοιτητές του ΤΕΑΠΗ, γ) οι Έλληνες φοιτητές είχαν συνολικά καλύτερη επίδοση από τους αντίστοιχους των ΗΠΑ. Αποδεικνύεται από την έρευνα ότι η διδασκαλία της Εξέλιξης έχει σαν αποτέλεσμα την πληρέστερη κατανόησή της Θεωρίας της Εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής. Ωστόσο, με περαιτέρω εξέταση των απαντήσεων των φοιτητών εντοπίζεται ότι οι φοιτητές δεν κατανοούν σε βάθος τις έννοιες αλλά επιφανειακά. Φαίνεται δηλαδή ότι οι

παρανοήσεις γύρω από τις έννοιες είναι βαθιά ριζωμένες και ο χρόνος και ο τρόπος διδασκαλίας της εξέλιξης δεν επαρκεί για να αντιμετωπιστούν.

Οι Athanasiou, Katakos, Papadopoulou (2012) διερεύνησαν τους παράγοντες που σχετίζονται με την αποδοχή της ΘτΕ σε 320 φοιτητές, μελλοντικούς εκπαιδευτικούς. Οι συμμετέχοντες διδάχθηκαν μια σειρά μαθημάτων βιολογίας που χρησιμοποιούσε την εξέλιξη σαν το κεντρικό ενοποιητικό θέμα και πλαίσιο. Όσον αφορά τη θρησκευτικότητα, και εδώ εντοπίζεται αρνητική συσχέτιση με την αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης. Επιπλέον, καταγράφουν σημαντική συσχέτιση μεταξύ της αποδοχής της εξέλιξης και της κατανόησης της Φύσης των Επιστημών, δηλαδή η κατανόηση της φύσης της επιστήμης επηρεάζει θετικά την αποδοχή της εξέλιξης. Στα αποτελέσματα παρατηρείται σημαντική αλλά αδύναμη συσχέτιση μεταξύ της αποδοχής και της κατανόησης της εξέλιξης στην εξέταση πριν την έναρξη των μαθημάτων, και μια σημαντική και σχετικά ισχυρή συσχέτιση τους στην εξέταση αφότου τελείωσαν τα μαθήματα. Τέλος, βρέθηκε ότι η συστηματική διδασκαλία έχει σημαντική επιρροή στην αποδοχή της θεωρίας.

Οι Κατάκος, Παπαδοπούλου & Αθανασίου (2013) διερεύνησαν την πιθανή σύνδεση των συναισθηματικών παραγόντων, όπως η θρησκευτικότητα, οι επιστημολογικές απόψεις, η ανεκτικότητα και το κοινωνικό-πολιτιστικό πλαίσιο λειτουργίας τους, με τη γνωστική διαδικασία, την κατανόηση και την αποδοχή μιας σύνθετης επιστημονικής θεωρίας, όπως η Θεωρία της Εξέλιξης, σε 298 πρωτοετείς φοιτητές του τμήματος εκπαίδευσης και αγωγής στην προσχολική ηλικία (ΤΕΑΠΗ) του Πανεπιστημίου Αθηνών. Τα ερευνητικά τους ευρήματα υποδεικνύουν ότι η συστηματική διδασκαλία της εξέλιξης και της επιστημονικής μεθόδου, μαζί με την ανακαλυπτική, διερευνητική προσέγγιση των φοιτητών μέσω εργασιών, οδήγησαν, σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα, σε μια αξιοσημείωτη μεταβολή του δείκτη αποδοχής της Θεωρίας της Εξέλιξης. Μάλιστα, η μεταβολή αυτή εκτός από στατιστικά σημαντική, είναι και ποιοτικά σημαντική, μιας και φαίνεται να αλλάζει το επίπεδο αποδοχής από το μεσαίο επίπεδο (65-76) στο υψηλό επίπεδο αποδοχής (76-87) σύμφωνα με τους Rutledge & Warden (2000).

Οι Athanasiou & Mavrikaki (2013) χρησιμοποιώντας το ερωτηματολόγιο C.I.N.S. (Conceptual Inventory of Natural Selection) ανέλυσαν το επίπεδο των γνώσεων της Εξέλιξης μέσω της Φυσικής Επιλογής σε 352 φοιτητές βιολογίας και μη-βιολογίας. Διαπίστωσαν ότι οι επιδόσεις των Ελλήνων φοιτητών (βιολογίας και μη-βιολογίας) αυξάνονταν ανάλογα με

τον αριθμό των σχετικών με την εξέλιξη μαθημάτων που παρακολουθούσαν. Μάλιστα, οι πρωτοετείς φοιτητές που δεν είχαν ακόμα παρακολουθήσει μαθήματα βιολογίας είχαν πολύ φτωχές επιδόσεις.

Για τον υπόλοιπο κόσμο ενδεικτικά μόνο αναφέρουμε ορισμένες έρευνες, όπως την έρευνα των Berkman & Plutzer (2010, 2011, 2012), οι οποίοι υπολογίζουν ότι περίπου το 28% των Αμερικανών καθηγητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης που διδάσκουν βιολογία είναι υπέρμαχοι της Εξέλιξης και τη διδάσκουν με πρόσφορο τρόπο. Επίσης, υπολογίζουν ότι το 13% είναι με κάποιον τρόπο υποστηρικτές του Ευφυούς Σχεδιασμού και του Δημιουργισμού αφιερώνοντας σε αυτούς τουλάχιστον μία διδακτική ώρα. Τέλος, υποστηρίζουν ότι πρέπει να δοθεί προσοχή στο υπόλοιπο 60% των εκπαιδευτικών, τους οποίους αποκαλούν «επιφυλακτικό 60%», και οι οποίοι δεν ανήκουν σε καμία από τις δύο παραπάνω ομάδες αλλά προσεκτικά τείνουν να αποφύγουν κάθε είδους διένεξη, δεχόμενοι ωστόσο την εξέλιξη (περίπου το 85% αυτών). Σύμφωνα με τον Καμπουράκη (2017) οι Berkman & Plutzer ορθά διατείνονται ότι οι τελευταίοι μπορεί να δυσχεραίνουν πιο πολύ την επιστημονική εγγραμματοσύνη από ότι το 13% που υποστηρίζει τον Δημιουργισμό ή τον Ευφυή Σχεδιασμό (Berkman & Plutzer, 2010 2011 2012, Καμπουράκης 2017) Οι Barnes & Brownell (2016) διερευνώντας τις πρακτικές 32 Αμερικανών εκπαιδευτικών αποκάλυψαν ότι οι περισσότεροι δεν πίστευαν ότι είναι στόχος τους (διδακτικός) να βοηθήσουν τους μαθητές τους να αποδεχτούν την εξέλιξη και απέφευγαν να αντιμετωπίσουν τη σύγκρουση μεταξύ θρησκείας και εξέλιξης κυρίως λόγω των δικών τους προσωπικών πιστεύω. Οι Yates & Marek (2014) με βάση τα αποτελέσματα μιας έρευνας που διεξήγαγαν σε 35 καθηγητές Βιολογίας και οι 536 μαθητές τους από 32 σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της Πολιτείας της Οκλαχόμα αναδεικνύουν τους καθηγητές ως μια βασική πηγή βιολογικών - σχετικών με την εξέλιξη- παρανοήσεων των μαθητών. Τέλος, οι Downie et al (2018) στην έρευνα τους για τους Σκωτσέζους καθηγητές βιολογίας διαπιστώνουν ότι αν και όλοι έχουν διδαχθεί βιολογία στο Πανεπιστήμιο (αλλά με διαφοροποίηση στο επίπεδο διδασκαλίας της εξέλιξης), και πριν την εκπαίδευση τους ως καθηγητές, οι περισσότεροι αισθάνονται αυτοπεποίθηση για να διδάξουν Εξέλιξη. Υπάρχει, όμως, κ μια μειοψηφία που δεν πιστεύει στην Εξέλιξη αλλά δεν είναι γνωστό πόσο αυτό επηρεάζει τη διδασκαλία τους.

5 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

5.1 Ερευνητικά ερωτήματα

Αντικείμενο της εργασίας είναι να διερευνήσει τις στάσεις και απόψεις των πρωτοετών φοιτητών των Τμημάτων Βιολογίας σε μια σειρά από βασικά θέματα που αφορούν τη Θεωρία της Εξέλιξης, και τα οποία συμπεριλαμβάνονταν στην (διδασκεία και εξεταστέα) ύλη που διδάχθηκαν στη Βιολογία Γενικής Παιδείας της Γ΄ Λυκείου λίγους μόνο μήνες νωρίτερα κατά το σχολικό έτος 2017-2018. Ειδικότερα, εξετάζονται δύο διακριτοί παράμετροι: α) η Αποδοχή και β) η Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους φοιτητές. Η έννοια της *Αποδοχής* αναφέρεται στη συμφωνία με μια ιδέα ή μια επιστημονική θεωρία ή στην αναγνώριση ότι μια θέση/άποψη είναι σε ισχύ ή είναι σωστή. Η έννοια της *Κατανόησης*, αντιθέτως, αναφέρεται στη γνώση του επιστημονικού περιεχομένου και στην πρακτική εφαρμογή αυτής της γνώσης. (Mead et al, 2017) Εδώ με τον όρο *Αποδοχή* εννοούμε την υιοθέτηση της Θεωρίας της Εξέλιξης ως την καλύτερα τεκμηριωμένη επιστημονική θεωρία για την εξήγηση των σχετικών φαινομένων, και με τον όρο *Κατανόηση* την αναγνώριση των βασικών αρχών της Θεωρίας της Εξέλιξης και των συμπερασμάτων που συνεπάγονται οι αρχές αυτές. Επιπλέον, εξετάζεται κατά πόσον επηρεάζεται η Αποδοχή και η Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης από δημογραφικούς παράγοντες, όπως είναι π.χ. το φύλο ή η ειδικότητα του διδάσκοντα εκπαιδευτικού.

Τα **βασικά** ερευνητικά μου ερωτήματα στην παρούσα εργασία είναι τα εξής:

- *Ποιο είναι το επίπεδο αποδοχής της Θεωρίας της Εξέλιξης στους πρωτοετείς φοιτητές των τμημάτων Βιολογίας της Ελλάδας (Ε.Κ.Π.Α., Α.Π.Θ., Κρήτη, Πάτρα) λίγους μήνες μετά τη διδασκαλία αυτής στη Γ Λυκείου;*
- *Ποιο είναι το επίπεδο κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης στους πρωτοετείς φοιτητές των τμημάτων Βιολογίας της Ελλάδας (Ε.Κ.Π.Α., Α.Π.Θ., Κρήτη, Πάτρα) λίγους μήνες μετά τη διδασκαλία αυτής στη Γ Λυκείου;*

ενώ **δευτερεύοντα** ερευνητικά ερωτήματα είναι τα ακόλουθα:

- *Υπάρχει διαφορά μεταξύ των φύλων στο επίπεδο αποδοχής και κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης στον πληθυσμό των πρωτοετών φοιτητών Βιολογίας;*
- *Υπάρχει διαφορά στο επίπεδο αποδοχής και κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης στον πληθυσμό των πρωτοετών φοιτητών Βιολογίας ανάλογα με την ειδικότητα του*

διδάσκοντα εκπαιδευτικού (Βιολόγος – άλλη ειδικότητα) που τους δίδαξε την Βιολογία Γ Λυκείου;

- Υπάρχει διαφορά στο επίπεδο αποδοχής και κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης στον πληθυσμό των πρωτοετών φοιτητών Βιολογίας ανάλογα τη σειρά διδασκαλίας του κεφαλαίου της «Εξέλιξης» στο σχολείο (πρώτο, δεύτερο ή τρίτο κατά σειρά);
- Υπάρχει διαφορά στο επίπεδο αποδοχής και κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης στον πληθυσμό των πρωτοετών φοιτητών Βιολογίας ανάλογα με τον βαθμό παρακολούθησης της διδασκαλίας του κεφαλαίου της «Εξέλιξης» στο μάθημα της Βιολογίας στο σχολείο (υψηλό - χαμηλός);

6 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

6.1 Επιλογή Ερευνητικής Μεθοδολογίας

Πολλά εξαιρετικά διαγνωστικά εργαλεία για την αναγνώριση των παρανοήσεων των μαθητών στη Θεωρία της Εξέλιξης έχουν αναπτυχθεί διεθνώς αλλά δεν είναι απαραίτητα όλα ιδανικά για κάθε περίπτωση. Θεματικοί χάρτες, ατομικές συνεντεύξεις, ερωτήσεις πολλαπλών απαντήσεων, ερωτηματολόγια και άλλα εργαλεία έχουν προταθεί ως τεχνικές που θα βοηθήσουν τους ερευνητές στην αναγνώριση των παρανοήσεων των μαθητών στη Θεωρία της Εξέλιξης (Bishop & Anderson 1985, Morrison & Lederman 2003, Wilson 2001). Οι Wescott & Cunningham (2005) προτείνουν, όμως, οι εκπαιδευτικοί-ερευνητές να αποφασίσουν οι ίδιοι ποιο εργαλείο είναι καταλληλότερο για τη δική τους έρευνα και να το αναπτύξουν έτσι, ώστε να τους επιτρέψει να εξετάσουν καλύτερα τις παρανοήσεις των μαθητών τους, τις σχετικές με το μάθημά τους. Ο τύπος του εργαλείου εξαρτάται από το μέγεθος του δείγματος, τον φόρτο εργασίας του εκπαιδευτικού και τον αριθμό των πεδίων που ο ερευνητής επιθυμεί να ερευνήσει.

Έτσι, για την πρωτογενή και ποσοτική αυτή έρευνα χρησιμοποιήθηκε ως ερευνητικό εργαλείο μια δειγματοληπτική έρευνα με χρήση ενός δομημένου ερωτηματολογίου από 47 κλειστές ερωτήσεις-διατυπώσεις (44 τύπου συμφωνώ/διαφωνώ/δεν ξέρω και 3 πολλαπλών απαντήσεων), βασισμένο στα θέματα της Θεωρίας της Εξέλιξης που παρουσιάζονται άμεσα ή έμμεσα στο σχολικό εγχειρίδιο της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου (Καλαϊτζιδάκη και Παναζίδης, 2002), και τα οποία διδάχτηκαν οι πρωτοετείς φοιτητές ως τελειόφοιτοι του Γενικού Λυκείου κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2017-2018.

Η χρήση αυτού του τύπου του ερωτηματολογίου με σκοπό την ποσοτική ανάλυση των δεδομένων έχει αποδειχθεί διεθνώς ως μία κατάλληλη μέθοδος για την εκτίμηση του επιπέδου της αποδοχής και κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης από μαθητές, φοιτητές και εκπαιδευτικούς (Rutledge & Warden 1999, Yates & Marek 2015, Anderson et all 2002, Wescott & Cunningham 2005, Bishop & Anderson 1985, Wilson 2001). Σύμφωνα με τους Wescott & Cunningham (2005), η χρήση αυτού του τύπου ερωτηματολογίων (δηλ. με ερωτήσεις κυρίως του τύπου συμφωνώ/διαφωνώ/δεν ξέρω) έχει μια σειρά από πλεονεκτήματα :

- συμπληρώνεται εύκολα και γρήγορα από τους ερωτούμενους,
- τα αποτελέσματα λαμβάνονται επίσης εύκολα και γρήγορα,
- ενώ αποκαλύπτουν πιο εύκολα τις παρανοήσεις των ερωτούμενων.

Σε έρευνα τους οι Almqvist and Cronin (1988) βρήκαν ότι, όταν οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με ερωτήσεις πολλαπλών απαντήσεων που περιλαμβάνουν απαντήσεις από επιστημονικά αποδεκτές έως τελεολογικές, τείνουν γενικά να επιλέγουν τις επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις. Στην ίδια, όμως, έρευνα, βρέθηκε ότι όταν οι ίδιοι συμμετέχοντες ερωτώνται εάν συμφωνούν ή διαφωνούν με διατυπώσεις που αφορούν παρανοήσεις, οι απαντήσεις τους συχνά ήταν σε ισχυρό βαθμό σε συμφωνία με τις παρανοήσεις. Εκτός από τα παραπάνω, η επιλογή αυτή θεωρήθηκε καταλληλότερη, διότι επιτρέπει να γίνει συλλογή πολλών και διαφορετικών πληροφοριών, με τυποποιημένο όμως τρόπο, ταυτόχρονα, από μεγάλο αριθμό ατόμων, σε σύντομο χρονικό διάστημα και με χαμηλό κόστος, τα δε στοιχεία επιδέχονται στατιστικής ανάλυσης, απαραίτητη προϋπόθεση για τη διερεύνηση των ερευνητικών ερωτημάτων της παρούσας έρευνας.

Η έρευνα είναι πρωτογενής, καθώς βασίζεται στη συλλογή πρωτογενών δεδομένων μέσω του επιλεγμένου δείγματος και όχι σε δεδομένα που έχουν καταγράψει άλλες έρευνες (δευτερογενής). Η ποσοτική μέθοδος έρευνας δίνει τη δυνατότητα στον ερευνητή να προσεγγίσει μεγάλο μέρος του δείγματος, και να κάνει ανάλυση των φαινομένων μέσα από αριθμητικά δεδομένα που αναλύονται με τη χρήση στατιστικών μεθόδων, και ως εκ τούτου επιτρέπει τη γενίκευση των συμπερασμάτων που εξήχθησαν από το δείγμα στον ευρύτερο πληθυσμό (Wyse, 2011)

6.2 Η διδακτέα ύλη Εξέλιξης στη Βιολογία Γ Λυκείου

Η Εξέλιξη κατά το σχολικό έτος 2017-2018 διδάχθηκε στη Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου, καθώς αποτελεί το 3^ο κεφάλαιο του σχολικού εγχειριδίου της (Καλαϊτζιδάκη και Πανταζίδης, 2002) με τα παρακάτω περιεχόμενα:

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην εισαγωγή γίνεται μια σύντομη αναφορά στον Δαρβίνο και στην ιδέα της εξέλιξης, και στο γεγονός ότι αποτελεί μια από τις δύο μεγάλες γενικεύσεις της Βιολογίας.

3.1.1 Ταξινόμηση των οργανισμών και εξέλιξη

Παρουσιάζεται η έννοια του πληθυσμού, του είδους, και του φυλογενετικού δέντρου.

3.1.2 Η θεωρία του Λαμάρκ

Παρουσιάζεται εν συντομία η θεωρία του Λαμάρκ και οι βασικές αρχές αυτής (αρχή της μεταβίβαση των επίκτητων χαρακτηριστικών και αρχή της χρήσης και αχρησίας).

3.1.3 Η θεωρία της φυσικής επιλογής

Παρουσιάζεται η ιστορική διαδρομή του Δαρβίνου, και τα βασικά σημεία της θεωρίας του και της έννοιας της φυσικής επιλογής.

3.1.4 Μερικές χρήσιμες αποσαφηνίσεις στη θεωρία της φυσικής επιλογής

Επεξηγούνται συνοπτικά δύο από τα βασικά χαρακτηριστικά της φυσικής επιλογής : η μονάδα στην οποία δρα και ο τοπικός και χρονικός προσδιορισμός της.

3.1.5 Η φυσική επιλογή εν δράσει

Περιγράφεται αναλυτικά το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού.

3.1.6 Σύγκριση της θεωρίας του Λαμάρκ με τη θεωρία του Δαρβίνου

Γίνεται σύγκριση επί συγκεκριμένου παραδείγματος (μακρύς λαιμός καμηλοπάρδαλης) των ερμηνειών της Δαρβινικής και Λαμαρκικής Εξελικτικής Θεωρίας.

3.2 Η ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΣΥΝΘΕΣΗ

Περιγράφονται τα βήματα από τη Δαρβινική στη Συνθετική Θεωρία.

3.2.1 Οι παράγοντες που διαμορφώνουν την εξελικτική πορεία

Περιγράφονται εν συντομία οι παράγοντες που διαμορφώνουν την εξελικτική πορεία , δηλ η ποικιλομορφία των κληρονομικών χαρακτηριστικών, η φυσική επιλογή και η γενετική απομόνωση

3.3 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΦΥΛΟΓΕΝΕΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟ ΠΟΥ ΑΝΤΛΟΥΜΕ ΣΧΕΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Επεξηγείται η έννοια της φυλογένεσης και του φυλογενετικού δέντρου και αναλύονται οι βασικές πηγές από τις οποίες αντλούνται στοιχεία που την υποστηρίζουν : Παλαιοντολογία, Ανατομία, Εμβρυολογία, Μοριακή Βιολογία.

3.4 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

Γίνεται εισαγωγή στη μελέτη της εξέλιξης του ανθρώπου.

3.4.1 Το γενεαλογικό μας δέντρο

Περιγράφεται συνοπτικά η συστηματική ταξινόμηση του ανθρώπινου είδους : βασίλειο Ζωικών οργανισμών, φύλο Χορδωτών, υπόφυλο Σπονδυλωτών, κλάση Θηλαστικών, τάξη Πρωτεύοντων.

3.4.2 Η εμφάνιση των Θηλαστικών και των Πρωτεύοντων

Αναλύεται η εξελικτική πορεία των Θηλαστικών και η εμφάνιση των Πρωτεύοντων, στην οποία ανήκει ο σύγχρονος άνθρωπος, τα προγονικά του είδη και οι χιμπαντζήδες, οι ουραγκοτάγκοι, οι γορίλλες, οι γίββωνες, οι λεμούριοι, οι τάρσιοι κτλ.

3.4.3 Τα χαρακτηριστικά των Πρωτευόντων

Περιγράφονται τα βασικά κοινά χαρακτηριστικά των Πρωτευόντων : δάχτυλα κατάλληλα για λαβές (αντιτακτός αντίχειρας), μακριά και ευκίνητα άκρα, στερεοσκοπική και έγχρωμη όραση, ανεπτυγμένος εγκέφαλος, προστασία των μικρών, όρθια στάση και βάδιση (διποδισμός).

3.4.4 Η εξέλιξη των Πρωτευόντων

Περιγράφεται εν συντομία η εξελικτική πορεία των Πρωτευόντων από την εμφάνιση των Προπιθήκων έως την εμφάνιση των Ανθρωποειδών

3.4.5 Η εμφάνιση των Ανθρωπίδων

Περιγράφεται η εμφάνιση των Ανθρωπίδων, της οικογένειας δηλ των Ανθρωποειδών στην οποία ανήκει ο άνθρωπος

3.4.6 Οι πρώτοι άνθρωποι

Αναλύεται η εξελικτική πορεία του ανθρώπου ξεκινώντας από το πρώτο αντιπροσωπευτικό είδος του γένους Άνθρωπος (Homo) που εμφανίζεται, δηλ. το είδος Homo habilis, έως τον σύγχρονο άνθρωπο (Homo sapiens sapiens).

3.4.7 Η ποικιλομορφία στους ανθρώπινους πληθυσμούς

Επεξηγείται η τεράστια ποικιλομορφία χαρακτηριστικών που εμφανίζεται στους πληθυσμούς του σύγχρονου ανθρώπου ως αποτέλεσμα διαφόρων παραγόντων και δυνάμεων της εξέλιξης.

Επισημαίνεται εδώ όμως ότι οι ενότητες 3.1.6, 3.3, 3.4.4 ήταν κατά το σχολικό έτος 2017-2018 εκτός διδακτέας και εξεταστέας ύλη τόσο σε πανελλαδικό επίπεδο όσο και σε σχολικό επίπεδο. Σημειωτέον επίσης ότι στην εξεταστέα-διδακτέα ύλη δεν περιλαμβάνονται τα παραθέματα, τα οποία σκοπό έχουν να δώσουν τη δυνατότητα επιπλέον πληροφόρησης των μαθητών ανάλογα με τα ενδιαφέροντά τους οι πίνακες, τα μικρά ένθετα κείμενα σε πλαίσιο και οι προτάσεις για συνθετικές-δημιουργικές εργασίες των μαθητών.

6.3 Η διδασκαλία της Φύσης της Επιστήμης στο Ελληνικό σχολείο

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Ελληνικό σχολείο (Γυμνάσιο και Λύκειο) περιλαμβάνει μικρές μόνο αναφορές στη Φύση της Επιστήμης και ειδικότερα στην έννοια της Επιστημονικής Θεωρίας, οι οποίες μάλιστα περιλαμβάνονται στην εισαγωγή ορισμένων μόνο εκ των σχολικών εγχειριδίων, και σπανίως γίνεται αναφορά σε αυτές κατά τη διδασκαλία του εκάστοτε μαθήματος.

Ειδικότερα στη Βιολογία του Λυκείου, υπάρχει αναφορά στην Επιστημονική Θεωρία και στον τρόπο λειτουργίας των Φυσικών Επιστημών μόνο στην εισαγωγή του σχολικού εγχειριδίου της Βιολογίας Β΄ Λυκείου (Καψάλης και άλλοι, 2012) και του αντίστοιχου της Βιολογίας Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών (Θετική Κατεύθυνση) της Γ΄ Λυκείου (Αλεπόρου-Μαρίνου και άλλοι, 2018). Δεν υπάρχει καμία αναφορά, αντιθέτως, στο σχολικό βιβλίο της Βιολογίας Γενικής Παιδείας Γ΄ Λυκείου, το οποίο περιέχει το αντίστοιχο κεφάλαιο της Εξέλιξης (Καλαϊτζιδάκη και Πανταζίδης, 2002).

Δύσκολα, λοιπόν, μπορεί να ισχυριστεί κάποιος ότι οι μαθητές του ελληνικού σχολείου έχουν εντρυφήσει στην έννοια της Επιστημονικής Θεωρίας, και πολύ περισσότερο στη Φύση της Επιστήμης.

6.4 Το Ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους φοιτητές είχε ένα αρχικό εισαγωγικό σημείωμα που εξυπηρετεί διαφορετικούς σκοπούς : επεξηγεί το πλαίσιο στο οποίο γίνεται η έρευνα και τον στόχο του ερωτηματολογίου, ζητάει από τους φοιτητές να το συμπληρώσουν με ειλικρίνεια και σοβαρότητα διαβεβαιώνοντας για το γεγονός ότι είναι ανώνυμο, εμπιστευτικό και καθαρά για ερευνητικούς σκοπούς, διευκρινίζει το γεγονός ότι δεν υπάρχουν σωστές ή λάθος απαντήσεις και ότι ο χρόνος συμπλήρωσης δεν ξεπερνά τα 10 λεπτά, και τέλος παραθέτει τα στοιχεία επικοινωνίας του συγγραφέα/ερευνητή. Το εισαγωγικό σημείωμα ακολουθούσε μια σειρά ερωτήσεων διακρινόμενες σε δύο τμήματα.

Το πρώτο τμήμα καταγράφει εισαγωγικά/δημογραφικά στοιχεία :

- το φύλο των ερωτούμενων (άρρεν – θήλυ),
- το Πανεπιστήμιο στο Τμήμα Βιολογίας του οποίου φοιτούν (Ε.Κ.Π.Α., Α.Π.Θ., Πάτρας, Κρήτης),
- την πόλη από την οποία αποφοίτησαν από το Λύκειο,
- την ειδικότητα του εκπαιδευτικού που τους δίδαξε Βιολογία Γενικής Παιδείας στη Γ' Λυκείου (Βιολόγος, Φυσικός, Χημικός, Γεωλόγος, άλλο),
- την σειρά με την οποία διδάχθηκαν στο σχολείο το συγκεκριμένο κεφάλαιο (πρώτο κατά σειρά, δεύτερο, τρίτο ή καθόλου) και
- τον βαθμό στον οποίο παρακολούθησαν τα μαθήματα του καθηγητή τους κατά τη διδασκαλία της Εξέλιξης (υψηλός, μέτριος, χαμηλός βαθμός ή καθόλου).

Κάθε ένα από τα δημογραφικά στοιχεία θα χρησιμεύσει σαν ανεξάρτητη μεταβλητή, για να ερευνηθεί η σχέση τους με τα ερευνητικά ερωτήματα. Τα δημογραφικά στοιχεία του ερωτηματολογίου παρουσιάζονται στη συνέχεια στον πίνακα 6.4-1.

Το δεύτερο τμήμα περιλαμβάνει σειρά διατυπώσεων σχετικά με την αποδοχή, το περιεχόμενο και την επιστημονική εγκυρότητα της Θεωρίας της Εξέλιξης, στις οποίες οι ερωτώμενοι καλούνται να απαντήσουν εάν συμφωνούν, διαφωνούν ή δεν γνωρίζουν. Στόχος είναι να καταγράψουμε το επίπεδο **α) αποδοχής** και **β) κατανόησης** εκ μέρους των πρωτοετών φοιτητών της Θεωρίας της Εξέλιξης.

Οι επιλεγμένες διατυπώσεις που χρησιμοποιήθηκαν στο ερωτηματολόγιο δόθηκε μέριμνα ώστε να αντιστοιχούν στην ύλη της Θεωρίας της Εξέλιξης που παρουσιάζεται άμεσα ή έμμεσα στο σχολικό εγχειρίδιο της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου (Καλαϊτζιδάκη και Πανταζίδης, 2002), και την οποία διδάχτηκαν οι πρωτοετείς φοιτητές ως τελειόφοιτοι του Γενικού Λυκείου κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2017-2018. Οι διατυπώσεις βασίστηκαν:

α) σε διατυπώσεις που περιέχονται σε αντίστοιχα ερωτηματολόγια της διεθνούς βιβλιογραφίας που μελετήθηκαν και τροποποιήθηκαν στη λογική του «Συμφωνώ – Διαφωνώ – Δεν ξέρω».

&

β) σε διατυπώσεις που δημιουργήθηκαν εξ αρχής από τον ερευνητή με βάση την ύλη που έχουν οι φοιτητές διδαχθεί στη Βιολογία Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου, και πάλι στη λογική του «Συμφωνώ – Διαφωνώ – Δεν ξέρω» ή/και στην λογική των ερωτήσεων πολλαπλών απαντήσεων

Στη διεθνή βιβλιογραφία συναντάται ένα ευρύ φάσμα ερωτηματολογίων/εργαλείων τα οποία έχουν σχεδιαστεί για την μέτρηση της αποδοχής και της κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης και για την διερεύνηση πτυχών της εξέλιξης, έχουν ελεγχθεί για την αξιοπιστία και την εγκυρότητά τους και έχουν χρησιμοποιηθεί σε σχετικές έρευνες. Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν κυρίως διατυπώσεις από το αντίστοιχο ερωτηματολόγιο των Cunningham & Wescott (2009), το B.E.L.S. των Yates & Marek (2015), και το M.A.T.E. των Rutledge & Warden (1999). Ειδικότερα:



Πίνακας 6.4-1. Τα δημογραφικά στοιχεία του ερωτηματολογίου

ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1. Σημειώστε το φύλο σας: *
Mark only one oval.

Άρρεν
 Θήλυ

2. Είστε φοιτητής του Τμήματος Βιολογίας του...: *
Mark only one oval.

Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (Ε.Κ.Π.Α.)
 Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.)
 Πανεπιστημίου Κρήτης
 Πανεπιστημίου Πατρών

3. Αποφοιτήσατε από Λύκειο...: *
Mark only one oval.

Αθήνας
 Θεσσαλονίκης
 Πάτρας
 Ηρακλείου
 άλλης πρωτεύουσας νομού
 άλλης επαρχιακής πόλης
 Other: _____

4. Ποια ήταν η ειδικότητα του εκπαιδευτικού που σας διδάξε Βιολογία Γενικής Παιδείας στην Γ' Λυκείου; *
Mark only one oval.

Βιολόγος
 Φυσικός
 Χημικός
 Γεωλόγος
 Other: _____

5. Από τα 3 κεφάλαια της ύλης του βιβλίου της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου, το κεφάλαιο 3 "Εξέλιξη", το διδαχθήκατε...: *
Mark only one oval.

πρώτο κατά σειρά
 δεύτερο κατά σειρά
 τρίτο κατά σειρά
 δεν το διδαχθήκατε καθόλου

6. Κατά τη διδασκαλία του κεφαλαίου 3 "Εξέλιξη" παρακολουθήσατε ...: *
Mark only one oval.

όλα τα μαθήματα του καθηγητή σας κανονικά
 τα περισσότερα μαθήματα του καθηγητή σας
 λίγα μόνο μαθήματα του καθηγητή σας
 κανένα ή σχεδόν κανένα μάθημα του καθηγητή σας

Αποδοχή

Το M.A.T.E. (Measure of Acceptance of the Theory of Evolution) είναι ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο που αναπτύχθηκε από τους Rutledge & Warden (1999), για να διευκολύνει την εκτίμηση της αποδοχής της Θεωρίας της Εξέλιξης από εκπαιδευτικούς. Σε έρευνα τους δε οι Rutledge & Warden συμπεραίνουν ότι το M.A.T.E. αποδεικνύεται επαρκές στην ικανότητά του να αξιολογεί με αξιοπιστία την αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας και σε διαφορετικούς πληθυσμούς.

Κατανόηση

Οι Bishop & Anderson (1985, 1990), οι Almquist & Cronin (1988) και ο Wilson (2001) είχαν αναπτύξει σχετικά ερωτηματολόγια, για να αποκαλύψουν τις παρανοήσεις φοιτητών επί της φύσης της επιστήμης και επί της Θεωρίας της Εξέλιξης. Οι Cunningham & Wescott (2009) υιοθέτησαν πολλές από τις ερωτήσεις των προηγούμενων ερευνητών στο δικό τους ερωτηματολόγιο, με σκοπό να μπορεί να γίνει σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ των συγγραφέων. Επιπλέον, όμως, ανέπτυξαν το ερωτηματολόγιο τους με σκοπό να αποκαλύψουν τις παρανοήσεις των φοιτητών σχετικά με τα ακόλουθα πεδία : τη φύση της επιστήμης, την εμφάνιση και εδραίωση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό, την αποδοχή της Λαμαρκιανής κληρονομικότητας, την εκτίμηση της σημασίας της ποικιλομορφίας σε έναν πληθυσμό, την έννοια της φυσικής επιλογής, τη διαφορετική απόδοση όρων μεταξύ προφορικού και επιστημονικού λόγου και την τελολογική ερμηνεία της εξέλιξης. Πρόκειται για βασικά πεδία παρανοήσεων που είχαν αναδειχθεί από τους προηγούμενους ερευνητές (Almquist & Cronin 1988, Bishop & Anderson 1990, Wilson 2001) και επηρεάζουν την κατανόηση της εξελικτικής θεωρίας από τους μαθητές/φοιτητές (Cunningham & Wescott, 2009). Οι δε Yates & Marek (2015) ανέπτυξαν το ερωτηματολόγιο τους B.E.L.S. (Biological Evolution Literacy Survey) στηριζόμενοι σε αυτό των Cunningham & Wescott (2009).

