

ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ -
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ & ΠΤΔΕ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

Διπλωματική Εργασία

Επιχειρηματολογία Ελλήνων εκπαιδευτικών σε ζητήματα Εξέλιξης

Δημήτριος Κουμαρέλας

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Ισιδώρα Παπασιδέρη

Ιούνιος 2019

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	11
1.1 Επιχειρηματολογία και Επιχείρημα	11
Κατηγορίες επιχειρημάτων	15
1.2 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στην προώθηση της «Επιχειρηματολογίας» στη σχολική αίθουσα.....	16
1.3 Πλεονεκτήματα ανάπτυξης ικανότητας επιχειρηματολογίας.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	20
2.1 Θεωρία Εξέλιξης.....	20
2.1.1 Η Θεωρία της Εξέλιξης & η Φυσική Επιλογή	20
2.2 Οι αρχές της εξελικτικής σκέψης	21
2.2.1 Η θεωρία του Charles Darwin (1809-1882).....	24
2.2.2 Μετά τον Δαρβίνο	26
2.2.3 Οι απόψεις του Popper για την εξελικτική θεωρία	27
2.2.4 Επικράτηση του Νεο-Δαρβινισμού	27
2.3 Η Ιδέα της Εξέλιξης στις άλλες Επιστήμες	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	30
3.1 Διδακτική προσέγγιση της Εξέλιξης.....	30
3.2 Συνηθέστερες «παρανοήσεις» και προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών.....	31
Οι αυθόρμητες τελεολογικές εξηγήσεις	33
3.3 Προβλήματα διδασκαλίας και αποδοχής της Θεωρίας της Εξέλιξης	33
3.3.1 Η επίδραση της θρησκείας.....	35
3.3.2 Η διάκριση του περιεχομένου	35
3.3.3 Η διδασκαλία της Εξέλιξης απέναντι στο Δημιουργισμό.....	36
3.4 Ο διδακτικός μετασχηματισμός της επιστημονικής γνώσης.....	38
3.5 Η παρούσα κατάσταση στο σχολείο	40
3.6 Μελέτες σχετικά με τις παρανοήσεις των μαθητών στη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης	42
3.7 ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	52

4.1 Επιχειρηματολογία στη διδασκαλία της Εξέλιξης.....	52
4.2 Συστατικά βαθμολόγησης ενός επιχειρήματος.....	56
4.3 Κατηγορίες εξηγήσεων μαθητών.....	58
4.4 Χαρακτηριστικά των έξι κατηγοριών επεξηγηματικών σχημάτων για την εξελικτική αλλαγή	59
5.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	62
5.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	62
5.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	62
5.3.1 Το προφίλ του δείγματος.....	62
5.3.2 Εργαλείο της έρευνας.....	63
5.3.3 Συλλογή Δεδομένων.....	65
5.3.4 Ανάλυση Δεδομένων.....	65
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	67
6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ.....	67
6.2 ΕΠΑΓΩΓΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ	68
6.2.1 Σύγκριση των σκορ με τη διδακτική εμπειρία	68
6.2.2 Σύγκριση των σκορ με τη διδακτική εμπειρία ανά ειδικότητα	70
6.3 Ανάλυση των απαντήσεων του Μέρους Ι	72
6.4 Ανάλυση των απαντήσεων του Μέρους ΙΙ.....	74
6.5 Ανάλυση απαντήσεων Μέρους ΙΙΙ.....	76
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	81
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	83
8.1 ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	83
8.2 ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	89
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	91
Ερωτηματολόγιο.....	91
ΜΕΡΟΣ Ι.....	93
ΜΕΡΟΣ ΙΙ: Η αμφισβήτηση ενός επιχειρήματος	95
ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ: Συζήτηση στην τάξη και επιχειρηματολογία στις Φυσικές Επιστήμες /Βιολογία.	98

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος «Διδακτική της Βιολογίας». Με την παρούσα παράγραφο, ως ελάχιστη δυνατή μνεία, οφείλω να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση και περάτωσή της. Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω:

Στην επιβλέπουσα Καθηγήτρια, Διευθύντρια του Τομέα Βιολογίας Κυττάρου και Βιοφυσικής του Τμήματος Βιολογίας και Διευθύντρια του μεταπτυχιακού προγράμματος «Διδακτική της Βιολογίας», κυρία Ισιδώρα Παπασιδέρη, για όλα τα μαθήματα που μου δίδαξε σε προπτυχιακό αλλά και σε μεταπτυχιακό επίπεδο καθώς και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Θέλω επίσης να την ευχαριστήσω για όλες τις συμβουλές, τις υποδείξεις και τις γνώσεις που πάντα πρόθυμα μου προσέφερε όχι μόνο κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων.

Στην κυρία Μάρθα Γεωργίου, Ε.ΔΙ.Π. του Τμήματος Βιολογίας, για την πολύτιμη υποστήριξή της, το συνεχές ενδιαφέρον της, τις παραγωγικές υποδείξεις της και το πολύ καλό κλίμα συνεργασίας που διαμόρφωσε συμβάλλοντας τα μέγιστα στην εκπόνηση και ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους συναδέλφους μου μεταπτυχιακούς φοιτητές για όλες τις συζητήσεις, τις ανταλλαγές απόψεων και το ειλικρινές ενδιαφέρον τους για την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Τέλος, θερμές ευχαριστίες οφείλω στην οικογένειά μου για τη συνεχή συμπαράσταση, τις πολύτιμες συμβουλές και για όλα όσα μου έχουν προσφέρει στη διάρκεια της ζωής μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η θεωρία της εξέλιξης θεωρείται ότι είναι ένα από τα σημαντικότερα θέματα που διδάσκονται στη βιολογία στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση λόγω του πλήθους των εννοιών στις οποίες βασίζεται η κατανόησή της όσο και λόγω του ενοποιητικού ρόλου που έχει γενικότερα στη βιολογία. Κατά συνέπεια, η κατανόηση και η ικανότητα επικοινωνίας της θεωρίας της εξέλιξης, καθώς επίσης και η κατανόηση των υποκείμενων βιολογικών εννοιών αποτελούν σημαντικούς εκπαιδευτικούς στόχους. Ωστόσο, η έρευνα δείχνει ότι η διδασκαλία αυτού του θέματος ειδικότερα εξακολουθεί να αντιμετωπίζει επίμονες παρερμηνείες και ισχυρές προκαταλήψεις από μέρους των μαθητών. Επιπλέον, η κατανόηση της εξέλιξης εμποδίζεται από την αύξηση των δημιουργιστικών πεποιθήσεων, καθώς επίσης και λόγω του ότι οι μαθητές φέρουν διάφορες πεποιθήσεις για την επιστήμη από την καθημερινή ζωή στην αίθουσα διδασκαλίας. Για να ξεπεραστούν αυτές οι μαθησιακές δυσκολίες, η επιχειρηματολογία και οι συζητήσεις στην τάξη έχουν προταθεί ως βασικές μέθοδοι. Ως εκ τούτου, λόγω της σημασίας να καθοριστούν οι δεξιότητες επιχειρηματολογίας των καθηγητών κατά τη διδασκαλία της εξέλιξης, σχεδιάστηκε η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία.

Στόχος της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι η αποτύπωση της επιχειρηματολογικής ικανότητας των εκπαιδευτικών που διδάσκουν τη Θεωρία της Εξέλιξης σε σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, σχεδιάστηκε ένα ερωτηματολόγιο το οποίο αποτελείται από τρία μέρη. Το πρώτο μέρος έχει ως στόχο να αποτυπώσει τις ικανότητες των εκπαιδευτικών όσον αφορά τη διατύπωση των επιχειρημάτων. Το δεύτερο μέρος θέτει ως πρόκληση την επιβεβαίωση ή απόρριψη ενός επιχειρήματος με ένα άλλο από μέρους των εκπαιδευτικών. Το τρίτο μέρος περιλαμβάνει γενικές ερωτήσεις σχετικά με την ανάπτυξη επιχειρηματολογίας κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας σε μια σχολική αίθουσα αποτυπώνοντας εμπειρίες των καθηγητών και αντιδράσεις των μαθητών.

ABSTRACT

The theory of evolution is considered to be one of the most important subjects taught in biology in secondary education because of the multitude of concepts underlying its understanding as well as its integrative role in biology in general. Consequently, understanding and communicating the theory of evolution as well as understanding the underlying biological concepts are important educational goals. However, research shows that teaching this topic in particular continues to face persistent misconceptions and strong prejudices on the part of students. In addition, understanding of evolution is hampered by an increase in creative beliefs, as well as by students having different beliefs about science from everyday life in the classroom. To overcome these learning difficulties, reasoning and classroom discussions have been suggested as key methods. Therefore, due to the importance of defining teachers' reasoning skills in teaching evolution, this postgraduate thesis was designed.

The aim of this postgraduate thesis is to map the argumentative ability of teachers who teach Theory of Evolution in secondary schools. For the purpose of this paper, a questionnaire was designed consisting of three parts. The first part aims to illustrate teachers' abilities in formulating arguments. The second part poses the challenge of confirming or rejecting one argument with another of the teachers. The third part includes general questions about developing arguments while teaching in a classroom reflecting teachers' experiences and students' reactions.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία εξήντα χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί πολλές και σημαντικές αλλαγές όσον αφορά την κατανόσή για της γνώσης και του τρόπου που αυτή αποκτιέται και αναπτύσσεται (Duschl, Osborne, 2002). Αυτές οι αλλαγές έχουν οδηγήσει σήμερα στο γενικό συμπέρασμα πως η μάθηση δεν πραγματοποιείται με τη στείρα μεταφορά πληροφοριών από το δάσκαλο – αυθεντία στο μαθητή αλλά αντιθέτως η γνώση οικοδομείται, «κατασκευάζεται» από τους ίδιους τους μαθητές μέσα από κατάλληλες δραστηριότητες που επιλέγει ο δάσκαλος κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας (Driver, Newton, Osborne, 2000).