Οι διατυπώσεις στο ερωτηματολόγιο επιλέχθηκαν, για να αποκαλύψουν το βαθμό :

- α) της Αποδοχής της Θεωρίας της Εξέλιξης και
- β) της Κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης, δηλ. του επίπεδου γνώσεων αλλά και παρανοήσεων των φοιτητών σε τρία μεγάλα θεματικά πεδία :
 - Α. τη Φύση της Επιστήμης,
 - Β. τη Διαδικασία και τους Μηχανισμούς της Εξέλιξης και της Φυσικής Επιλογής
 - Γ. την Εξέλιξη του Ανθρώπου

Για τον λόγο αυτό επιλέχθηκαν και δημιουργήθηκαν 47 διατυπώσεις, εκ των οποίων :

- οι 44 είναι τύπου «συμφωνώ/διαφωνώ/δεν ξέρω» &
- 3 είναι πολλαπλών απαντήσεων με 3 επιλογές,

και οι οποίες ομαδοποιήθηκαν αντίστοιχα σε δύο μεγάλες κατηγορίες :

- 8 διατυπώσεις που αποτελούν την κατηγορία «**Αποδοχή**» (με κωδικό αναγνώρισης : A) &
- 39 διατυπώσεις που αποτελούν την κατηγορία την «**Κατανόηση**» (με κωδικό αναγνώρισης : K)

Τα παραπάνω πεδία επιλέχθηκαν για δύο λόγους :

1. γιατί είναι μεταξύ των πιο δημοφιλών παρανοήσεων των μαθητών (Bishop & Anderson 1990, Wilson 2001, Cunningham & Wescott 2009, Yates & Marek 2015) αλλά και
2. γιατί αποτελούν βασικό αντικείμενο της διδασκαλίας της Εξέλιξης στο μάθημα της Βιολογίας Γενικής Παιδείας στη Γ' Λυκείου.

Πολλές από τις διατυπώσεις που επιλέχθηκαν σε κάθε θεματικό πεδίο και πεδίο έρευνας είναι κατά κύριο λόγο αντικρουόμενες, για να διερευνηθεί η συνέπεια των απαντήσεων των φοιτητών που θα μας επιτρέψει να αντιληφθούμε α) το επίπεδο αποδοχής ή μη της Θεωρίας της Εξέλιξης και β) το επίπεδο γνώσης/κατανόησης ή παρανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης.

Ειδικότερα στην κατηγορία «**Αποδοχή**» διερευνάται... :

A.1. ...η αποδοχή της Εξέλιξης και της Θεωρίας της Εξέλιξης με τις εξής 6 διατυπώσεις:

A.1.1. Η Εξέλιξη των οργανισμών μέσω της Φυσικής Επιλογής αποτελεί απλά μια υπόθεση, οπότε δεν είναι μια αξιόπιστη/ικανοποιητική εξήγηση για την εξέλιξη τους

A.1.2. Η θεωρία πως η ζωή δημιουργήθηκε από τον Θεό θα πρέπει να διδάσκεται σαν επιστημονική θεωρία στα σχολεία

A.1.3. Η Θεωρία της Εξέλιξης των οργανισμών μέσω της Φυσικής Επιλογής θα πρέπει να διδάσκεται σαν επιστημονική θεωρία στο σχολείο

A.1.4. Υπάρχουν πολλά στοιχεία που συνηγορούν υπέρ της εξέλιξης των ειδών

A.1.5. Η Δαρβινική Εξελικτική Θεωρία εξηγεί σωστά την παρούσα ποικιλομορφία της ζωής

A.1.6. Η τεράστια ποικιλομορφία της ζωής στη γη δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω της εξέλιξης αλλά μόνο υπό την επίβλεψη ανώτερου όντος

A.2. ...η αποδοχή της εξέλιξης του ανθρώπου με τις εξής 2 διατυπώσεις:

A.2.1. Ο σύγχρονος άνθρωπος έχει σήμερα ακριβώς την ίδια μορφή που είχε όταν πρωτοεμφανίστηκε στον πλανήτη (άνθρωπος των σπηλαίων)

A.2.2. Ο άνθρωπος εξελίχθηκε όπως όλοι οι οργανισμοί από προγενέστερες μορφές ζωής

Στην κατηγορία «**Κατανόηση**»

➤ στο πεδίο «**A. Η Φύση της Επιστήμης**» διερευνάται :

K.1. ...το επίπεδο κατανόησης της έννοιας «Επιστημονική Θεωρία» με τις εξής 3 διατυπώσεις:

K.1.1. Κατανοώ πολύ καλά την έννοια της "Επιστημονικής Θεωρίας"

K.1.2. Μια επιστημονική θεωρία που εξηγεί ένα φυσικό φαινόμενο είναι απλά μια υπόθεση

K.1.3. Μια επιστημονική θεωρία είναι μια ομάδα υποθέσεων που ελέγχθηκαν επανειλημμένα και δεν απορρίφθηκαν

➤ στο πεδίο «**B. Διαδικασία κ Μηχανισμοί της Εξέλιξης κ της Φυσικής Επιλογής**» διερευνάται:

K.2.η κατανόηση των βασικών χαρακτηριστικών του μηχανισμού της Εξέλιξης μέσω της Φυσικής Επιλογής με τις εξής 8 διατυπώσεις:

K.2.1. Η εξέλιξη ενός οργανισμού συνεπάγεται πάντα βελτίωση των χαρακτηριστικών του

K.2.2. Η «επιβίωση του καλύτερα προσαρμοσμένου» στην ουσία σημαίνει «ότι μόνο ο ισχυρός επιβιώνει»

K.2.3. Με τη Φυσική Επιλογή επιλέγονται τα άτομα του πληθυσμού που έχουν μεγαλύτερες δυνατότητες επιβίωσης στο συγκεκριμένο περιβάλλον (καλύτερα προσαρμοσμένα)

K.2.4. Ο μηχανισμός της Φυσικής Επιλογής επειδή προϋποθέτει αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων και με το περιβάλλον τους, οδηγεί στην εξέλιξη των ατόμων

K.2.5. Αυτό που εξελίσσεται είναι ο πληθυσμός και όχι τα μεμονωμένα άτομα

K.2.6. Η εξέλιξη για να συμβεί απαιτεί συσσώρευση κληρονομίσιμων χαρακτηριστικών που έχουν εδραιωθεί στους πληθυσμούς διαδοχικών γενεών μέσω της φυσικής επιλογής

K.2.7. Για να δράσει η εξέλιξη απαιτείται να προϋπάρχει ποικιλομορφία χαρακτηριστικών ανάμεσα στα άτομα του είδους

K.2.8. Ένα πολύπλοκο όργανο, όπως το μάτι, δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω της εξέλιξης αλλά μόνο υπό την επίβλεψη ανώτερου σχεδιαστή

K.3.εάν είναι κατανοητή η δημιουργία και εξαφάνιση ειδών μέσω εξέλιξης με τις εξής 3 διατυπώσεις:

K.3.2. Δεν υπάρχουν αποδείξεις ότι η εξέλιξη των ειδών συνέβη ή συμβαίνει

K.3.1. Τα περισσότερα είδη οργανισμών που έζησαν στο παρελθόν σήμερα έχουν εξαφανιστεί

K.3.2. Νέα είδη οργανισμών δημιουργούνται συνεχώς (ακόμα και σήμερα)

K.4.εάν είναι κατανοητό το τι εξηγεί η Θεωρία της Εξέλιξης με τις εξής 2 διατυπώσεις:

K.4.1. Η Εξελικτική Θεωρία προσπαθεί να εξηγήσει εάν υπάρχει η εξέλιξη των οργανισμών ή όχι

K.4.2. Η Εξελικτική Θεωρία εξηγεί σωστά και την εμφάνιση της ζωής στη Γη

K.5.εάν είναι κατανοητό τι σημαίνει Εξέλιξη των οργανισμών με τις εξής 3 διατυπώσεις:

K.5.1. Εξέλιξη σημαίνει σε τελική ανάλυση "διαφοροποίηση από το υπάρχον"

K.5.2. Η εξέλιξη οδηγεί πάντα στη δημιουργία ενός νέου είδους (ειδογένεση)

K.5.3. Η εξέλιξη απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα για να συμβεί, γι αυτό είναι δύσκολο να παρατηρηθεί άμεσα.

K.6.το επίπεδο παρουσίας Λαμαρκικών αντιλήψεων των μαθητών (αρχή κληρονόμηση επίκτητων χαρακτηριστικών, αρχή χρήσης αχρησίας) με τις εξής 4 διατυπώσεις:

K.6.1. Ένα χαρακτηριστικό που αποκτιέται κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ανθρώπου μπορεί να κληρονομηθεί στις επόμενες γενιές

K.6.2. Εάν δύο βορειοευρωπαίοι γονείς με ανοιχτό χρώμα δέρματος μεταναστεύσουν στην Αφρική και αποκτήσουν "μαύρισμα", τα παιδιά τους θα είναι πιο "μαυρισμένα" απ'ότι ήταν (αρχικά) οι γονείς τους.

K.6.3. Ένα όργανο αν δεν χρησιμοποιείται συνέχεια, τότε αυτό σιγά – σιγά εξαφανίζεται λόγω της αχρησίας του και οι επόμενες γενιές πιθανόν να μην το έχουν

K.6.4. Όλες οι πάπιες σε μια μικρή λίμνη έχουν τα δάκτυλα των ποδιών τους ενωμένα με μεμβράνες. Η λίμνη αποξηραίνεται τελείως. Με την πάροδο του χρόνου οι απόγονοι των παπιών θα εξελιχθούν ώστε να μην έχουν καθόλου μεμβράνες ανάμεσα στα δάκτυλα των ποδιών τους.

K.7.το επίπεδο ύπαρξης τελεολογικών ερμηνειών φαινομένων εκ μέρους των μαθητών με τις εξής 2 διατυπώσεις:

K.7.1. Ένας οργανισμός μπορεί να αλλάξει χαρακτηριστικά/μορφή κατά τη διάρκεια της ζωής του, προκειμένου να προσαρμοστεί στο περιβάλλον του, το οποίο έχει αλλάξει

K.7.2. Ο ρόλος της δημιουργίας μεμβρανών στα πόδια της πάπιας έχει σαν σκοπό να κολυμπά πιο γρήγορα, προκειμένου να συλλαμβάνει την τροφή της

K.8.το επίπεδο κατανόησης του τρόπου κληρονόμησης των χαρακτηριστικών ή/και εμφάνισης νέων με τις εξής 5 διατυπώσεις:

K.8.1. Τα χαρακτηριστικά των απογόνων έχουν κληροδοτηθεί σε αυτούς από τους γονείς τους

K.8.2. Τα χαρακτηριστικά των απογόνων είναι πάντα ανάμειξη (μέσος όρος) των χαρακτηριστικών των γονέων τους.

K.8.3. Η εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό καθορίζεται μόνο από το περιβάλλον

K.8.4. Η εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό γίνεται τυχαία

K.8.5. Η εξέλιξη μπορεί να αλλάξει τα κληρονομούμενα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού κατά τη διάρκεια της ζωής του

K.9. ...η κατανόηση του γεωλογικού χρόνου με τις εξής 3 διατυπώσεις:

K.9.1. Η ηλικία της γης είναι:

A. 10.000 έτη B. 6.000.000 έτη Γ. 4.500.000.000 έτη

K.9.2. Η Γη είναι αρκετά μεγάλη ηλικιακά, ώστε να έχει συμβεί η εξέλιξη των οργανισμών

K.9.3. Οι επιστημονικές μέθοδοι χρονολόγησης των απολιθωμάτων και των γεωλογικών πετρωμάτων είναι αξιόπιστες

➤ στο πεδίο «**Γ. Η Εξέλιξη του Ανθρώπου**» διερευνάται :

K.10. ...η κατανόηση της εξέλιξης του ανθρώπου και της χρονικής παρουσίας του στη Γη με τις εξής 6 διατυπώσεις:

K.10.1. Ο σύγχρονος άνθρωπος (Homo sapiens) προήλθε μέσω εξελικτικών διαδικασιών, που ελέγχονταν όμως από τον Θεό.

K.10.2. Ο άνθρωπος εξελίχθηκε από τους σημερινούς πιθήκους

K.10.3. Ο άνθρωπος και ο χιμπατζής εξελίχθηκαν από κάποιο πιθηκόμορφο κοινό πρόγονο

K.10.4. Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινοσαύρους

K.10.5. Ο Πρώτος Άνθρωπος (Homo habilis) που βρέθηκε να ζει στη Γη έχει ηλικία:

A. 10.000 έτη B. 2.000.000 έτη Γ. 30.000.000 έτη

K.10.6. Ο σύγχρονος άνθρωπος (Homo sapiens) έχει μια ηλικία παρουσίας στη Γη:

A. 250.000 έτη B. 35.000 έτη Γ. 3.000 έτη

Στη συνέχεια, οι διατυπώσεις τοποθετήθηκαν στο ερωτηματολόγιο με τυχαία σειρά, ώστε να μην είναι εμφανής η σχέση των διατυπώσεων ενός πεδίου μεταξύ τους.

Από τις 47 διατυπώσεις του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα:

- 17 διατυπώσεις προήλθαν από το ερωτηματολόγιο των Cunningham & Wescott (2009) (κωδικοί διατύπωσης : K.1.1, K.1.2, K.1.3, K.2.1, K.2.2, K.2.7, K.3.1, K.4.2, K.6.2, K.6.4, K.7.2, K.8.3, K.8.4, K.10.1, K.10.2, K.10.3, K.10.4),
- 5 διατυπώσεις προήλθαν από το ερωτηματολόγιο των Yates & Marek (2015), (κωδικοί διατύπωσης: K.2.8, K.6.1, K.8.5, K.9.2, K.9.3)
- 5 διατυπώσεις προήλθαν από το ερωτηματολόγιο των Rutledge & Warden (1999) (κωδικοί διατύπωσης : A.1.1, A.1.4, A.1.5, A.1.6, A.2.1) και

- 20 διατυπώσεις δημιουργήθηκαν εξ αρχής από τον ερευνητή με βάση την προσωπική διδακτική εμπειρία και την ύλη της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου (κωδικοί διατύπωσης : A.1.2, A.1.3, A.2.2, K.2.3, K.2.4, K.2.5, K.2.6, K.3.2, K.3.3, K.4.1, K.5.1, K.5.2, K.5.3, K.6.3, K.7.1, K.8.1, K.8.2, K.9.1, K.10.5, K.10.6)

Από τις 44 διατυπώσεις του ερωτηματολογίου της μορφής «Συμφωνώ – Διαφωνώ – Δεν ξέρω» που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα:

- 18 διατυπώσεις είναι επιστημονικά σωστές, δηλ. η συμφωνία με αυτές αντιστοιχεί σε αποδοχή/κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης, ενώ η διαφωνία αντιστοιχεί στην παρανόηση (κωδικοί : A.1.3, A.1.4, A.1.5, A.2.2, K.1.3, K.2.3, K.2.5, K.2.6, K.2.7, K.3.2, K.3.3, K.5.1, K.5.3, K.8.1, K.8.4, K.9.2, K.9.3, K.10.3)
- 25 διατυπώσεις είναι παρανοήσιμες ή επιστημονικά λανθασμένες, δηλ. η συμφωνία με αυτές αντιστοιχεί σε παρανόηση, ενώ η διαφωνία σε αποδοχή/κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης (κωδικοί : A.1.1, A.1.2, A.1.6, A.2.1, K.1.2, K.2.1, K.2.2, K.2.4, K.2.8, K.3.1, K.4.1, K.4.2, K.5.2, K.6.1, K.6.2, K.6.3, K.6.4, K.7.1, K.7.2, K.8.2, K.8.3, K.8.5, K.10.1, K.10.2, K.10.4), ενώ
- 1 διατύπωση (κωδικός K.1.1) ζητά την προσωπική εκτίμηση για το επίπεδο κατανόησης μιας έννοιας (Επιστημονική Θεωρία)

Οι δε 3 ερωτήσεις πολλαπλών απαντήσεων του ερωτηματολογίου (κωδικοί διατύπωσης : K.9.1, K.10.5, K.10.6) χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του βαθμού κατανόησης του γεωλογικού χρόνου.

Οι διατυπώσεις του ερωτηματολογίου ανά κατηγορία και ανά πεδίο έρευνας παρουσιάζονται στα Παραρτήματα στον Πίνακα 1. Οι διατυπώσεις του ερωτηματολογίου ανά σειρά εμφάνισης παρουσιάζονται στα Παραρτήματα στον Πίνακα 2. Η έντυπη εκδοχή του ερωτηματολογίου παρουσιάζεται στα Παραρτήματα στον Πίνακα 3.

6.5 Το δείγμα και η δειγματοληψία

Ο πληθυσμός στόχος της έρευνας ήταν οι πρωτοετείς φοιτητές από τα τέσσερα (4) διαφορετικά πανεπιστημιακά Τμήματα Βιολογίας (Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Πανεπιστημίου Πάτρας, Πανεπιστημίου Κρήτης) της χώρας. Οι φοιτητές αυτοί :

- διδάχτηκαν την Εξελικτική Θεωρία σχετικά πρόσφατα ως τελειόφοιτοι του Γενικού Λυκείου κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2017-2018
- αποτελούν τη βασική δεξαμενή των μελλοντικών εκπαιδευτικών που θα διδάξουν το μάθημα της Βιολογίας, και ειδικότερα την Εξελικτική Θεωρία, στο ελληνικό σχολείο και
- είναι οι μοναδικοί φοιτητές που αποδεδειγμένα θα διδαχθούν την Εξέλιξη ως βασικό μάθημα στο Πρόγραμμα Σπουδών τους σε επόμενα έτη, γεγονός που αποτελεί και δυνητική βάση για μελλοντική έρευνα. Συγκεκριμένα :
 - ✓ στο Τμήμα Βιολογίας του Ε.Κ.Π.Α. το μάθημα της «Εξελικτικής Βιολογίας» διδάσκεται κατά το Ζ' Εξάμηνο
 - ✓ στο Τμήμα Βιολογίας του Α.Π.Θ. το μάθημα «Εξέλιξη και στοιχεία Γενετικής Πληθυσμών» διδάσκεται στο Γ' Εξάμηνο
 - ✓ στο Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών το μάθημα «Εξέλιξη» διδάσκεται κατά το ΣΤ' Εξάμηνο και
 - ✓ στο Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης το μάθημα «Εξέλιξη» διδάσκεται στο Ε' Εξάμηνο

Όπως φαίνεται παραπάνω, σε κανένα από τα τέσσερα (4) Πανεπιστημιακά Τμήματα Βιολογίας δεν διδάσκεται η Εξέλιξη στο πρώτο εξάμηνο, γεγονός που διασφαλίζει την μη-επιρροή των αποτελεσμάτων της έρευνας από οποιαδήποτε πανεπιστημιακή διδασκαλία.

Οι φοιτητές των Πανεπιστημιακών Τμημάτων συνήθως προέρχονται από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας (αστικές και μη αστικές), έχουν συμπληρώσει το 18ο έτος της ηλικίας τους και η συμμετοχή τους στην έρευνα ήταν προαιρετική και ανώνυμη. Έτσι, η μοναδική άδεια που χρειάστηκε για την έρευνα ήταν η έγκριση από τον αντίστοιχο Πρόεδρο του Τμήματος, ώστε να γίνει η προσέγγιση των φοιτητών μέσω της Γραμματείας του Τμήματος και του email τους. Η άδεια πρόσβασης στους ερωτούμενους ευγενικά παραχωρήθηκε από όλους του Προέδρους των Τμημάτων Βιολογίας των Ελληνικών Πανεπιστημίων. Το γεγονός αυτό μας διευκόλυνε στη διεξαγωγή της έρευνας και δεν απαίτησε ιδιαίτερη κατανάλωση οικονομικών πόρων.

Έτσι, κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ 10 Οκτωβρίου 2018 και 22 Δεκεμβρίου 2018 οι πρωτοετείς φοιτητές κλήθηκαν να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο ανώνυμα.

Το ερωτηματολόγιο συντάχθηκε σε δύο μορφές: μία ηλεκτρονική (στη μορφή Google Form) και μία έντυπη. Η ηλεκτρονική μορφή ήταν ένα διαδραστικό έγγραφο, που μπορούσε κάποιος να το συμπληρώσει on line στην κατάλληλη ηλεκτρονική διεύθυνση. Ο τρόπος συμπλήρωσης στην ηλεκτρονική μορφή ήταν εύκολος και γρήγορος. Όλα τα πεδία ήταν πολλαπλής επιλογής με 3 μόνο επιλογές (κυρίως «Συμφωνώ – Διαφωνώ - Δεν ξέρω» εκτός 3 ερωτήσεων), με δυνατότητα όμως πάντα μόνο μιας επιλογής. Με κάθε καταχώρηση από ερωτούμενο το ερωτηματολόγιο αποθηκευόταν on line στον αποθηκευτικό χώρο του Google Drive του συγγραφέα. Με την κατάλληλη ρύθμιση της ηλεκτρονικής φόρμας (η πρόσκληση συνδεόταν με το email του ερωτούμενου) διασφαλίστηκε ότι κάθε ερωτούμενος θα μπορεί να συμπληρώνει μόνο μια φορά το ερωτηματολόγιο χωρίς να καταργείται η ανωνυμία της έρευνας. Στο τέλος της δειγματοληψίας, όλα τα αποτελέσματα μεταφέρθηκαν στον προσωπικό υπολογιστή του ερευνητή σε μορφή αρχείου excel. Το δε έντυπο ερωτηματολόγιο αποτελεί πιστό αντίγραφο σε όλα τα επίπεδα της ηλεκτρονικής φόρμας, οργανώθηκε με ευανάγνωστο τρόπο και έγινε προσπάθεια ώστε να διευθετηθεί σε ένα ενιαίο τετρασέλιδο. Το ερωτηματολόγιο με την έντυπη μορφή που δόθηκε προς συμπλήρωση στους φοιτητές παρουσιάζεται στα Παραρτήματα στον Πίνακα 3.

Αρχικά, και μετά από προφορική και έγγραφη συνεννόηση με τους Προέδρους των 4 Τμημάτων Βιολογίας των Ελληνικών Πανεπιστημίων, στάλθηκε στις αντίστοιχες Γραμματείες των Τμημάτων μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (email) με το οποίο γινόταν ευγενική παράκληση για την προώθηση του ερωτηματολογίου στα email των πρωτοετών φοιτητών του εκάστοτε Τμήματος, και το οποίο περιείχε πέραν του επεξηγηματικού εισαγωγικού κειμένου και τον αντίστοιχο υπερσύνδεσμο προς τη φόρμα συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου. Επειδή ο αριθμός των φοιτητών που συμπλήρωσε την ηλεκτρονική φόρμα -κυρίως από τα Τμήματα Βιολογίας Πάτρας και Κρήτης- δεν ήταν ο αναμενόμενος, σε επόμενη φάση στάλθηκε στα αντίστοιχα Τμήματα και η έντυπη εκδοχή για να συμπληρωθεί από φοιτητές που δεν είχαν ήδη συμμετάσχει στην έρευνα (με την παρέμβαση και βοήθεια διδασκόντων σε κάθε Τμήμα). Τα συμπληρωμένα έντυπα ερωτηματολόγια επεστράφησαν στον ερευνητή, και οι απαντήσεις τους αποδελτιώθηκαν και συμπληρώθηκαν στις απαντήσεις της ηλεκτρονικής εκδοχής με τον ίδιο ακριβώς τρόπο καταχώρισης, και τελικά αποθηκεύτηκαν σε ένα ενιαίο αρχείο excel.

Συνολικά, το δείγμα που συγκεντρώθηκε περιλάμβανε 240 απαντήσεις σε ερωτηματολόγια από σύνολο περίπου 450 πρωτοετών φοιτητών των 4 Τμημάτων Βιολογίας των Ελληνικών

Πανεπιστημίων κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους 2018-2019. Το δείγμα θεωρείται αντιπροσωπευτικό ως προς τον πληθυσμό.

6.6 Η επεξεργασία των δεδομένων

Όπως προαναφέρθηκε, όλες οι απαντήσεις αποθηκεύτηκαν σε ένα ενιαίο αρχείο excel, το οποίο στη συνέχεια με την κατάλληλη προεργασία εισήχθη για επεξεργασία στο στατιστικό πακέτο SPSS 22, η οποία είναι μια από τις βασικές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται για τη στατιστική επεξεργασία των ποσοτικών δεδομένων.

Το ερωτηματολόγιο της έρευνας είναι ένα εργαλείο που δημιουργήθηκε από την αρχή, και το οποίο, όπως περιγράφηκε σε προηγούμενη ενότητα, στηρίχθηκε τόσο σε ερωτήσεις ελεγμένα αξιόπιστων εργαλείων της διεθνούς βιβλιογραφίας όσο και σε νέες ερωτήσεις που δημιουργήθηκαν από τον ερευνητή. Αποτελεί, δηλαδή, ένα νέο εργαλείο μέτρησης, που εφαρμόζεται για πρώτη φορά σε συγκεκριμένο πληθυσμό, με διαφορετικά χαρακτηριστικά, οπότε και επιβάλλεται ο έλεγχος της αξιοπιστίας εσωτερικής συνέπειας (Internal Consistency Reliability). Η αξιοπιστία (Reliability) αναφέρεται στη σταθερότητα που εμφανίζεται στα αποτελέσματα ενός εργαλείου σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο ίδιο ή σε αντίστοιχα δείγματα από τον πληθυσμό. Αρχικά, λοιπόν, ελέγχθηκε η αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου, ξεχωριστά για τις ερωτήσεις της ενότητας «Αποδοχή» και για αυτές της ενότητας «Κατανόηση», με τη βοήθεια του συντελεστή Cronbach's alpha (Cronbach, 1951) ο οποίος αποτελεί μία από τις πιο δημοφιλείς τεχνικές υπολογισμού της αξιοπιστίας.

Στη συνέχεια, με τη βοήθεια αρχείου Excel και με βάση τις δυνατότητες που μας παρέχει το στατιστικό πακέτο προχωρήσαμε στην απόδοση αριθμητικών τιμών σε όλες τις πιθανές τιμές των μεταβλητών μας (φύλο, πανεπιστημιακό τμήμα, ειδικότητα εκπαιδευτικού κτλ). Επίσης, αποδώσαμε αριθμητικές τιμές στις απαντήσεις του ερωτηματολογίου, με την τιμή 0 να αντιστοιχεί στην επιστημονικά λάθος απάντηση και την τιμή 1 να αντιστοιχεί στην επιστημονικά σωστή απάντηση. Ακολούθως, δημιουργήσαμε δύο νέες μεταβλητές οι οποίες ονομάστηκαν «Αποδοχή (Acceptance)» & «Κατανόηση (Understanding)», προκειμένου σε αυτές τις μεταβλητές να καταγράφεται το άθροισμα των τιμών που προκύπτει για κάθε συμμετέχοντα με βάση τις απαντήσεις του για το τμήμα των ερωτήσεων που αντιστοιχούν στις δύο βασικές ενότητες της έρευνας. Έτσι για παράδειγμα, στην ενότητα «Αποδοχή» το

άθροισμα των τιμών ενός συμμετέχοντα μπορεί να κυμαίνεται από 0 έως 8 (καθώς αφορά 8 ερωτήσεις, με κλίμακα αριθμητικών τιμών απαντήσεων 0 ή 1 για κάθε μία ερώτηση). Αντίστοιχα, στην ενότητα «Κατανόηση» το αντίστοιχο άθροισμα μπορεί να κυμαίνεται από 0 έως 33 (καθώς αφορά 33 ερωτήσεις, με κλίμακα αριθμητικών τιμών απαντήσεων 0 ή 1 για κάθε μία ερώτηση). Διαιρώντας με το πλήθος των ερωτήσεων κάθε ενότητας αντίστοιχα, προέκυψε στη συνέχεια ένας μέσος όρος για κάθε συμμετέχοντα στην έρευνα. Τελικά, με βάση τα παραπάνω μπορέσαμε να υπολογίσουμε και τη μέση τιμή (ο μέσος όρος όλων των συμμετεχόντων) με την τυπική της απόκλιση στις δύο ενότητες ως «Μέση Αποδοχή (Mean Acceptance)» & «Μέση Κατανόηση (Mean Understanding)» αντίστοιχα, σε μια κλίμακα από 0-1, με την τιμή 0 να αντιστοιχεί στην Μηδενική Αποδοχή/Κατανόηση και την τιμή 1 να αντιστοιχεί στην Πλήρη Αποδοχή/Κατανόηση.

Σε επόμενο βήμα πραγματοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης (Correlation Analysis) μεταξύ των δύο εννοιών «Μέση Αποδοχή» & «Μέση Κατανόηση», προκειμένου να διερευνηθεί η σχέση ανάμεσα τους, δηλαδή εάν και πώς σχετίζονται μεταξύ τους η αποδοχή και η κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης.

Προκειμένου, τέλος, να εξεταστούν τα δευτερεύοντα ερευνητικά ερωτήματα, πραγματοποιήθηκε:

- Independent samples t-test, για να εξεταστεί αν υπάρχει διαφορά μεταξύ των δύο φύλων σε σχέση με τις δύο ενότητες «Μέση Αποδοχή» και «Μέση Κατανόηση»
- One Way ANOVA, προκειμένου να εξεταστεί αν υπάρχουν διαφορές σε σχέση με τις δύο ενότητες «Μέση Αποδοχή» και «Μέση Κατανόηση» ανάλογα :
 - με την ειδικότητα του εκπαιδευτικού που δίδασκε το μάθημα
 - με τη σειρά διδασκαλίας του κεφαλαίου της εξέλιξης
 - με τη συνέπεια των μαθητών στην παρακολούθηση των μαθημάτων διδασκαλίας της εξέλιξης

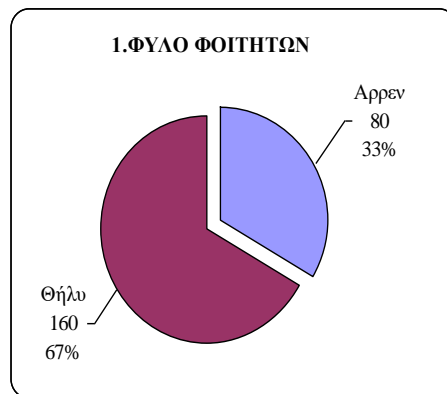
Το όριο της στατιστικά σημαντικής διαφοράς (p) ορίστηκε στο 0,05, που σημαίνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά όταν $p < 0,05$.

7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

7.1 Δημογραφικά – εισαγωγικά στοιχεία

Φύλο

Από τα 240 ερωτηματολόγια που συγκεντρώθηκαν τα 80 ήταν από φοιτητές (33%) και τα 160 από φοιτήτριες (67%), όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 7.1-1:



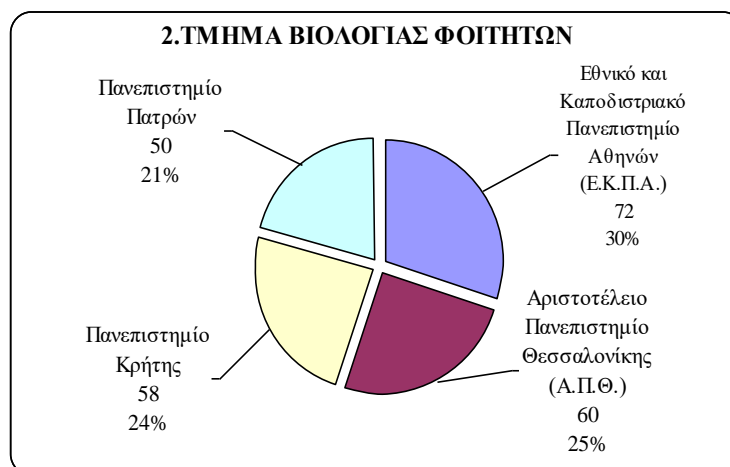
Σχήμα 7.1-1 Φύλο Φοιτητών

Πανεπιστήμιο φοίτησης.

Από τους 240 φοιτητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνα

- το 30% (72) προέρχονταν από το Τμήμα Βιολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (Ε.Κ.Π.Α.)
- το 25% (60) προέρχονταν από το Τμήμα Βιολογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.)
- το 21% (50) προέρχονταν από το Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών
- το 24% (58) προέρχονταν από το Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης,

όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 7.1-2:



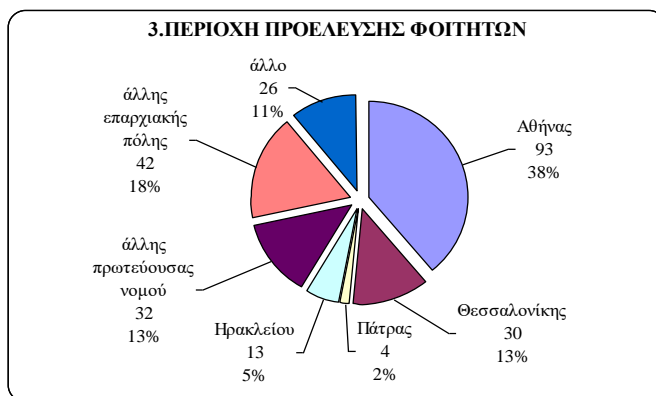
Σχήμα 7.1-2 Τμήμα Βιολογίας Φοιτητών

Πόλη προέλευσης

Από τους 240 φοιτητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνα

- το 71% (172) προέρχονταν από μεγάλο αστικό κέντρο (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Ηράκλειο ή άλλη πρωτεύουσα νομού) ενώ,
- το 29% (68) προέρχονταν είτε από πόλεις της ελληνικής επαρχίας είτε από το εξωτερικό, και πιο συγκεκριμένα από την Κύπρο και τη Γερμανία,

όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 7.1-3:



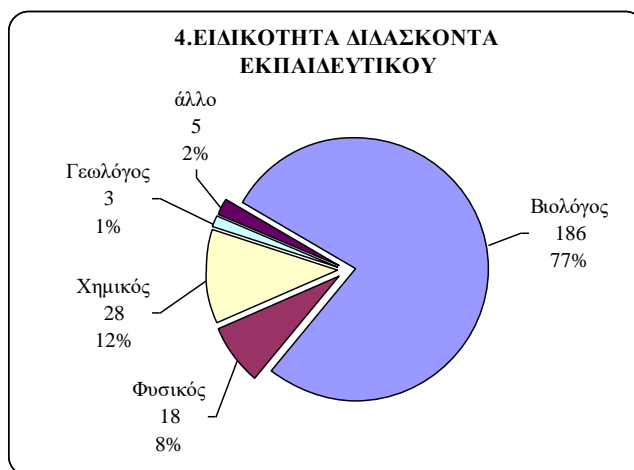
Σχήμα 7.1-3 Περιοχή Προέλευσης Φοιτητών

Ειδικότητα διδάσκοντα εκπαιδευτικού.

Από τους εκπαιδευτικούς που δίδαξαν Βιολογία Γενικής Παιδείας στη Γ' Λυκείου στους 240 φοιτητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνα

- το 77% (186) ήταν βιολόγοι
- το 12% (28) ήταν χημικοί
- το 8% (18) ήταν φυσικοί
- το 1% (3) ήταν γεωλόγοι και
- το 2% ήταν άλλης ειδικότητας, κατά κύριο λόγο γεωπόνοι (4) και ένας ιχθυολόγος,

όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 7.1-4:



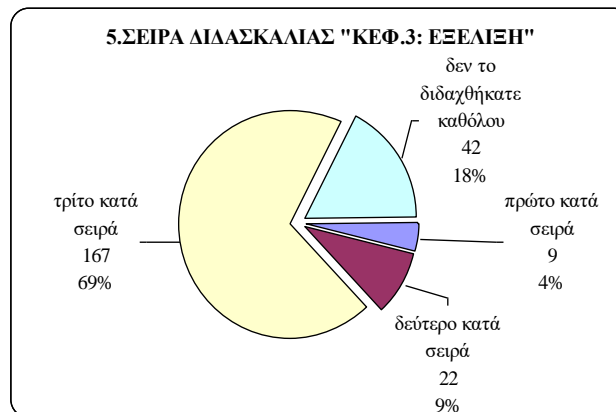
Σχήμα 7.1-4 Ειδικότητα Διδάσκοντα Εκπαιδευτικού

Σειρά διδασκαλίας «Κεφαλαίου 3. Εξέλιξη»

Από τους 240 φοιτητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνα το Κεφάλαιο 3 της Εξέλιξης της βιολογίας της Γ' Λυκείου Γενικής Παιδείας

- το 69% (167) το διδάχτηκαν τρίτο κατά σειρά
- το 9% (22) το διδάχτηκαν δεύτερο κατά σειρά
- το 4% (9) το διδάχτηκαν πρώτο κατά σειρά, ενώ
- το 18% (42) δήλωσαν ότι δεν το διδάχτηκαν καθόλου!

όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 7.1-5:



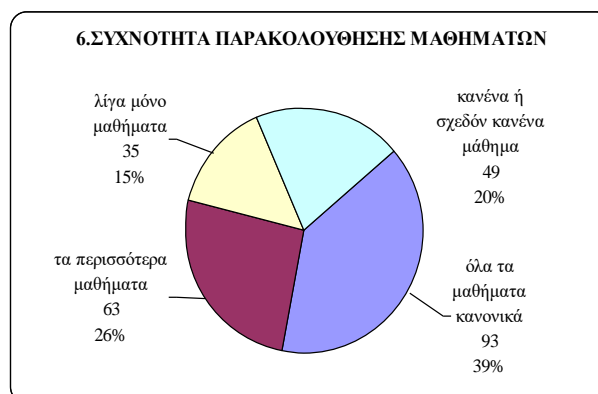
Σχήμα 7.1-5 Σειρά Διδασκαλίας «Κεφ.3 Εξέλιξη»

Βαθμός παρακολούθησης μαθημάτων διδασκαλία της Εξέλιξης

Από τους 240 φοιτητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνα

- το 39% (93) δήλωσαν ότι παρακολούθησαν κανονικά όλα τα μαθήματα του καθηγητή τους κατά τη διδασκαλία του Κεφαλαίου 3 «Εξέλιξη»
- το 26% (63) δήλωσαν ότι παρακολούθησαν τα περισσότερα μαθήματα του καθηγητή
- το 15% (35) δήλωσαν ότι παρακολούθησαν λίγα μόνο μαθήματα του καθηγητή τους
- το 20% (49) δήλωσαν ότι παρακολούθησαν κανένα ή σχεδόν κανένα μάθημα του καθηγητή τους (!)

όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 7.1-6:



Σχήμα 7.1-6 Συχνότητα παρακολούθησης μαθημάτων

7.2 Κυρίως Έρευνα

A. Αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας (reliability)

Αρχικά, ελέγχθηκε η αξιοπιστία των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου, ξεχωριστά για τις ερωτήσεις της ενότητας «Αποδοχή» και για αυτές της ενότητας «Κατανόηση». Η αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας εκτιμάται με τον συντελεστή Cronbach's alpha (Cronbach, 1951) και αποτελεί μία από τις πιο δημοφιλείς τεχνικές υπολογισμού της αξιοπιστίας. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του συντελεστή Cronbach's alpha (max=1) τόσο μεγαλύτερη είναι η αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον Nunnally (1970), ικανοποιητικές θεωρούνται οι τιμές $R > 0,7$.

Βρέθηκε ότι 6 ερωτήσεις (Κ.2.2, Κ.4.1, Κ.5.1, Κ.5.2, Κ.5.3, & Κ.8.3) χαλούσαν την εσωτερική συνοχή του ερωτηματολογίου, για αυτό και αφαιρέθηκαν στη συνέχεια από την περαιτέρω επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Μετά την αφαίρεση αυτών των ερωτήσεων, η **αξιοπιστία του ερωτηματολογίου βρέθηκε ικανοποιητική** και ίση με 0,7 και για τις δύο ενότητες, όπως φαίνεται και στο πίνακα 7.2-1.

Πίνακας 7.2-1 Οι συντελεστές αξιοπιστίας (Cronbach's Alpha) των δύο ενότητων

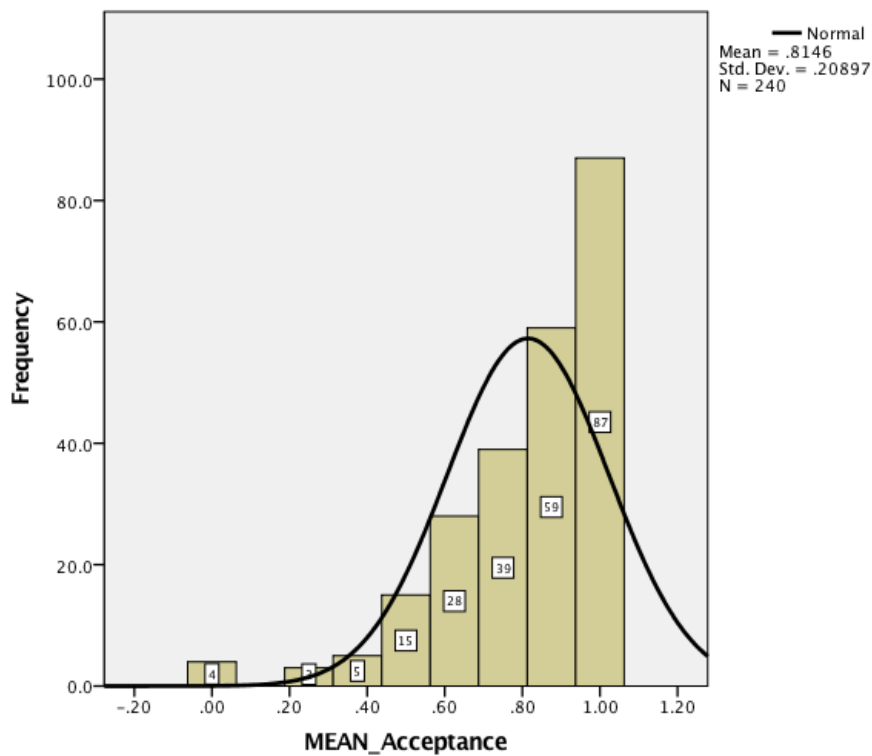
| Ενότητα | Cronbach's Alpha | Αριθμός ερωτήσεων |
|---------------------------|------------------|-------------------|
| Αποδοχή (Acceptance) | 0,7 | 8 |
| Κατανόηση (Understanding) | 0,7 | 33 |

B. Μέση Αποδοχή (Mean Acceptance) & Μέση Κατανόηση (Mean Understanding)

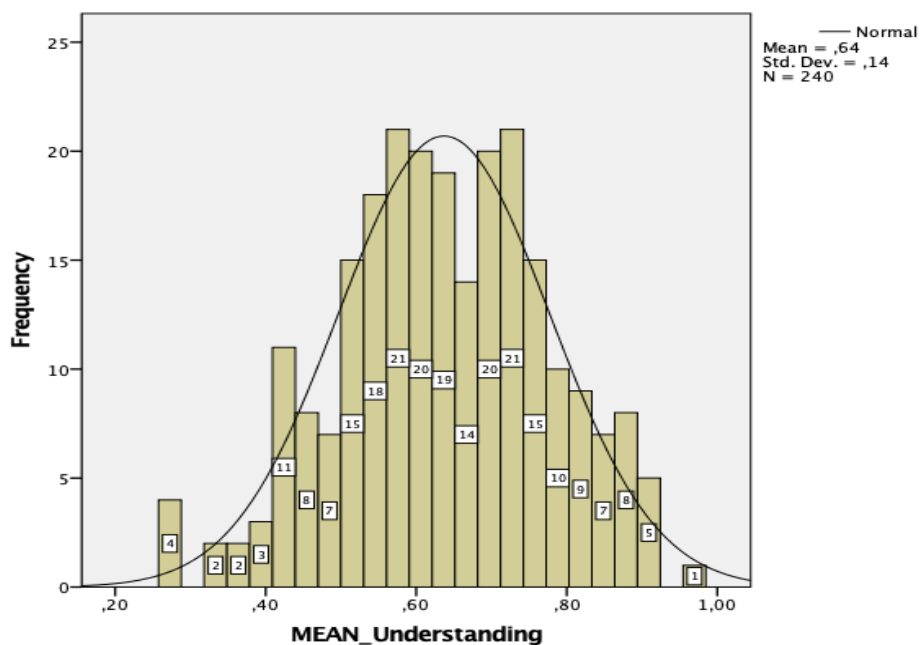
Από τη στατιστική ανάλυση βρέθηκε ότι η τιμή της μεταβλητής «Μέση Αποδοχή» είναι 0,82 με τυπική απόκλιση $\pm 0,21$. Η ελάχιστη τιμή που καταγράφηκε για συμμετέχοντα ήταν το 0 και μέγιστη το 1. Βρέθηκε, δηλαδή, ότι οι συμμετέχοντες φοιτητές/φοιτήτριες **αποδέχονται τη Θεωρία της Εξέλιξης σε ικανοποιητικά υψηλό βαθμό**. Η συχνότητα (frequency) εμφάνισης των τιμών της μεταβλητής «Μέση Αποδοχή (Mean Acceptance)» των φοιτητών φαίνεται στο σχήμα 7.2-1 παρακάτω.

Αντίστοιχα, από τη στατιστική ανάλυση βρέθηκε ότι η τιμή της μεταβλητής «Μέση Κατανόηση» είναι 0,64 με τυπική απόκλιση $\pm 0,14$. Η ελάχιστη τιμή που καταγράφηκε για συμμετέχοντα ήταν το 0,27 και μέγιστη το 0,97. Βρέθηκε, δηλαδή, ότι οι συμμετέχοντες φοιτητές/φοιτήτριες **κατανοούν μεν τη θεωρία της εξέλιξης αλλά όχι τόσο ικανοποιητικά**.

Η συχνότητα (frequency) εμφάνισης των τιμών της μεταβλητής «Μέση Κατανόηση (Mean Understanding)» των φοιτητών, φαίνεται στο σχήμα 7.2-2 παρακάτω.



Σχήμα 7.2-1 Η συχνότητα εμφάνισης των τιμών της μεταβλητής «Μέση Αποδοχή» των φοιτητών



Σχήμα 7.2-2 Η συχνότητα εμφάνισης των τιμών της μεταβλητής «Μέση Κατανόηση» των φοιτητών

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για τις μεταβλητές «Μέση Αποδοχή» και τη «Μέση Κατανόηση» (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, ελάχιστη και μέγιστη τιμή) παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 7.2-2.

Πίνακας 7.2-2. Μέση Αποδοχή και Μέση Κατανόηση

| Μεταβλητή | Μέση Τιμή | Τυπική Απόκλιση | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή |
|----------------|-------------|-----------------|---------------|--------------|
| Μέση Αποδοχή | 0,82 | 0,21 | 0,00 | 1,00 |
| Μέση Κατανόηση | 0,64 | 0,14 | 0,27 | 0,97 |

Από τη σύγκριση των μέσων τιμών παρατηρείται ότι μεταξύ των συμμετεχόντων φοιτητών/φοιτητριών υπάρχει υψηλή αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης, αλλά η κατανόησή της, παρότι σημαντική δεν είναι αντίστοιχα υψηλή.

Γ. Συσχέτιση μεταξύ μεταβλητών «Μέση Αποδοχή» και «Μέση Κατανόηση»

Από την εξέταση της συσχέτισης (Correlation Analysis) μεταξύ των δύο μεταβλητών βρέθηκε ότι υπάρχει **στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση** μεταξύ της «Μέσης Αποδοχής» και της «Μέσης Κατανόησης» της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους φοιτητές ($r=0,591$ σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $p<0,0001$). Αυτό σημαίνει ότι αύξηση του ενός συνεπάγεται αύξηση του άλλου (δηλ. αύξηση της κατανόησης συνεπάγεται αύξηση της αποδοχής και αντίστροφα).

Δ. Αποδοχή και Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης μεταξύ των δύο φύλων στον πληθυσμό των πρωτοετών φοιτητών

Οι τιμές της Μέσης Αποδοχής και της Μέσης Κατανόησης (και η τυπική απόκλιση) ανάμεσα στα δύο φύλα των συμμετεχόντων στην έρευνα παρουσιάζονται στον πίνακα 7.2-3.

Πίνακας 7.2-3. Η Μέση Αποδοχή και η Μέση Κατανόηση ανά φύλο

| | | Αριθμός | Μέση τιμή | Τυπική Απόκλιση |
|----------------|-------|---------|-----------|-----------------|
| Μέση Κατανόηση | Άρρεν | 80 | 0,6545 | 0,13787 |
| | Θήλυ | 160 | 0,6280 | 0,14095 |
| Μέση Αποδοχή | Άρρεν | 80 | 0,8359 | 0,18401 |
| | Θήλυ | 160 | 0,8039 | 0,22016 |

Από τη στατιστική ανάλυση (Independent samples t-test) βρέθηκε ότι **δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα** των συμμετεχόντων στην έρευνα, τόσο όσον αφορά τη Μέση Αποδοχή ($p=0,264$) όσο και τη Μέση Κατανόηση ($p=0,168$) της Θεωρίας της Εξέλιξης, καθώς οι αντίστοιχοι δείκτες βρέθηκαν μεγαλύτεροι από το όριο της στατιστικά σημαντικής διαφοράς που είχε τεθεί στο $\alpha=0,05$.

E. Αποδοχή και Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης ανάλογα με την ειδικότητα του διδάσκοντα εκπαιδευτικού

Από τη στατιστική ανάλυση (One Way ANOVA) βρέθηκε ότι με βάση την ειδικότητα του εκπαιδευτικού που δίδαξε τη Βιολογία στους ερωτούμενους στην Γ' Λυκείου κατά το σχολικό έτος 2017-2018

- **ΔΕΝ υπάρχει** στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά τη **Μέση Αποδοχή** των συμμετεχόντων στην έρευνα ($p=0,086>0,05$ με δείκτη ANOVA $f=2,067$), δηλαδή φαίνεται ότι οι μαθητές αποδέχονται τη Θεωρία της Εξέλιξης ανεξάρτητα της ειδικότητας του εκπαιδευτικού που τους τη δίδαξε, ενώ
- **υπάρχει** στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά τη **Μέση Κατανόηση** των συμμετεχόντων στην έρευνα ($p=0,039<0,05$ με δείκτη ANOVA $f=2,57$), δηλαδή φαίνεται ότι η κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους μαθητές επηρεάζεται από την ειδικότητα του εκπαιδευτικού που τους τη δίδαξε. Παρόλα αυτά, ενώ μέσα στο σύνολο του δείγματος εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά δεν εμφανίζεται κάτι αντίστοιχο, όταν γίνεται σύγκριση των ειδικοτήτων ανά δύο.

ΣΤ. Αποδοχή και Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης ανάλογα την σειρά διδασκαλίας του Κεφαλαίου 3 «Εξέλιξη» στο σχολείο

Από τη στατιστική ανάλυση (One Way ANOVA) βρέθηκε ότι **δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές** των συμμετεχόντων στην έρευνα, τόσο όσον αφορά τη Μέση Αποδοχή ($p=0,439$) όσο και τη Μέση Κατανόηση ($p=0,421$) της Θεωρίας της Εξέλιξης, όταν κριτήριο τίθεται η σειρά διδασκαλίας (πρώτο, δεύτερο ή τρίτο κατά σειρά) του Κεφαλαίου 3 «Εξέλιξη» της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου, καθώς οι αντίστοιχοι δείκτες βρέθηκαν μεγαλύτεροι από το όριο της στατιστικά σημαντικής διαφοράς που είχε τεθεί στο $\alpha=0,05$.

Z. Αποδοχή και Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης ανάλογα με τον βαθμό παρακολούθησης της διδασκαλίας Κεφαλαίου 3 «Εξέλιξη» στο μάθημα της Βιολογίας στο σχολείο

Από τη στατιστική ανάλυση (One Way ANOVA) βρέθηκε ότι ανάλογα με τον βαθμό παρακολούθησης από τους μαθητές (μεγάλος, μέτριος, μικρός ή καθόλου) της διδασκαλίας του κεφαλαίου της «Εξέλιξης» από τον καθηγητή τους στο μάθημα της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου κατά το σχολικό έτος 2017-2018

- **ΔΕΝ υπάρχει** στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά τη **Μέση Αποδοχή** των συμμετεχόντων στην έρευνα ($p=0,238>0,05$ με δείκτη ANOVA $f=1,418$), δηλαδή φαίνεται ότι οι μαθητές αποδέχονται τη Θεωρία της Εξέλιξης ανεξάρτητα του εάν και πόσο παρακολούθησαν τις αντίστοιχες διδασκαλίες του καθηγητή τους, ενώ
- **υπάρχει** στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά τη **Μέση Κατανόηση** των συμμετεχόντων στην έρευνα ($p=0,027<0,05$ με δείκτη ANOVA $f=3,122$). Ειδικότερα, η στατιστικά σημαντική διαφορά εντοπίζεται μεταξύ αυτών που παρακολούθησαν κανονικά όλα τα μαθήματα του καθηγητή τους και αυτών που παρακολούθησαν ελάχιστα ή κανένα μάθημα του καθηγητή τους. ($p=0,015<0,05$).

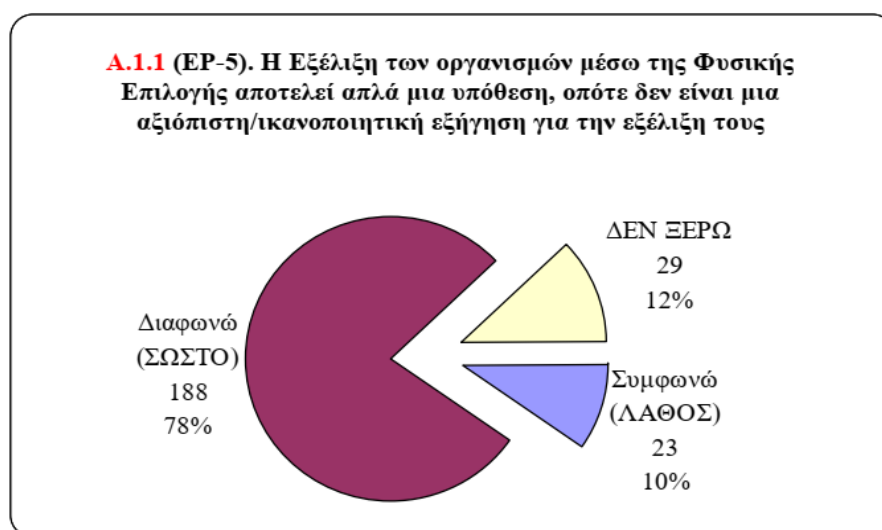
H. Αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους πρωτοετείς φοιτητές των τμημάτων Βιολογίας της Ελλάδας

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι απαντήσεις των φοιτητών στις ερωτήσεις που αφορούσαν την Αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης.

Πεδίο A.1 Αποδοχή της Εξέλιξης και της Θεωρίας της Εξέλιξης

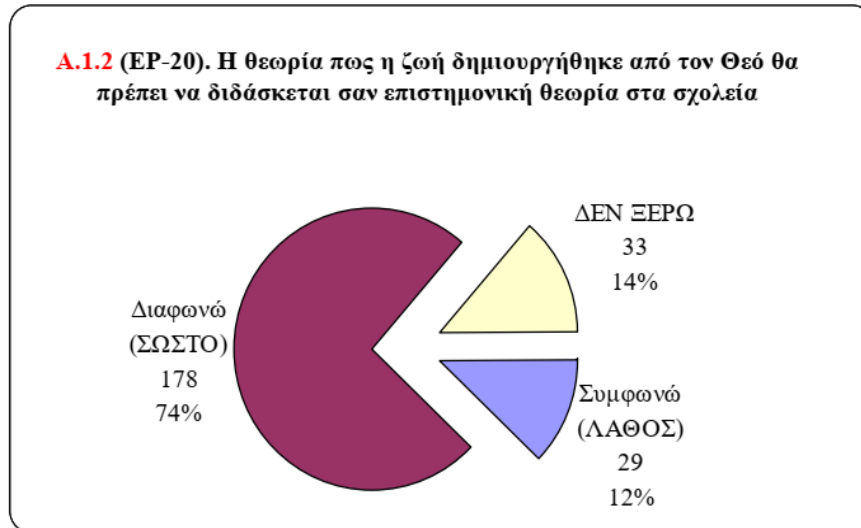
Οι απαντήσεις των φοιτητών στις ερωτήσεις της ενότητας αυτής; (A.1.1-A.1.6) παρουσιάζουν υψηλό βαθμό συνέπειας με εξαίρεση την ερώτηση A.1.5. Πιο συγκεκριμένα :

- το 78% των φοιτητών διαφωνούν σωστά με τη διατύπωση ότι «..η Εξέλιξη των οργανισμών μέσω της Φυσικής Επιλογής είναι απλά μια υπόθεση, οπότε δεν εξηγεί ικανοποιητικά την εξέλιξή τους» (A.1.1), ενώ το 10% συμφωνεί (λανθασμένα) και το 12% δεν παίρνει θέση. (Σχήμα 7.2.3)



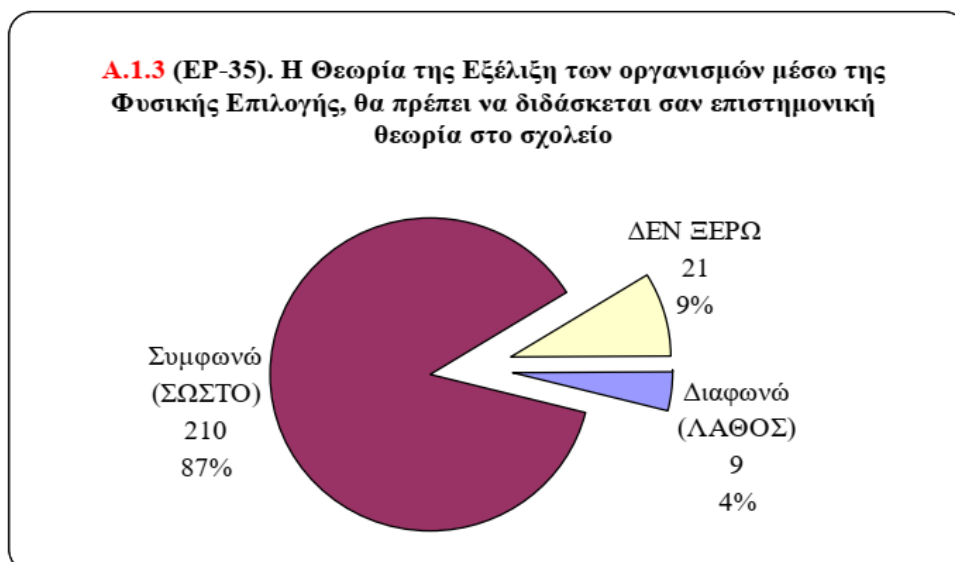
Σχήμα 7.2.3 Απαντήσεις στη διατύπωση A.1.1

- το 74% των ερωτούμενων αντιτίθεται στην άποψη ότι «η θεωρία πως η ζωή δημιουργήθηκε από τον Θεό θα πρέπει να διδάσκεται σαν επιστημονική θεωρία στα σχολεία» (Α.1.2). Αντιθέτως, μόλις το 12% συμφωνεί στην άποψη αυτή, ενώ το 14% δεν παίρνει θέση. (Σχήμα 7.2.4)



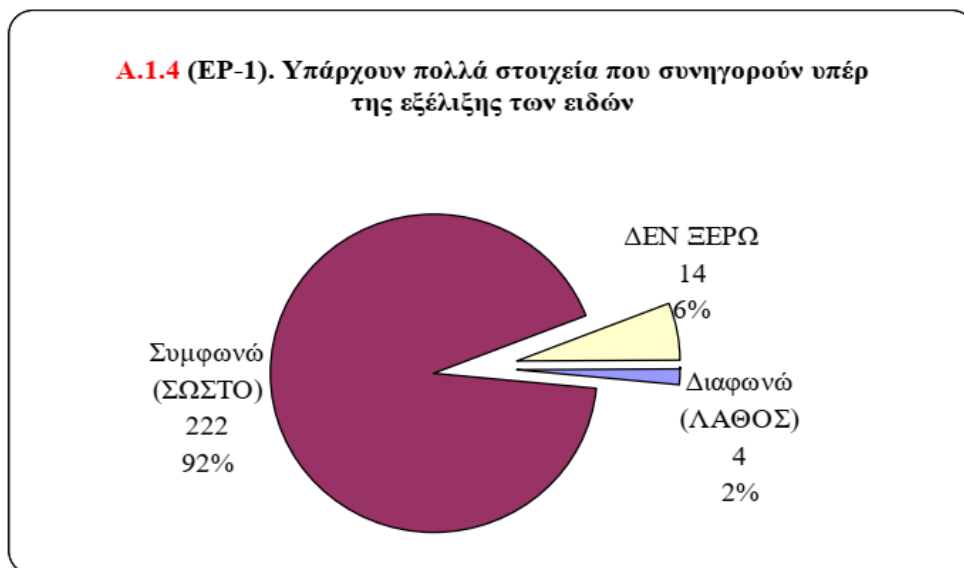
Σχήμα 7.2.4 Απαντήσεις στη διατύπωση Α.1.2

- το 87% των φοιτητών συμφωνεί με τη διατύπωση ότι «η Θεωρία της Εξέλιξη των οργανισμών μέσω της Φυσικής Επιλογής, θα πρέπει να διδάσκεται σαν επιστημονική θεωρία στο σχολείο» (Α.1.3) και μόλις το 4% διαφωνεί με αυτή. Ένα 9% δεν παίρνει θέση. (Σχήμα 7.2.5)



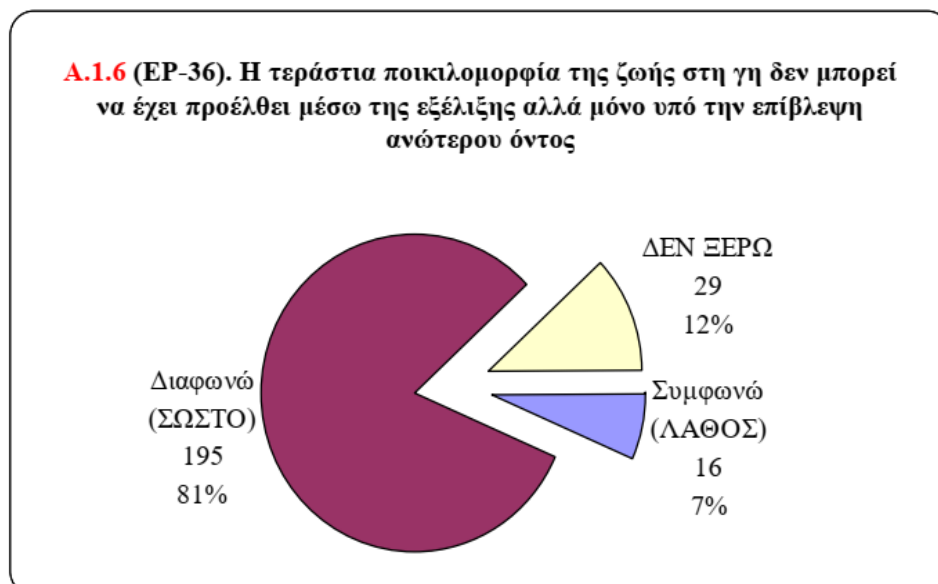
Σχήμα 7.2.5 Απαντήσεις στη διατύπωση Α.1.3

- το 92% των φοιτητών αποδέχονται τη διατύπωση ότι «υπάρχουν πολλά στοιχεία που συνηγορούν υπέρ της εξέλιξης των ειδών» (A.1.4), ενώ οι υπόλοιποι είτε διαφωνούν (2%) είτε δηλώνουν άγνοια (6%)(Σχήμα 7.2.6)



Σχήμα 7.2.6 Απαντήσεις στη διατύπωση A.1.4

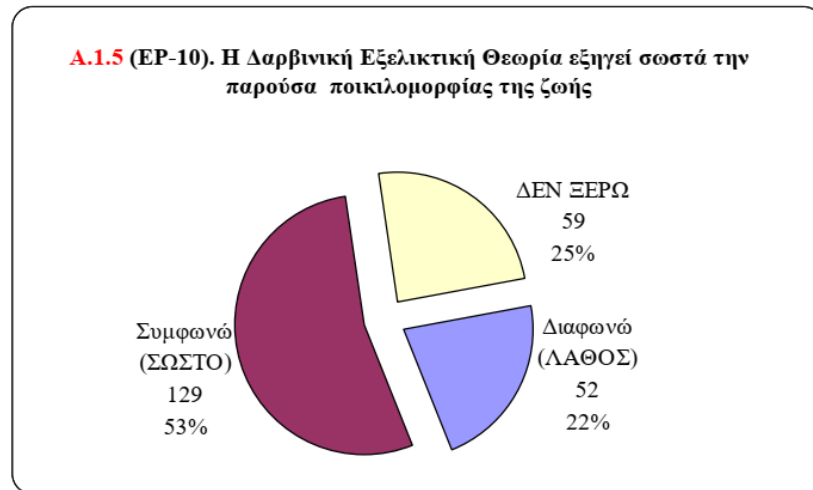
- το 81% των φοιτητών διαφωνούν (σωστά) με την άποψη ότι «η τεράστια ποικιλομορφία της ζωής στη γη δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω της εξέλιξης αλλά μόνο υπό την επίβλεψη ανώτερου όντος» (A.1.6) και μόλις ένα 7% συμφωνεί. Το υπόλοιπο 12% δεν παίρνει θέση. (Σχήμα 7.2.7)



Σχήμα 7.2.7 Απαντήσεις στη διατύπωση A.1.6

Σε αντίθεση με την υψηλή συνέπεια των σωστών απαντήσεων των φοιτητών στις προηγούμενες διατυπώσεις, έρχονται οι απαντήσεις τους στην ερώτηση A.1.5 οι οποίες

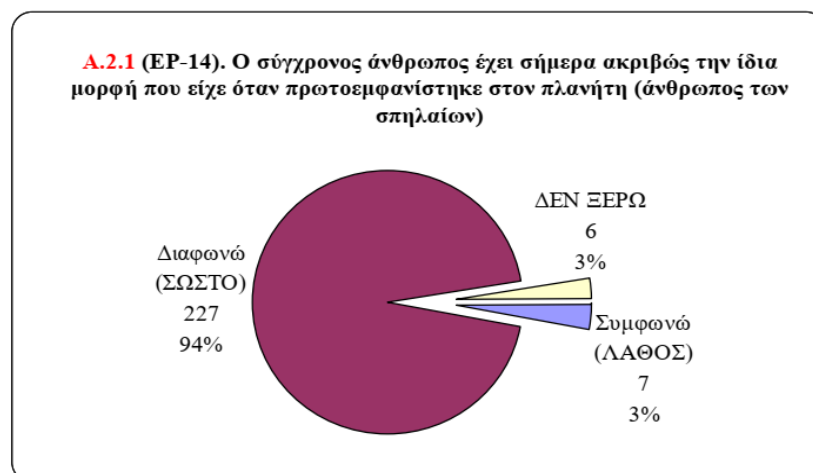
εμφανίζονται διχασμένες, καθώς μόλις το 53% των φοιτητών δηλώνει ότι συμφωνεί (σωστά) με την άποψη ότι «*Η Δαρβινική Εξελικτική Θεωρία εξηγεί σωστά την παρούσα ποικιλομορφία της ζωής*», ενώ το 47% είτε διαφωνεί (22%) είτε δηλώνει άγνοια (25%).(Σχήμα 7.2.8)



Σχήμα 7.2.8 Απαντήσεις στη διατύπωση A.1.5

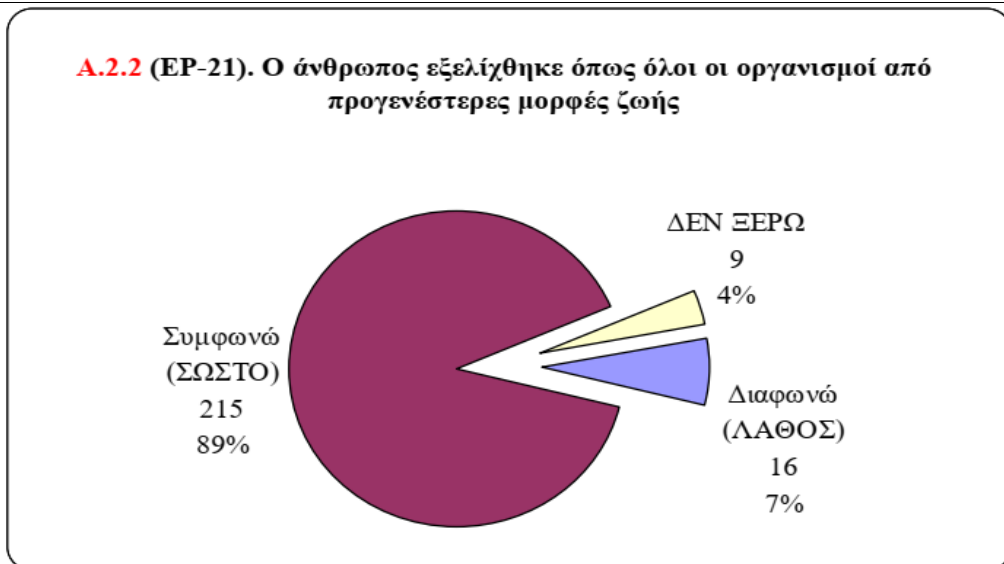
Πεδίο A.2 Αποδοχή της εξέλιξης του ανθρώπου

- το 94% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «*ο σύγχρονος άνθρωπος έχει σήμερα ακριβώς την ίδια μορφή που είχε όταν πρωτοεμφανίστηκε στον πλανήτη (άνθρωπος των σπηλαίων)*» (A.2.1), ενώ μόλις 3% συμφωνεί (λανθασμένα) και 3% δηλώνει ότι δεν γνωρίζει. (Σχήμα 7.2.9)



Σχήμα 7.2.9 Απαντήσεις στη διατύπωση A.2.1

- το 89% των φοιτητών αναγνωρίζει σωστά ότι «*Ο άνθρωπος εξελίχθηκε, όπως όλοι οι οργανισμοί, από προγενέστερες μορφές ζωής*» (A.2.2) και μόλις 11% είτε διαφωνεί με την άποψη αυτή (7%) είτε δηλώνει άγνοια (4%). (Σχήμα 7.2.10)



Σχήμα 7.2.10 Απαντήσεις στη διατύπωση A.2.2

Τα δεδομένα της ενότητας «Αποδοχή» παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στα Παραρτήματα στο Παράρτημα 4.