Προκειμένου να επιτευχθεί η οικοδόμηση της γνώσης, οι Duschl και Osborne (2002) συστήνουν στους δασκάλους να αντιμετωπίσουν πολύ σοβαρά τα αποτελέσματα των ερευνών που δείχνουν πως η οικοδόμηση της γνώσης απαιτεί την ενεργητική συμμετοχή του μαθητή στη μαθησιακή διαδικασία μέσα από δραστηριότητες, συζητήσεις, πειράματα στα οποία συμμετέχει ο ίδιος μακριά από το να περιορίζεται στο ρόλο του παθητικού ακροατή νέων πληροφοριών.

Τονίζουν επίσης, όπως πολλές έρευνες έχουν δείξει, πως οι υπάρχουσες γνώσεις και εμπειρίες των μαθητών παίζουν έναν εξαιρετικά σημαντικό ρόλο στις νέες γνώσεις που αποκτούν, αφού η νέα γνώση οικοδομείται στη βάση της υπάρχουσας συνήθως με τροποποίηση της τελευταίας (Driver, Newton, Osborne, 2000).

Με βάση αυτά, οι παραπάνω ερευνητές θεωρούν πως η μαθησιακή διαδικασία πρέπει να στοχεύει στην ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να κάνουν υποθέσεις πάνω στα διάφορα επιστημονικά ζητήματα, να επιχειρηματολογούν πάνω στις απόψεις τους, να αιτιολογούν, να κρίνουν και να αξιολογούν τα επιστημονικά δεδομένα καθώς και τις ίδιες τις ιδέες τους. Εξηγούν πως αυτή και μόνο αυτή η διαδικασία μπορεί να οδηγήσει σε ουσιαστική μάθηση του εκάστοτε επιστημονικού αντικειμένου, σε ουσιαστική οικοδόμηση και κατάκτηση της γνώσης (Driver, Newton, Osborne, 2000).

Στα ίδια συμπεράσματα καταλήγουν και οι Driver, Newton και Osborne (2000), οι οποίοι θεωρούν πως η **διδασκαλία των φυσικών επιστημών** στα σχολεία γίνεται στη βάση μιας **λανθασμένης λογικής**. Σύμφωνα με αυτούς τους ερευνητές, στη σχολική εκπαίδευση έχει επικρατήσει η οπτική των «λογικών θετικιστών» σύμφωνα με την οποία η επιστήμη παρουσιάζεται στους μαθητές ως μια διαδικασία

κατά την οποία τα εμπειρικά δεδομένα, οι παρατηρήσεις οδηγούν πάντα και αβίαστα σε σωστά, ακλόνητα και αδιαμφισβήτητα συμπεράσματα.

Οι μαθητές μαθαίνουν πως η επιστημονική μέθοδος είναι μία και μοναδική, με πέντε βασικά βήματα τα οποία οδηγούν αλάνθαστα και χωρίς προβληματισμό και πολλή σκέψη στα ορθά επιστημονικά συμπεράσματα, τα οποία μάλιστα καλούνται να τα αποστηθίσουν (Driver, Newton, Osborne, 2000).

Όμως η πραγματική επιστημονική διαδικασία δεν έχει καμία σχέση με την παραπάνω. Οι επιστήμονες βρίσκονται σε μια συνεχή διαδικασία συζήτησης, επιχειρηματολογίας, διαφωνίας πάνω στα επιστημονικά δεδομένα και στα ευρήματα προκειμένου να οικοδομήσουν την επιστημονική γνώση και να καταλήξουν σε επιστημονικά συμπεράσματα (Siegel 1995, Toulmin 1958, όπ. αναφ. στο Himenez-Aleixandre, Erduran, 2008). Συνεχώς “ζυγίζουν” τα επιστημονικά στοιχεία, προσπαθούν με κόπο και φαντασία να ερμηνεύσουν τις παρατηρήσεις τους, να αξιολογήσουν αν αυτές είναι σημαντικές ή όχι όπως και οι διάφοροι ισχυρισμοί (Latour and Woolgar 1986, όπ. αναφ. στο Driver, Newton, Osborne, 2000).

Οι Driver, Newton, Osborne (2000) λοιπόν, προτείνουν πως με τον ίδιο τρόπο πρέπει να διδάσκονται οι φυσικές επιστήμες στο σχολείο. Οι μαθητές πρέπει να μπαίνουν στη διαδικασία να αξιολογούν τα δεδομένα, να κρίνουν αν η μία ή η άλλη πειραματική διαδικασία θα οδηγήσει σε ασφαλέστερα συμπεράσματα, να διατυπώνουν ισχυρισμούς και να αξιολογούν τους ισχυρισμούς τους δικούς τους και των άλλων. Να μάθουν να σκέφτονται και να δρουν σαν επιστήμονες. Να μάθουν την πραγματική φύση της επιστήμης, πώς δηλαδή αυτή λειτουργεί και εξελίσσεται. *«Να διδάσκονται την ίδια την επιστήμη και όχι να διδάσκονται για την επιστήμη».* (Driver, Newton, Osborne, 2000, σελ. 289).

Σήμερα ανάμεσα στους ερευνητές της «Διδακτικής των φυσικών επιστημών» κυριαρχεί η πεποίθηση πως η γνώση είναι ένα «κοινωνικό κατασκεύασμα» που δεν γεννιέται με μιας μέσα σε ένα μυαλό αλλά είναι προϊόν κοινωνικής αλληλεπίδρασης που περιλαμβάνει συζήτηση, επιχειρήματα, απόρριψη ισχυρισμών και δημιουργία νέων που και αυτοί με τη σειρά τους θα ελεγχθούν εξονυχιστικά (Driver, Leach, Millar, & Scott, 1996, Driver, Newton, & Osborne, 2000, Millar & Osborne, 1998).

Σύμφωνα με τη θεωρία της «Οικολογίας της γνώσης» του Chevallard (1991, όπ. Αναφ. στο Himenez-Aleixandre, Erduran, 2008, πρόλογος βιβλίου, σελ. x), «η γνώση ζει μέσα σε ομάδες ανθρώπων». Η γνώση, δηλαδή, οικοδομείται μέσα από την αλληλεπίδραση, τη συζήτηση και την αντιπαράθεση μεταξύ ανθρώπων και μάλιστα η

γνώση γύρω από ένα συγκεκριμένο φαινόμενο ή γεγονός αποκτά διαφορετική σημασία και νόημα και πολλές φορές ακόμα και διαφορετική ορολογία ανάλογα με τη συγκεκριμένη ομάδα (σχολική τάξη, επιστημονική ομάδα, ευαισθητοποιημένοι πολίτες κλπ) που μελετά αυτό το γεγονός ή φαινόμενο.

Σε αυτό το πλαίσιο οι Vygotsky (1978) και Wertsch (1991, οπ.αναφ. στο Himenez-Aleixandre, Erduran, 2008, κεφάλαιο 1ο) υπεραμύνονται της θέσης πως η κοινωνική αλληλεπίδραση παίζει έναν εξέχοντα ρόλο στη διαδικασία της μάθησης αλλά και στην ανάπτυξη της ικανότητας σκέψης και στην απόκτηση ανώτερων μεταγνωστικών ικανοτήτων όπως είναι η κατασκευή επιχειρημάτων και η ικανότητα αξιολόγησης και αιτιολόγησης, ειδικά αν αυτή η κοινωνική αλληλεπίδραση περιλαμβάνει τη χρήση της γλώσσας.

Είναι λοιπόν επιτακτική ανάγκη (Duschl, Osborne, 2002, Driver et al, 2000, Erduran, Jimenez-Alexandre, 2008, Nussbaum, 2011, Osborne et al, 2004, Newton et al, 1999) η διδασκαλία των φυσικών επιστημών να στοχεύσει στην απόκτηση της ικανότητας από τους μαθητές να εκφράζουν σωστά δομημένα επιχειρήματα και συλλογισμούς, να συζητάνε, να απαντάνε στο *γιατί* γίνεται αυτή ή η άλλη δραστηριότητα-πείραμα, πώς μας βοηθάει στο να απαντήσουμε στο ερευνητικό ερώτημα, να βρίσκουν εναλλακτικές απαντήσεις, να κρίνουν συλλογισμούς, να αιτιολογούν και όλα αυτά ως μέσο απόκτησης γνώσης με προτεραιότητα *«όχι στο τι γνωρίζουμε και στο τι πιστεύουμε αλλά στο πώς το γνωρίζουμε και στο γιατί το πιστεύουμε»* (Duschl, Osborne, 2002, σελ. 40).

Σύμφωνα με τους Berland και Reiser (2010), η εισαγωγή της μεθόδου της «επιχειρηματολογίας» στη σχολική τάξη και συγκεκριμένα στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, στοχεύει στην καλύτερη κατανόηση από μέρους των μαθητών του φαινομένου που μελετάται, στην απόκτηση της ικανότητας διατύπωσης επιστημονικών επιχειρημάτων πάνω σε αυτό το φαινόμενο και στην ικανότητα να πείθουν άλλους για τις δικές τους απόψεις. Οι μαθητές λοιπόν εκπαιδεύονται στο να κατασκευάζουν επιστημονικά επιχειρήματα και συλλογισμούς, να τους διατυπώνουν αλλά και να ασκούν κριτική και να αξιολογούν τους ισχυρισμούς των συμμαθητών τους στην προσπάθειά τους να υπερασπίσουν τις δικές τους ιδέες (Berland, Reiser, 2010).