Θ. Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους πρωτοετείς φοιτητές των τμημάτων Βιολογίας της Ελλάδας

Αντίστοιχο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι απαντήσεις των φοιτητών στην ενότητα που αφορά την Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης και στις επιμέρους υπο-ενότητες της για: α) την Φύση της Επιστήμης, β) την Διαδικασία και τους Μηχανισμούς της Εξέλιξης και της Φυσικής Επιλογής και γ) την Εξέλιξη του Ανθρώπου. Πιο συγκεκριμένα:

«Α. Η Φύση της Επιστήμης»

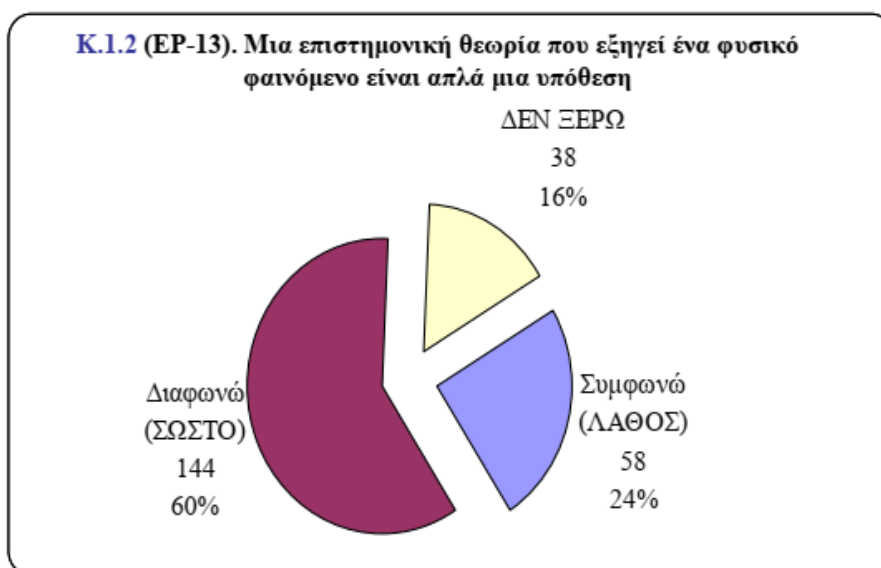
Πεδίο Κ.1 Κατανόηση της έννοιας «Επιστημονική Θεωρία»

- μόλις το 45% των φοιτητών δηλώνει ότι «Κατανοώ πολύ καλά την έννοια της “Επιστημονικής Θεωρίας”» (Κ.1.1), ενώ οι υπόλοιποι είτε αναγνωρίζουν ότι δεν έχουν καλή κατανόηση της έννοιας (15%) είτε δηλώνουν άγνοια (37%). (Σχήμα 7.2.11)



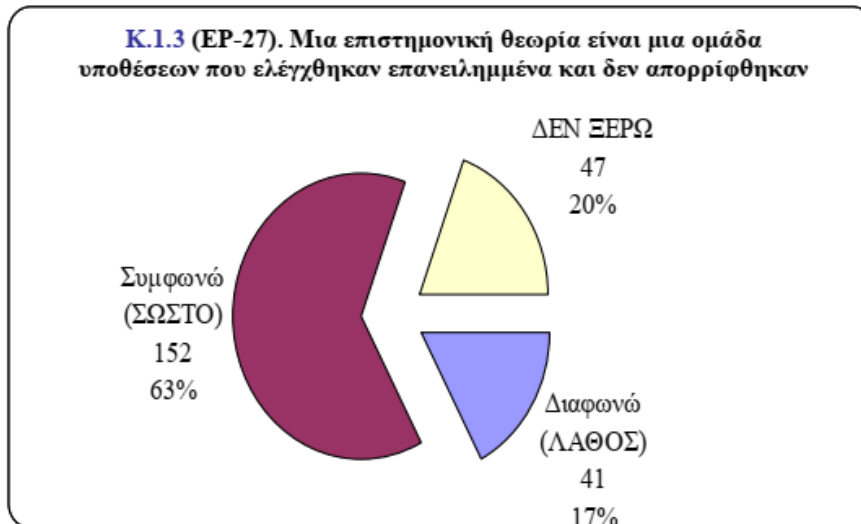
Σχήμα 7.2.11 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.1.1

- το 60% των ερωτούμενων διαφωνούν σωστά με τη διατύπωση ότι «Μια επιστημονική θεωρία που εξηγεί ένα φυσικό φαινόμενο είναι απλά μια υπόθεση» (Κ.1.2), ενώ το 24% συμφωνεί (λανθασμένα) και οι υπόλοιποι (16%) δηλώνουν άγνοια επί της διατύπωσης. (Σχήμα 7.2.12)



Σχήμα 7.2.12 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.1.2

- το 63% των ερωτούμενων συμφωνούν (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Μια επιστημονική θεωρία είναι μια ομάδα υποθέσεων που ελέγχθηκαν επανειλημμένα και δεν απορρίφθηκαν» (Κ.1.3), ενώ το 17% διαφωνεί (λανθασμένα) και οι υπόλοιποι (20%) δηλώνουν άγνοια επί της διατύπωσης. (Σχήμα 7.2.13)

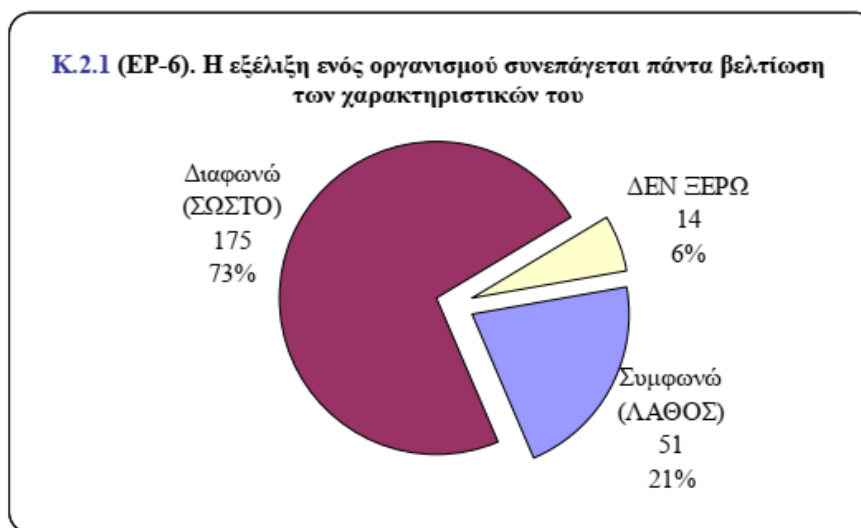


Σχήμα 7.2.13 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.1.3

«Β. Διαδικασία κ Μηχανισμοί της Εξέλιξης κ της Φυσικής Επιλογής»

Πεδίο Κ.2. Βασικά χαρακτηριστικά του μηχανισμού της Εξέλιξης μέσω της Φυσικής Επιλογής

- το 73% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Η εξέλιξη ενός οργανισμού συνεπάγεται πάντα βελτίωση των χαρακτηριστικών του» (Κ.2.1), ενώ το 21% την αποδέχεται (λανθασμένα) και ένα 6% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.14)



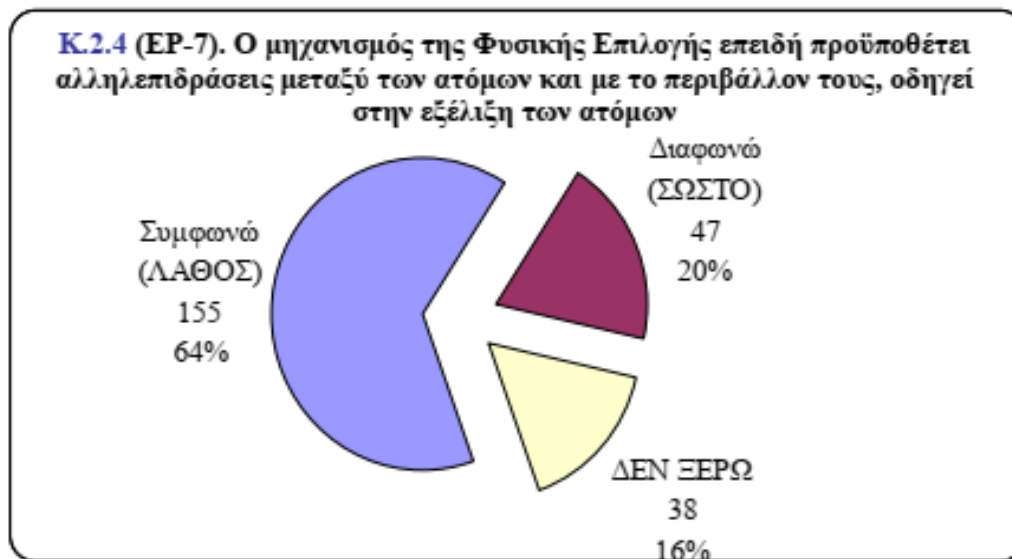
Σχήμα 7.2.14 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.2.1

- το 93% των φοιτητών αναγνωρίζει (σωστά) ότι «Με την Φυσική Επιλογή επιλέγονται τα άτομα του πληθυσμού που έχουν μεγαλύτερες δυνατότητες επιβίωσης στο συγκεκριμένο περιβάλλον (καλύτερα προσαρμοσμένα)» (Κ.2.3), και μόλις το 7% είτε διαφωνεί (λανθασμένα) (4%) είτε δηλώνει άγνοια (3%). (Σχήμα 7.2.15)



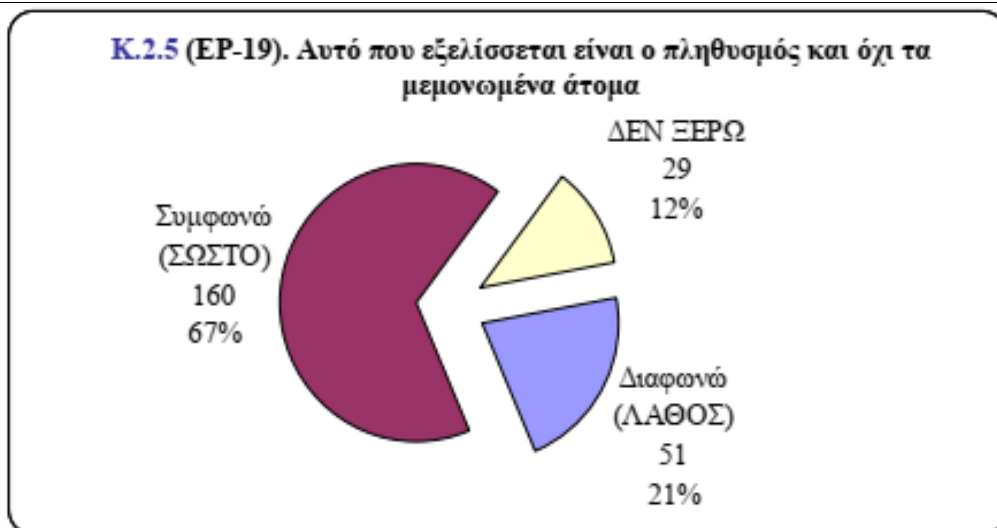
Σχήμα 7.2.15 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.2.3

- μόλις το 20% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Ο μηχανισμός της Φυσικής Επιλογής, επειδή προϋποθέτει αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων και με το περιβάλλον τους, οδηγεί στην εξέλιξη των ατόμων» (Κ.2.4), ενώ το 64% την αποδέχεται (λανθασμένα) και ένα 16% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.16)



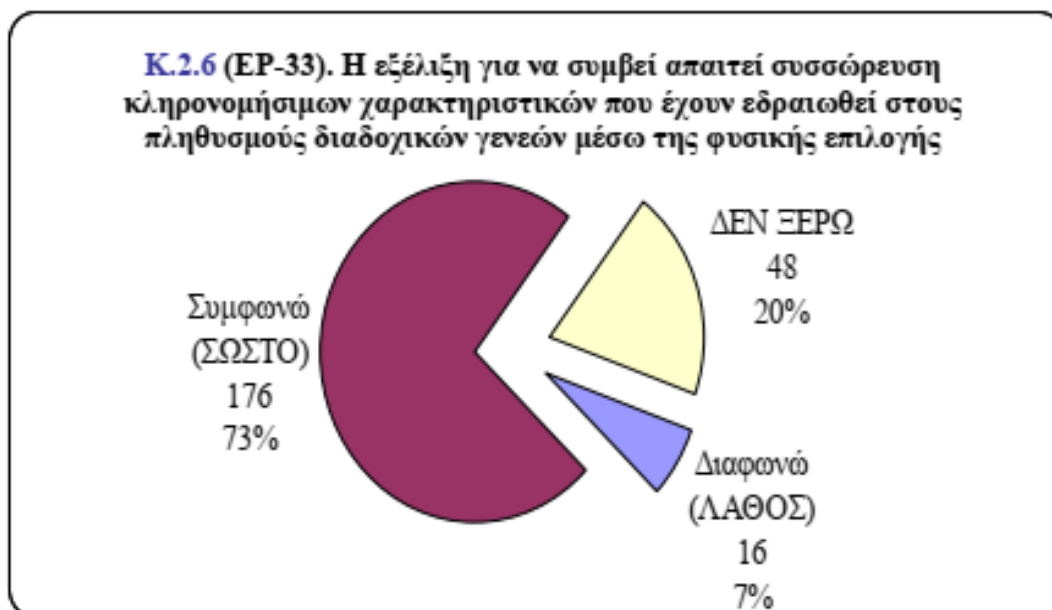
Σχήμα 7.2.16 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.2.4

- το 67% των φοιτητών συμφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Αυτό που εξελίσσεται είναι ο πληθυσμός και όχι τα μεμονωμένα άτομα» (Κ.2.5), ενώ το 21% την απορρίπτει (λανθασμένα) και ένα 12% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.17)



Σχήμα 7.2.17 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.2.5

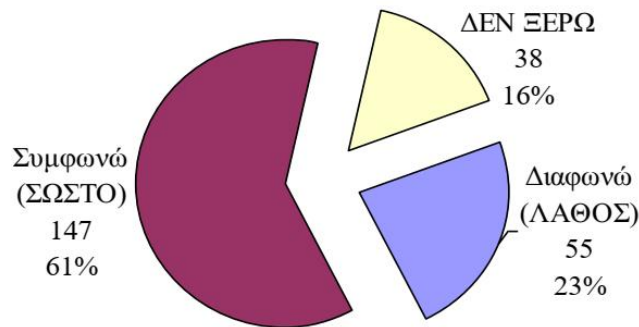
- το 73% των φοιτητών συμφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «*Η εξέλιξη για να συμβεί, απαιτεί συσσώρευση κληρονομήσιμων χαρακτηριστικών που έχουν εδραιωθεί στους πληθυσμούς διαδοχικών γενεών μέσω της φυσικής επιλογής*» (Κ.2.6), ενώ το 7% την απορρίπτει (λανθασμένα) και ένα 20% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.18)



Σχήμα 7.2.18 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.2.6

- το 61% των φοιτητών συμφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «*Για να δράσει η εξέλιξη απαιτείται να προϋπάρχει ποικιλομορφία χαρακτηριστικών ανάμεσα στα άτομα του είδους*» (Κ.2.7), ενώ το 23% διαφωνεί (λανθασμένα) και ένα 16% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.19)

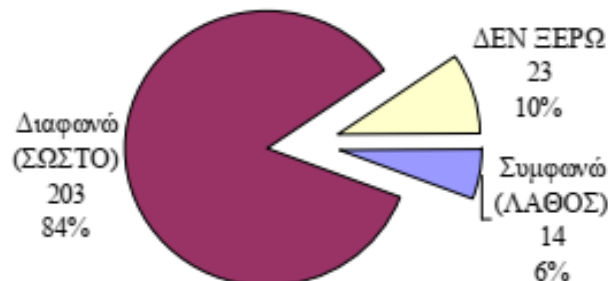
Κ.2.7 (ΕΡ-24). Για να δράσει η εξέλιξη απαιτείται να προϋπάρχει ποικιλομορφία χαρακτηριστικών ανάμεσα στα άτομα του είδους



Σχήμα 7.2.19 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.2.7

- το 84% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Ένα πολύπλοκο όργανο, όπως το μάτι, δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω της εξέλιξης αλλά μόνο υπό την επίβλεψη ανώτερου σχεδιαστή» (Κ.2.8), ενώ μόλις το 6% την αποδέχεται (λανθασμένα) και ένα 10% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.20)

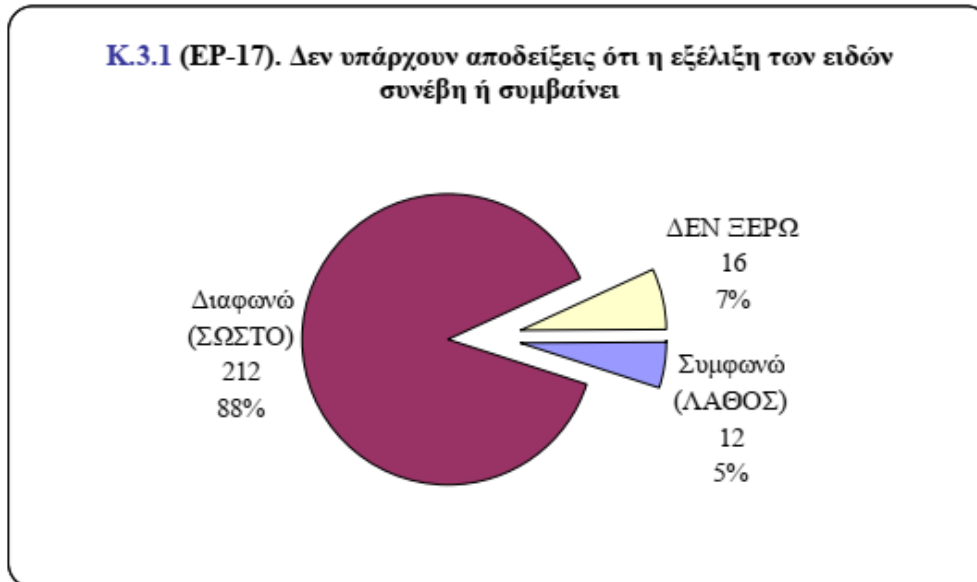
Κ.2.8 (ΕΡ-22). Ένα πολύπλοκο όργανο όπως το μάτι δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω της εξέλιξης αλλά μόνο υπό την επίβλεψη ανώτερου σχεδιαστή



Σχήμα 7.2.20 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.2.8

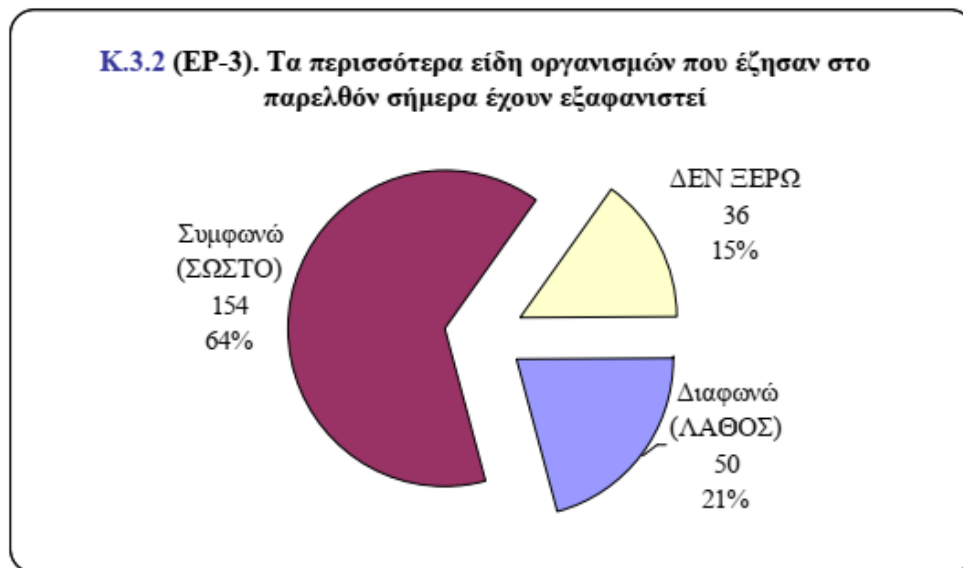
Πεδίο Κ.3 Δημιουργία και εξαφάνιση ειδών μέσω εξέλιξης

- το 88% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Δεν υπάρχουν αποδείξεις ότι η εξέλιξη των ειδών συνέβη ή συμβαίνει» (Κ.3.1), ενώ μόλις το 5% την αποδέχεται (λανθασμένα) και ένα 7% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.21)



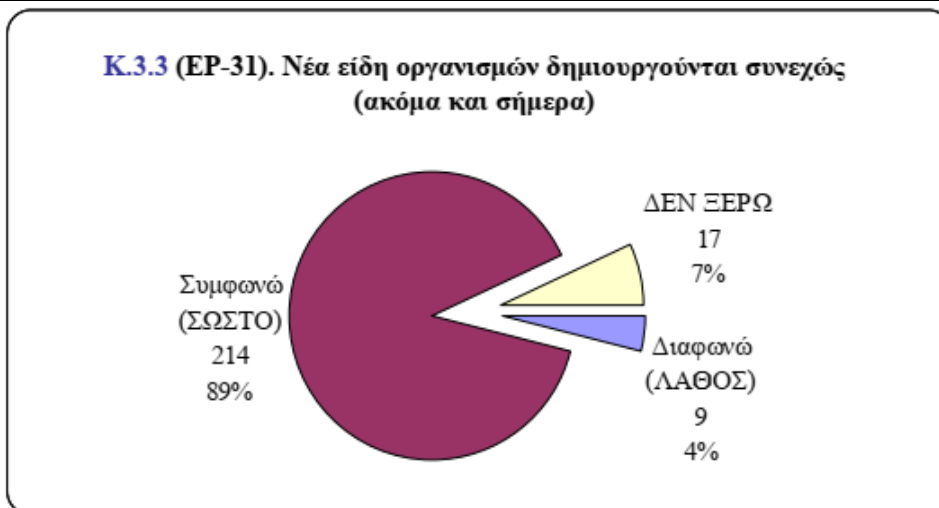
Σχήμα 7.2.21 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.3.1

- το 64% των φοιτητών συμφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «*Τα περισσότερα είδη οργανισμών που έζησαν στο παρελθόν σήμερα έχουν εξαφανιστεί*» (Κ.3.2), ενώ το 21% διαφωνεί με αυτήν (λανθασμένα) και ένα 15% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.22)



Σχήμα 7.2.22 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.3.2

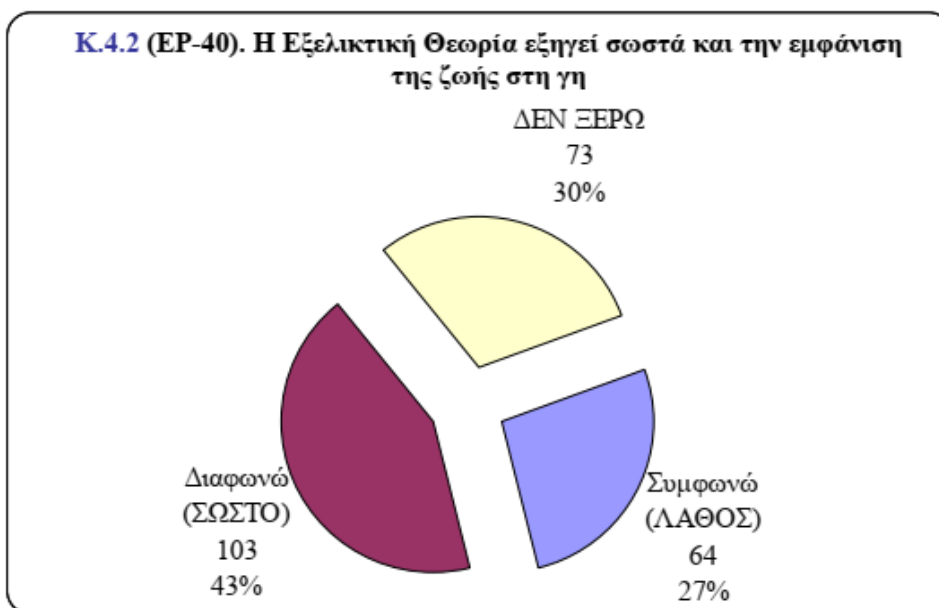
- το 89% των φοιτητών συμφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «*Νέα είδη οργανισμών δημιουργούνται συνεχώς (ακόμα και σήμερα)*» (Κ.3.3), ενώ μόλις το 4% διαφωνεί (λανθασμένα) και ένα 7% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.23)



Σχήμα 7.2.23 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.3.3

Πεδίο Κ.4 Τι εξηγεί η Εξελικτική Θεωρία

- μόλις το 43% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «*Η Εξελικτική Θεωρία εξηγεί σωστά και την εμφάνιση της ζωής στη γη*» (Κ.4.2), ενώ το 27% την αποδέχεται (λανθασμένα) και το υπόλοιπο 30% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.24)

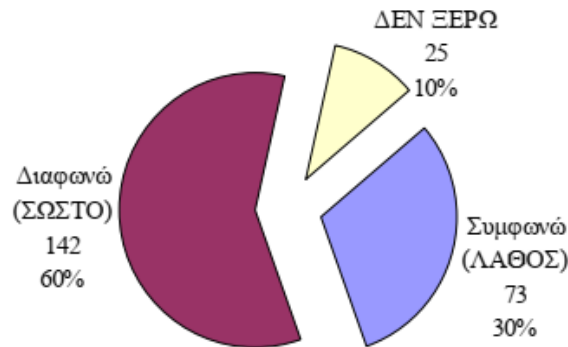


Σχήμα 7.2.24 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.4.2

Πεδίο Κ.6 Εμφάνιση Λαμαρκικών αντιλήψεων των μαθητών

- το 60% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «*Ένα χαρακτηριστικό που αποκτιέται κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ανθρώπου μπορεί να κληρονομηθεί στις επόμενες γενιές*» (Κ.6.1), ενώ το 30% την αποδέχεται (λανθασμένα) και το υπόλοιπο 10% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.25)

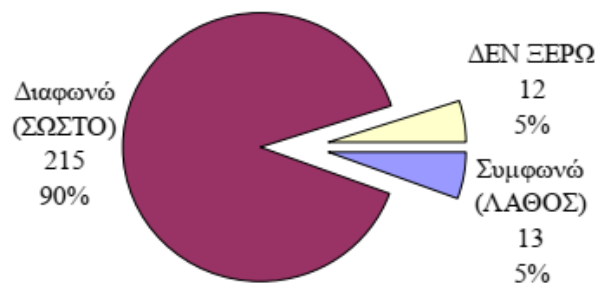
Κ.6.1 (EP-12). Ένα χαρακτηριστικό που αποκτιέται κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ανθρώπου μπορεί να κληρονομηθεί στις επόμενες γενιές



Σχήμα 7.2.25 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.6.1

- το 90% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Εάν δύο βορειοευρωπαίοι γονείς με ανοιχτό χρώμα δέρματος μεταναστεύσουν στην Αφρική και αποκτήσουν "μαύρισμα", τα παιδιά τους θα είναι πιο "μαυρισμένα" απ'ότι ήταν (αρχικά) οι γονείς τους» (Κ.6.2), ενώ το υπόλοιπο 10% είτε την αποδέχεται (λανθασμένα) (5%) είτε δηλώνει άγνοια (5%). (Σχήμα 7.2.26)

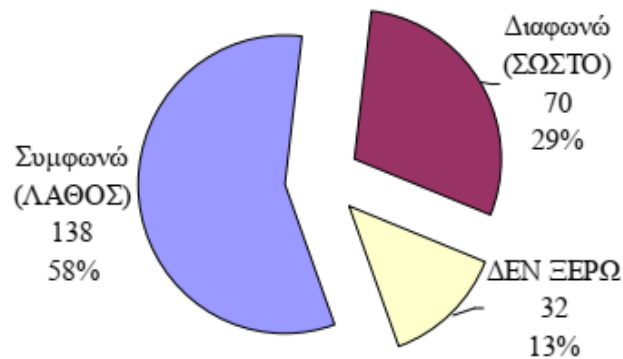
Κ.6.2 (EP-29). Εάν δύο βορειοευρωπαίοι γονείς με ανοιχτό χρώμα δέρματος μεταναστεύσουν στην Αφρική και αποκτήσουν "μαύρισμα", τα παιδιά τους θα είναι πιο "μαυρισμένα" απ'ότι ήταν (αρχικά) οι γονείς τους



Σχήμα 7.2.26 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.6.2

- μόλις το 29% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Ένα όργανο αν δεν χρησιμοποιείται συνέχεια, τότε αυτό σιγά – σιγά εξαφανίζεται λόγω της αχρησίας του και οι επόμενες γενιές πιθανόν να μην το έχουν» (Κ.6.3), ενώ η πλειοψηφία τους την αποδέχεται (λανθασμένα) (58%) και το υπόλοιπο 13% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.27)

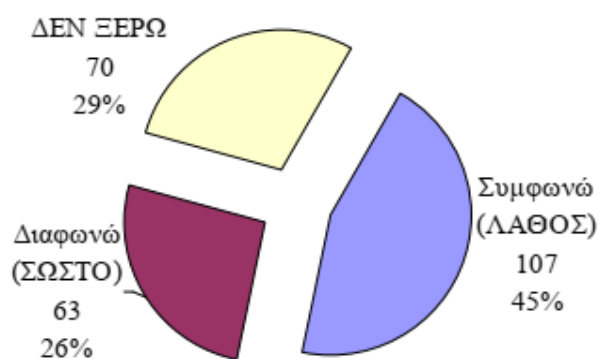
Κ.6.3 (EP-43). Ένα όργανο αν δεν χρησιμοποιείται συνέχεια, τότε αυτό σιγά – σιγά εξαφανίζεται λόγω της αχρησίας του και οι επόμενες γενιές πιθανόν να μην το έχουν



Σχήμα 7.2.27 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.6.3

- μόλις το 26% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Όλες οι πάπιες σε μια μικρή λίμνη έχουν τα δάκτυλα των ποδιών τους ενωμένα με μεμβράνες. Η λίμνη αποξηραίνεται τελείως. Με την πάροδο του χρόνου οι απόγονοι των παπιών θα εξελιχθούν ώστε να μην έχουν καθόλου μεμβράνες ανάμεσα στα δάκτυλα των ποδιών τους» (Κ.6.4), ενώ η πλειοψηφία τους (74%) είτε την αποδέχεται (λανθασμένα) (45%) είτε δηλώνει άγνοια (29%). (Σχήμα 7.2.28)

Κ.6.4 (EP-47). Όλες οι πάπιες σε μια μικρή λίμνη έχουν τα δάκτυλα των ποδιών τους ενωμένα με μεμβράνες. Η λίμνη αποξηραίνεται τελείως. Με την πάροδο του χρόνου οι απόγονοι των παπιών θα εξελιχθούν ώστε να μην έχουν καθόλου μεμβράνες ανάμεσα στα δάκτυλα των ποδιών τους.



Σχήμα 7.2.28 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.6.4

Πεδίο Κ.7 Εμφάνιση τελεολογικών ερμηνειών των φαινομένων εκ μέρους των φοιτητών

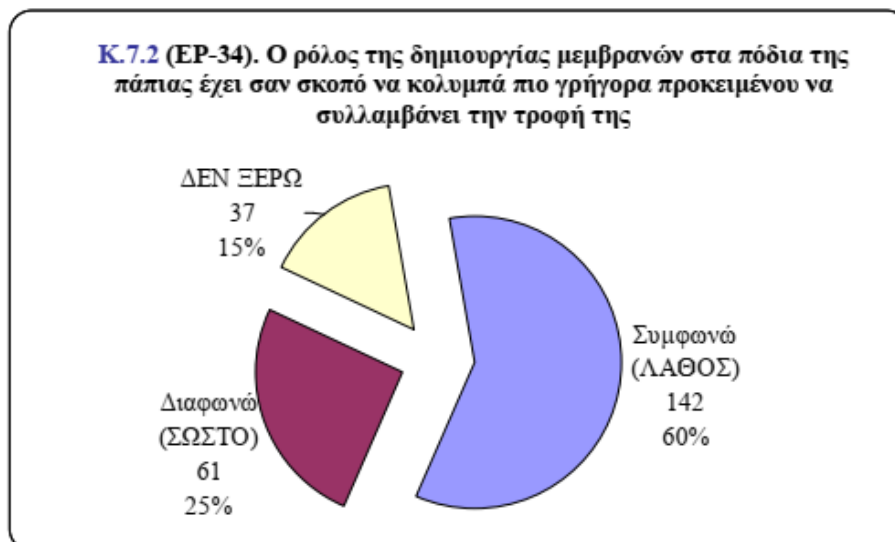
- λιγότεροι από τους μισούς (46%) φοιτητές διαφωνούν (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Ένας οργανισμός μπορεί να αλλάξει χαρακτηριστικά/μορφή κατά τη διάρκεια της

ζωής του, προκειμένου να προσαρμοστεί στο περιβάλλον του, το οποίο έχει αλλάξει» (Κ.7.1), ενώ οι υπόλοιποι στο σύνολο τους σχεδόν (52%) την αποδέχεται (λανθασμένα) και μόλις ένα 2% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.29)



Σχήμα 7.2.29 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.7.1

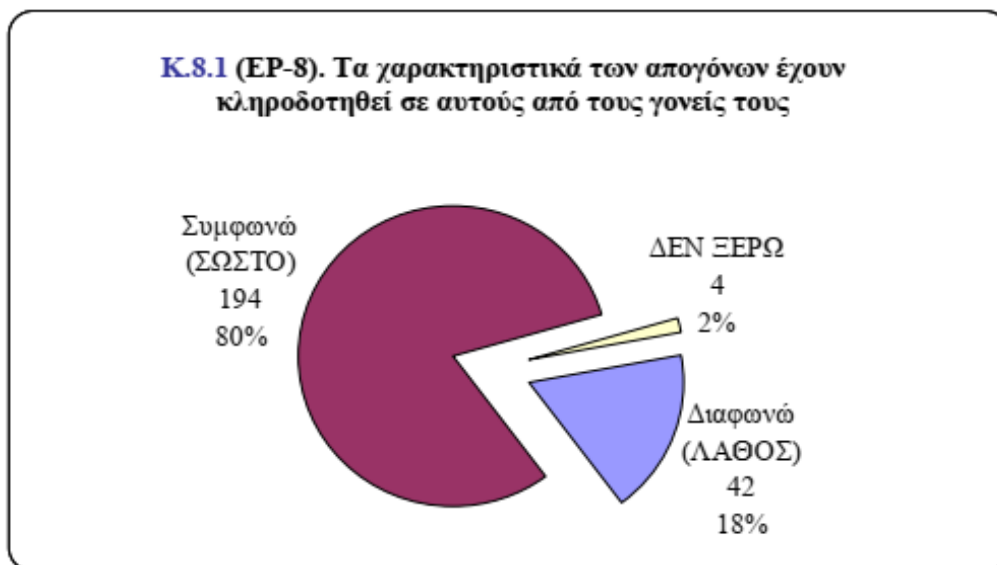
- μόλις το 25% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Ο ρόλος της δημιουργίας μεμβρανών στα πόδια της πάπιας έχει σαν σκοπό να κολυμπά πιο γρήγορα, προκειμένου να συλλαμβάνει την τροφή της» (Κ.7.2), ενώ η πλειοψηφία τους (75%) είτε την αποδέχεται (λανθασμένα) (60%) είτε δηλώνει άγνοια (15%). (Σχήμα 7.2.30)



Σχήμα 7.2.30 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.7.2

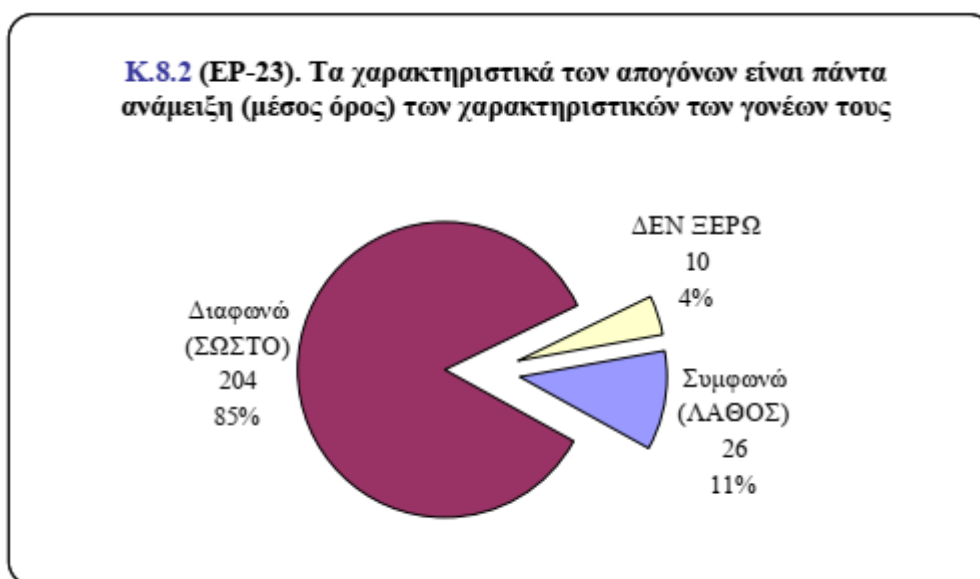
Πεδίο Κ.8 Τρόπος κληρονομής των χαρακτηριστικών ή/και εμφάνισης νέων

- το 80% των φοιτητών συμφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Τα χαρακτηριστικά των απογόνων έχουν κληροδοτηθεί σε αυτούς από τους γονείς τους» (Κ.8.1), ενώ το 18% διαφωνεί (λανθασμένα) και μόλις ένα 2% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.23)



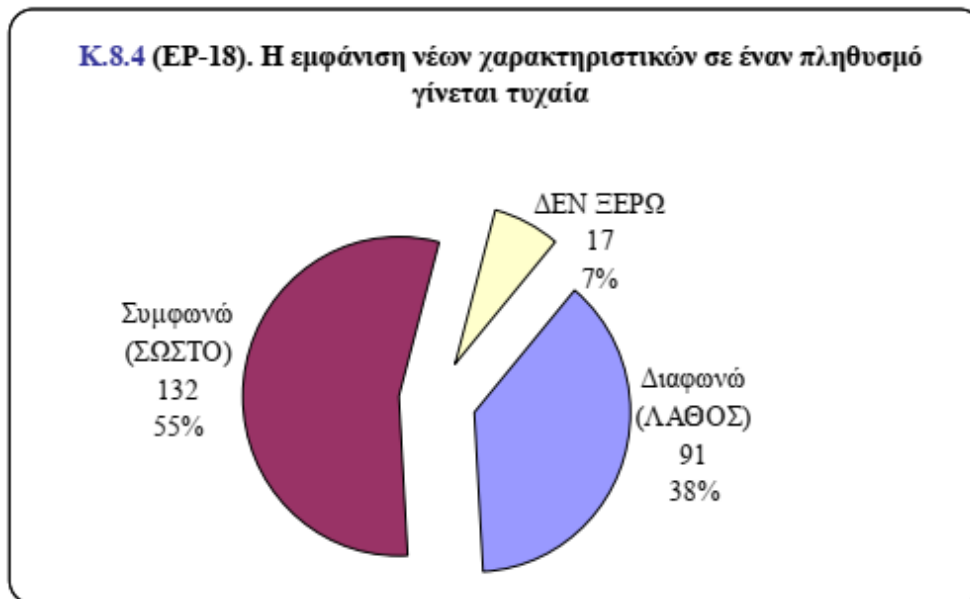
Σχήμα 7.2.31 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.8.1

- το 85% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Τα χαρακτηριστικά των απογόνων είναι πάντα ανάμειξη (μέσος όρος) των χαρακτηριστικών των γονέων τους» (Κ.8.2), ενώ μόλις το 11% την αποδέχεται (λανθασμένα) και ένα 4% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.30)



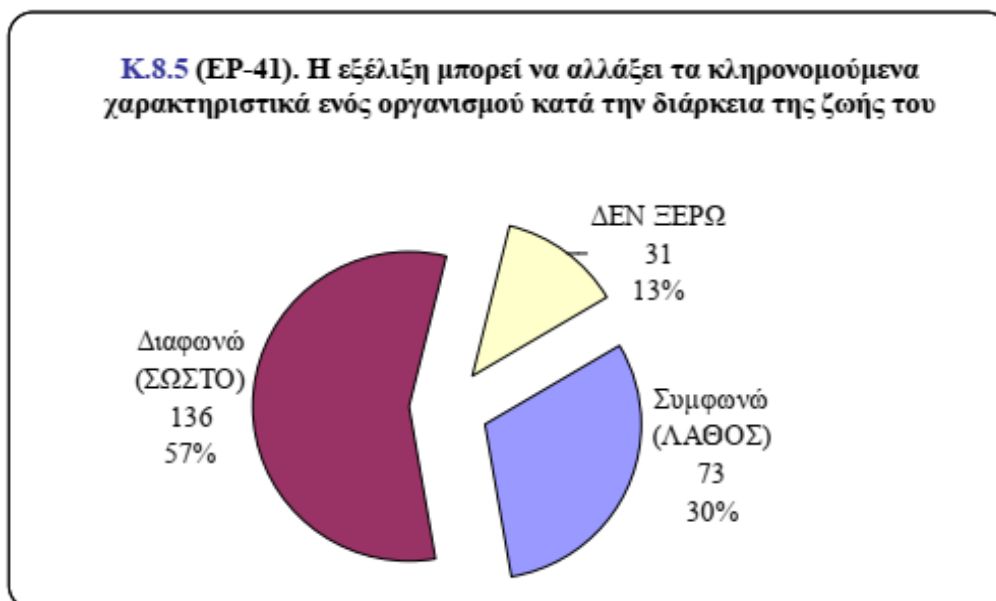
Σχήμα 7.2.32 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.8.2

- το 55% των φοιτητών συμφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «*Η εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό γίνεται τυχαία*» (Κ.8.4), ενώ το 38% διαφωνεί (λανθασμένα) και μόλις ένα 7% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.23)



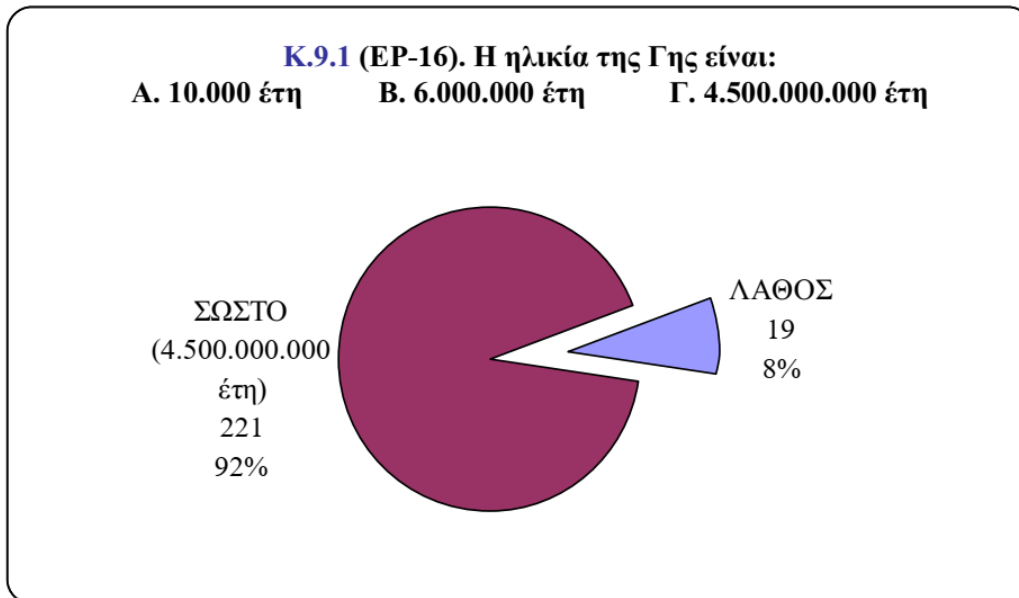
Σχήμα 7.2.33 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.8.4

- μόλις το 57% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «*Η εξέλιξη μπορεί να αλλάξει τα κληρονομούμενα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού κατά τη διάρκεια της ζωής του*» (Κ.8.5), ενώ το 30% την αποδέχεται (λανθασμένα) και το 13% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.30)



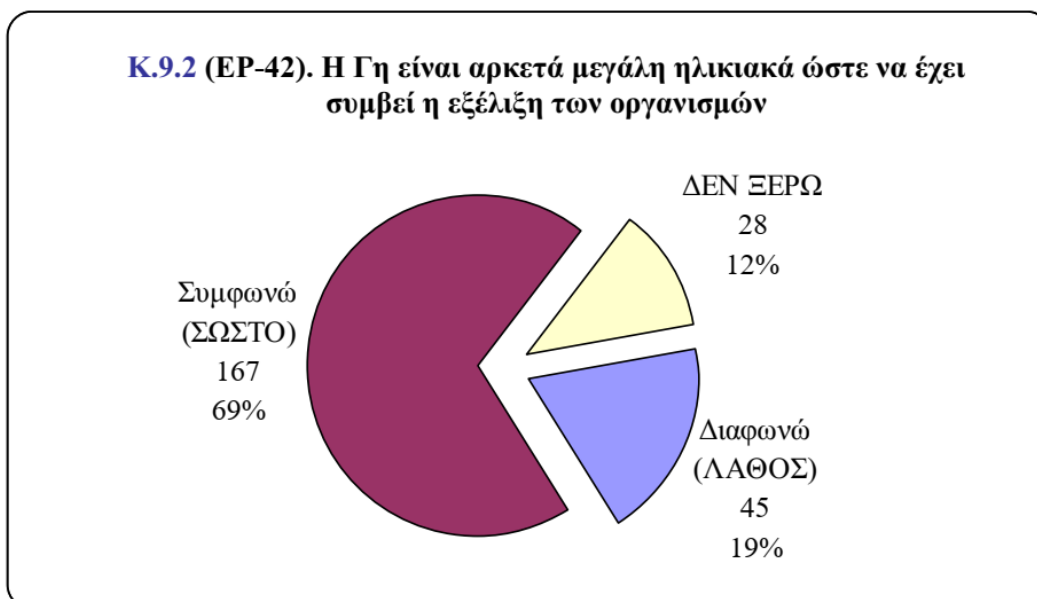
Σχήμα 7.2.34 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.8.5

- η συντριπτική πλειοψηφία των φοιτητών (92%) επιλέγει σε αυτή την ερώτηση πολλαπλών απαντήσεων «*Η ηλικία της Γης είναι...*» (Κ.9.1) τη σωστή απάντηση (4,5 δισεκατομμύρια έτη), και μόλις το 8% επιλέγει κάποια από τις άλλες δύο λάθος απαντήσεις (10.000 έτη και 6 εκατομμύρια έτη). (Σχήμα 7.2.35)



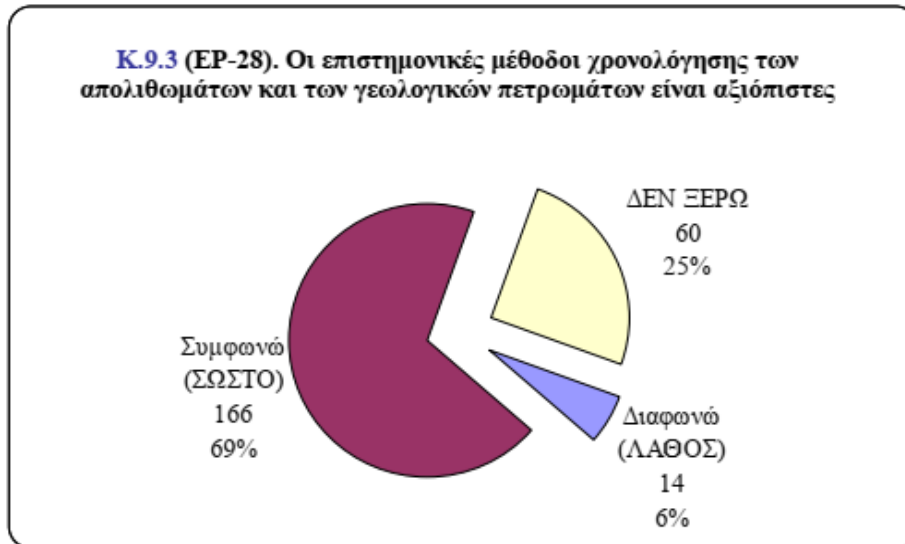
Σχήμα 7.2.35 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.9.1

- το 69% των φοιτητών συμφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «*Η Γη είναι αρκετά μεγάλη ηλικιακά ώστε να έχει συμβεί η εξέλιξη των οργανισμών*» (Κ.9.2), ενώ το 19% διαφωνεί (λανθασμένα) και ένα 12% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.36)



Σχήμα 7.2.36 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.9.2

- το 69% των φοιτητών συμφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Οι επιστημονικές μέθοδοι χρονολόγησης των απολιθωμάτων και των γεωλογικών πετρωμάτων είναι αξιόπιστες» (Κ.9.3), ενώ μόλις το 6% διαφωνεί (λανθασμένα) και το υπόλοιπο 25% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.37)

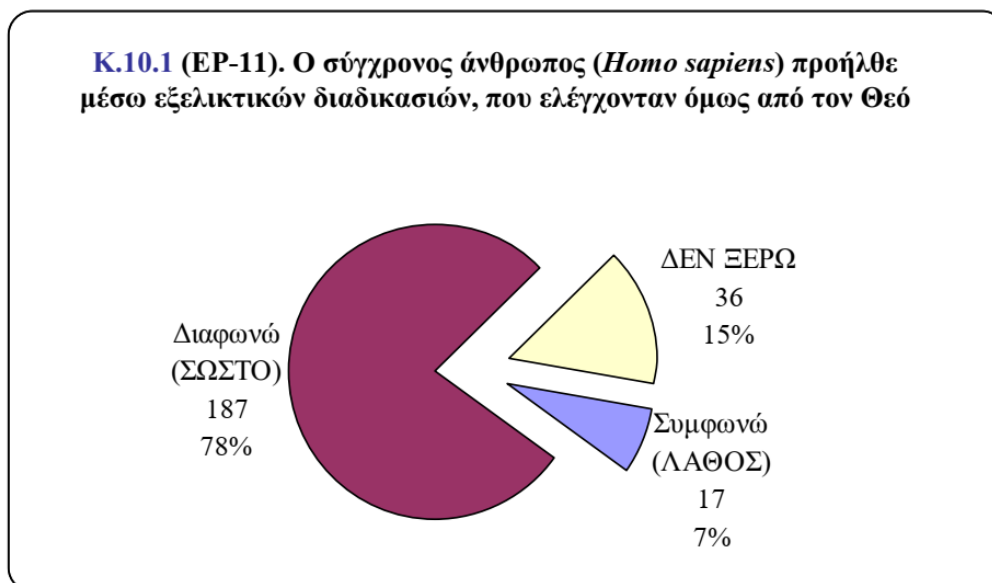


Σχήμα 7.2.37 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.9.3

«Γ. Η Εξέλιξη του Ανθρώπου»

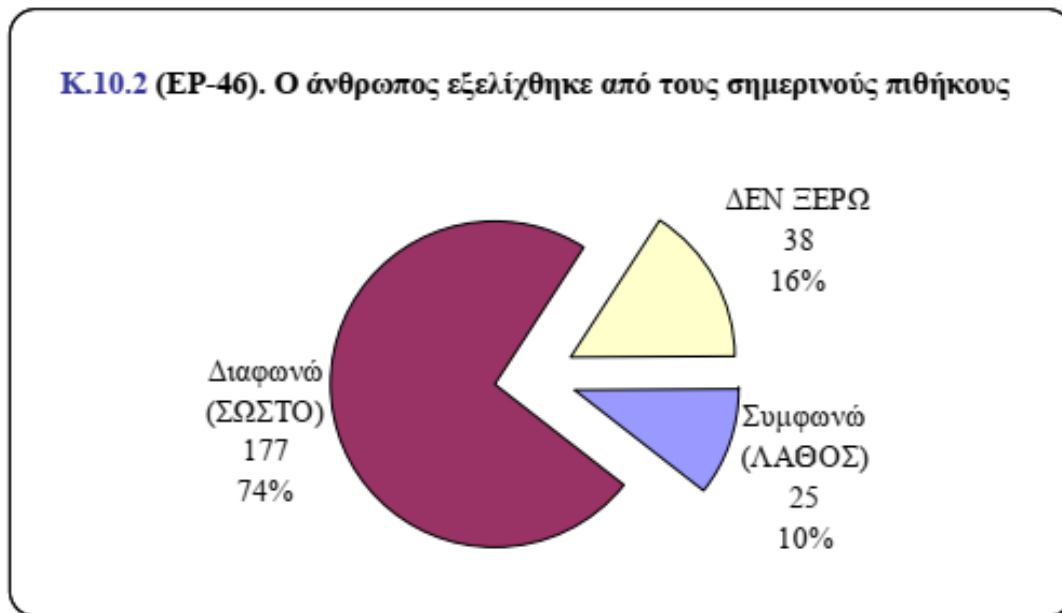
Πεδίο Κ.10 Η εξέλιξη του ανθρώπου και της χρονικής παρουσίας του στη Γη

- το 78% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Ο σύγχρονος άνθρωπος (*Homo sapiens*) προήλθε μέσω εξελικτικών διαδικασιών που ελέγχονταν όμως από τον Θεό» (Κ.10.1), ενώ το 7% την αποδέχεται (λανθασμένα) και το 15% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.38)



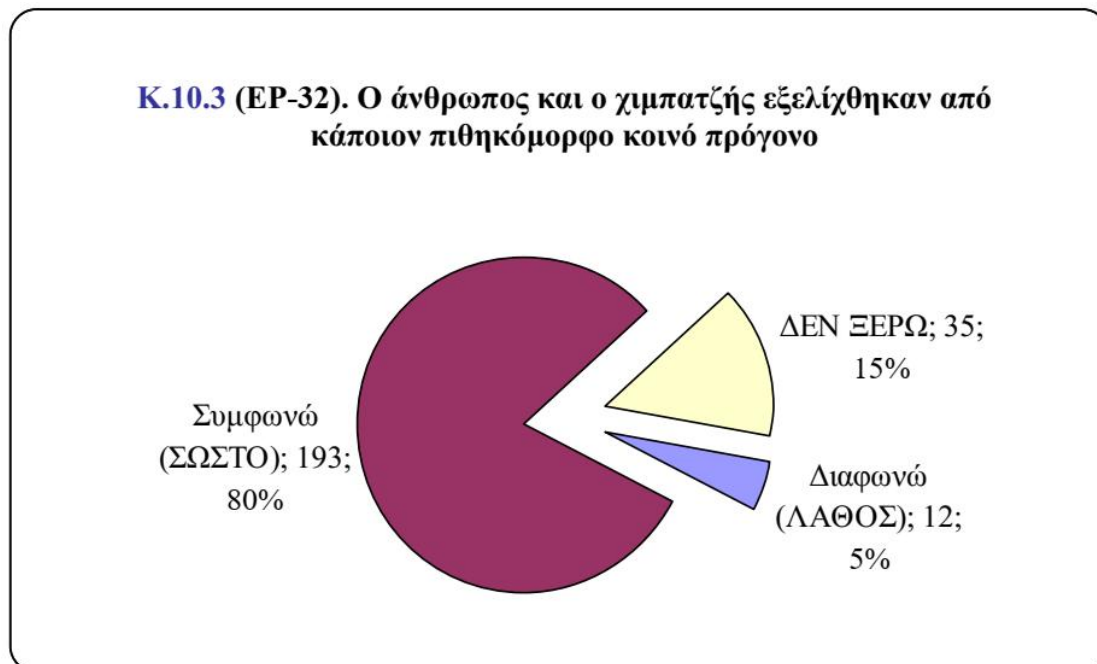
Σχήμα 7.2.38 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.10.1

- το 74% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Ο άνθρωπος εξερίχθηκε από τους σημερινούς πιθήκους» (Κ.10.2), ενώ το 10% την αποδέχεται (λανθασμένα) και το 16% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.39)



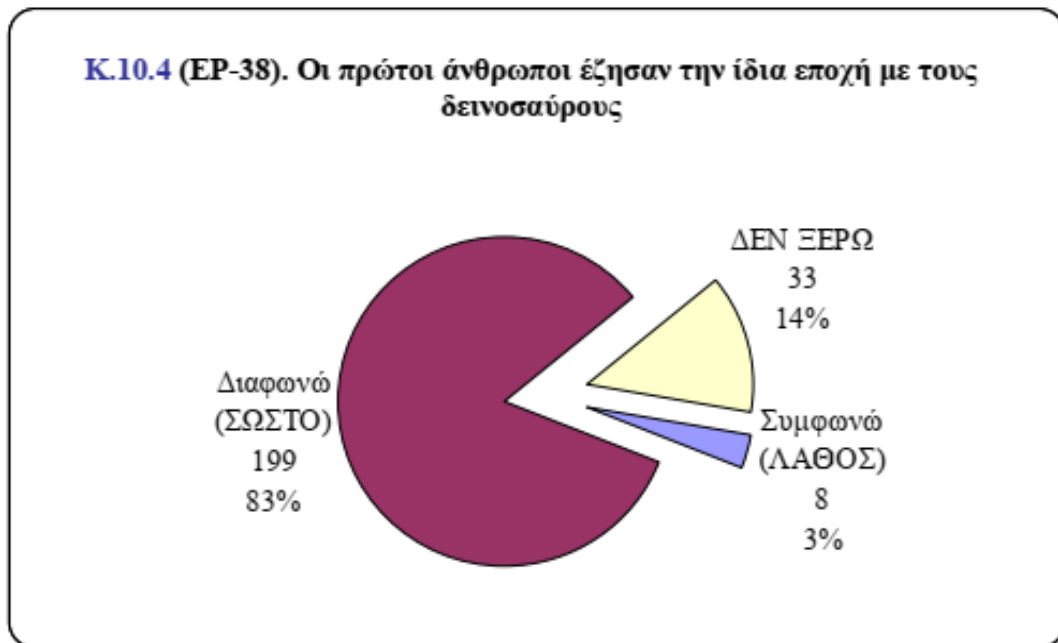
Σχήμα 7.2.39 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.10.2

- το 80% των φοιτητών συμφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Ο άνθρωπος και ο χιμπατζής εξερίχθηκαν από κάποιον πιθηκόμορφο κοινό πρόγονο» (Κ.10.3), ενώ μόλις το 12% διαφωνεί (λανθασμένα) και το υπόλοιπο 15% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.40)



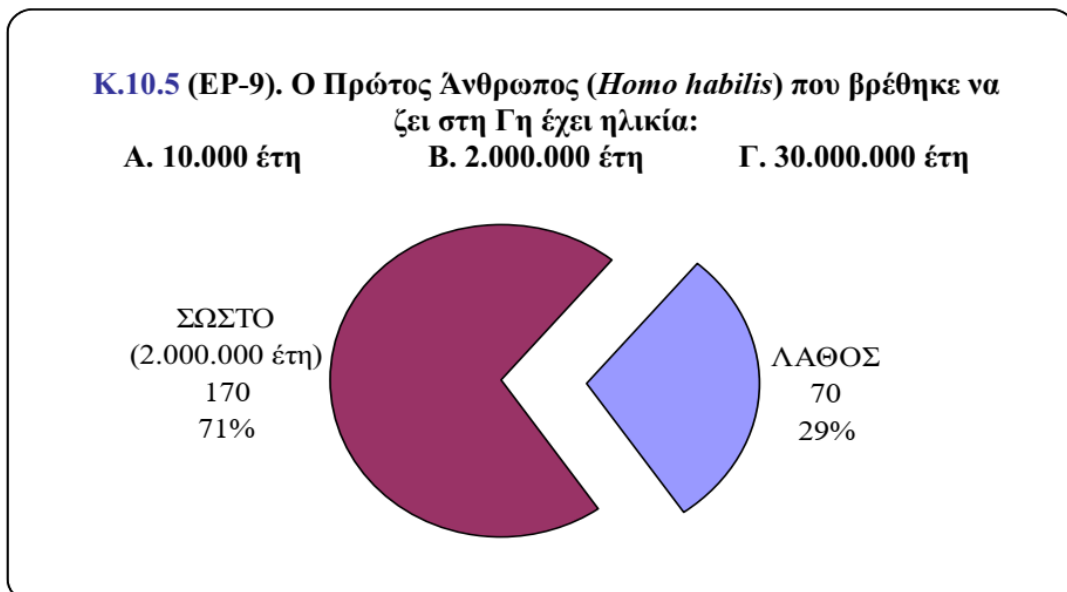
Σχήμα 7.2.40 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.10.3

- μόλις το 83% των φοιτητών διαφωνεί (σωστά) με τη διατύπωση ότι «Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινοσαύρους» (Κ.10.4), ενώ το 3% την αποδέχεται (λανθασμένα) και το 14% δηλώνει άγνοια. (Σχήμα 7.2.41)



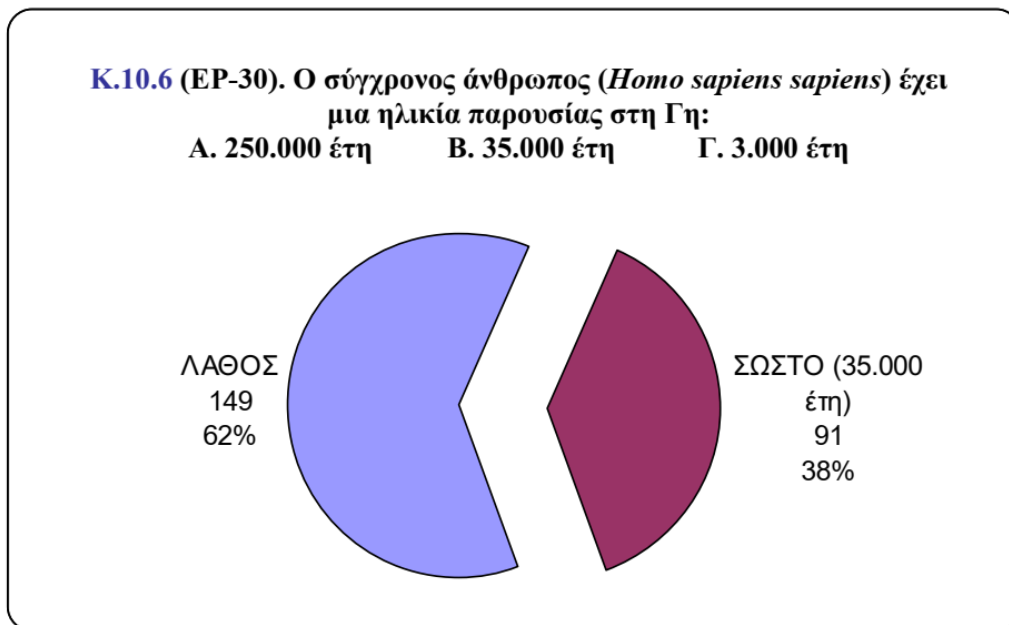
Σχήμα 7.2.41 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.10.4

- το 71% των φοιτητών επιλέγει σε αυτή την ερώτηση πολλαπλών απαντήσεων «Ο Πρώτος Άνθρωπος (*Homo habilis*) που βρέθηκε να ζει στη γη έχει ηλικία:...» (Κ.10.5) τη σωστή απάντηση (2 εκατομμύρια έτη), και το 29% επιλέγει κάποια από τις άλλες δύο λάθος απαντήσεις (10.000 έτη και 30 εκατομμύρια έτη). (Σχήμα 7.2.42)



Σχήμα 7.2.42 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.10.5

- το 62% των φοιτητών επιλέγει σε αυτή την ερώτηση πολλαπλών απαντήσεων «Ο σύγχρονος άνθρωπος (*Homo sapiens sapiens*) έχει μια ηλικία παρουσίας στη γη:..» (Κ.10.6) τη σωστή απάντηση (35 χιλιάδες έτη), και το 38% επιλέγει κάποια από τις άλλες δύο λάθος απαντήσεις (3 χιλιάδες έτη και 250 χιλιάδες έτη). (Σχήμα 7.2.43)



Σχήμα 7.2.43 Απαντήσεις στη διατύπωση Κ.10.6

Τα συγκεντρωτικά δεδομένα για την ενότητα της Κατανόησης παρουσιάζονται στα Παραρτήματα στο Παράρτημα 5.

8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ

1.Κυρίως έρευνα

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων της έρευνας βρέθηκε ότι

- ✓ οι συμμετέχοντες φοιτητές/φοιτήτριες αποδέχονται τη Θεωρία της Εξέλιξης σε ικανοποιητικά υψηλό βαθμό. Αντιθέτως, οι συμμετέχοντες φοιτητές/φοιτήτριες κατανοούν μεν τη θεωρία της εξέλιξης αλλά όχι τόσο ικανοποιητικά.
- ✓ υπάρχει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της Αποδοχής και της Κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους φοιτητές, που σημαίνει ότι αύξηση του ενός συνεπάγεται αύξηση του άλλου (δηλ. αύξηση της κατανόησης συνεπάγεται αύξηση της αποδοχής και αντίστροφα).

Ειδικότερα κατά πεδίο:

Αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης

Πεδίο Α.1 Αποδοχή της Εξέλιξης και της Θεωρίας της Εξέλιξης

Οι φοιτητές φαίνεται να εμφανίζουν με συνέπεια υψηλό ποσοστό αποδοχής της Θεωρίας της Εξέλιξης των οργανισμών μέσω της Φυσικής Επιλογής ως μια Επιστημονική Θεωρία, αποδεχόμενοι την ύπαρξη συντριπτικών αποδείξεων και στοιχείων που συνηγορούν υπέρ αυτής, και συνολικά απορρίπτουν την εκδοχή της θεϊκής δημιουργίας ή/και παρέμβασης για την εξέλιξη και την εμφάνιση της ποικιλομορφίας της ζωής στη Γη. Παρόλα αυτά φαίνεται όμως ότι δεν έχουν ξεκαθαρίσει ακριβώς ποιο είναι το αντικείμενο της Θεωρίας της Εξέλιξης (δηλ. τι εξηγεί), καθώς εμφανίζονται διχασμένοι στην αντίστοιχη ερώτηση.

Πεδίο Α.2 Αποδοχή της εξέλιξης του ανθρώπου

Οι φοιτητές φαίνεται να παρουσιάζουν υψηλό ποσοστό αποδοχής του φαινομένου της Εξέλιξης του Ανθρώπου. Φαίνεται δηλαδή ότι αποδέχονται το γεγονός ότι η σύγχρονη εκδοχή του άνθρωπου εμφανίστηκε σταδιακά από προηγούμενες μορφές ως αποτέλεσμα εξελικτικών διαδικασιών, όπως συνέβη και για όλους τους υπόλοιπους οργανισμούς του πλανήτη, και δεν τον ξεχωρίζουν ως κάτι ξεχωριστό/ιδιαιτερό.

Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης

Πεδίο Κ.1 Κατανόηση της έννοιας «Επιστημονική Θεωρία»

Οι φοιτητές εμφανίζονται να μην είναι σίγουροι για την έννοια της Επιστημονικής Θεωρίας, καθώς μόνο οι μισοί δήλωσαν ότι την κατανοούν καλά. Από την άλλη όμως, παρουσιάζουν καλύτερη κατανόηση και συνέπεια απαντήσεων στα δύο ερωτήματα που αφορούν τον ορισμό της έννοιας, με ποσοστό κατανόησης όμως (περίπου 2 στους 3) πολύ μικρότερο από ότι θα περίμενε κάποιος μετά από 6 χρόνια διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών (και Βιολογίας) στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Γυμνάσιο και Λύκειο), και ειδικότερα από φοιτητές που προέρχονται από τη Θετική Κατεύθυνση της Γ Λυκείου.

Πεδίο Κ.2. Βασικά χαρακτηριστικά του μηχανισμού της Εξέλιξης μέσω της Φυσικής Επιλογής

Διερευνώντας την κατανόηση των φοιτητών επί των βασικών χαρακτηριστικών του μηχανισμού της Εξέλιξης μέσω της Φυσικής Επιλογής διαπιστώνουμε ότι, ενώ εμφανίζουν πολύ καλή γνώση του ορισμού της Φυσικής Επιλογής (όπως παρουσιάζεται στο σχολικό βιβλίο), έχουν εμφανές έλλειμμα στην κατανόηση των επιμέρους χαρακτηριστικών του μηχανισμού. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι δεν έχουν ξεκαθαρίσει ποια είναι η μονάδα εξέλιξης : το άτομο ή ο πληθυσμός, καθώς εμφανίζουν αντικρουόμενες απαντήσεις με το ίδιο περίπου ποσοστό στα αντίστοιχα ερωτήματα (Κ.2.4 & Κ.2.5). Πάντως, φαίνεται να αντιλαμβάνονται ότι η διαδικασία της εξέλιξη ενός οργανισμού στη φύση δεν έχει την έννοια της βελτίωσης που αποδίδουμε στην ίδια έννοια/διαδικασία στις ανθρώπινες κοινωνίες (εξέλιξη : βελτίωση, πρόοδος, αναβάθμιση), και δεν σημαίνει πάντα βελτίωση των χαρακτηριστικών του οργανισμού. Ενδιαφέρον, επίσης, παρουσιάζει και η σε υψηλό ποσοστό διαφωνία τους με την αναγκαιότητα παρουσίας ανώτερου σχεδιαστή (Ευφυής Σχεδιασμός) για την πραγματοποίηση των εξελικτικών διαδικασιών, γεγονός που συνάδει με την υψηλή αποδοχή της εξέλιξης ως επιστημονική θεωρία και την απόρριψη της εκδοχής της θεϊκής δημιουργίας (Δημιουργισμός) ή/και παρέμβασης για την εξέλιξη και την εμφάνιση της ποικιλομορφίας της ζωής στη Γη που έχει καταγραφεί στην ενότητα της Αποδοχής.

Πεδίο Κ.3 Δημιουργία και εξαφάνιση ειδών μέσω εξέλιξης

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι οι φοιτητές φαίνεται να μην κατανοούν ότι τόσο η εξαφάνιση όσο και η δημιουργία νέων ειδών είναι εδώ και εκατομμύρια χρόνια εξίσου συνεχόμενες διαδικασίες/φαινόμενα, καθώς εμφανίζονται περισσότερο σίγουροι (σε ποσοστό 90% σχεδόν) για τη δημιουργία νέων ειδών σήμερα και την ύπαρξη αποδείξεων για

το φαινόμενο της εξέλιξης παρά για την εξαφάνιση ειδών στο παρελθόν (περίπου 2 στους 3).

Πεδίο Κ.4 Τι εξηγεί η Εξελικτική Θεωρία

Από τις απαντήσεις των φοιτητών φαίνεται ότι υπάρχει ισχυρή παρανόηση όσον αφορά το αντικείμενο της Εξελικτικής Θεωρίας, καθώς λιγότεροι από τους μισούς γνωρίζουν ότι αυτό δεν αφορά την εμφάνιση της ζωής αλλά μόνο την εμφάνιση της ποικιλομορφίας της ζωής στη Γη.