Από όλα αυτά που αναφέρθηκαν έως τώρα γίνεται σαφές πως αποτελεί αδήριτη ανάγκη η ανάπτυξη της ικανότητας επιχειρηματολογίας στη σχολική τάξη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Επιχειρηματολογία και Επιχείρημα

Σύμφωνα με τους Golanics and Nussbaum (2008, οπ.αναφ. στο Nussbaum, 2011,), επιχειρηματολογία είναι *«μια διαδικασία σκέψης αλλά και κοινωνικής αλληλεπίδρασης κατά την οποία διάφορα άτομα κατασκευάζουν και ασκούν κριτική σε επιχειρήματα»*. Γενικότερα, ως επιχειρηματολογία θα μπορούσε να οριστεί η διαδικασία διατύπωσης και διαπραγμάτευσης επιχειρημάτων (Γεωργίου και Μαυρικάκη 2015). Σύμφωνα με τους Patronis κ.ά. (1999) η επιχειρηματολογία θεωρείται μια κοινωνική διαδικασία όπου συνεργαζόμενα άτομα αλληλεπιδρούν διατυπώνοντας τις απόψεις και το σκεπτικό των ενεργειών τους προσπαθώντας να προσαρμόσουν τις ερμηνείες τους (Γεωργίου και Μαυρικάκη 2015).

Τα τελευταία 30 χρόνια έχει αναπτυχθεί ένα μεγάλο ενδιαφέρον στην εκπαιδευτική ψυχολογία και στην διδακτική έρευνα ιδιαίτερος των φυσικών επιστημών γύρω από την «Επιχειρηματολογία» (Perkins,1985, Kuhn, 1991, Voss, Tyler, & Yengo, 1983, Andriessen, Baker, & Suthers, 2003, Andriessen & Coirier, 1999, Erduran & Jimenez-Aleixandre, 2008, Kirschner, Buckingham, Shum,& Carr, 2003, MullerMirza&Perret-Clermont, 2009, Reed & Norman, 2004, όπ. αναφ στο Nussbaum, 2011). Άλλωστε η επιχειρηματολογία θεωρείται δομικός λίθος της επιστήμης, καθώς βοηθά στην ανάπτυξη των γνωστικών και μεταγνωστικών δεξιοτήτων, ενισχύει τον επιστημονικό εγγραμματισμό και προωθεί την φύση της επιστήμης (Γεωργίου και Μαυρικάκη 2015). Άλλωστε η μαθησιακή διαδικασία δεν είναι μια παθητική διαδικασία για τον μαθητή και η επιχειρηματολογία θα πρέπει να αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της διδασκαλίας.

Ο Krummhauer (1995, οπ.αναφ στο Newton et al, 1999, σελ. 554) δίνει έναν ορισμό σύμφωνα με τον οποίο *«επιχείρημα είναι μια σκόπιμη προσπάθεια εξήγησης της λογικής μιας θέσης ή μιας λύσης σε κάποιο πρόβλημα»*. Στη λογική και φιλοσοφία, ένα **επιχείρημα** είναι μια σειρά από δηλώσεις που χρησιμοποιούνται συνήθως για να πειστεί κάποιος κάτι ή να παρουσιαστούν οι λόγοι για την αποδοχή ενός συμπεράσματος. Η επιχειρηματολογία χρησιμοποιεί το επιχείρημα ως μέσο, αφού το επιχείρημα είναι η σύνδεση ενός ισχυρισμού και των αιτιολογήσεων με τη χρήση αποδεικτικών ή υποστηρικτικών στοιχείων (Zohar & Nemet 2002, Γεωργίου & Μαυρικάκη 2015).

Όπως αναφέρουν οι Γεωργίου Μ. και Μαυρικάκη Ε. (2015), πλήθος επιστημονικών μελετών πραγματεύονται την επιχειρηματολογία. Τέσσερις είναι οι βασικές κατηγορίες μελετών: οι μελέτες που στοχεύουν στην ανάδειξη της ικανότητας των μαθητών να επιχειρηματολογούν (Dawson & Venville 2009, Zohar & Nemet 2002, Osborne, Erduran & Simon 2004, Γεωργίου & Μαυρικάκη 2015), οι μελέτες που πραγματεύονται μεθόδους ενίσχυσης της επιχειρηματολογίας (Simmonneaux 2001), μελέτες με αναφορές στο διδακτικό πλαίσιο που προάγει την επιχειρηματικότητα (Duschl & Osborne 2002, Zohar & Nemet 2002, Georgiou & Mavrikaki 2013) και μελέτες που στοχεύουν στην ανάδειξη του ρόλου των εκπαιδευτικών και τον συσχετισμό τους στην ανάπτυξη επιχειρηματολογίας από τους μαθητές (Simon, Erduran & Osborne 2006, Dawson & Venville 2010).

Από πολλούς θεωρείται πολύ σημαντικό το ερευνητικό έργο της Kuhn (1991) η οποία μελέτησε τη βασική ικανότητα των ατόμων να χρησιμοποιούν σωστά διαρθρωμένα επιχειρήματα. Η συγκεκριμένη ερευνήτρια μελέτησε τις απαντήσεις που έδωσαν παιδιά και ενήλικες πάνω σε ερωτήσεις σχετικές με «δύσκολα» κοινωνικά ζητήματα (Osborne et al, 2004). Το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξε ήταν ότι πολλά παιδιά και ενήλικες (συχνότερα χαμηλού μορφωτικού επιπέδου) δυσκολεύονταν αρκετά να συσχετίσουν τα δεδομένα σωστά και να παράγουν εύλογα συμπεράσματα (ισχυρισμούς) από αυτά, κάτι που είναι απαραίτητο για τη διάρθρωση επιχειρημάτων (Osborne et al, 2004). Επίσης οι Hogan and Maglienti (2001, οπ. Αναφ. στο Osborne et al, 2004), κατέληξαν πως τα παιδιά και οι μη επιστήμονες ενήλικες έχουν σαφώς πολύ μικρότερη ικανότητα αιτιολόγησης, κρίσης, κατασκευής επιχειρημάτων από τους επιστήμονες.

Στο συγκεκριμένο πεδίο που αφορά την εφαρμογή της επιχειρηματολογίας μέσα στη σχολική τάξη, ο Mehan (1979, οπ. Αναφ. στο Berland and Reiser, 2010), εξηγεί πως αυτή όχι μόνο δεν εφαρμόζεται σωστά σε μια τυπική σχολική τάξη αλλά η αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών είναι στην πραγματικότητα ανύπαρκτη.

Σύμφωνα με τους Berland and Reiser (2010, σελ. 193) η κοινωνική αλληλεπίδραση μέσα στην τάξη περιορίζεται στο γεγονός «*πως ο δάσκαλος κάνει την ερώτηση, ο μαθητής δίνει την απάντηση και ο δάσκαλος την αξιολογεί ως σωστή ή λανθασμένη*». Οι μαθητές, δηλαδή, αντί να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους αξιολογώντας και κρίνοντας τις δικές τους απόψεις, «*συζητάνε*» αποκλειστικά με το δάσκαλο σε μια διαδικασία που απαιτεί ελάχιστη κριτική-δημιουργική σκέψη.

Στον ίδιο ισχυρισμό καταλήγουν και οι Newton et al (1999) οι οποίοι εξηγούν πως αυτού του είδους η «δασκαλοκεντρική» διδασκαλία δεν επιτρέπει την υλοποίηση δραστηριοτήτων που θα δημιουργήσουν τις κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη συζητήσεων, επιχειρηματολογίας και γενικότερα τις συνθήκες «κοινωνικής οικοδόμησης της γνώσης» (Newton et al, 1999).

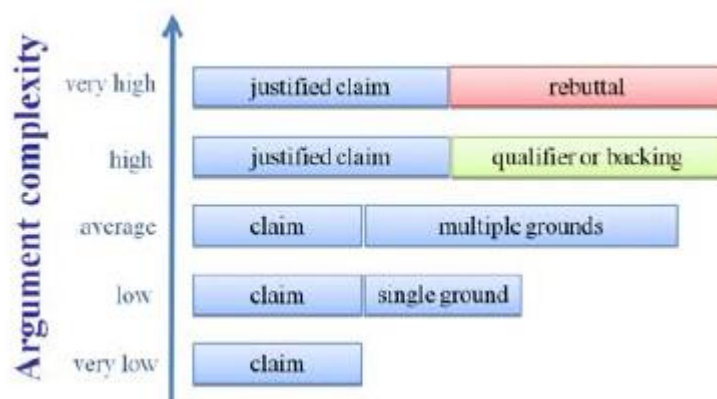
Επιπλέον με τον παραπάνω τρόπο οι μαθητές αξιολογούνται με κριτήριο αν έδωσαν τη «σωστή ή λάθος» απάντηση ή αν ακολούθησαν τη «σωστή ή λάθος» διαδικασία και όχι με κριτήριο το πώς κατέληξαν στην απάντηση ή γιατί ακολούθησαν τη συγκεκριμένη διαδικασία (Berland, Reiser, 2010). Η δασκαλοκεντρική αυτή μέθοδος τούς στερεί επίσης το κίνητρο να «ακούσουν» προσεκτικά, να σκεφτούν και να κρίνουν τις απόψεις των συμμαθητών τους, αφού ο δάσκαλος είναι εκεί για να το πράξει για αυτούς.

Ένα επιχείρημα θα πρέπει να είναι πειστικό και για να κατορθωθεί αυτό θα πρέπει να είναι σωστά δομημένο. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται επιχειρήματα διαφορετικού βαθμού πολυπλοκότητας, ώστε να είναι δυνατή η σύγκρισή τους (Basel et al. 2013).

Πίνακας 1: Πολυπλοκότητα επιχειρημάτων (Basel et al. 2013).

<p>Πολύ υψηλή πολυπλοκότητα Δικαιολογημένη απαίτηση με αντιρρήσεις</p>	<p>Λαμαρκιανή εξέλιξη και η προσαρμοστική δύναμη: "Αυτή είναι μια δύσκολη ερώτηση.... Έτσι, νομίζω πως το πρόβλημα με αυτό είναι, νομίζω ότι τα όργανα μπορούν να οριστούν με τη χρήση τους. Και επίσης μπορεί να μαραίνονται από τη μη χρήση. Αλλά - ένα πρόβλημα με αυτό είναι - ότι το όλο θέμα μπορεί να γίνει μόνο με ορισμένους περιορισμούς (αξίωση). Επομένως, τα όργανα δεν μπορούν να εμφανιστούν και δεν μπορούν να εξαφανιστούν με τη χρήση ή τη μη χρήση τους (εντολή), όπως είναι οι μύες, οι οποίοι είναι επίσης όργανα. Αν ασκώ πολύ, παίρνουν ιδιαίτερα μεγάλα και καθορισμένα (δεδομένα) - αλλά ότι όλα τα ψεύδη είναι όλα ήδη παρόντα, έτσι ώστε κάθε μυς που χρησιμοποιώ είναι ήδη παρούσα στο αναπόφευκτο της (ανατροπή) ».</p>
<p>Υψηλή πολυπλοκότητα Δικαιολογημένη αξίωση με επιχειρήματα</p>	<p>η μελλοντική εξέλιξη του χρώματος του πεπονιού: «Ναι, θα φανταστώ ότι αναπτύσσεται σε μια σκοτεινότερη σκιά (αξίωση), επειδή το περιβάλλον οι συνθήκες διαβίωσης αλλάζουν για να γίνουν πιο σκούρες. Είναι [η πιο σκοτεινή] τώρα καλύτερα</p>

	<p>προσαρμοσμένη (δεδομένα). Είναι γενικά έτσι: Εάν κοιτάξετε άλλες μορφές ζωής, υπερισχύουν οι καλύτεροι ή οι ισχυρότεροι (υποστήριξη). Και αυτό προσαρμόζεται καλύτερα τώρα. Έχει γίνει έτσι κάπως κυρίαρχη [...] Και γι 'αυτό νομίζω ότι η επόμενη γενιά είναι παρόμοια με αυτήν εδώ (ένταλμα).'</p>
<p>Μέση πολυπλοκότητα Αξίωση δικαιολογημένη για πολλαπλούς λόγους</p>	<p>το ερώτημα αν διαφορετικά σαλιγκάρια σε μια εικόνα ανήκουν στο ίδιο είδος: «Βασικά, ναι (αξίωση). [Επειδή] μοιάζουν τελείως όμοια, μόνο τα χρώματα του κελύφους είναι διαφορετικά. Επίσης, τα σώματα και τα πράγματα είναι παρόμοια, δηλαδή τα χρώματα [του κελύφους] (δεδομένα) - νομίζω ότι αν το φαντάζεστε σαν ένα είδος σαλιγκάρι, είναι γενικά όπως με τον άνθρωπο. Με τους ανθρώπους μπορείτε επίσης να πάρετε πολλά χρώματα που κυμαίνονται από λευκό σε κίτρινο. Νομίζω ότι είναι το ίδιο με το σαλιγκάρι ή το σαλιγκάρι, όπου τα χρώματα του κελύφους κυμαίνονται από κίτρινο και μαύρο σε σκούρο καφέ και σχεδόν μαύρο.</p>
<p>Χαμηλή πολυπλοκότητα Αξίωση δικαιολογημένη από ένα μόνο επιχείρημα</p>	<p>... το χρώμα του απογόνου ενός μαύρου και ενός λευκού σκώρου (<i>Biston betularia</i>): Είτε είναι μαύροι, λευκοί, ή είναι γκριζοί, με κάποιο χρώμα μεταξύ τους (αξίωση). Με φυτά για παράδειγμα - δεν γνωρίζουμε τι [ειδικά] είχαμε [στο σχολείο] - κάποιο είδος λουλούδια, τα οποία στη συνέχεια ήταν κόκκινα και λευκά και στη συνέχεια [μετά τη διέλευσή τους] κάτι κοκκινωπό είχε ως αποτέλεσμα. Θα μπορούσε να είναι παρόμοιο [για το παραπάνω παράδειγμα] (δεδομένα).</p>
<p>Πολύ χαμηλή πολυπλοκότητα Απλή αξίωση ή ανταγωγή</p>	<p>Παράδειγμα 1 ... η εξαφάνιση των δεινοσαύρων: «Νομίζω ότι οι δεινόσαυροι έχασαν τη ζωή τους λόγω μιας κλιματικής καταστροφής. Δεν μπορώ να το εξηγήσω, αλλά σκέφτομαι έτσι.' Παράδειγμα 2 ... η προέλευση της γης: «Δεν πιστεύω πραγματικά στο Big Bang».</p>



Εικόνα 1: Πολυπλοκότητα επιχειρήματος (Basel et al. 2013).

Κατηγορίες επιχειρημάτων

Οι Newton et al (1999) εξηγούν πως γίνεται διάκριση ανάμεσα στο «μονολογικό επιχείρημα», το οποίο υφίσταται όταν η παραπάνω διαδικασία συμβαίνει εσωτερικά σε έναν άνθρωπο και στο «διαλογικό επιχείρημα» το οποίο υφίσταται κατά τη διάρκεια ενός διαλόγου στον οποίο αντιτιθέμενα επιχειρήματα προσπαθούν να δώσουν λύση σε κάποιο ζήτημα.

Με ανάλογο τρόπο ο O’Keefe (1982, οπ.αναφ στο Nussbaum, 2011) διακρίνει τα «επιχειρήματα τύπου 1» (το επιχείρημα ως προϊόν), σύμφωνα με τα οποία ένα επιχείρημα είναι ένα σύνολο από προτάσεις από τις οποίες συνάγεται ένα συμπέρασμα, και τα «επιχειρήματα τύπου 2» (το επιχείρημα ως διαδικασία), όπου αναφέρονται στην κοινωνική διαδικασία κατά την οποία δύο ή περισσότερα άτομα εμπλέκονται σε έναν διάλογο κατά τον οποίο κατασκευάζουν και κρίνουν επιχειρήματα.

Όταν λαμβάνουν χώρα τα «επιχειρήματα τύπου 2», όπως μέσα σε μια τάξη όπου οι μαθητές εμπλέκονται σε διάλογο όπου αξιολογούν και κρίνουν τα επιχειρήματα των άλλων, τότε αναφερόμαστε στη «διαλεκτική επιχειρηματολογία», αφού μια θέση που υποστηρίζεται από ένα επιχείρημα αντιπαρατίθεται σε μια αντίθετη θέση που υποστηρίζεται από άλλο επιχείρημα. (Nussbaum,2011).

Ο Nussbaum (2011) μας πληροφορεί επίσης ότι υπάρχει περαιτέρω διάκριση των «διαλεκτικής επιχειρηματολογίας» σε «ανταγωνιστική επιχειρηματολογία» κατά την οποία ο στόχος είναι η επικράτηση του ενός επιχειρήματος έναντι του άλλου και σε «συνεργατική επιχειρηματολογία» κατά την οποία οι μαθητές εργάζονται

συνεργατικά με σκοπό να εξερευνήσουν, να κρίνουν και να αξιολογήσουν διαφορετικές ιδέες.

Στην ίδια γραμμή πλεύσης οι Driver et al (2000) εξηγούν πως η επιχειρηματολογία είναι ταυτόχρονα μια ατομική διαδικασία που συμβαίνει μέσα στο άτομο και εκφράζεται μέσω της σκέψης ή της γραφής αλλά και μια κοινωνική διαδικασία που εκφράζεται μέσω του διαλόγου μεταξύ ατόμων.

Αν δούμε το επιχείρημα ως μια προσπάθεια κάποιου να πείσει υπέρ ή κατά μιας θέσης, τότε μιλάμε για «ρητορικό επιχείρημα» σύμφωνα με την έκφραση της Kuhn (1992) ή για «διδασκτικό επιχείρημα» σύμφωνα με την έκφραση των Boulter and Gilbert (1995, οπ. Αναφ. στο Driver, Newton, Osborne, 2000). Τέτοιου είδους επιχειρήματα χρησιμοποιούν συχνά οι καθηγητές φυσικών επιστημών προκειμένου να πείσουν τους μαθητές για την ορθότητα ενός επιστημονικού συμπεράσματος, δίνοντας μια καλά αιτιολογημένη επιστημονική εξήγηση που λειτουργεί ως επιχείρημα (Driver, Newton, Osborne, 2000).