Πεδίο Κ.6 Εμφάνιση Λαμαρκικών αντιλήψεων των μαθητών

Οι απαντήσεις των φοιτητών χαρακτηρίζονται επίσης και από την εμφάνιση ισχυρών λαμαρκικών αντιλήψεων και παρανοήσεων καθώς :

- α) σε ό,τι αφορά τις ερωτήσεις που εξετάζουν την κατανόηση της «Κληρονομησης των Επίκτητων Χαρακτηριστικών», δεν εμφανίζουν συνέπεια σωστών απαντήσεων (στην μια ερώτηση είναι 60%, ενώ στην άλλη 90%), γεγονός που αναδεικνύει την ύπαρξη παρανόησης σχετικά με το θέμα και είναι αρκετά εντυπωσιακό, εάν ληφθεί υπόψη ότι πρόκειται για πρώην μαθητές της Θετικής Κατεύθυνσης που στη Γ' Λυκείου στην Βιολογία Κατεύθυνσης διδάχθηκαν και εξετάστηκαν την έννοια της κληρονομικότητας (Γενετική και Μεντελική Κληρονομικότητα), και
- β) σε ό,τι αφορά και τις δύο ερωτήσεις που εξετάζουν την υιοθέτηση εκ μέρους τους της «Αρχής της Χρήσης και Αχρησίας» του Λαμάρκ, λιγότερο από το 30% αυτών τοποθετούνται επιστημονικά σωστά, εντυπωσιακά χαμηλό ποσοστό (για τον ίδιο λόγο που προαναφέρθηκε), γεγονός που επίσης αναδεικνύει την ύπαρξη αντίστοιχης ισχυρής παρανόησης.

Πεδίο Κ.7 Εμφάνιση τελεολογικών ερμηνειών των φαινομένων εκ μέρους των φοιτητών

Από τις απαντήσεις των φοιτητών φαίνεται ότι οι αντιλήψεις τους για τις εξελικτικές διαδικασίες χαρακτηρίζονται από ισχυρές τελεολογικές ερμηνείες. Αναδεικνύεται, δηλαδή, μια ισχυρή παρανόηση – που συναντήθηκε έντονα και στη βιβλιογραφική ανασκόπηση – κατά την οποία αποδίδεται πρότερος σκοπός (τέλος) στις εξελικτικές διαδικασίες. Δηλαδή, οι φοιτητές φαίνεται να θεωρούν ότι οι εξελικτικές αλλαγές στα χαρακτηριστικά των οργανισμών συμβαίνουν για να εξυπηρετήσουν έναν συγκεκριμένο σκοπό κάθε φορά (π.χ. οι μεμβράνες στα πόδια της πάπιας δημιουργούνται για να κολυμπά πιο γρήγορα και να έχει πλεονέκτημα επιβίωσης), και δεν έχουν αντιληφθεί ξεκάθαρα ότι, αντιθέτως, επειδή συνέβησαν αυτές οι αλλαγές, εμφανίστηκε και εδραιώθηκε ένα προσαρμοστικό πλεονέκτημα

στους οργανισμούς αυτούς (π.χ. επειδή εμφανίστηκαν μεμβράνες στα πόδια της πάπιας, μπορούσε να κολυμπά πιο γρήγορα, γεγονός που της έδωσε πλεονέκτημα επιβίωσης).

Πεδίο Κ.8 Τρόπος κληρονομής των χαρακτηριστικών ή/και εμφάνισης νέων

Οι φοιτητές είναι πρώην μαθητές της Θετικής Κατεύθυνσης που στη Γ' Λυκείου στη Βιολογία Κατεύθυνσης διδάχθηκαν και εξετάστηκαν πανελλαδικά τόσο την έννοια της κληρονομικότητας (Κεφ. 5 Μεντελική Κληρονομικότητα) όσο και την έννοια των μεταλλάξεων (Κεφ 6. Μεταλλάξεις), και ταυτόχρονα στη Βιολογία Γενικής Παιδείας διδάχθηκαν τη Θεωρία της Εξέλιξης. Παρόλα αυτά, ενώ εμφανίζονται να γνωρίζουν ικανοποιητικά τον τρόπο κληρονομής των χαρακτηριστικών, φαίνεται να μην έχουν ξεκαθαρίσει αφενός τη σημασία του μηχανισμού των μεταλλάξεων στην εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό ατόμων, και αφετέρου την μηδενική επιρροή της εξέλιξης στην αλλαγή των κληρονομούμενων χαρακτηριστικών ενός ατόμου κατά τη διάρκεια της ζωής του. Η παρανόηση που αναδεικνύεται από το τελευταίο γεγονός αφορά την εδραιωμένη άποψή τους ότι αυτό που τελικά εξελίσσεται είναι το άτομο και όχι ο πληθυσμός, όπως διδάχθηκαν στη Βιολογία Γενικής Παιδείας. Σημειώνουμε ότι στο σχολικό βιβλίο υπάρχει συγκεκριμένη ενότητα (παράγραφος 3.1.4 «Μερικές χρήσιμες αποσαφηνίσεις στη θεωρία της φυσικής επιλογής») που διευκρινίζεται με ακρίβεια ότι η μικρότερη δυνατή μονάδα εξέλιξης είναι ο πληθυσμός και όχι το άτομο.

Πεδίο Κ.9 Κατανόηση του γεωλογικού χρόνου

Οι φοιτητές ενώ φαίνεται στη συντριπτική πλειοψηφία τους να αναγνωρίζουν σωστά την ηλικία της Γης, δεν φαίνεται να κατανοούν σε αντίστοιχο υψηλό ποσοστό την επάρκεια αυτού του γεωλογικού χρόνου για την ολοκλήρωση των εξελικτικών διαδικασιών. Επίσης, μόνο 2 στους 3 περίπου θεωρούν αξιόπιστες τις υπάρχουσες μεθόδους χρονολόγησης απολιθωμάτων και γεωλογικών πετρωμάτων. Σημειώνεται εδώ ότι η αδυναμία κατανόησης της απεραντοσύνης του γεωλογικού χρόνου από το ευρύ κοινό (αλλά και τους μαθητές) είναι μια από τις βασικές αιτίες -που έχουν αναγνωριστεί- για την αδυναμία κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης.

Πεδίο Κ.10 Η εξέλιξη του ανθρώπου και της χρονικής παρουσίας του στη Γη

Από τη συνέπεια των απαντήσεων των φοιτητών στις ερωτήσεις σχετικά με την εξέλιξη του ανθρώπου φαίνεται ότι έχουν μια ικανοποιητική αντίληψη του πώς και πότε εξελίχθηκε ο άνθρωπος. Αναγνωρίζουν ότι και αυτός είναι αποτέλεσμα εξελικτικών διαδικασιών (αν και

εμφανίζονται στις απαντήσεις κάποια ίχνη απόψεων Δημιουργισμού), αποδέχονται την αρχή της κοινής καταγωγής του (δηλ. την ύπαρξη κοινού προγόνου) με τα υπόλοιπα σύγχρονα είδη πρωτεύοντων και γνωρίζουν τη μη-συνύπαρξη ιστορικά ανθρώπου και δεινοσαύρων. Όμως, ενώ φαίνεται να γνωρίζουν τη χρονική περίοδο εμφάνισης του ανθρώπινου γένους (*Homo*) στη Γη, δεν έχουν ικανοποιητική γνώση για την περίοδο εμφάνισης του είδους του σύγχρονου ανθρώπου (*Homo sapiens sapiens*)

2. Δευτερεύοντα ερωτήματα

Η πλειοψηφία των διδασκόντων εκπαιδευτικών στη Βιολογία της Γ' Λυκείου ανήκε στην ειδικότητα του Βιολόγου (77%) και το υπόλοιπο 23% μοιραζόταν σε πέντε άλλες ειδικότητες (Φυσικοί, Χημικοί, Γεωλόγοι, Γεωπόνοι και Ιχθυολόγος), εκ των οποίων ισχυρό γνωστικό υπόβαθρο για την εξέλιξη (λόγω των σπουδών τους) έχουν μόνοι οι Βιολόγοι και οι Γεωλόγοι. Από τη μεταξύ τους σύγκριση βρέθηκε ότι

- ✓ ΔΕΝ υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά την Αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης με βάση την ειδικότητα του εκπαιδευτικού που δίδαξε την Βιολογία στους ερωτούμενους κατά το σχολικό έτος 2017-2018, δηλαδή φαίνεται ότι οι μαθητές αποδέχονται τη Θεωρία της Εξέλιξης ανεξάρτητα της ειδικότητας του εκπαιδευτικού που τους τη δίδαξε.
- ✓ υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά την Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης εκ των συμμετεχόντων στην έρευνα, δηλαδή φαίνεται ότι η κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους μαθητές επηρεάζεται από την ειδικότητα του εκπαιδευτικού που τους τη δίδαξε. Παρόλα αυτά, δεν έγινε ξεκάθαρη υπεροχή μιας ειδικότητας έναντι της άλλης στις μεταξύ τους συγκρίσεις, γεγονός που μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες όπως π.χ. το μικρό δείγμα των υπολοίπων ειδικοτήτων εκτός των Βιολόγων και χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

Ομοίως όταν κριτήριο τέθηκε ο βαθμός παρακολούθησης από τους μαθητές (μεγάλος, μέτριος, μικρός ή καθόλου) της διδασκαλίας από τον καθηγητή τους του κεφαλαίου της «Εξέλιξης» στο μάθημα της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου κατά το σχολικό έτος 2017-2018μ βρέθηκε ότι

- ΔΕΝ υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά την Αποδοχή των συμμετεχόντων στην έρευνα, δηλαδή φαίνεται ότι οι μαθητές αποδέχονται την Θεωρία της Εξέλιξης ανεξάρτητα του εάν και πόσο παρακολούθησαν τις αντίστοιχες διδασκαλίες του καθηγητή τους, ενώ

- υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά την Κατανόηση των συμμετεχόντων στην έρευνα. Ειδικότερα, η στατιστικά σημαντική διαφορά εντοπίζεται μεταξύ αυτών που παρακολούθησαν κανονικά όλα τα μαθήματα του καθηγητή τους και αυτών που παρακολούθησαν ελάχιστα ή κανένα μάθημα του καθηγητή τους.

Από την έρευνα προκύπτει ότι δεν διδάχθηκαν όλοι οι μαθητές το κεφάλαιο της Εξέλιξης με την ίδια σειρά στην Γ Λυκείου, καθώς υπήρξαν εκπαιδευτικοί (13%) που αποφάσισαν να μην ακολουθήσουν στις διδασκαλίες τους την προτεινόμενη σειρά κεφαλαίων από το Υπουργείο Παιδείας. Το μεγαλύτερο, όμως, ποσοστό των μαθητών (69%) το διδάχθηκε τρίτο και τελευταίο κατά σειρά κεφάλαιο της ύλης (όπως προβλέπεται κανονικά), που χρονικά όμως προσδιορίζεται στο τελευταίο διάστημα του σχολικού έτους (συνήθως Μάρτιο-Μάιο), κατά το οποίο εμφανίζεται έντονο το φαινόμενο της σχολικής απουσίας από τα μαθήματα από τους μαθητές της Γ Λυκείου ενόψει των πανελλαδικών τους εξετάσεων. Παρόλα αυτά, βρέθηκε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές των συμμετεχόντων στην έρευνα, όταν κριτήριο τίθεται η σειρά διδασκαλίας (πρώτο, δεύτερο ή τρίτο κατά σειρά) του Κεφαλαίου 3 «Εξέλιξη» της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ Λυκείου, τόσο όσον αφορά την Αποδοχή όσο και την Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης.

Ομοίως, βρέθηκε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα των συμμετεχόντων στην έρευνα, τόσο όσον αφορά την Αποδοχή όσο και την Κατανόηση της Θεωρίας της Εξέλιξης

Γενικά συμπεράσματα

Συμπερασματικά, οι φοιτητές του δείγματος φαίνεται να αποδέχονται τη Θεωρία της Εξέλιξης σε μεγαλύτερο βαθμό από ό,τι την κατανοούν, γεγονός που συμφωνεί και με την βιβλιογραφία (Bishop & Anderson 1990, Demastes et al 1995a, Hokayem & BouJaoude 2008, Gregory 2009, Yasri & Manct 2015, Mead et al 2017, Tavares & Bobrowski 2018, Prinou et al 2005, Πρίνου κα άλλοι 2007, Αθανασίου & Παπαδοπούλου 2009, Αθανασίου 2009, Λαζαρίδης και άλλοι 2009, Κατάκος και άλλοι 2011, Athanasiou et al 2012, Stasinakis & Athanasiou 2009 & 2016). Μάλιστα, υπάρχει σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ αποδοχής και κατανόησης, δηλαδή όσο αυξάνει η κατανόησή της τόσο αυξάνει και το επίπεδο αποδοχής της, κάτι που επίσης επιβεβαιώνεται σε πολλές έρευνες (Gregory 2009, Demastes et al 1995a, Bishop & Anderson 1990, Mead et al 2017, Tavares & Bobrowski

2018, Αθανασίου & Παπαδοπούλου 2009, Αθανασίου 2009, Athanasiou et al 2012,) αλλά όχι σε όλες.

Επίσης, φαίνεται ότι η «Αποδοχή» δεν επηρεάζεται από τις περισσότερες δημογραφικές παραμέτρους που εξετάστηκαν, και πιο συγκεκριμένα είναι ανεξάρτητη :

- α) από την ειδικότητα του εκπαιδευτικού που τους δίδαξε στη Γ Λυκείου,
- β) τον βαθμό παρακολούθησης των μαθημάτων από τους φοιτητές,
- γ) τη σειρά διδασκαλία της αντίστοιχης ενότητας της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ Λυκείου «Κεφαλαίο 3 Εξέλιξη» και
- δ) το φύλο των φοιτητών

Αντιθέτως, η «Κατανόηση» επηρεάζεται από δυο δημογραφικές παραμέτρους, και πιο συγκεκριμένα:

- α) από την ειδικότητα του εκπαιδευτικού που τους δίδαξε στη Γ Λυκείου και
- β) τον βαθμό παρακολούθησης των μαθημάτων από τους φοιτητές,

Γενικά, φαίνεται να πρόκειται για δύο διαφορετικούς παραμέτρους, που ενώ φαίνεται να έχουν θετική συσχέτιση μεταξύ τους στους εκπαιδευτικούς, στους μαθητές φαίνεται στην καλύτερη περίπτωση να είναι ασθενής η μεταξύ τους συσχέτιση (Gregory 2009, Demastes et al 1995a, Bishop & Anderson 1990), οπότε και πρέπει να αντιμετωπιστούν ξεχωριστά από τους διδάσκοντες και τους ερευνητές.

Από την έρευνα προκύπτει ότι οι συμμετέχοντες, τη στιγμή που ουσιαστικά έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή και διδάσκονται τη Θεωρία της Εξέλιξης στη Βιολογία της Γ Λυκείου, έχουν ήδη αρκετά κατασταλαγμένες απόψεις περί αποδοχής (ή μη) της συγκεκριμένης επιστημονικής θεωρίας, επηρεασμένοι τόσο από τις θρησκευτικές τους πεποιθήσεις όσο και από τις πολλές παρανοήσεις τους. Παρανοήσεις που, όπως αναδεικνύεται από τη βιβλιογραφία, προέρχονται είτε από τις διαισθητικές τους αντιλήψεις είτε από τη συνολική έλλειψη επιστημονικής γνώσης του αντικειμένου είτε από άλλες αιτίες, έχουν τη βάση τους στην παιδική ηλικία και παραμένουν και μετά τη διδασκαλία (Bishop & Anderson 1990, Gregory 2009, Beardsly 2004, Smith 2010, Yasri 2014, Carte & Wiles 2014, Yates & Marek 2015, Keskin & Kose 2015 & 2017, Coley & Taner 2015, Stern et al 2018, Kampourakis et al 2012, Kampourakis & Zozga 2007 & 2008, Πρίνου και άλλοι 2003, Πρίνου & Χαλκιά 20006). Τόσο οι παρανοήσεις όσο και η επιστημονική γνώση φαίνεται δύσκολα να αλλάζουν στον μικρό χρόνο (2-3 μήνες διδασκαλίας στην καλύτερη περίπτωση) που οι μαθητές έρχονται σε επαφή με τη διδασκαλία της εξέλιξης στη Γ Λυκείου. Οι φοιτητές εμφανίζουν

έντονες λαμαρκικές αντιλήψεις (αποδοχή της χρήσης-αχρησίας και της αρχής της κληρονόμησης των επίκτητων χαρακτηριστικών) και ισχυρή τεολογική σκέψη, αν και πρόκειται για πρώην μαθητές της θετικής κατεύθυνσης που έχουν πολύ καλό υπόβαθρο γενετικής σε σχέση με τους υπόλοιπους συμμαθητές τους. Εμφανίζουν επίσης ίχνη Δημιουργισμού στις απαντήσεις τους. Η αδύναμη επίδραση της ελάχιστης διδασκαλίας της εξέλιξης στο ελληνικό σχολείο στην αλλαγή των πεποιθήσεων των μαθητών επιβεβαιώνεται και από τα βιβλιογραφικά δεδομένα, τα οποία υποδεικνύουν ότι αυτή (η διδασκαλία της εξέλιξης) είναι αποτελεσματική, μόνο όταν αντιμετωπίζει τις παρανοήσεις των μαθητών (Stern et al 2018, Barnes et al 2017, Nehm & Reilly 2007), αντιμετωπίζει τη σχέση θρησκείας-επιστήμης (Yasri & Mancy 2015, Manwaring et al 2018, Dunk et al 2017), επενδύει στην κατανόηση της φύσης της επιστήμης (Nadelson & Hardy 2015, Dunk et al 2017, Cofre et al 2017, Athanasiou et al 2012), στην παρουσίαση των αποδείξεων (Yasri & Mancy 2015, Wiles 2014) και χρησιμοποιεί εναλλακτικές στρατηγικές (Beardsly 2004, Barnes & Brownwell 2018, Mead et al 2017, Nehm & Reilly 2007, Demaste et al 1995, Kampourakis & Zozga 2007, Κατάκος και άλλοι 2013) πολύ διαφορετικές από τη μετωπική διδασκαλία που κυρίως χρησιμοποιείται στο ελληνικό σχολείο.

Ειδικά για το ελληνικό σχολείο υπάρχει σαφής ανάγκη ενίσχυσης της διδασκαλίας της Εξέλιξης αλλά και επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών (Prinou et al 2005, Πρίνου και Χαλκιά 2006, Πρίνου 2008, Αθανασίου & Παπαδοπούλου 2009, Prinou et al 2011, Stasinakis & Athanasiou 2009 & 2016, Βενέτης 2017), για να είναι αυτή πιο αποτελεσματική. Ο Αλαχιώτης (2009) προτείνει μια σειρά από διδακτικά στοιχεία που μπορούν να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς στην αύξηση του μαθησιακού οφέλους των μαθητών κατά τη διδασκαλία της εξέλιξης. Πιο συγκεκριμένα, επισημαίνει τα ακόλουθα:

- τη διδαχή οποιουδήποτε θέματος της μοντέρνας βιολογίας επενδυμένου με εξελικτικές προεκτάσεις-διασυνδέσεις, για να έχει νόημα
- την ανάδειξη της σχέσης της εξέλιξης με την καθημερινή ζωή και συνακόλουθα με την ποιότητα ζωής του ανθρώπου
- την αξιοποίηση της πρωτοβουλιακής δράσης του εκπαιδευτικού, για να αξιοποιεί παραδείγματα από το σχετικό λογισμικό ή από δημοφιλή ΜΜΕ
- την προσπάθεια του εκπαιδευτικού να κατανοήσουν οι μαθητές ότι η εξέλιξη δεν ερευνάται μόνο στην ιστορική της διάσταση, αλλά μπορεί να παρατηρηθεί άμεσα και στο εργαστήριο ή στο πεδίο
- την έμφαση που πρέπει να δοθεί στη σημασία της γενετικής ποικιλότητας πάνω στην

οποία δρα η φυσική επιλογή

- την εξέλιξη της ίδιας της Εξελικτικής Θεωρίας από την εποχή του Δαρβίνου ως σήμερα η εξέλιξη δεν είναι συνώνυμη της φυσικής επιλογής, καθώς υπάρχει και η γενετική παρέκκλιση που αλλάζει τυχαία ορισμένες γονιδιακές συχνότητες
- τα μεγάλα χρονικά διαστήματα τα οποία απαιτούνται για τις παρατηρήσιμες μεγάλες εξελικτικές αλλαγές, καθώς οι μαθητές αποδέχονται πιο εύκολα ότι η εξέλιξη συμβαίνει σε μικρά χρονικά διαστήματα και δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι η ζωή στη Γη έχει ιστορία κοντά στα 4 δισεκατομμύρια χρόνια

Καταλήγει ότι όλα τα παραπάνω απαιτούν διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις, όπως η διαθεματική, καθώς και ότι απαιτούν επίσης περισσότερο χρόνο και κόπο από τον εκπαιδευτικό, αλλά σημειώνει ότι «... προσφέρουν και περισσότερη ικανοποίηση για όποιον βούλεται να είναι μεγάλος δάσκαλος που εμπνέει· ο καλός δάσκαλος δεν αρκεί» (Αλαχιώτης, 2009)

8.1 Περιορισμοί της έρευνας

Ένας βασικός περιορισμός της έρευνας είχε να κάνει με το δείγμα της και τη γενική απροθυμία των πρωτοετών φοιτητών των τεσσάρων Πανεπιστημιακών Τμημάτων Βιολογίας να συμμετέχουν σε αυτήν, παρ' όλες τις εκκλήσεις που τους έγιναν, με αποτέλεσμα να συγκεντρωθούν 240 ερωτηματολόγια σε ένα δείγμα περίπου 500 φοιτητών. Ένα ακόμα ζήτημα ήταν η επιλογή των διατυπώσεων που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς έπρεπε να αντιστοιχούν στην ύλη της Βιολογίας που διδάχθηκαν στη Γ Λυκείου. Γι αυτό και δεν χρησιμοποιήθηκαν αυτούσια τα ερωτηματολόγια της διεθνούς βιβλιογραφίας, αλλά έγινε μια επιλογή των πιο κατάλληλων διατυπώσεων τους, και συμπληρώθηκαν με νέες διατυπώσεις που δημιουργήθηκαν από τον ερευνητή με βάση την εμπειρία του από την τάξη και τη διδασκαλία της Εξέλιξης στη Γ Λυκείου. Τέλος, δεν ήταν δυνατό –χρονικά- να αξιολογηθούν οι στάσεις των φοιτητών πριν τη διδασκαλία αυτής στη Γ Λυκείου ώστε να γίνει η σχετική σύγκριση αποτελεσμάτων.

8.2 Προοπτικές της έρευνας

Καθώς οι συμμετέχοντες στην έρευνα είναι πρωτοετείς φοιτητές των Τμημάτων Βιολογίας, που είναι τα μοναδικά ίσως Πανεπιστημιακά Τμήματα στα οποία διδάσκεται αναλυτικά η Θεωρία της Εξέλιξης, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε μια σύγκριση των στάσεων και των απόψεων αυτών των ίδιων φοιτητών σε μεγαλύτερο έτος (π.χ. στο 3^ο ή στο 4^ο) και μετά τη διδασκαλία αυτής, προκειμένου να διερευνηθεί πόσο αποτελεσματική είναι η διδασκαλία της



Εξελικτικής Θεωρίας στο εκάστοτε Τμήμα Βιολογίας. Τέλος, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η καταγραφή των στάσεων και των απόψεων αυτών των ίδιων φοιτητών ένα χρόνο μετά την αποφοίτησή τους, για να διερευνηθεί εάν διατηρούνται ή σταδιακά αλλάζουν πάλι οι απόψεις τους.

9 Βιβλιογραφία

Σχολικά Εγχειρίδια Βιολογίας Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

- Αδαμαντιάδου, Σ. Αλαχιώτης, Σ. Βώκου, Δ. Γεωργάτου, Μ. Γιαπιτζάκης, Χ. Καστρίτσης, Κ. Νοταράς, Δ. Φλωρεντίν, Λ. Χατζηγεωργίου, Γ. (2001), *Βιολογία Γενικής Παιδείας Γ' Γενικού Λυκείου*, ΙΤΥΕ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ», Αθήνα
- Ανδριώτης, Μ. Γεωργούλη-Μαρκάκη, Λ. Γκουβρά, Μ. Κατσώρης, Θ. Παυλίδης, Γ. (1999), *Βιολογία Γ' Γυμνασίου*, ΟΕΔΒ. Αθήνα
- Καλαϊτζιδάκη, Μ. και Πανταζίδης, Γ. (2002), *Βιολογία Γενικής Παιδείας Γ' Ενιαίου Λυκείου*, ΟΕΔΒ. Αθήνα
- Μπαρόνα.– Μάμαλη, Φ. Μπότσαρης, Ι. Μπουρμπουχάκης, Ι. Περάκη, Β. (1999), *Βιολογία Γενικής Παιδείας Γ' Ενιαίου Λυκείου*, ΟΕΔΒ. Αθήνα
- Αλεπόρου-Μαρίνου, Β. Αργυροκαστρίτης, Α. Κομητοπούλου, Α. Πιαλόγλου, Π. Σγουρίτσα, Β. (2018) *Βιολογία Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Γενικού Λυκείου* ΙΤΥΕ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ», Αθήνα
- Καψάλης, Α. Μπουρμπουχάκης, Ι. Περάκη, Β. Σαλαμαστράκης, Σ. (2012) *Βιολογία Γενικής Παιδείας Β' Γενικού Λυκείου*, ΙΤΥΕ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ», Αθήνα

Ελληνική

- Αθανασίου, Κ. (2009), «Εννοιολογική οικολογία Ελλήνων φοιτητών για την εξέλιξη: η σχέση της με την εννοιολογική αλλαγή» στο Εκπαιδευτήρια Γείτονα, επιμέλεια Ζόγκζα, Β. Καμπουράκης, Κ. και Νοταράς, Δ., Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά ζητήματα, σελ.306-316.
- Αθανασίου, Κ. (2015α), «Ιστορική πορεία του Δαρβινισμού: Από τον Αριστοτελισμό στο Νεο-Δαρβινισμό και από την Τυπολογία στην Πληθυσμιακή οπτική» Κεφάλαιο Συγγράμματος στο Αθανασίου, Κ. 2015. *Διδακτική της βιολογίας*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ 3. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4785>
- Αθανασίου, Κ. (2015β), «Ιδέες των μαθητών για την Εξέλιξη και την Φυσική Επιλογή» Κεφάλαιο Συγγράμματος στο Αθανασίου, Κ. 2015. *Διδακτική της βιολογίας*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ 12. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4793>
- Αθανασίου, Κ. και Παπαδοπούλου, Π. (2009), «Παράγοντες οι οποίοι συνδέονται με την

- αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας στην Ελλάδα: η αποδοχή, η κατανόηση και το μορφωτικό επίπεδο των γονέων» στο Καριώτογλου, Π., Σπύρτου, Α. και Ζουπιδής, Α. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών, σελ 146-154 <http://www.uowm.gr/kodifeet>
- Αθανασοπούλου, Γ. Μαυραγάνη, Μ. Μαυρικάκη, Ε. και Πούρης, Ι. (2011), «Το γνωστικό υπόβαθρο και οι προσωπικές πεποιθήσεις επάρκειας Ελλήνων εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης» στο Παπαγεωργίου, Γ. & Κουντουριώτης, Γ., Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες, σελ 439-446 <http://www.7sefepet.gr>
- Βενέτης, Κ (2017) «Οι γνώσεις των εκπαιδευτικών Θετικών Επιστημών σχετικά με τους εξελικτικούς μηχανισμούς των ζωντανών οργανισμών», Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Ε.Α.Π., Πάτρα
- Γεωργάτου, Μ. και Πρίνου, Α. (2005), «Η σταθερή εξηγητική αξία της θεωρίας της φυσικής επιλογής», Περιοδικό «Κριτική», τ. 1.
- Ζόγκζα, Β. (2009), «Γνωστικά εμπόδια για την μάθηση και την αποδοχή της θεωρίας της Εξέλιξης» στο Εκπαιδευτήρια Γείτονα, επιμέλεια Ζόγκζα, Β. Καμπουράκης, Κ. και Νοταράς, Δ., Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά ζητήματα, σελ.266-273.
- Ζούρος, Α. (2009β) «Γιατί ο Δαρβίνος έχει θέση στα σχολεία μας» στο Εκπαιδευτήρια Γείτονα, επιμέλεια Ζόγκζα, Β. Καμπουράκης, Κ. και Νοταράς, Δ., Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά ζητήματα, σ.408-411
- Ζούρος, Α. (2009α), «Ας συμφιλιωθούμε με τον Δαρβίνο, ας συμφιλιωθούμε με τη φύση μας και με τη Φύση», Ηράκλειο, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
- Θηραΐος, Γ. (2009) «Η διδασκαλία της εξέλιξης και η Νέα Βιολογία» στο Εκπαιδευτήρια Γείτονα, επιμέλεια Ζόγκζα, Β. Καμπουράκης, Κ. και Νοταράς, Δ., Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά ζητήματα, σ.354-362
- Καμπουράκης, Κ. (2017), «Κατανοώντας την εξέλιξη», Ηράκλειο, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
- Καμπουράκης, Κ.& Ζόγκζα, Β. (2009), «Πρώιμες εξελικτικές εξηγήσεις : ένα βασικό πλαίσιο για την επιτευξη εννοιολογικής αλλαγής κατά τη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης» στο Εκπαιδευτήρια Γείτονα, επιμέλεια Ζόγκζα, Β. Καμπουράκης, Κ. και

- Νοταράς, Δ., Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά ζητήματα, σελ.274-295
- Κατάκος, Ε (2014) «Η Εννοιολογική Οικολογία και η Αποδοχή της Θεωρίας της Εξέλιξης από τους Έλληνες Εκπαιδευτικούς», Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ), Αθήνα
- Κατάκος, Ε. Παπαδοπούλου, Π και Αθανασίου, Κ. (2011). «Η αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας από τους Έλληνες εκπαιδευτικούς και παράγοντες που την επηρεάζουν», στο Παπαγεωργίου, Γ. & Κουντουριώτης, Γ., Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες, σελ 422-430 <http://www.7sefepet.gr>
- Κατάκος, Ε. Παπαδοπούλου, Π. και Αθανασίου, Κ. (2013), «Η εννοιολογική οικολογία της θεωρίας της εξέλιξης στο ελληνικό κοινωνικό-πολιτιστικό πλαίσιο» στο Βαβουγιός, Δ. & Παρασκευόπουλος, Σ. Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, σελ 357-365
- Κριμπάς, Κ (2009), «Γράφοντας για την εξέλιξη στα σχολικά βιβλία» στο Εκπαιδευτήρια Γείτονα, επιμέλεια Ζόγκτζα, Β. Καμπουράκης, Κ. και Νοταράς, Δ., Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά ζητήματα, σελ.412-420
- Λαδουκάκης, Ε. 2015. Η εξέλιξη ως επιστήμη. [Κεφάλαιο Συγγράμματος]. Στο Λαδουκάκης, Ε. 2015. *Βασικές αρχές εξελικτικής βιολογίας*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ 1. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/1634>
- Λαζαρίδης Γ, Μαυρικάκη Ε, Αθανασίου Κ (2011) «Διερεύνηση του επιπέδου γνώσης και κατανόησης ομάδων φοιτητών του ΕΚΠΑ για την Εξέλιξη μέσω της Φυσικής Επιλογής» στο Παπαγεωργίου, Γ. & Κουντουριώτης, Γ., Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες, σελ 406-413 <http://www.7sefepet.gr>
- Ευράφας, Β. (2009) «Οι αντιδράσεις της Εκκλησίας και της ακαδημαϊκής θεολογίας της Ελλάδος στη Δαρβινική Θεωρία» στο Εκπαιδευτήρια Γείτονα, επιμέλεια Ζόγκτζα, Β. Καμπουράκης, Κ. και Νοταράς, Δ., Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά ζητήματα, σελ.421-434.
- Πανελλήνια Ένωση Βιοεπιστημόνων (2009), «2009 Έτος Δαρβίνου, Η θεωρία που άλλαξε τις αντιλήψεις μας για τη ζωή», Έκδοση ΠΕΒ για την Εξέλιξη

- Πνευματικός, Δ. Καραμανίδου, Α. (2015), «Οι διαισθητικές παποιθήσεις αντικαθίστανται ή παραμένουν ενεργές κατά την εννοιολογική κατανόηση;» στο Ψύλλος, Δ. Μολοχίδης, Αν. Καλλέρη, Μ. Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία : Ερευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, σελ 716-722
- Πρίνου, Λ. (2008), «Η εικόνα της εξέλιξης στο ελληνικό σχολείο» Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΤΕΑΠΗ), Αθήνα.
- Πρίνου, Λ. και Χαλκιά, Κρ. (2006), «Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τις έννοιες της Προσαρμογής και της Εξέλιξης των οργανισμών και της διδασκαλίας τους στο Δημοτικό», Πρακτικά 3^{ου} Συνεδρίου Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (ΕΔΙΦΕ), 7-9 Απριλίου, Βόλος.
- Πρίνου, Λ. Χαλκιά, Κρ. και Σκορδούλης, Κ. (2003), «Οι λαμαρκιανές ερμηνείες μαθητών της Γ' Γυμνασίου εμπόδιο στην κατανόηση της φυσικής επιλογής. Σκέψεις και επισημάνσεις», Περιοδικό «*Θέματα στην Εκπαίδευση*», εκδ. Leader Books, Αθήνα, Τόμος 4, No. 2-3, σελ 299-309
- Πρίνου, Λ. Χαλκιά, Κρ. και Σκορδούλης, Κ. (2004α), «Η παρουσία εννοιών της εξέλιξης στα Αναλυτικά Προγράμματα και εγχειρίδια της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης» στο Παπαγεωργίου, Γ. & Κουντουριώτης, Γ., Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες, σελ 766-773 <http://www.7sefepet.gr>
- Πρίνου, Λ. Χαλκιά, Κρ. και Σκορδούλης, Κ. (2004β), «Η Θεωρία της εξέλιξης: Η αναγκαιότητα της διδασκαλίας της και η περιπέτειά της στο ελληνικό σχολείο», Πρακτικά του 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή «Φυσικές Επιστήμες: Διδασκαλία, Μάθηση και Εκπαίδευση», 26-28/11, Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΤΕΑΠΗ), Αθήνα
- Πρίνου, Λ. Χαλκιά, Κρ. και Σκορδούλης, Κ. (2007), «Αντιλήψεις των μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για τις έννοιες της εξελικτικής θεωρίας», Πρακτικά του 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου: «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση», Τεύχος Β' - «Διδακτική και Διδασκαλία Βιολογίας και Βιοχημείας», 15-18 Μαρτίου, Ιωάννινα.
- Πρίνου, Λ. Χαλκιά, Κρ. και Σκορδούλης, Κ. (2009α) «Η διδασκαλία της εξέλιξης στο Ελληνικό σχολείο: παρελθόν και παρόν» στο Εκπαιδευτήρια Γείτονα, επιμέλεια Ζόγκτζα, Β. Καμπουράκης, Κ. και Νοταράς, Δ., Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά ζητήματα, σ.443-482

- Πρίνου, Α. Χαλκιά, Κρ. και Σκορδούλης, Κ. (2009β), «Η προσαρμογή: πεδίο ανάπτυξης τελεολογικών αντιλήψεων. Απόπειρες εκπαιδευτικών να διδάξουν την επιστημονική εξήγηση», στο Καριώτογλου, Π., Σπύρτου, Α. και Ζουπιδής, Α. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών, σελ 146-154 <http://www.uowm.gr/kodifeet>
- Ραβανίδης, Π. (2009), «Η παρουσίαση των εννοιών της θεωρίας της εξέλιξης στα σχολικά εγχειρίδια των θρησκευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης κατά την τελευταία εικοσαετία» στο Εκπαιδευτήρια Γείτονα, επιμέλεια Ζόγκζα, Β. Καμπουράκης, Κ. και Νοταράς, Δ., Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά ζητήματα, σελ.435-442
- Σαριγγέλης, Μ. (2007) «Η Θεωρία της Εξέλιξης στην εκπαίδευση: αντιλήψεις μαθητών/-τριών Γ΄ τάξης Γενικού Λυκείου (Συγκριτική μελέτη : Καλαμαριάς Θεσσαλονίκης – Σάμου) & πρωτοετών φοιτητών/-τριών Π.Τ.Δ.Ε. Α.Π.Θ.», Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη
- Σκούρας, Ζ. (2015) «Αναζητώντας τη ζωή. Από την αρχαιότητα μέχρι τον 21^ο αιώνα», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Ζήτη
- Στασινάκης, Π. (2012) «Διερεύνηση συνιστωσών της παιδαγωγικής γνώσης περιεχομένου (ΠΓΠ) ανάμεσα σε εκπαιδευτικούς της Βθμιας εκπαίδευσης ως προς τη διδασκαλία της εξέλιξης μέσω φυσικής επιλογής, σε συνδυασμό με διδακτικές της εφαρμογές μέσω Νέων Τεχνολογιών», Διδακτορική Διατριβή, Ε.Κ.Π.Α, Αθήνα.
- Στασινάκης, Π. και Αθανασίου, Κ. (2009) «Διερευνώντας τους παράγοντες που σχετίζονται με την διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης μεταξύ καθηγητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης» στο Εκπαιδευτήρια Γείτονα, επιμέλεια Ζόγκζα, Β. Καμπουράκης, Κ. και Νοταράς, Δ., Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: Θεωρητικά και Παιδαγωγικά ζητήματα, σ.484-505
- Χριστόφαλου, Φ.Μ. Χαλκιά Κ (2015), «Ο γεωλογικός χρόνος μέσα από την έννοια της αλλαγής. Μια αποτύπωση των ιδεών των μαθητών της Α Λυκείου» στο Ψύλλος, Δ. Μολοχίδης, Αν. Καλλέρη, Μ. Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση – Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία : Ερευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές, σελ 612-618

Αγγλική

- Almqvist, A. J., & Cronin, J. E. (1988) «Fact, Fancy, and Myth on Human Evolution» *Current Anthropology*, 29, 520-522. <http://dx.doi.org/10.1086/203672>
- Anderson, DL, Fisher, KM, & Norman, GJ. (2002). Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 952–978
- Athanasίου K & Mavrikaki E, (2014) «Conceptual Inventory of Natural Selection as a Tool for Measuring Greek University Students' Evolution Knowledge: Differences between novice and advanced students», *International Journal of Science Education*, <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.856529>
- Athanasίου K, Katakos E & Papadopoulou P (2012) «Conceptual ecology of evolution acceptance among Greek education students: the contribution of knowledge increase», *Journal of Biological Education*, 46:4, 234-241, <https://doi.org/10.1080/00219266.2012.716780>
- Ayala, Fr. (2009) «Το δώρο του Δαρβίνου στην Επιστήμη και στη Θρησκεία», Αθήνα, Εκδόσεις Ενάλιος
- Barnes, E. & Brownell, S (2018), «Can Six Minutes of Culturally Competent Evolution Education Reduce Students' Level of Perceived Conflict Between Evolution and Religion?» *The American Biology Teacher* DOI: <https://doi.org/10.1525/abt.2018.80.2.106>
- Barnes, E. Evans, M. Hazel, A. Brownell, S. and Nesse, R. (2017), «Teleological reasoning, not acceptance of evolution, impacts students' ability to learn natural selection» *Evo Edu Outreach* 10:7 DOI: <https://doi.org/10.1186/s12052-017-0070-6>
- Barnes, M. Elizabeth & Brownell, Sara. (2016). «Practices and Perspectives of College Instructors on Addressing Religious Beliefs When Teaching Evolution». *CBE life sciences education*. 15. 1-19. <https://doi.org/10.1187/cbe.15-11-0243>
- Beardsley, P.M. (2004), «Middle School Student Learning in Evolution: Are Current Standards Achievable?» *American Biology Teacher*, p. 66, 604, 606-607, 609-612.
- Berkman, M. & Plutzer, E. (2010) «Evolution, Creationism, and the battle to control America's classrooms» Cambridge University Press: www.cambridge.org/9780521148863
- Berkman, M. & Plutzer, E. (2011) «Defeating creationism in the courtroom, but not in the classroom» *Science*, Vol 331, no 6016, p 404-405
- Berkman, M. & Plutzer, E. (2012) «An evolving controversy: The struggle to teach science in science classes» *American Educator*

- Bishop, B.A., & Anderson, C.W. (1985), «Evolution by natural selection a teaching module» Occasional Paper no91, East Lansing, MIQ Institute for Research on Teaching, Michigan State University
- Bishop, B.A., & Anderson, C.W. (1990), «Student Conceptions of Natural Selection and Its Role in Evolution», *Journal of Research in Science Teaching*, 27, p. 415-427.
- Bloom P, Weisberg DS. (2007), «Childhood origins of adult resistance to science» *Science*;316:996–7
- Bloom, P. & Skolnick Weisberg, D. (2007) «Childhood Origins of Adult Resistance to Science» *Science* 18 Vol. 316, Issue 5827, pp. 996-997
<https://doi.org/10.1126/science.1133398>
- Branch, G. & Scott C. E. (2009) «The Latest Face of Creationism» *Scientific American* 300, 92 - 99 <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0109-92>
- Brumby, M. (1979), «Problems in learning the concept of natural selection», *Journal of Biological Education*, 13, p.119-122 <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.1979.9654240>
- Carter, BE. & Wiles, JR. (2014). «Scientific consensus and social controversy: exploring relationships between students’ conceptions of the nature of science, biological evolution and the global climate change» *Evolution: Education and Outreach* 7(6), 1-11 doi: <https://doi.org/10.1186/s12052-014-0006-3>
- Cofré, Hernán & Santibanez, David & Jimenez, Juan & Spotorno, Angel & Carmona, Francisca & Navarrete, Kasandra & Vergara, Claudia. (2017). «The effect of teaching the nature of science on students’ acceptance and understanding of evolution: myth or reality?». *Journal of Biological Education*. 1-14.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1326968>
- Coley, John & Tanner, Kimberly. (2015). «Relations between Intuitive Biological Thinking and Biological Misconceptions in Biology Majors and Nonmajors». *CBE life sciences education*. 14. <https://doi.org/10.1187/cbe.14-06-0094>
- Cronbach, L.J. (1951) Coefficient alpha and the internal structure of tests, *Psychometrika* 16: 297. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Cunningham, D.L & Wescott, D.J. (2009) «Still More “Fancy” and “Myth” than “Fact” in Students’ Conceptions of Evolution» *Evo Edu Outreach* 2:505–517,
<https://doi.org/10.1007/s12052-009-0123-6>
- Dawkins, R (2008) «Ο Τυφλός Ωρολογοποιός», Αθήνα Εκδόσεις, ΚΑΤΟΙΠΤΡΟ
- Demastes, S.S. Good, R.G. & Peebles, P. (1995b) Students' conceptual ecologies and the process of conceptual change in evolution. *Science Education*, 79(6), 637-666

- Demastes, S.S. Good, R.G. & Peebles, P. (1996) «Patterns of Conceptual Change in Evolution» *Journal of Research in Science Teaching - J RES SCI TEACH.* 33. 407-431.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199604\)33:43.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199604)33:43.0.CO;2-W)
- Demastes, S.S. Seetlagejr, J. & Good, R.G. (1995a). Students' conceptions of natural selection and its role in evolution: cases of replication and comparison. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 535-550.
- Dobzhansky, T. (1973), «Nothing in biology makes sense except in the light of evolution», *The American Biology Teacher*, 35(3), p.125-129
<http://www.bioone.org/doi/full/10.2307/4444260>
- Downie, J.R. Southcott, R. Braterman, P.S. (2018), «Evolution Education and Evolution Denial in Scotland» Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018 HDeniz and LA Borgerding (eds), *Evolution Education Around the Globe*, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-90939-4_10
- Dunk, R.D. Petto, A.J. Wiles, J.R. and Campbell B.C. (2017), «A multifactorial analysis of acceptance of evolution» *Evolution Education and Outreach*,10:4 <https://evolution-outreach.springeropen.com/articles/10.1186/s12052-017-0068-0>
- European Commission (2005) «Europeans, Science and Technology» Special Eurobarometer 224 Report
- Evans, E.M. (2008) «Conceptual change and evolutionary biology : A developmental analysis» in Vosniadou, S. (ed.) *International Handbook of Research on Conceptual Change*, pp 263-294, New York, NY:Routledge
- Galli, L.M.G. Meinardi, E.N. (2010) «The Role of Teleological Thinking in Learning the Darwinian Model of Evolution» *Evolution: Education and Outreach* 4:272
<https://doi.org/10.1007/s12052-010-0272-7>
- Gregory, T.R. (2009), «Understanding Natural Selection: Essential Concepts and Common Misconceptions», *Evolution: Education & Outreach*, Vol.2 p.156-175
- Heddy, B. & Nadelson, L. (2012). «A Global Perspective of the Variables Associated with Acceptance of Evolution». *Evolution: Education and Outreach.* 5.
<https://doi.org/10.1007/s12052-012-0423-0>
- Hokayem, H. & BouJaoude, S. (2008) «College Students' Perceptions of the Theory of Evolution», *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 45, no. 4, pp. 395–419
- Holmes, B. (2006) «Review 2006: Evolution in action», *New Scientist*
- Kampourakis, K., & Zogza, V. (2009). Preliminary evolutionary explanations: A basic framework for conceptual change and explanatory coherence in evolution. *Science &*

- Education,. <http://doi.org/10.1007/s11191-008-9171-5>
- Kampourakis, K. & Zogza, (2008) « Students’ intuitive explanations of the causes of homologies and adaptations» V. Sci & Educ 17: 27. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9075-9>
- Kampourakis, K. & Zogza, V. (2007) «Students’ Preconceptions About Evolution: How Accurate is the Characterization as “Lamarckian” when Considering the History of Evolutionary Thought?» Sci Educ 16: 393. <https://doi.org/10.1007/s11191-006-9019-9>
- Kampourakis, K., Palaiokrassa, E., Papadopoulou, M., Pavlidi, V., & Argyropoulou, M. (2012), «Children’s intuitive teleology: Shifting the focus of evolution education research» Evolution Education and Outreach, 5(2), 279–291. <http://doi.org/10.1007/s12052-012-0393-2>.
- Kampourakis, K., Pavlidi, V., Papadopoulou, M. et al. (2012) «Children’s Teleological Intuitions: What Kind of Explanations Do 7–8 Year Olds Give for the Features of Organisms, Artifacts and Natural Objects?» Res Sci Educ 42: 651. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9219-4>
- Keskin, B. & Ozay Kose, E. (2015) «Understanding Adaptation and Natural Selection: Common Misconceptions» International Journal of Academic Research in Education vol. 1, Is.2, DOI: <https://doi.org/10.17985/ijare.53146>
- Keskin, B. & Ozay Kose, E. (2017) «Misconceptions of Prospective Biology Teachers about Theory of Evolution», Electronic Journal of Science and Mathematics Education DOI: <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.373344>
- Manwaring, Katie & Jensen, Jamie & A. Gill, Richard & R. Sudweeks, Richard & S. Davies, Randall & Bybee, Seth. (2018). «Scientific reasoning ability does not predict scientific views on evolution among religious individuals». Evolution: Education and Outreach. 11. 2. <https://doi.org/10.1186/s12052-018-0076-8>
- Mavrikaki, E., & Athanasiou, K. (2011). Development and application of an instrument to measure Greek Primary Education Teachers’ Biology Teaching Self-efficacy Beliefs. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 7(3), 203–213.
- Mayr, E (2005) «Τι είναι η Εξέλιξη. Από τα βακτήρια στον άνθρωπο: γεγονότα, αποδείξεις και αλήθειες», Αθήνα, Εκδόσεις Κάτοπτρο
- Mead, Rebecca & Hejmadi, Momna & D. Hurst, Laurence. (2017). «Teaching genetics prior to teaching evolution improves evolution understanding but not acceptance». PLoS Biology. <https://doi.org/15.10.1371/journal.pbio.2002255>
- Meagher, T. R. & Futuyama, D.J. (2001), «The American Naturalist», Supplement October

2001, p.158

- Miller, JD, Scott, EC, & Okamoto, S. (2006). Public acceptance of evolution. *Science*, 313(5788), 765
- Morrison, J.A., & Lederman, N.G. (2003), «Science Teachers’ Diagnosi and Understanding of Students’s Preconceptions» *Science Education*, 87, p.849-867
- Nadelson, L.S. & Hardy, K. (2015) «Trust in science and scientists and the acceptance of evolution». *Teacher Education and Leadership Faculty Publications*. Paper 2218. https://digitalcommons.usu.edu/teal_facpub/2218
- National Academy of Science (1998), «Teaching about evolution and the nature of science», Washington DC:National Academy Press, www.nap.edu/readingroom/books/evolution98
- Nehm RH, Reilly L. (2007) «Biology majors’ knowledge and misconceptions of natural selection». *Bioscience*.;2007 57(3):263–72. DOI: <http://doi.org/10.1641/B570311>
- Nelson E, Craig (2012) «Why Don’t Undergraduates Really “Get” Evolution? What Can Faculty Do?» in Karl S. Rosengren, Sarah K. Brem, E. Margaret Evans, and Gale M. Sinatra (2012) «Evolution challenges : integrating research and practice in teaching and learning about evolution», Oxford University Press, New York
- Nunnally, Jum C. (1970) *Introduction to psychological measurement*. New York, McGraw-Hill
- Pobiner, B.L (2016), «Accepting, understanding, teaching, and learning (human) evolution: Obstacles and opportunities» *American Journal of Physical Anthropology* 159:S232–S274 DOI: <https://doi.org/10.1002/ajpa.22910>
- Prinou, L. Halkia, Kr. & Skordoulis, C. (2011), «The Inability of Primary School to Introduce Children to the Theory of Biological Evolution», *Evolution: Education & Outreach*, Vol.4, Issue 2, p. 275-285.
- Prinou, L. Halkia, L. and Skordoulis K. (2008), «What Conceptions do Greek School Students Form about Biological Evolution?» *Evolution: Education & Outreach*, vol 1 p.312 – 317.
- Prinou, L., Halkia, K. and Skordoulis, C. (2005). «Teaching the Theory of Evolution: Teacher’s Attitudes, Views and Difficulties», *Proceedings of International History, Philosophy and Science Teaching Conference*, pp. 8, Leeds, UK, July 2005
- Rector, M.A. Nehm, R.H. & Pearl, D. (2012), «Learning the Language of Evolution: Lexical Ambiguity and Word Meaning in Student Explanations» *Research in Science Education* DOI: <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9296-z>
- Richard, Melissa & Coley, John & Tanner, Kimberly. (2017). «Investigating Undergraduate

- Students' Use of Intuitive Reasoning and Evolutionary Knowledge in Explanations of Antibiotic Resistance». *Cell Biology Education*. 16. ar55. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-11-0317>
- Ruse, M. (2017) «Ο Δαρβινισμός και οι επικριτές του», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Ροπή
- Rutledge, ML, & Warden, MA. (1999). Development and validation of the measure of acceptance of the theory of evolution instrument. *School Science and Mathematics*, 99, 13–18
- Sager, C. (2008) «Voices for Evolution» The National Center for Science Education, Inc. Berkeley, CA
- Smith, M. (2010). Current Status of Research in Teaching and Learning Evolution: II. Pedagogical Issues. *Science & Education*, 19, 539-571.
- Stasinakis, P & Athanasiou, K (2016) «Investigating Greek Biology Teachers' attitudes towards Evolution Teaching with respect to their Pedagogical Content Knowledge: suggestions for their Professional Development» *EURASIA J. Math., Sci Tech. Ed*;12(6):1605–1617 <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1249a>
- Stasinakis, P & Kampourakis, K. (2018) «Teaching Evolution in Greece» in Deniz, H. and Borgerding, L.A. (eds.), *Evolution Education Around the Globe*, Springer International Publishing AG, p.195-212, https://doi.org/10.1007/978-3-319-90939-4_11
- Stern, F. & Kampourakis, K. & Humeault, C. & Silveira, P. & Muller, A (2018) «Undergraduate Biology Students' Teleological and Essentialist Misconceptions» *Education Sciences* 8. 135, <https://doi.org/10.3390/educsci8030135>
- Tavares G M & Bobrowski V L (2018) «Integrative assessment of Evolutionary theory acceptance and knowledge levels of Biology undergraduate students from a Brazilian university», *International Journal of Science Education*, <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1429031>
- To, Cheryl & Tenenbaum, Harriet & Hogh, Henriette. (2016). «Secondary school students' reasoning about evolution: reasoning about evolution». *Journal of Research in Science Teaching*. 54. <https://doi.org/10.1002/tea.21347>
- Wescott, D.J. & Cunningham, D.L. (2005), «Recognizing student misconceptions about science and evolution» *Mountain Rise*, 2(2).
- Wheeler, JT. (2005) «Creationism, Evolution and Intelligent Design» Seminar notes, Department of Biochemistry and Molecular Biology, University of Louisville School of Medicine.
- Wiles J R. & Alters B (2011) «Effects of an Educational Experience Incorporating an

- Inventory of Factors Potentially Influencing Student Acceptance of Biological Evolution», *International Journal of Science Education*, 33:18, 2559-2585
- Wiles, J.R. (2010), «Overwhelming Scientific Confidence in Evolution and its Centrality in Science Education and the Public Disconnect» *Science Education Review*, 9(1)
- Wiles, JR. (2014), «Gifted students' perceptions of their acceptance of evolution, changes in acceptance, and factors involved therein» *Evolution Education and Outreach*. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12052-014-0004-5>
- Williams J. D. (2015) «Evolution Versus Creationism: A matter of acceptance versus belief», *Journal of Biological Education*, 49:3, 322-333, <https://doi.org/10.1080/00219266.2014.943790>
- Wilson, J.A. (2001), «Pseudoscientific beliefs among college students» *Reports of the National Center for Science Education*, 21, p.9-13
- Yasri, P. (2014), «A systematic classification of student misconceptions in biological evolution» *International Journal of Biology Education*, Vol. 3, Issue 2, <https://doi.org/10.20876/ijobed.06781>
- Yasri, Pratchayapong & Mancy, Rebecca. (2015). «Student positions on the relationship between evolution and creation: What kinds of changes occur and for what reasons?». *Journal of Research in Science Teaching*. 53. n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/tea.21302>
- Yates, T.B. & dan Marek, E.A. (2014), «Teachers teaching misconceptions: a study of factors contributing to high school biology students' acquisition of biological evolution-related misconceptions» *Evolution Education and Outreach*, DOI:<https://doi.org/10.1186/s12052-014-0007-2>
- Yates, T.B. & dan Marek, E.A. (2015), «A Study Identifying Biological Evolution-Related Misconceptions Held by Pre-biology High School Students», *Creative Education*, 6, p.811-834 DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2015.68085>
- Yates, T.B. (2011). «Student Acquisition Of Biological Evolution-Related Misconceptions: The Role Of Public High School Introductory Biology Teachers». Doctoral Thesis. University Of Oklahoma.

Ιστοσελίδες – Διαδίκτυο

- IAP (2006), <http://www.interacademies.net/10878/13901.aspx>, [Πρόσβαση 13-11-2017, 16:25]
- Αλαχιώτης, Σ. (2009), «Γιατί ο Δαρβίνος δεν πάει σχολείο;»,

<http://www.tovima.gr/science/article/?aid=268528>, Πρόσβαση 24-10-2017, 15:12

Γιάνναρου, Λ. (2008), «Η «αποβολή» του Δαρβίνου από το σχολείο», <http://www.kathimerini.gr/319212/article/epikairothta/ellada/h-apovolh-toy-darvinoy-apo-to-sxoleio>, [Πρόσβαση 28-10-2017, 15:50]

Παπακώστα (2009), «ΔΑΡΒΙΝΟΣ; ΠΟΙΟΣ ΔΑΡΒΙΝΟΣ; Σχεδόν οι μισοί Έλληνες αμφισβητούν τη θεωρία της εξέλιξης των ειδών», <http://www.tanea.gr/news/greece/article/4503021/?iid=2>, [Πρόσβαση 26-10-2017, 18:10]

Σαριγγέλης, Μ. (2013), «*Η Θεωρία της Εξέλιξης στην Εκπαίδευση*» <http://eranistis.net/wordpress/2013/04/26/%CE%B7-%CE%B8%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%B5%CE%BE%CE%AD%CE%BB%CE%B9%CE%BE%CE%B7%CF%82-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B5%CE%BA%CF%80%CE%B1%CE%AF%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7/>, [Πρόσβαση 24-10-2017, 16:05]

Newport, F. (2014). In U.S., 42 % believe creationist view of human origins. Gallup. <http://www.gallup.com/poll/170822/believe-creationist-view-human-origins.aspx> [Πρόσβαση 6-7-2018, 18:10]

Newport, F. (2012). In U.S., 46% Hold Creationist View of Human Origins. Gallup <https://news.gallup.com/poll/155003/Hold-Creationist-View-Human-Origins.aspx> [Πρόσβαση 6-7-2018, 18:15]

Newport, F. (2010). Four in 10 Americans Believe in Strict Creationism. Gallup <https://news.gallup.com/poll/145286/Four-Americans-Believe-Strict-Creationism.aspx?> [Πρόσβαση 6-7-2018, 18:27]

Pew Research Center. (2013). Public's views on human evolution. <http://www.pewforum.org/2013/12/30/publics-views-on-human-evolution/> [Πρόσβαση 6-7-2018, 18:30]

Pew Research Center. (2014). 5 facts about evolution and religion <http://www.pewresearch.org/fact-tank/2014/10/30/5-facts-about-evolution-and-religion/> [Πρόσβαση 6-7-2018, 18:40]

iefimerida.gr (2017), «Ο Ερντογάν τα έβαλε και με τον Δαρβίνο -Δεν θα διδάσκεται η θεωρία της εξέλιξης στα σχολεία της Τουρκίας» <https://www.iefimerida.gr/news/346379/o-erntogan-ta-evale-kai-me-ton-darvino-den-tha-didasketai-i-theoria-tis-exelixis-sta> [Πρόσβαση 2-5-2019, 16:29]

10 Παραρτήματα

Παράρτημα 1. Οι διατυπώσεις του ερωτηματολογίου ανά ενότητα και ανά πεδίο έρευνας.

Παράρτημα 2. Οι διατυπώσεις του ερωτηματολογίου ανά σειρά εμφάνισης στο ερωτηματολόγιο.

Παράρτημα 3. Το ερωτηματολόγιο των φοιτητών.

Παράρτημα 4. Τα αποτελέσματα στην ενότητα «Αποδοχή»

Παράρτημα 5. Τα αποτελέσματα στην ενότητα «Κατανόηση»

Παράρτημα 1. Οι διατυπώσεις του ερωτηματολογίου ανά ενότητα και ανά πεδίο έρευνας.

| Α/Α | Α/Α | Πεδίο Θεωρίας | Πεδίο Έρευνας | ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ | ΣΩΣΤΗ-ΛΑΘΟΣ | Κωδικός ερώτησης | Α/Α στο ερωτηματολόγιο |
|-----|-----|---|---|---|-------------|------------------|------------------------|
| 1 | 1 | ΑΠΟΔΟΧΗ | Α1. Αποδοχή Εξέλιξης και Εξελικτικής Θεωρίας | Η Εξέλιξη των οργανισμών μέσω της Φυσικής Επιλογής αποτελεί απλά μια υπόθεση, οπότε δεν είναι μια αξιόπιστη/ικανοποιητική εξήγηση για την εξέλιξη τους | Λ | A.1 | 5 |
| 2 | 2 | | | Η θεωρία πως η ζωή δημιουργήθηκε από τον Θεό θα πρέπει να διδάσκεται σαν επιστημονική θεωρία στα σχολεία | Λ | A.2 | 20 |
| 3 | 3 | | | Η Θεωρία της Εξέλιξης των οργανισμών μέσω της Φυσικής Επιλογής, θα πρέπει να διδάσκεται σαν επιστημονική θεωρία στο σχολείο | Σ | A.3 | 35 |
| 4 | 4 | | | Υπάρχουν πολλά στοιχεία που συνηγορούν υπέρ της εξέλιξης των ειδών | Σ | A.4 | 1 |
| 5 | 5 | | | Η Δαρβινική Εξελικτική Θεωρία εξηγεί σωστά την παρούσα ποικιλομορφία της ζωής | Σ | A.5 | 10 |
| 6 | 6 | | | Η τεράστια ποικιλομορφία της ζωής στη γη δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω της εξέλιξης αλλά μόνο υπό την επίβλεψη ανώτερου όντος | Λ | A.6 | 36 |
| 7 | 7 | | A2. εάν υπάρχει αποδοχή της εξέλιξης του ανθρώπου | Ο σύγχρονος άνθρωπος έχει σήμερα ακριβώς την ίδια μορφή που είχε όταν πρωτοεμφανίστηκε στον πλανήτη (άνθρωπος των σπηλαίων) | Λ | A.7 | 14 |
| 8 | 8 | | Ο άνθρωπος εξελίχθηκε όπως όλοι οι οργανισμοί από προγενέστερες μορφές ζωής | Σ | A.8 | 21 | |
| 9 | 1 | Α.Η Φύση της Επιστήμης | Κ1. το επίπεδο κατανόησης εννοίας Επιστημονικής Θεωρίας | Κατανόω πολύ καλά την έννοια της "Επιστημονικής Θεωρίας" | --- | K.1.1 | 4 |
| 10 | 2 | | | Μια επιστημονική θεωρία που εξηγεί ένα φυσικό φαινόμενο είναι απλά μια υπόθεση | Λ | K.1.2 | 13 |
| 11 | 3 | | | Μια επιστημονική θεωρία είναι μια ομάδα υποθέσεων που ελέγχθηκαν επανειλημμένα και δεν απορρίφθηκαν | Σ | K.1.3 | 27 |
| 12 | 4 | Κ2. η κατανόηση των βασικών χαρακτηριστικών του μηχανισμού της Εξέλιξης μέσω της Φυσικής Επιλογής | Κ2. η κατανόηση των βασικών χαρακτηριστικών του μηχανισμού της Εξέλιξης μέσω της Φυσικής Επιλογής | Η εξέλιξη ενός οργανισμού συνεπάγεται πάντα βελτίωση των χαρακτηριστικών του | Λ | K.2.1 | 6 |
| 13 | 5 | | | Η «επιβίωση του καλύτερα προσαρμοσμένου» στην ουσία σημαίνει «ότι μόνο ο ισχυρότερος επιβιώνει» | Λ | K.2.2 | 15 |
| 14 | 6 | | | Με την Φυσική Επιλογή επιλέγονται τα άτομα του πληθυσμού που έχουν μεγαλύτερες δυνατότητες επιβίωσης στο συγκεκριμένο περιβάλλον (καλύτερα προσαρμοσμένα) | Σ | K.2.3 | 44 |
| 15 | 7 | | | Ο μηχανισμός της Φυσικής Επιλογής επειδή προϋποθέτει αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων και με το περιβάλλον τους, ούηγει στην εξέλιξη των ατόμων | Λ | K.2.4 | 7 |
| 16 | 8 | | | Αυτό που εξελίσσεται είναι ο πληθυσμός και όχι τα μεμονωμένα άτομα | Σ | K.2.5 | 19 |
| 17 | 9 | | | Η εξέλιξη για να συμβεί απαιτεί συσσώρευση κληρονομίσιμων χαρακτηριστικών που έχουν εδραιωθεί στους πληθυσμούς ύαασχικών γενεών μέσω της φυσικής επιλογής | Σ | K.2.6 | 33 |
| 18 | 10 | | | Για να υράσει η εξέλιξη απαιτείται ανάμεσα να προϋπάρχει ποικιλομορφία χαρακτηριστικών στα άτομα του είδους | Σ | K.2.7 | 24 |
| 19 | 11 | | | Ένα πολύπλοκο όργανο όπως το μάτι δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω της εξέλιξης αλλά μόνο υπό την επίβλεψη ανώτερου σχεδίαστη | Λ | K.2.8 | 22 |
| 20 | 12 | Κ3. εάν είναι κατανοητή η δημιουργία και εξαφάνιση ειδών μέσω εξέλιξης | Κ3. εάν είναι κατανοητή η δημιουργία και εξαφάνιση ειδών μέσω εξέλιξης | Δεν υπάρχουν αποδείξεις ότι η εξέλιξη των ειδών συνέβη ή συμβαίνει | Λ | K.3.1 | 17 |
| 21 | 13 | | | Τα περισσότερα είδη οργανισμών που έζησαν στο παρελθόν σήμερα έχουν εξαφανιστεί | Σ | K.3.2 | 3 |
| 22 | 14 | | | Νέα είδη οργανισμών δημιουργούνται συνεχώς (ακόμα και σήμερα) | Σ | K.3.3 | 31 |
| 23 | 15 | Κ4. εάν είναι κατανοητό το τι εξηγεί η Εξελικτική Θεωρία | Κ4. εάν είναι κατανοητό το τι εξηγεί η Εξελικτική Θεωρία | Η Εξελικτική Θεωρία προσπαθεί να εξηγήσει εάν υπάρχει η εξέλιξη των οργανισμών ή όχι | Λ | K.4.1 | 26 |
| 24 | 16 | | | Η Εξελικτική Θεωρία εξηγεί σωστά και την εμφάνιση της ζωής στη γη | Λ | K.4.2 | 40 |

| | | | | | | | | |
|----|----|---|---|--|--|--------|-------|----|
| 25 | 17 | ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ | Β. Διαδικασία και μηχανισμοί της Εξέλιξης και της Φυσικής Επιλογής | | Εξέλιξη σημαίνει σε τελική ανάλυση "διαφοροποίηση από το υπάρχον" | Σ | K.5.1 | 25 |
| 26 | 18 | | | K5. εάν είναι κατανοητό τι σημαίνει Εξέλιξη των οργανισμών | Η εξέλιξη οδηγεί πάντα στην δημιουργία ενός νέου είδους (ειδogenesis) | Λ | K.5.2 | 45 |
| 27 | 19 | | | | Η εξέλιξη απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα για να συμβεί γι αυτό είναι δύσκολο να παρατηρηθεί άμεσα. | Σ | K.5.3 | 37 |
| 28 | 20 | | | | Ένα χαρακτηριστικό που αποκτιέται κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ανθρώπου μπορεί να κληρονομηθεί στις επόμενες γενιές | Λ | K.6.1 | 12 |
| 29 | 21 | | | K6. το επίπεδο παρουσίας Λαμαρκανών αντιλήψεων | Εάν δύο βορειοευρωπαίοι γονείς με ανοιχτό χρώμα δέρματος μεταναστεύσουν στην Αφρική και αποκτήσουν "μαύρισμα", τα παιδιά τους θα είναι πιο "μαυρισμένα" απ' ότι ήταν (αρχικά) οι γονείς τους. | Λ | K.6.2 | 29 |
| 30 | 22 | | | (2Χεπίκτητα χαρακτηριστικά, 2Χχρήση/αχρησία) | Ένα όργανο αν δεν χρησιμοποιείται συνέχεια, τότε αυτό σιγά – σιγά εξαφανίζεται λόγω της αχρησίας του και οι επόμενες γενιές πιθανόν να μην το έχουν | Λ | K.6.3 | 43 |
| 31 | 23 | | | | Όλες οι πάπιες σε μια μικρή λίμνη έχουν τα δάκτυλα των ποδιών τους ενωμένα με μεμβράνες. Η λίμνη αποξηραίνεται τελείως. Με την πάροδο του χρόνου οι απόγονοι των παπιών θα εξελιχθούν ώστε να μην έχουν καθόλου μεμβράνες ανάμεσα στα δάκτυλα των ποδιών τους. | Λ | K.6.4 | 47 |
| 32 | 24 | | | K7. το επίπεδο ύπαρξης τελεολογικών ερμηνειών φαινομένων | Ένας οργανισμός μπορεί να αλλάξει χαρακτηριστικά/μορφή κατά τη διάρκεια της ζωής του, προκειμένου να προσαρμοστεί στο περιβάλλον του, το οποίο έχει αλλάξει | Λ | K.7.1 | 2 |
| 33 | 25 | | | | Ο ρολός της δημιουργίας μεμβρανών στα πόδια της πάπιες έχει σαν σκοπό να κολυμπά πιο γρήγορα προκειμένου να συλλαμβάνει την τροφή της | Λ | K.7.2 | 34 |
| 34 | 26 | | | | Τα χαρακτηριστικά των απογόνων έχουν κληροδοτηθεί σε αυτούς από τους γονείς τους | Σ | K.8.1 | 8 |
| 35 | 27 | K8. η κατανόηση του τρόπου κληρονομιάς των χαρακτηριστικών ή/και εμφάνισης νέων | Τα χαρακτηριστικά των απογόνων είναι πάντα ανάμειξη (μέσος όρος) των χαρακτηριστικών των γονέων τους. | Λ | K.8.2 | 23 | | |
| 36 | 28 | | Η εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό καθορίζεται μόνο από το περιβάλλον | Λ | K.8.3 | 39 | | |
| 37 | 29 | | Η εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό γίνεται τυχαία | Σ | K.8.4 | 18 | | |
| 38 | 30 | | Η εξέλιξη μπορεί να αλλάξει τα κληρονομούμενα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού κατά την διάρκεια της ζωής του | Λ | K.8.5 | 41 | | |
| 39 | 31 | | K9. η κατανόηση του γεωλογικού χρόνου και την χρονικής παρουσίας του ανθρώπου στη γη | Η ηλικία της γης είναι: A. 10.000 έτη B. 6.000.000 έτη Γ. 4.500.000.000 έτη | Γ | K.9.4 | 16 | |
| 40 | 32 | | Η γη είναι αρκετά μεγάλη ηλικιακά ώστε να έχει συμβεί η εξέλιξη των οργανισμών | Σ | K.9.5 | 42 | | |
| 41 | 33 | | Οι επιστημονικές μέθοδοι χρονολόγησης των απολιθωμάτων και των γεωλογικών πετρωμάτων είναι αξιόπιστες | Σ | K.9.6 | 28 | | |
| 42 | 34 | Γ. Η Εξέλιξη του Ανθρώπου | K10. εάν κατανοούν πως έγινε η εξέλιξη του ανθρώπου | Ο σύγχρονος άνθρωπος (Homo sapiens) προήλθε μέσω εξελικτικών διαδικασιών που ελέγχονταν όμως από το Θεό. | Λ | K.10.1 | 11 | |
| 43 | 35 | | | Ο άνθρωπος εξελίχθηκε από τους σημερινούς πιθήκους | Λ | K.10.2 | 46 | |
| 44 | 36 | | | Ο άνθρωπος και ο χιμπατζής εξελίχθηκαν από κάποιο πιθηκόμορφο κοινό πρόγονο | Σ | K.10.3 | 32 | |
| 45 | 37 | | | Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινοσαύρους | Λ | K.10.4 | 38 | |
| 46 | 38 | | | Ο Πρώτος Άνθρωπος (Homo habilis) που βρέθηκε να ζει στη γη έχει ηλικία: A. 10.000 έτη B. 2.000.000 έτη Γ. 30.000.000 έτη | Β | K.10.5 | 9 | |
| 47 | 39 | | | Ο σύγχρονος άνθρωπος (Homo sapiens sapiens) έχει μια ηλικία παρουσίας στη γη: A. 250.000 έτη B. 35.000 έτη Γ. 3.000 έτη | Β | K.10.6 | 30 | |