Οι Driver et al. (2000) αναφέρονται και στο «διαλογικό ή πολυφωνικό επιχείρημα», κατά το οποίο εξετάζονται διαφορετικές οπτικές γωνίες προκειμένου να επέλθει συμφωνία πάνω σε μια συγκεκριμένη θέση ή ενέργεια που πρέπει να πραγματοποιηθεί. Εξηγούν ότι τέτοιου είδους επιχειρήματα μπορούν να υπάρξουν και στο πλαίσιο μιας διαδικασίας που συμβαίνει στο εσωτερικό ενός μόνο ατόμου αν και είναι πολύ πιο προφανή στο πλαίσιο διαλόγου μεταξύ ομάδας ατόμων.

1.2 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στην προώθηση της «Επιχειρηματολογίας» στη σχολική αίθουσα

Ο εκπαιδευτικός έχει τη μεγαλύτερη ευθύνη αναφορικά με την εισαγωγή αλλά και τη σωστή υλοποίηση της μεθόδου της επιχειρηματολογίας στη σχολική τάξη. Αφ ενός πρέπει ο ίδιος να κατανοήσει επαρκώς τους κανόνες και τους τρόπους της επιχειρηματολογίας και αφετέρου πρέπει να υλοποιήσει στρατηγικές διδασκαλίας που εφαρμόζουν αυτή τη μέθοδο μέσα στη σχολική αίθουσα (Archila, 2014).

Σύμφωνα με τους Mc Neill και Diane Silva Pimentel (2009), ο ρόλος του δεν είναι να κάνει μονόλογο ως αυθεντία προς τους μαθητές αλλά να εμπλέξει τους μαθητές σε σωστά δομημένο διάλογο, όχι μόνο να επιτρέπει αλλά να ενθαρρύνει την άμεση επικοινωνία μεταξύ των μαθητών. Οι μαθητές δεν πρέπει να περιμένουν πρώτα τον εκπαιδευτικό να αξιολογήσει τους ισχυρισμούς των συμμαθητών τους

αλλά οι ίδιοι να παίρνουν αυτή την πρωτοβουλία. Πρέπει με παραδείγματα να τους δείξει πώς κατασκευάζονται τα επιχειρήματα και πώς διατυπώνονται.

Παρόλο που πάρα πολλές έρευνες τονίζουν την ανάγκη ο εκπαιδευτικός να είναι σωστά καταρτισμένος και προετοιμασμένος να εφαρμόσει αυτή τη μέθοδο στην τάξη, μόνο το 30% των ερευνών τις τελευταίες δύο δεκαετίες έχουν ασχοληθεί με τον τρόπο που εκπαιδεύονται οι εκπαιδευτικοί πάνω σε αυτή τη μέθοδο και με το αν η εκπαίδευσή τους είναι επαρκής (Archila, 2014).

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η επιχειρηματολογία εφαρμόζεται σπάνια στη σχολική αίθουσα και ακόμα πιο σπάνια εφαρμόζεται με το σωστό τρόπο (Sampson & Blanchard, 2012). Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι οι εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών δεν έχουν την κατάλληλη παιδαγωγική γνώση για το πώς να σχεδιάσουν ένα μάθημα βασισμένο σε αυτή τη μέθοδο και παράλληλα έχουν στη διάθεσή τους λιγοστές βιβλιογραφικές-ερευνητικές πηγές προκειμένου να βοηθηθούν (Simon, Erduran, & Osborne, 2006).

Οι Sampson and Blanchard (2012), εξέτασαν τον τρόπο με τον οποίο 30 εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών αξιολογούν τις διάφορες εναλλακτικές ερμηνείες των δεδομένων, πώς κατασκευάζουν επιχειρήματα για να στηρίξουν μια συγκεκριμένη επιστημονική εξήγηση καθώς και τις απόψεις τους για το πώς θα εμπλακούν πιο αποτελεσματικά οι μαθητές στη μέθοδο της Επιχειρηματολογίας.

Κατέληξαν πως οι εκπαιδευτικοί (που όλοι τους συμφωνούν με την ανάγκη ανάπτυξης ικανότητας επιχειρηματολογίας) αξιολογούσαν και έκριναν τα επιχειρήματα των μαθητών βασιζόμενοι κυρίως στις δικές τους γνώσεις παρά (όπως θα έπρεπε) στα συγκεκριμένα επιστημονικά δεδομένα τα οποία οι μαθητές κλήθηκαν να ερμηνεύσουν. Κατέληξαν επίσης πως τα επιχειρήματα που ίδιοι οι εκπαιδευτικοί κατασκεύαζαν, δεν χρησιμοποιούσαν στην πλειοψηφία τους τα επιστημονικά δεδομένα με σωστό τρόπο, με αποτέλεσμα να είναι αδύναμα επιχειρήματα που δεν υποστήριζαν επαρκώς τον ισχυρισμό των εκπαιδευτικών. Τέλος, οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν αμφιβολίες για την ικανότητα των μαθητών να κατασκευάσουν επιχειρήματα, να αιτιολογήσουν, να κρίνουν και γενικότερα να σκεφτούν με ορθό τρόπο, κάτι που όπως παραδέχτηκαν τους αποτρέπει από το να εφαρμόζουν την επιχειρηματολογία στην τάξη.

Οι Sampson and Blanchard (2012) ισχυρίζονται επίσης πως πολλοί εκπαιδευτικοί δεν ενθαρρύνουν τους μαθητές να διατυπώνουν εναλλακτικές υποθέσεις πάνω στα επιστημονικά δεδομένα γιατί θεωρούν πως κάτι τέτοιο είναι

αναποτελεσματικό και αποπροσανατολίζει τους μαθητές από τη «σωστή» ερμηνεία των δεδομένων.

Αυτοί οι εκπαιδευτικοί έχουν λανθασμένη αντίληψη για τη φύση της επιστήμης και της επιστημονικής μεθόδου. Θεωρούν την επιστήμη ένα σύνολο γνώσεων που προκύπτουν ευθέως από τα δεδομένα και πως ο δικός τους ρόλος έγκειται απλά στο να «μεταφέρουν» αυτές τις γνώσεις στους μαθητές (Sampson and Blanchard, 2012).

Όπως όμως τονίστηκε προηγουμένως η επιστήμη είναι μια συνεχής διαδικασία συζητήσεων, διαφωνιών και επιχειρημάτων που περιέχουν εναλλακτικές ερμηνείες των επιστημονικών δεδομένων. Επομένως, με το να διατυπώνουν εναλλακτικές ερμηνείες, οι μαθητές όχι μόνο δεν «αποπροσανατολίζονται» αλλά αντιθέτως μαθαίνουν να δρουν σαν επιστήμονες (Driver, Newton, Osborne, 2000).

Εφ' όσον λοιπόν δεχόμαστε πως είναι ανάγκη να αρχίσει να εφαρμόζεται η μέθοδος της Επιχειρηματολογίας πιο συχνά στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και εφ' όσον αναγνωρίζουμε τον πρωτεύοντα ρόλο των εκπαιδευτικών σε αυτή τη διαδικασία, καταλήγουμε πως υπάρχει ανάγκη να δοθεί περισσότερη έμφαση στον τομέα του πώς εκπαιδεύονται οι εκπαιδευτικοί πάνω στη μέθοδο της επιχειρηματολογίας.

Ο Zohar, (2008, σελ. 246) εξηγεί πως μέχρι σήμερα δεν έχει δοθεί έμφαση σε αυτόν τον τομέα *«ίσως επειδή η εισαγωγή της Επιχειρηματολογίας στη σχολική τάξη έως πρόσφατα δεν θεωρείτο ένας πολύ σημαντικός στόχος της εκπαίδευσης»* με αποτέλεσμα στα προγράμματα σπουδών των εκπαιδευτικών φυσικών επιστημών η διδασκαλία της Επιχειρηματολογίας να καταλαμβάνει πολύ μικρό μέρος.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι εκπαιδευτικοί να έχουν ανεπαρκή εκπαίδευση πάνω στην Επιχειρηματολογία και ταυτόχρονα να μην είναι σαφές στην επιστημονική κοινότητα το τι ακριβώς γνωρίζουν οι εκπαιδευτικοί πάνω σε αυτό το θέμα (Sampson and Blanchard, 2012).

Οι Osborne, Erduran, & Simon, (2004) εξηγούν πως τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί μεγάλη σημασία στο να αναπτυχθούν νέες στρατηγικές διδασκαλίας που εμπλέκουν τους μαθητές σε διάλογο με σκοπό την επιστημονική γνώση. Οι Simon et al (2006) τονίζουν πως αυτές οι νέες μέθοδοι δεν θα έχουν αποτέλεσμα αν παράλληλα δεν υπάρχουν οι κατάλληλα εκπαιδευμένοι δάσκαλοι που θα τις εισάγουν στη σχολική τάξη. Οι εκπαιδευτικοί είναι αυτοί που εφαρμόζουν τη μία ή την άλλη μέθοδο διδασκαλίας και έτσι είναι οι δικές τους γνώσεις, ικανότητες και απόψεις που

δίνουν νόημα στις μεθόδους διδασκαλίας (Haney, Lumpe, Czerniak and Egan, 2002, Keys & Bryan, 2001, όπ. Αναφ στο Sampson and Blanchard, 2012).