Παράρτημα 2. Οι διατυπώσεις του ερωτηματολογίου ανά σειρά εμφάνισης στο ερωτηματολόγιο.

| Α/Α | ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ | ΣΩΣΤΗ-ΛΑΘΟΣ | Κωδικός ερώτησης | Α/Α στο ερωτηματολόγιο |
|-----|---|-------------|------------------|------------------------|
| 1 | Υπάρχουν πολλά στοιχεία που συνηγορούν υπέρ της εξέλιξης των ειδών | Σ | A.4 | 1 |
| 2 | Ένας οργανισμός μπορεί να αλλάξει χαρακτηριστικά/μορφή κατά τη διάρκεια της ζωής του, προκειμένου να προσαρμοστεί στο περιβάλλον του, το οποίο έχει αλλάξει | Λ | K.7.1 | 2 |
| 3 | Τα περισσότερα είδη οργανισμών που έζησαν στο παρελθόν σήμερα έχουν εξαφανιστεί | Σ | K.3.2 | 3 |
| 4 | Κατανοώ πολύ καλά την έννοια της "Επιστημονικής Θεωρίας" | --- | K.1.1 | 4 |
| 5 | Η Εξέλιξη των οργανισμών μέσω της Φυσικής Επιλογής αποτελεί απλά μια υπόθεση, οπότε δεν είναι μια αξιόπιστη/κανονιστική εξήγηση για την εξέλιξη τους | Λ | A.1 | 5 |
| 6 | Η εξέλιξη ενός οργανισμού συνεπάγεται πάντα βελτίωση των χαρακτηριστικών του | Λ | K.2.1 | 6 |
| 7 | Ο μηχανισμός της Φυσικής Επιλογής επειδή προϋποθέτει αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων και με το περιβάλλον τους, οδηγεί στην εξέλιξη των ατόμων | Λ | K.2.4 | 7 |
| 8 | Τα χαρακτηριστικά των απογόνων έχουν κληροδοτηθεί σε αυτούς από τους γονείς τους | Σ | K.8.1 | 8 |
| 9 | Ο Πρώτος Άνθρωπος (Homo habilis) που βρέθηκε να ζει στη γη έχει ηλικία: 10.000 έτη B. 2.000.000 έτη Γ. 30.000.000 έτη | A. B | K.10.5 | 9 |
| 10 | Η Δαρβινική Εξελικτική Θεωρία εξηγεί σωστά την παρούσα ποικιλομορφία της ζωής | Σ | A.5 | 10 |
| 11 | Ο σύγχρονος άνθρωπος (Homo sapiens) προήλθε μέσω εξελικτικών διαδικασιών που ελέγχονταν όμως από το Θεό. | Λ | K.10.1 | 11 |
| 12 | Ένα χαρακτηριστικό που αποκτιέται κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ανθρώπου μπορεί να κληρονομηθεί στις επόμενες γενιές | Λ | K.6.1 | 12 |
| 13 | Μια επιστημονική θεωρία που εξηγεί ένα φυσικό φαινόμενο είναι απλά μια υπόθεση | Λ | K.1.2 | 13 |
| 14 | Ο σύγχρονος άνθρωπος έχει σήμερα ακριβώς την ίδια μορφή που είχε όταν πρωτοεμφανίστηκε στον πλανήτη (άνθρωπος των σπηλαίων) | Λ | A.7 | 14 |
| 15 | Η «επιβίωση του καλύτερα προσαρμοσμένου» στην ουσία σημαίνει «ότι μόνο ο ισχυρός επιβιώνει» | Λ | K.2.2 | 15 |
| 16 | Η ηλικία της γης είναι: έτη B. 6.000.000 έτη Γ. 4.500.000.000 έτη | A. 10.000 Γ | K.9.4 | 16 |
| 17 | Δεν υπάρχουν αποδείξεις ότι η εξέλιξη των ειδών συνέβη ή συμβαίνει | Λ | K.3.1 | 17 |
| 18 | Η εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό γίνεται τυχαία | Σ | K.8.4 | 18 |
| 19 | Αυτό που εξελίσσεται είναι ο πληθυσμός και όχι τα μεμονωμένα άτομα | Σ | K.2.5 | 19 |
| 20 | Η θεωρία πως η ζωή δημιουργήθηκε από τον Θεό θα πρέπει να διδάσκεται σαν επιστημονική θεωρία στα σχολεία | Λ | A.2 | 20 |
| 21 | Ο άνθρωπος εξελίχθηκε όπως όλοι οι οργανισμοί από προγενέστερες μορφές ζωής | Σ | A.8 | 21 |
| 22 | Ένα πολύπλοκο όργανο όπως το μάτι δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω της εξέλιξης αλλά μόνο υπό την επίβλεψη ανώτερου σχεδιαστή | Λ | K.2.8 | 22 |
| 23 | Τα χαρακτηριστικά των απογόνων είναι πάντα ανάμειξη (μέσος όρος) των χαρακτηριστικών των γονέων τους. | Λ | K.8.2 | 23 |
| 24 | Για να δράσει η εξέλιξη απαιτείται ανάμεσα να προϋπάρχει ποικιλομορφία χαρακτηριστικών στα άτομα του είδους | Σ | K.2.7 | 24 |

| | | | | |
|----|--|---|--------|----|
| 25 | Εξέλιξη σημαίνει σε τελική ανάλυση "διαφοροποίηση από το υπάρχον" | Σ | K.5.1 | 25 |
| 26 | Η Εξελικτική Θεωρία προσπαθεί να εξηγήσει εάν υπάρχει η εξέλιξη των οργανισμών ή όχι | Λ | K.4.1 | 26 |
| 27 | Μια επιστημονική θεωρία είναι μια ομάδα υποθέσεων που ελέγχθηκαν επανειλημμένα και δεν απορρίφθηκαν | Σ | K.1.3 | 27 |
| 28 | Οι επιστημονικές μέθοδοι χρονολόγησης των απολιθωμάτων και των γεωλογικών πετρωμάτων είναι αξιόπιστες | Σ | K.9.6 | 28 |
| 29 | Εάν δύο βορειοευρωπαίοι γονείς με ανοιχτό χρώμα δέρματος μεταναστεύσουν στην Αφρική και αποκτήσουν "μαύρισμα", τα παιδιά τους θα είναι πιο "μαυρισμένα" απ' ότι ήταν (αρχικά) οι γονείς τους. | Λ | K.6.2 | 29 |
| 30 | Ο σύγχρονος άνθρωπος (<i>Homo sapiens sapiens</i>) έχει μια ηλικία παρουσίας στη γη: Α. 250.000 έτη Β. 35.000 έτη Γ. 3.000 έτη | B | K.10.6 | 30 |
| 31 | Νέα είδη οργανισμών δημιουργούνται συνεχώς (ακόμα και σήμερα) | Σ | K.3.3 | 31 |
| 32 | Ο άνθρωπος και ο χιμπατζής εξελίχθηκαν από κάποιο πιθηκόμορφο κοινό πρόγονο | Σ | K.10.3 | 32 |
| 33 | Η εξέλιξη για να συμβεί απαιτεί συσσώρευση κληρονομισμών χαρακτηριστικών που έχουν εδραιωθεί στους πληθυσμούς διαδοχικών γενεών μέσω της φυσικής επιλογής | Σ | K.2.6 | 33 |
| 34 | Ο ρόλος της δημιουργίας μεμβρανών στα πόδια της πάπιας έχει σαν σκοπό να κολυμπά πιο γρήγορα προκειμένου να συλλαμβάνει την τροφή της | Λ | K.7.2 | 34 |
| 35 | Η Θεωρία της Εξέλιξης των οργανισμών μέσω της Φυσικής Επιλογής, θα πρέπει να διδάσκεται σαν επιστημονική θεωρία στο σχολείο | Σ | A.3 | 35 |
| 36 | Η τεράστια ποικιλομορφία της ζωής στη γη δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω της εξέλιξης αλλά μόνο υπό την επίβλεψη ανώτερου όντος | Λ | A.6 | 36 |
| 37 | Η εξέλιξη απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα για να συμβεί γι αυτό είναι δύσκολο να παρατηρηθεί άμεσα. | Σ | K.5.3 | 37 |
| 38 | Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινοσαύρους | Λ | K.10.4 | 38 |
| 39 | Η εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό καθορίζεται μόνο από το περιβάλλον | Λ | K.8.3 | 39 |
| 40 | Η Εξελικτική Θεωρία εξηγεί σωστά και την εμφάνιση της ζωής στη γη | Λ | K.4.2 | 40 |
| 41 | Η εξέλιξη μπορεί να αλλάζει τα κληρονομούμενα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού κατά την διάρκεια της ζωής του | Λ | K.8.5 | 41 |
| 42 | Η γη είναι αρκετά μεγάλη ηλικιακά ώστε να έχει συμβεί η εξέλιξη των οργανισμών | Σ | K.9.5 | 42 |
| 43 | Ένα όργανο αν δεν χρησιμοποιείται συνέχεια, τότε αυτό σιγά – σιγά εξαφανίζεται λόγω της αχρησίας του και οι επόμενες γενιές πιθανόν να μην το έχουν | Λ | K.6.3 | 43 |
| 44 | Με την Φυσική Επιλογή επιλέγονται τα άτομα του πληθυσμού που έχουν μεγαλύτερες δυνατότητες επιβίωσης στο συγκεκριμένο περιβάλλον (καλύτερα προσαρμοσμένα) | Σ | K.2.3 | 44 |
| 45 | Η εξέλιξη οδηγεί πάντα στην δημιουργία ενός νέου είδους (ειδογένεση) | Λ | K.5.2 | 45 |
| 46 | Ο άνθρωπος εξελίχθηκε από τους σημερινούς πιθήκους | Λ | K.10.2 | 46 |
| 47 | Όλες οι πάπιες σε μια μικρή λίμνη έχουν τα δάκτυλα των ποδιών τους ενωμένα με μεμβράνες. Η λίμνη αποξηραίνεται τελείως. Με την πάροδο του χρόνου οι απόγονοι των παπιών θα εξελιχθούν ώστε να μην έχουν καθόλου μεμβράνες ανάμεσα στα δάκτυλα των ποδιών τους. | Λ | K.6.4 | 47 |

Παράρτημα 3. Το ερωτηματολόγιο των φοιτητών.

Στάσεις και απόψεις πρωτοετών φοιτητών Τμημάτων Βιολογίας έναντι της Εξελικτικής Θεωρίας

Αγαπητοί/τές φοιτητές/τριες,

Η έρευνα που ακολουθεί διεξάγεται στο πλαίσιο της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας μου, που εκπονείται στο Π.Μ.Σ. «Οργάνωση και Διοίκηση Εκπαιδευτικών Μονάδων» στο Αλεξάνδρειο Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης.

Το ερωτηματολόγιο αυτό έχει ως στόχο να διερευνήσει τις στάσεις και απόψεις των πρωτοετών φοιτητών των Τμημάτων Βιολογίας έναντι της Εξελικτικής Θεωρίας, λίγους μόνο μήνες αφότου τη διδάχθηκαν στη Βιολογία Γενικής Παιδείας της Ρ Λυκείου κατά το σχολικό έτος 2017-2018.

Παρακαλώ διαβάστε κάθε ερώτηση προσεκτικά, και σημειώστε εάν συμφωνείτε ή διαφωνείτε ή δεν γνωρίζετε, επιλέγοντας την ανάλογη απάντηση στη σχετική φόρμα. Το ερωτηματολόγιο είναι ανώνυμο, οι απαντήσεις σας αυστηρά εμπιστευτικές, και οι πληροφορίες που θα προκύψουν θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς.

Η συμμετοχή σας στην έρευνα είναι πολύτιμη. Δεν υπάρχουν σωστές ή λάθος απαντήσεις. Σωστή απάντηση είναι η ειλικρινής απάντηση. Διαβάστε την κάθε πρόταση και σημειώστε την απάντηση που σας αντιπροσωπεύει. Ο χρόνος συμπλήρωσης δεν ξεπερνά τα 10 λεπτά.

Σας ευχαριστώ εκ των προτέρων.

Με εκτίμηση

ΠΟΛΥΖΟΣ Δ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ Εκπαιδευτικός

ΠΕ04.04 Βιολόγος M.Sc. Environmental

Studies Email: Polizos71@gmail.com

ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΆΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1. Σημειώστε το φύλο σας: *
 Ο Άρρεν
 Θήλυ
2. Είστε φοιτητής του Τμήματος Βιολογίας του...: *
 Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (Ε.Κ.Π.Α.)
 Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.)
 Πανεπιστημίου Κρήτης
 Πανεπιστημίου Πατρών
3. Αποφοιτήσατε από Λύκειο...: *
 Αθήνας
 Θεσσαλονίκης
 Πάτρας
 Ηρακλείου
 άλλης πρωτεύουσας νομού
 άλλης επαρχιακής πόλης
 Other:
4. Ποια ήταν η ειδικότητα του εκπαιδευτικού που σας δίδαξε Βιολογία Γενικής Παιδείας στην Γ' Λυκείου;*
 Βιολόγος
 Φυσικός
 Χημικός
 Γεωλόγος
 Other:

5. Από τα 3 κεφάλαια της ύλης του βιβλίου της Βιολογίας Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου, το κεφάλαιο 3 "Εξέλιξη", το διδαχθήκατε...: *

- πρώτο κατά σειρά
 δεύτερο κατά σειρά
 τρίτο κατά σειρά
 δεν το διδαχθήκατε καθόλου

6. Κατά τη διδασκαλία του κεφαλαίου 3 "Εξέλιξη" παρακολουθήσατε ...: *

- όλα τα μαθήματα του καθηγητή σας κανονικά
 τα περισσότερα μαθήματα του καθηγητή σας
 λίγα μόνο μαθήματα του καθηγητή σας
 κανένα ή σχεδόν κανένα μάθημα του καθηγητή σας

ΚΥΡΙΩΣ ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

1. Υπάρχουν πολλά στοιχεία που συνηγορούν υπέρ της εξέλιξης των ειδών. *

- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ

2. Ένας οργανισμός μπορεί να αλλάξει χαρακτηριστικά/μορφή κατά τη διάρκεια της ζωής του, προκειμένου να προσαρμοστεί στο περιβάλλον του, όταν αυτό αλλάζει. *

- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ

3. Τα περισσότερα είδη οργανισμών που έζησαν στο παρελθόν σήμερα έχουν εξαφανιστεί.*

- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ

4. Κατανοώ πολύ καλά την έννοια της "Επιστημονικής Θεωρίας". *

- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ

5. Η Εξέλιξη των οργανισμών μέσω της Φυσικής Επιλογής αποτελεί απλά μια υπόθεση, οπότε δεν είναι μια αξιόπιστη/ικανοποιητική εξήγηση για την εξέλιξη τους. *

- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ

6. Η εξέλιξη ενός οργανισμού συνεπάγεται πάντα βελτίωση των χαρακτηριστικών του. *

- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ

7. Ο μηχανισμός της Φυσικής Επιλογής, επειδή προϋποθέτει αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων καθώς και με το περιβάλλον τους, οδηγεί στην εξέλιξη των ατόμων. *

- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ

8. Τα χαρακτηριστικά των απογόνων έχουν κληροδοτηθεί σε αυτούς από τους γονείς τους.*

- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ

9. Ο Πρώτος Άνθρωπος (Homo habilis) που βρέθηκε να ζει στη Γη έχει ηλικία: *

- 10.000 έτη 2.000.000 έτη 30.000.000 έτη

10. Η Δαρβινική Εξελικτική Θεωρία εξηγεί σωστά την παρούσα ποικιλομορφία της ζωής. *

- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ

11. Ο σύγχρονος άνθρωπος (Homo sapiens) προήλθε μέσω εξελικτικών διαδικασιών που ελέγχονταν από το Θεό. *

- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ

12. Ένα χαρακτηριστικό που αποκτιέται κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ανθρώπου μπορεί να κληρονομηθεί στις επόμενες γενιές. *

- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ

13. Μια επιστημονική θεωρία που εξηγεί ένα φυσικό φαινόμενο είναι απλά μια υπόθεση. *

- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ

14. Ο σύγχρονος άνθρωπος έχει σήμερα ακριβώς την ίδια μορφή που είχε όταν πρωτοεμφανίστηκε στον πλανήτη (άνθρωπος των σπηλαίων). *

ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ

15. Η «επιβίωση του καλύτερα προσαρμοσμένου» στην ουσία σημαίνει «ότι μόνο ο ισχυρότερος επιβιώνει».
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
16. Η ηλικία της Γης είναι: *
 10.000 έτη 6.000.000 έτη 4.500.000.000 έτη
17. Δεν υπάρχουν αποδείξεις ότι η εξέλιξη των ειδών συνέβη ή συμβαίνει. *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
18. Η εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό γίνεται τυχαία. *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
19. Αυτό που εξελίσσεται είναι ο πληθυσμός και όχι τα μεμονωμένα άτομα. *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
20. Η θεωρία πως η ζωή δημιουργήθηκε από τον Θεό θα πρέπει να διδάσκεται σαν επιστημονική θεωρία στο σχολείο. *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
21. Ο άνθρωπος εξελίχθηκε όπως όλοι οι οργανισμοί από προγενέστερες μορφές ζωής. *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
22. Ένα πολύπλοκο όργανο όπως το μάτι δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω της εξέλιξης αλλά μόνο υπό την επίβλεψη ανώτερου σχεδιαστή. *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
23. Τα χαρακτηριστικά των απογόνων είναι πάντα ο μέσος όρος των χαρακτηριστικών των γονέων τους. *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
24. Για να δράσει η εξέλιξη απαιτείται να προϋπάρχει ποικιλομορφία χαρακτηριστικών ανάμεσα στα άτομα του είδους. *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
25. Εξέλιξη σημαίνει σε τελική ανάλυση "διαφοροποίηση από το υπάρχον". *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
26. Η Εξελικτική Θεωρία προσπαθεί να εξηγήσει εάν υπάρχει η εξέλιξη των οργανισμών ή όχι. *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
27. Μια επιστημονική θεωρία είναι μια ομάδα υποθέσεων που ελέγχθηκαν επανειλημμένα και δεν απορρίφθηκαν. *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
28. Οι επιστημονικές μέθοδοι χρονολόγησης των απολιθωμάτων και των γεωλογικών πετρωμάτων είναι αξιόπιστες. *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
29. Εάν δύο βορειοευρωπαίοι γονείς με ανοιχτό χρώμα δέρματος μεταναστεύσουν στην Αφρική και αποκτήσουν "μαύρισμα", τα παιδιά τους θα είναι πιο "μαυρισμένα" απότι ήταν (αρχικά) οι γονείς τους. *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
30. Ο σύγχρονος άνθρωπος (Homo sapiens sapiens) έχει μια ηλικία παρουσίας στη Γη: *
 250.000 έτη 35.000 έτη 3.000 έτη
31. Νέα είδη οργανισμών δημιουργούνται συνεχώς (ακόμα και σήμερα). *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
32. Ο άνθρωπος και ο χιμπατζής εξελίχθηκαν από κάποιο κοινό πρόγονο της ομάδας των πρωτεύοντων. *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
33. Η εξέλιξη για να συμβεί απαιτεί συσσώρευση κληρονομήσιμων χαρακτηριστικών που έχουν εδραιωθεί στους πληθυσμούς διαδοχικών γενεών μέσω της δράσης της φυσικής επιλογής. *
 ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
34. Ο ρόλος της δημιουργίας μεμβρανών στα πόδια της πάπιας έχει σαν σκοπό να την κάνει να κολυμπά πιο γρήγορα

- προκειμένου να συλλαμβάνει την τροφή της. *
- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
35. Η Θεωρία της Εξέλιξης των οργανισμών μέσω της Φυσικής Επιλογής θα πρέπει να διδάσκεται σαν επιστημονική θεωρία στο σχολείο. *
- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
36. Η τεράστια ποικιλομορφία της ζωής στη Γη δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω της εξέλιξης αλλά μόνο υπό την επίβλεψη ανώτερου όντος. *
- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
37. Η εξέλιξη απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα για να συμβεί, γι αυτό είναι δύσκολο να παρατηρηθεί άμεσα. *
- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
38. Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινόσαυρους. *
- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
39. Η εγκαθίδρυση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό καθορίζεται μόνο από το περιβάλλον. *
- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
40. Η Εξελικτική Θεωρία εξηγεί σωστά και την ποικιλομορφία της ζωής αλλά και την εμφάνιση της στη Γη. *
- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
41. Η εξέλιξη μπορεί να αλλάξει τα κληρονομούμενα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού κατά τη διάρκεια της ζωής του. *
- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
42. Η Γη είναι αρκετά μεγάλη ηλικιακά ώστε να έχει συμβεί η εξέλιξη των οργανισμών. *
- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
43. Ένα όργανο αν δεν χρησιμοποιείται συνέχεια, σιγά - σιγά εξαφανίζεται λόγω της αχρησίας του και οι επόμενες γενιές πιθανόν να μην το έχουν. *
- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
44. Με τη Φυσική Επιλογή επιλέγονται τα άτομα του πληθυσμού που έχουν μεγαλύτερες δυνατότητες επιβίωσης στο συγκεκριμένο περιβάλλον (καλύτερα προσαρμοσμένα). *
- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
45. Η εξέλιξη οδηγεί πάντα στη δημιουργία νέου είδους (ειδογένεση). *
- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
46. Ο άνθρωπος εξελίχθηκε από τους σημερινούς πιθήκους. *
- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ
47. Όλες οι πάπιες σε μια μικρή λίμνη έχουν τα δάκτυλα των ποδιών τους ενωμένα με μεμβράνες. Η λίμνη αποξηραίνεται τελείως. Με την πάροδο του χρόνου οι απόγονοι των παπιών θα εξελιχθούν ώστε να μην έχουν καθόλου μεμβράνες ανάμεσα στα δάκτυλα των ποδιών τους. *
- ΣΥΜΦΩΝΩ ΔΙΑΦΩΝΩ ΔΕΝ ΞΕΡΩ

Παράρτημα 4. Τα αποτελέσματα στην ενότητα «Αποδοχή»

A.1.1 (EP-5). Η Εξέλιξη των οργανισμών μέσω της Φυσικής Επιλογής αποτελεί απλά μια υπόθεση, οπότε δεν είναι μια αξιόπιστη/ικανοποιητική εξήγηση για την εξέλιξη τους.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 23 | 9,6 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 188 | 78,3 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 29 | 12,1 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

A.1.2 (EP-20). Η θεωρία πως η ζωή δημιουργήθηκε από τον Θεό θα πρέπει να διδάσκεται σαν επιστημονική θεωρία στο σχολείο.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 29 | 12,1 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 178 | 74,2 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 33 | 13,8 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

A.1.3 (EP-35). Η Θεωρία της Εξέλιξης των οργανισμών μέσω της Φυσικής Επιλογής θα πρέπει να διδάσκεται σαν επιστημονική θεωρία στο σχολείο.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 9 | 3,8 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 210 | 87,5 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 21 | 8,8 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

A.1.4 (EP-1). Υπάρχουν πολλά στοιχεία που συνηγορούν υπέρ της εξέλιξης των ειδών.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 4 | 1,7 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 222 | 92,5 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 14 | 5,8 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

A.1.5 (EP-10). Η Δαρβινική Εξελικτική Θεωρία εξηγεί σωστά την παρούσα ποικιλομορφία της ζωής.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 52 | 21,7 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 129 | 53,8 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 59 | 24,6 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

A.1.6 (EP-36). Η τεράστια ποικιλομορφία της ζωής στη Γη δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω της εξέλιξης αλλά μόνο υπό την επίβλεψη ανώτερου όντος.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 16 | 6,7 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 195 | 81,3 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 29 | 12,1 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

A.2.1 (EP-14). Ο σύγχρονος άνθρωπος έχει σήμερα ακριβώς την ίδια μορφή που είχε όταν πρωτοεμφανίστηκε στον πλανήτη (άνθρωπος των σηπλαιών).

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 7 | 2,9 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 227 | 94,6 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 6 | 2,5 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

A.2.2 (EP-21). Ο άνθρωπος εξελίχθηκε όπως όλοι οι οργανισμοί από προγενέστερες μορφές ζωής.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 16 | 6,7 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 215 | 89,6 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 9 | 3,8 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Παράρτημα 5. Τα αποτελέσματα στην ενότητα «Κατανόηση»

| Κ.1.1 (EP-4). Κατανοώ πολύ καλά την έννοια της "Επιστημονικής Θεωρίας". | | |
|--|------------------|----------------|
| | Συχνότητα | Ποσοστό |
| ΣΥΜΦΩΝΩ | 115 | 47,9 |
| ΔΙΑΦΩΝΩ | 36 | 15,0 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 89 | 37,1 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

| Κ.1.2 (EP-13). Μια επιστημονική θεωρία που εξηγεί ένα φυσικό φαινόμενο είναι απλά μια υπόθεση. | | |
|---|------------------|----------------|
| | Συχνότητα | Ποσοστό |
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 58 | 24,2 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 144 | 60,0 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 38 | 15,8 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

| Κ.1.3 (EP-27). Μια επιστημονική θεωρία είναι μια ομάδα υποθέσεων που ελέγχθηκαν επανειλημμένα και δεν απορρίφθηκαν. | | |
|--|------------------|----------------|
| | Συχνότητα | Ποσοστό |
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 41 | 17,1 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 152 | 63,3 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 47 | 19,6 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

| Κ.2.1 (EP-6). Η εξέλιξη ενός οργανισμού συνεπάγεται πάντα βελτίωση των χαρακτηριστικών του. | | |
|--|------------------|----------------|
| | Συχνότητα | Ποσοστό |
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 51 | 21,3 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 175 | 72,9 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 14 | 5,8 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.2.3 (ΕΡ-44). Με τη Φυσική Επιλογή επιλέγονται τα άτομα του πληθυσμού που έχουν μεγαλύτερες δυνατότητες επιβίωσης στο συγκεκριμένο περιβάλλον (καλύτερα προσαρμοσμένα).

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 10 | 4,2 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 223 | 92,9 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 7 | 2,9 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.2.4 (ΕΡ-7). Ο μηχανισμός της Φυσικής Επιλογής, επειδή προϋποθέτει αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων καθώς και με το περιβάλλον τους, οδηγεί στην εξέλιξη των ατόμων.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 155 | 64,6 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 47 | 19,6 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 38 | 15,8 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.2.5 (ΕΡ-19). Αυτό που εξελίσσεται είναι ο πληθυσμός και όχι τα μεμονωμένα άτομα.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 51 | 21,3 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 160 | 66,7 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 29 | 12,1 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.2.6 (ΕΡ-33). Η εξέλιξη για να συμβεί απαιτεί συσσώρευση κληρονομήσιμων χαρακτηριστικών που έχουν εδραιωθεί στους πληθυσμούς διαδοχικών γενεών μέσω της δράσης της φυσικής επιλογής.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 16 | 6,7 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 176 | 73,3 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 48 | 20,0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.2.7 (ΕΡ-24). Για να δράσει η εξέλιξη απαιτείται να προϋπάρχει ποικιλομορφία χαρακτηριστικών ανάμεσα στα άτομα του είδους.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 55 | 22,9 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 147 | 61,3 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 38 | 15,8 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.2.8 (ΕΡ-22). Ένα πολύπλοκο όργανο όπως το μάτι δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω της εξέλιξης αλλά μόνο υπό την επίβλεψη ανώτερου σχεδιαστή.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 14 | 5,8 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 203 | 84,6 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 23 | 9,6 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.3.1 (ΕΡ-17). Δεν υπάρχουν αποδείξεις ότι η εξέλιξη των ειδών συνέβη ή συμβαίνει.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 12 | 5,0 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 212 | 88,3 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 16 | 6,7 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.3.2 (ΕΡ-3). Τα περισσότερα είδη οργανισμών που έζησαν στο παρελθόν σήμερα έχουν εξαφανιστεί.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 50 | 20,8 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 154 | 64,2 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 36 | 15,0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.3.3 (ΕΡ-31). Νέα είδη οργανισμών δημιουργούνται συνεχώς (ακόμα και σήμερα).

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 9 | 3,8 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 214 | 89,2 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 17 | 7,1 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.4.2 (ΕΡ-40). Η Εξελικτική Θεωρία εξηγεί σωστά και την ποικιλομορφία της ζωής αλλά και την εμφάνιση της στη Γη.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 64 | 26,7 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 103 | 42,9 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 73 | 30,4 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.6.1 (ΕΡ-12). Ένα χαρακτηριστικό που αποκτιέται κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ανθρώπου μπορεί να κληρονομηθεί στις επόμενες γενιές.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 73 | 30,4 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 142 | 59,2 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 25 | 10,4 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.6.2 (ΕΡ-29). Εάν δύο βορειοευρωπαίοι γονείς με ανοιχτό χρώμα δέρματος μεταναστεύσουν στην Αφρική και αποκτήσουν "μαύρισμα", τα παιδιά τους θα είναι πιο "μαυρισμένα" απ'ότι ήταν (αρχικά) οι γονείς τους.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 13 | 5,4 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 215 | 89,6 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 12 | 5,0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.6.3 (EP-43). Ένα όργανο αν δεν χρησιμοποιείται συνέχεια, σιγά – σιγά εξαφανίζεται λόγω της αχρησίας του και οι επόμενες γενιές πιθανόν να μην το έχουν.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|------------------------|-----------|---------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 138 | 57,5 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 70 | 29,2 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 32 | 13,3 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.6.4 (EP-47). Όλες οι πάπιες σε μια μικρή λίμνη έχουν τα δάκτυλα των ποδιών τους ενωμένα με μεμβράνες. Η λίμνη αποξηραίνεται τελείως. Με την πάροδο του χρόνου οι απόγονοι των παπιών θα εξελιχθούν ώστε να μην έχουν καθόλου μεμβράνες ανάμεσα στα δάκτυλα των ποδιών τους

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|------------------------|-----------|---------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 107 | 44,6 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 63 | 26,3 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 70 | 29,2 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.7.1 (EP-2). Ένας οργανισμός μπορεί να αλλάξει χαρακτηριστικά/μορφή κατά τη διάρκεια της ζωής του, προκειμένου να προσαρμοστεί στο περιβάλλον του, όταν αυτό αλλάζει.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|------------------------|-----------|---------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 125 | 52,1 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 110 | 45,8 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 5 | 2,1 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.7.2 (EP-34). Ο ρόλος της δημιουργίας μεμβρανών στα πόδια της πάπιας έχει σαν σκοπό να την κάνει να κολυμπά πιο γρήγορα προκειμένου να συλλαμβάνει την τροφή της.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|------------------------|-----------|---------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 142 | 59,2 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 61 | 25,4 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 37 | 15,4 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.8.1 (ΕΡ-8). Τα χαρακτηριστικά των απογόνων έχουν κληροδοτηθεί σε αυτούς από τους γονείς τους.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 42 | 17,5 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 194 | 80,8 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 4 | 1,7 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.8.2 (ΕΡ-23). Τα χαρακτηριστικά των απογόνων είναι πάντα ο μέσος όρος των χαρακτηριστικών των γονέων τους.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 26 | 10,8 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 204 | 85,0 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 10 | 4,2 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.8.4 (ΕΡ-18). Η εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό γίνεται τυχαία.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 91 | 37,9 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 132 | 55,0 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 17 | 7,1 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.8.5 (ΕΡ-41). Η εξέλιξη μπορεί να αλλάξει τα κληρονομούμενα χαρακτηριστικά ενός οργανισμού κατά τη διάρκεια της ζωής του.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|-----------------|------------|--------------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 73 | 30,4 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 136 | 56,7 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 31 | 12,9 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

**Κ.9.1 (ΕΡ-16). Η ηλικία της Γης είναι:
Α. 10.000 έτη Β. 6.000.000 έτη Γ. 4.500.000.000 έτη**

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|----------------------------------|-----------|---------|
| ΛΑΘΟΣ | 19 | 7,9 |
| ΣΩΣΤΟ (4.500.000.000 έτη) | 221 | 92,1 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.9.2 (ΕΡ-42). Η Γη είναι αρκετά μεγάλη ηλικιακά ώστε να έχει συμβεί η εξέλιξη των οργανισμών.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|------------------------|-----------|---------|
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 45 | 18,8 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 167 | 69,6 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 28 | 11,7 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.9.3 (ΕΡ-28). Οι επιστημονικές μέθοδοι χρονολόγησης των απολιθωμάτων και των γεωλογικών πετρωμάτων είναι αξιόπιστες.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|------------------------|-----------|---------|
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 14 | 5,8 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 166 | 69,2 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 60 | 25,0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.10.1 (ΕΡ-11). Ο σύγχρονος άνθρωπος (Homo sapiens) προήλθε μέσω εξελικτικών διαδικασιών που ελέγχονταν από το Θεό.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|------------------------|-----------|---------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 17 | 7,1 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 187 | 77,9 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 36 | 15,0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.10.2 (ΕΡ-46). Ο άνθρωπος εξελίχθηκε από τους σημερινούς πιθήκους.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|------------------------|-----------|---------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 25 | 10,4 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 177 | 73,8 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 38 | 15,8 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.10.3 (ΕΡ-32). Ο άνθρωπος και ο χιμπατζής εξελίχθηκαν από κάποιο κοινό πρόγονο της ομάδας των πρωτευόντων.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|------------------------|-----------|---------|
| Διαφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 12 | 5,0 |
| Συμφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 193 | 80,4 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 35 | 14,6 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.10.4 (ΕΡ-38). Οι πρώτοι άνθρωποι έζησαν την ίδια εποχή με τους δεινόσαυρους.

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|------------------------|-----------|---------|
| Συμφωνώ (ΛΑΘΟΣ) | 8 | 3,3 |
| Διαφωνώ (ΣΩΣΤΟ) | 199 | 82,9 |
| ΔΕΝ ΞΕΡΩ | 33 | 13,8 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

Κ.10.5 (ΕΡ-9). Ο Πρώτος Άνθρωπος (Homo habilis) που βρέθηκε να ζει στη Γη έχει ηλικία:

A. 10.000 έτη B. 2.000.000 έτη Γ. 30.000.000 έτη

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|------------------------------|-----------|---------|
| ΛΑΘΟΣ | 70 | 29,2 |
| ΣΩΣΤΟ (2.000.000 έτη) | 170 | 70,8 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |

**Κ.10.6 (ΕΡ-30). Ο σύγχρονος άνθρωπος (*Homo sapiens sapiens*) έχει μια ηλικία παρουσίας στη Γη:
Α. 250.000 έτη Β. 35.000 έτη Γ. 3.000 έτη**

| | Συχνότητα | Ποσοστό |
|---------------------------|------------------|----------------|
| ΛΑΘΟΣ | 149 | 62,1 |
| ΣΩΣΤΟ (35.000 έτη) | 91 | 37,9 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 240 | 100,0 |