Είναι λοιπόν επιτακτική ανάγκη οι ερευνητές να μάθουν περισσότερα για το τι ακριβώς γνωρίζουν αλλά και ποιες είναι απόψεις των εκπαιδευτικών στο ζήτημα της Επιχειρηματολογίας στη σχολική τάξη και να στραφούν σε μια προσπάθεια ουσιαστικής εκπαίδευσης των δασκάλων σε αυτόν τον τομέα. Σε αντίθετη περίπτωση, όλες οι προσπάθειες εισαγωγής της μεθόδου της Επιχειρηματολογίας στη σχολική τάξη «θα μείνουν στα χαρτιά».

1.3 Πλεονεκτήματα ανάπτυξης ικανότητας επιχειρηματολογίας

Η ανάπτυξη της ικανότητας επιχειρηματολογίας από τους μαθητές χαρακτηρίζεται από αρκετά πλεονέκτημα. Κατά πρώτον θα λειτουργήσει ως εργαλείο, ως μέσο για την οικοδόμηση της γνώσης γύρω από το εκάστοτε επιστημονικό αντικείμενο το οποίο διδάσκονται οι μαθητές αλλά και ως μέσο για να κατανοήσουν την πραγματική φύση, λειτουργία και μέθοδο της επιστήμης (Erduran, Jimenez-Alexandre, 2008, Πρόλογος βιβλίου).

Ο δεύτερος αλλά όχι λιγότερο σημαντικός ρόλος της Επιχειρηματολογίας στη σχολική τάξη, συνδέεται με την ανάγκη αυτή καθεαυτή η ικανότητα να αποτελέσει το αντικείμενο, το στόχο της μάθησης (Erduran, Jimenez-Alexandre, 2008, Πρόλογος βιβλίου). Αν οι μαθητές εκπαιδευτούν πάνω στο να κρίνουν τα εκάστοτε δεδομένα, να σχηματίζουν απόψεις αλλά να διακρίνουν και τις εναλλακτικές απόψεις, να διατυπώνουν, να εξηγούν και να αιτιολογούν ισχυρισμούς καθώς και να αξιολογούν εναλλακτικούς και αντίθετους ισχυρισμούς, τότε θα μπορούν ως πολίτες να παίξουν ένα χρήσιμο ρόλο στην κοινωνία, παίρνοντας υπεύθυνες αποφάσεις και υλοποιώντας υπεύθυνες δράσεις γύρω από μια πληθώρα κοινωνικών και κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων όπως είναι οι γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί, η μετανάστευση, θέματα οικονομίας και ασφάλειας (Erduran, Jimenez-Alexandre, 2008, Πρόλογος βιβλίου).

Η ανάπτυξη ικανότητας επιχειρηματολογίας στη σχολική τάξη λοιπόν, μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία χρήσιμων, συνειδητοποιημένων και ενεργών πολιτών. Σε αυτήν την περίπτωση, η επιστήμη και η διδασκαλία της μέσω επιχειρημάτων αποτελεί όχι το στόχο αλλά το εργαλείο που θα εμψυχήσει στους μαθητές «την κουλτούρα του πολίτη» (Erduran, Jimenez-Alexandre, 2008, Πρόλογος βιβλίου).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Θεωρία Εξέλιξης

Η Εξέλιξη θα μπορούσε να παρομοιαστεί με ένα ταξίδι διάρκειας από τα πανάρχαια χρόνια το οποίο έφτασε μέχρι τη σύγχρονη σύνθεση και τον νεοδαρβινισμό ο οποίος φωτίζεται ακόμα περισσότερο από τους προβολείς της μοριακής εξέλιξης παρέχοντας ακαταμάχητες αποδείξεις σβήνοντας κάθε αμφιβολία για την εγκυρότητα της θεωρίας. Η «εξέλιξη» της εξελικτικής θεωρίας και σκέψης λοιπόν από την εποχή του Κάρολου Δαρβίνου (Charles Darwin, 1809-1882) μέχρι σήμερα έχει διανύσει έτη φωτός, μια θεωρία που μορφοποιήθηκε από ένα συστηματοποιημένο σύνολο σχετιζόμενων εννοιών οι οποίες ερμηνεύουν τις εξελικτικές διεργασίες. Για αρκετούς η θεωρία της εξέλιξης σημαίνει απλώς την καταγωγή των ειδών από έναν κοινό πρόγονο, ενώ επίσης η λέξη θεωρία εκλαμβάνεται από κάποιους σαν υπόθεση και όχι σαν επιστημονικά τεκμηριωμένη διαδικασία. Ωστόσο, θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην επιστήμη ο όρος θεωρία αναφέρεται στη διατύπωση ενός γενικού νόμου, μιας αρχής, των αιτιών δηλαδή που ερμηνεύουν ένα φαινόμενο και δεν είναι απλά μια υπόθεση (Αλαχιώτης 2007).

Ωστόσο, ενώ στις αρχές του 21^{ου} αιώνα δεν υπάρχουν αντιπαραθέσεις και αντιδράσεις για την ισχύ της εξελικτικής θεωρίας στο επιστημονικό επίπεδο, εντούτοις παραμένουν ακόμα στο κοινωνικό επίπεδο. Όσοι αρνούνται ακόμα την ισχύ της εξελικτικής θεωρίας δεν βασίζονται σε επιστημονικά επιχειρήματα αλλά σε κοινωνικοθρησκευτικές πεποιθήσεις (Αλαχιώτης 2007).

2.1.1 Η Θεωρία της Εξέλιξης & η Φυσική Επιλογή

Εξέλιξη σημαίνει αλλαγή στη μορφή και στη συμπεριφορά των ζωντανών οργανισμών από γενιά σε γενιά, όχι αλλαγή κατά την ανάπτυξη ενός οργανισμού. Η εξέλιξη ως έννοια υπήρξε πριν από την τεκμηρίωση της βιολογικής εξέλιξης. Η εξελικτική βιολογία στοχεύει στην κατανόηση της ζωής, καθώς και των εξελικτικών διεργασιών που διαμορφώνουν την εν λόγω οργανισμική ποικιλότητα. Η σχετική προσέγγιση μελέτης αφορά δύο επίπεδα: το μικροεξελικτικό, που αναφέρεται στις προσαρμοστικές αλλά και στις ουδέτερες εξελικτικές διεργασίες οι οποίες συμβαίνουν γρήγορα μέσα στους πληθυσμούς και είναι άμεσα παρατηρήσιμες και το μακροεξελικτικό, που αναφέρεται στις εξελικτικές διεργασίες οι οποίες συμβαίνουν αργά με την ιστορία της ζωής να καταγράφεται κυρίως από τη μελέτη της

μορφολογίας των απολιθωμάτων και των γενετικών σχέσεων μεταξύ των ζώντων ειδών. Χαρακτηριστική διεργασία της μακροεξέλιξης είναι η ειδογένεση, ενώ βασική μεθοδολογική προσέγγιση η φυλογενετική (Αλαχιώτης 2007).

Η διαδικασία της Εξέλιξης αξιοποιεί την *υπάρχουσα γενετική ποικιλομορφία* και δεν δρα τελεολογικά με στόχο έναν προκαθορισμένο σκοπό ούτε και δημιουργεί γενετική ποικιλομορφία. Παράδειγμα λειτουργίας της Φυσικής Επιλογής είναι η αυξομείωση του πληθυσμού των δύο φαινοτύπων της πεταλούδας *Biston betularia* πριν και μετά τη Βιομηχανική Επανάσταση λόγω αυξομείωσης των επιπέδων αιθάλης στο φυσικό περιβάλλον του είδους και τη δυνατότητα των θηρευτών τους να τις εντοπίσουν (Hurley & Montgomery, 2009).

2.2 Οι αρχές της εξελικτικής σκέψης

Σε όλες τις επιστήμες οι ιδέες που επικρατούν είναι προϊόντα ιστορικών συγκυριών. Για να κατανοηθούν οι προβληματισμοί της σημερινής εξελικτικής βιολογίας επιβάλλεται να αναφερθεί η ιστορία και η εξέλιξη της εξελικτικής θεωρίας (Futuyma 1995).

Η ιδέα της μεταβλητότητας των οργανισμών υπήρχε στη σκέψη των ανθρώπων από τη μυθολογία πριν ακόμα την ανατολή του πολιτισμού και ήταν πολύ γνωστή και στους αρχαίους Έλληνες. Ήδη από τον **6^ο π.Χ. αιώνα** ο **Αναξίμανδρος** (611-547) προσπαθούσε να εξηγήσει την προέλευση του σύμπαντος σε μια αναλογική βάση αποφεύγοντας τους μύθους που επικρατούσαν στην εποχή του. Ο Αναξίμανδρος πίστευε ότι τα πράγματα και τα ζωντανά όντα, ζώα και φυτά, προέρχονται από ένα πρωτογενές υγρό ή μια πρωτογενή λάσπη, όπου και επιστρέφουν τελικά (Αλαχιώτης 2007). Η άποψη αυτή θεωρείται μία από τις **πρώτες θεωρίες της αυτόματης γένεσης**.

Αργότερα, ο **Ξενοφάνης** (576-480 π.Χ.) ο οποίος ήταν μαθητής του Αναξίμανδρου είναι ο πρώτος που αναγνώρισε ότι τα απολιθώματα είναι λείψανα οργανισμών οι οποίοι κάποτε έζησαν και ότι τα θαλάσσια απολιθώματα που βρέθηκαν στην ξηρά δείχνουν ότι θάλασσα κάλυπτε πρώτα τη Γη (Αλαχιώτης 2007).

Ο **Εμπεδοκλής** τον **5^ο π.Χ. αιώνα** (495-435) πίστευε και υποστήριζε ότι υπάρχουν τέσσερα στοιχεία, ο αέρας, η φωτιά, το χρώμα και το νερό τα οποία ενεργοποιούνται από δύο παράγοντες, την αγάπη και το μίσος, και έτσι προκαλείται η ένωσή τους ή ο διαχωρισμός τους. Ο ίδιος πίστευε ότι πρώτα δημιουργήθηκαν τα

φυτά και ύστερα από αυτά προήλθαν τα ζώα. Η εμφάνιση της ιδέας της φυσικής επιλογής πρέπει να αποδοθεί στη σκέψη του (Αλαχιώτης 2007).

Οι παραπάνω ιδέες επισκιάστηκαν από τον Αριστοτέλη (384-322 π.Χ.) ο οποίος ήταν επίσης οπαδός της αυτόματης γένεσης. Τα βασικά στοιχεία της Αριστοτελικής άποψης είναι η Σταθερότητα των Ειδών (Ουσιοκρατία-Τυπολογία), η ύπαρξη σκοπού- Τελεολογίας (Ενδελέχεια) στον κόσμο των ζωντανών οργανισμών και η απουσία του Τυχαίου (Αθανασίου 2015). Ο Αριστοτέλης επηρέασε την επιστημονική σκέψη για περισσότερα από χίλια χρόνια (Αλαχιώτης 2007).

Στη συνέχεια, παρατηρείται για αρκετό διάστημα σοβαρή ατονία της αρχαίας εξελικτικής σκέψης, ένα γεγονός που από πολλούς αποδίδεται στην έλευση του χριστιανισμού (Αλαχιώτης 2007). Οι αιώνιες και αμετάβλητες ιδεατές μορφές όλων των πραγμάτων είναι συνυφασμένες με την έννοια του Δημιουργού (Futuyma 1995). Μέχρι τα μέσα του 19^{ου} αιώνα κυριαρχούσαν λοιπόν οι απόψεις της ειδικής δημιουργίας του δημιουργισμού (Αλαχιώτης 2007).

Στη συνέχεια, η αναβίωση της κλασικής ελληνικής και ρωμαϊκής τέχνης και μάθησης η οποία είναι γνωστή ως Αναγέννηση και η οποία έγινε κατά τη διάρκεια του 15^{ου} και 16^{ου} αιώνα δεν χαρακτηρίστηκε από αξιοσημείωτη πρόοδο στο θέμα της καταγωγής των ειδών (Αλαχιώτης 2007).

Ο 17^{ος} και ο 18^{ος} αιώνας χαρακτηρίζονται από την προσπάθεια των λεγόμενων φυσικών φιλοσόφων οι οποίοι προσπάθησαν να εξηγήσουν το συμπάν με την ανάπτυξη ενοποιημένων συστημάτων τα οποία περιελάμβαναν και τη ζωή που είναι μέρος του σύμπαντος. Οι σκέψεις τους αν και δεν ήταν πρωταρχικά βιολογικές είχαν μεγάλη συνεισφορά στο πρόβλημα της εξελικτικής διεργασίας. Μεταξύ των εξελικτικών φιλοσόφων γνωστοί είναι ο Bacon (1561-1626), ο Descartes (1596-1650), ο Leibnitz (1646-1716) και ο Kant (1724-1804) ο οποίος θεωρείται προκάτοχος του Δαρβίνου αποδεχόμενος τις αλλαγές στα είδη αλλά ωστόσο ποτέ δεν ενστερνίστηκε την ιδέα της εξέλιξης (Αλαχιώτης 2007).

Η ανακάλυψη συστημάτων κατάταξης των ζώων και των φυτών από τους Ray (1627-1705) και τον Linnaeus (1707-1778) είχε βαθιά επίδραση στις προηγούμενες απόψεις των φυσικών φιλοσόφων. Επίσης, οι προαναφερθείσες απόψεις για τον κόσμο άρχισαν να υποχωρούν με την ανάπτυξη των θετικών επιστημών (Αλαχιώτης 2007).

Προς το τέλος του 18^{ου} αιώνα άρχισε να συζητείται η πιθανότητα όχι μόνο διαδοχικών δημιουργιών αλλά και η πιθανότητα μιας συνεχούς παραγωγής νέων ειδών. Οι Maupertius (1698-1759), Diderot και Goethe μεταξύ άλλων άρχισαν να προβληματίζονται με το κατά πόσο νέες μορφές ζωής μπορούν να προκύψουν αυτομάτως από άψυχο υλικό ή σαν αποτέλεσμα δυναμεων που υπάρχουν μέσα στα υπάρχοντα είδη. Τέτοια φαινόμενα θα αποτελούσαν μορφές εξέλιξης που όμως στην περίπτωση αυτή δεν θα ήταν ταυτόσημες με τη βαθμιαία τροποποίηση του είδους, αλλά με την εξ υπαρχής δημιουργία νέων ειδών. Μόνο ο Buffon (1707-1788) το 1766 εξέτασε σοβαρά την πιθανότητα ότι ένα νέο είδος μπορεί να προκύψει από την ποικιλομορφία που διακρίνει τα άτομα ενός προγονικού είδους αλλά γρήγορα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα δεδομένα δεν συμβιβάζονταν με μια τέτοια άποψη (Futuyma 1995).

Ο Έρασμος Δαρβίνος (1731-1802) ήταν ο παππούς του Κάρολου Δαρβίνου και αυτός διατύπωσε για πρώτη φορά τη θεωρία της κληρονόμησης των επίκτητων χαρακτηριστικών, η οποία συνιστά την πρώτη συστηματική εξελικτική θεωρία, την οποία όμως ανέπτυξε περισσότερο ο Lamarck (1744-1829) (Αλαχιώτης 2007). Ο πρώτος λοιπόν γνήσιος υποστηρικτής της εξέλιξης ήταν ο Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829) και σε αυτόν ανήκει η τιμητική διάκριση του πρώτου διανοούμενου που με επιστημονική επιχειρηματολογία υποστήριξε το γεγονός της εξέλιξης και διατύπωσε μια θεωρία για τον μηχανισμό της (Futuyma 1995).

Η θεωρία του Lamarck χαρακτηρίζεται από δύο στοιχεία, την αποδοχή της επίκτητης κληρονομικότητας και η αναφορά ότι υπήρχε μια ασυνεχής πρόοδος από απλούστερους σε περισσότερο πολύπλοκους οργανισμούς (Αλαχιώτης 2007). Οι ιδέες του Lamarck απορρίφθηκαν από όλους σχεδόν τους συγχρόνους του, όχι γιατί η κληρονομικότητα των επίκτητων χαρακτηριστικών ήταν λανθασμένη αλλά γιατί οι κορυφαίοι φυσιοδίφες δεν μπορούσαν ή δεν ήθελαν να παραδεχτούν τα επιχειρήματα του Lamarck υπέρ της θεωρίας της εξέλιξης (Futuyma 1995). Ίσως επίσης οι μαρτυρίες του Lamarck δεν παρουσιάστηκαν με πειστικό τρόπο και η απόρριψη των επιχειρημάτων του άφησε τη θεωρία της εξέλιξης χωρίς μηχανιστικό υπόβαθρο. Όμως, ο Lamarck είναι κατά κύριο λόγο υπεύθυνος για το γεγονός ότι η εξέλιξη έγινε κοινό θέμα συζήτησης στα μέσα του 19^{ου} αιώνα (Futuyma 1995). Σήμερα οι απόψεις του Lamarck δεν γίνονται δεκτές, αν και τελευταία συζητιούνται σε ορισμένες περιπτώσεις επιγενετικών τροποποιήσεων ή ακόμα και στο παλαιοντολογικό επίπεδο (Αλαχιώτης 2007).

Ο λαμαρκισμός απορρίφτηκε από τον Κάρολο Δαρβίνο (1809-1882) που θεωρείται ο κύριος θεμελιωτής της θεωρίας της εξέλιξης (Αλαχιώτης 2007). Η απόρριψη του λαμαρκισμού και ο ερχομός του Δαρβινισμού γίνεται σε δύο φάσεις. Αρχικά, οι πρώιμοι Εξελικτικοί (Λαμάρκ - Έρασμος Δαρβίνος) απέρριπταν μεν την τυπολογία, αλλά έδιναν τελεολογικές εξηγήσεις για τη διαδικασία της εξέλιξης. (Αθανασίου 2015). Η δεύτερη φάση αφορά στην εμφάνιση του Δαρβινισμού με τη Θεωρία της Εξέλιξης μέσω Φυσικής Επιλογής η οποία για πρώτη φορά ερμηνεύει πειστικά την εμφάνιση των Ειδών των ζωντανών οργανισμών (Θεωρία). Αξίζει να σημειωθεί ότι ο Δαρβίνος δεν είναι αυτός που πρώτος εισαγάγει την Εξελικτική Άποψη. Τέτοιες απόψεις, όπως ήδη αναφέρθηκε, έχουν εκφράσει πριν από αυτόν και ο Λαμάρκ και ο Έρασμος Δαρβίνος, μόνο που οι απόψεις των τελευταίων από την επιστημολογική σκοπιά δεν συνιστούν Επιστημονική Θεωρία, αλλά Υποθέσεις (Αθανασίου 2015).

2.2.1 Η θεωρία του Charles Darwin (1809-1882).

Για τον Δαρβίνο όλα ξεκίνησαν με το ταξίδι του ως επίσημου φυσιοδίφη με το πλοίο του βασιλικού ναυτικού «Beagle» που διήρκεσε από το 1831 έως το 1836. Προφανώς σαν γνήσιο γέννημα της Αγγλικανικής Εκκλησίας δεν είχε ασπαστεί της ιδέα της εξέλιξης μέχρι τον Μάρτιο του 1837 όταν ο ορνιθολόγος John Gould του υπέδειξε τα τόσο διαφορετικά πτηνά στα νησιά Galapagos. Τα συγκεκριμένα πτηνά ήταν πολύ διαφορετικά από νησί σε νησί και αυτή η ποικιλομορφία ώθησε τον Δαρβίνο να επιδοθεί στη συλλογή στοιχείων για την απόδειξη της «μεταβλητότητας των ειδών» (Futuyma 1995). Το ενδιαφέρον του δεν περιορίστηκε μόνο στη συλλογή στοιχείων που να μαρτυρούν την εξέλιξη, αλλά και την κατανόηση του μηχανισμού μέσω του οποίου θα μπορούσε να εξηγήσει αυτή την ποικιλομορφία. Η θεωρία της φυσικής επιλογής άρχισε να ωριμάζει στο μυαλό του στις 28 Σεπτεμβρίου 1838 όταν συνέλαβε την ιδέα ότι κάτω από ορισμένες συνθήκες μερικές διαφορές μεταξύ ατόμων θα είναι ευνοϊκές και θα τείνουν να διατηρηθούν μέσω αναπαραγωγής, ενώ άλλες θα είναι δυσμενείς και θα εξαφανίζονται (Futuyma 1995) κατανοώντας ότι η προσαρμογή στο περιβάλλον και η εμφάνιση νέων ειδών ήταν στενά συνδεδεμένες διαδικασίες.

Ο Δαρβίνος στην προσπάθειά του να κατανοήσει ποιες δυνάμεις ωθούσαν τη διαφοροποίηση των πληθυσμών εμπνεύστηκε από τρεις προκατόχους του, τον Malthus όσον αφορά 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 έδειχναν τα γεωλογικά ευρήματα της εξελικτικής γεωλογίας (Κάρολος Λάϊελ) και τον Ουίλιαμ Πάλλεϋ όσον αφορά την ύπαρξη προσαρμοστικών μηχανισμών στους οργανισμούς που αποδίδονταν σε κάποιο θείο σχεδιασμό (Αθανασίου 2015).

Ο Δαρβίνος, αν και δεν ήταν ο πρώτος που συνέβαλε την ιδέα της εξέλιξης, ήταν αυτός που μπόρεσε να συνθέσει τις απόψεις αυτές και να παρουσιάσει τόσο ισχυρή και πειστική επιχειρηματολογία για τον μηχανισμό της εξέλιξης, εισάγοντας την έννοια της Φυσικής Επιλογής (Αθανασίου 2015). Ο Δαρβίνος αναδεικνύεται κορυφαίος διανοούμενος και είναι από τους πρώτους που χρησιμοποίησαν την υποθετικο-συμπερασματική μέθοδο, σύμφωνα με την οποία μια υπόθεση τίθεται υπό δοκιμασία και εν τέλει οι παρατηρήσεις είτε απορρίπτονται είτε την επιβεβαιώνουν. Μέχρι τότε επικρατούσε η μέθοδος της επαγωγής, όμως η υποθετικο-συμπερασματική μέθοδος μέχρι σήμερα θεωρείται η ισχυρότερη επιστημονική μεθοδολογία (Futuyma 1995).

Σε μια πρώτη φάση, επιφυλάχθηκε να δημοσιεύσει αμέσως τις απόψεις του, φοβούμενος τις γενικότερες απόψεις που επικρατούσαν τότε και σκεπτόμενος την απόρριψη των ιδεών του Lamarck. Αναγκάστηκε, κατά κάποιο τρόπο, να τις κοινοποιήσει, μετά από ένα διάστημα 20 ετών, όταν έλαβε ένα γράμμα από τον Wallace, μέσα στο οποίο ο Δαρβίνος αναγνώρησε τη ίδια του τη θεωρία. Τον Νοέμβριο του 1859, ο Δαρβίνος δημοσίευσε μια περίληψη του έργου του με τίτλο "*Η Προέλευση των Ειδών μέσω Φυσικής Επιλογής*" ή "*Η Επικράτηση των Ευνοούμενων Ποικιλιών στον Αγώνα της Ζωής*" (*The Origin of Species by Means of Natural Selection or The Preservation of Favoured Races in the Struggle of Life*). Η πρώτη έκδοση του βιβλίου αυτού εξαντλήθηκε από την πρώτη ημέρα της δημοσίευσής του. Το βιβλίο αυτό προκάλεσε μια επιστημονική έκρηξη οι κλυδωνισμοί της οποίας είναι αισθητοί μέχρι σήμερα (Αθανασίου 2015).

Η προέλευση των ειδών εμπεριέχει δύο βασικές θέσεις: ότι όλα τα είδη προήλθαν μέσω τροποποιήσεων από κοινά προγονικά είδη και ότι οι τροποποιήσεις αυτές οφείλονται στη Φυσική Επιλογή που δρα πάνω στις διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των ατόμων ενός είδους. Ο Δαρβίνος συνδύασε δύο αδιαμφισβήτητα γεγονότα, βασισμένα στις παρατηρήσεις του, και συνέθεσε ένα οξυδερκές συμπέρασμα (Αθανασίου 2015).

Τα άτομα ενός πληθυσμού παρουσιάζουν πολλές διαφορές με μερικές εκ των οποίων να είναι κληρονομικές. Επιπλέον, στους πληθυσμούς υπάρχει αγώνας για επιβίωση γιατί οι πληθυσμοί έχουν την έμφυτη ικανότητα να αποκτούν πολύ περισσότερους απογόνους απ' ό,τι η τροφή, ο χώρος και άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες επιτρέπουν. Επομένως, επιβιώνουν τα άτομα με τη μεγαλύτερη προσαρμοστική ικανότητα, τα οποία μεταβιβάζουν τα χαρακτηριστικά τους στους απογόνους τους με αποτέλεσμα να αυξάνεται η συχνότητα των αλληλομόρφων που ελέγχουν αυτούς τους χαρακτήρες (Αθανασίου 2015).

Η Φυσική Επιλογή μπορεί να αυξήσει την προσαρμογή ενός οργανισμού στο περιβάλλον. Όταν το περιβάλλον αλλάζει ή όταν οι οργανισμοί μετακινούνται σε ένα νέο περιβάλλον η Φυσική Επιλογή μπορεί να οδηγήσει σε προσαρμογή στις νέες συνθήκες. Μερικές φορές αυτό οδηγεί στη δημιουργία νέων ειδών (Αθανασίου 2015).

Συνοπτικά, η θεωρία του Δαρβίνου ήταν αντιουσιολογική, απέρριπτε την τελεολογία, έδινε έμφαση στην αλλαγή, στη σημασία του πληθυσμού, 'θεοποίησε' το τυχαίο. Η αλλαγή (αργότερα μετάλλαξη) ήταν η κινητήρια δύναμη. Όμως αυτή η θεωρία δεν μπορούσε να εξηγήσει μερικά κρίσιμα συστατικά της εξελικτικής διαδικασίας. Ο Δαρβίνος δεν μπόρεσε να εξηγήσει την πηγή της ποικιλίας των χαρακτηριστικών εντός των πλαισίων ενός είδους και δεν κατάφερε να αναγνωρίσει κάποιο μηχανισμό ικανό να μεταφέρει με πιστότητα χαρακτηριστικά από μια γενιά στην επόμενη (δεν γνώριζε τους νόμους της κληρονομικότητας) (Αθανασίου 2015).

2.2.2 Μετά τον Δαρβίνο

Σε ό,τι αφορά αφορά τη μετάβαση από τον πρώιμο Δαρβινισμό-Εξελικτισμό στην επικράτηση του Νεο-Δαρβινισμού με την μορφή που είναι σήμερα αποδεκτός, η διαδρομή δεν ήταν τόσο ομαλή και κράτησε σχεδόν έναν αιώνα. Σύμφωνα με τον Ayala (2004), ο Δαρβινισμός στο τελευταίο μέρος του δέκατου ένατου αιώνα αντιμετώπισε μια εναλλακτική εξελικτική θεωρία, που είναι γνωστή ως *νεο-Λαμαρκισμός*. Αυτός ακολουθήθηκε από το *Μεταλλακτισμό* στον οποίο αντιτάχτηκαν σκληρά αργότερα οι *Βιομετριστές*. Η διαμάχη έφτασε σε έναν συμβιβασμό μέσω της θεωρητικής εργασίας διαφόρων γενετιστών, όπως ο Fisher, ο Haldane και ο Wright (Provine, 1971). Αν και αυτοί οι γενετιστές ήταν οι πρώτοι που ενσωμάτωσαν τη Γενετική στη θεωρία της Φυσικής Επιλογής του Δαρβίνου, η εργασία τους είχε περιορισμένο αντίκτυπο, δεδομένου ότι ήταν κυρίως θεωρητική, διατυπώθηκε με

βαριά μαθηματική γλώσσα και παρέλειψε μερικά σημαντικά ζητήματα, όπως η Ειδογένεση (Ayala, 2004).

Ο Dobzhansky, καταρχάς, και ο Ernst Mayr, αργότερα, ήταν αυτοί που έθεσαν τα θεμέλια της Συνθετικής Θεωρίας. Ο Dobzhansky με το έργο του Γενετική και η προέλευση των ειδών (1937), ξεκινάει την απαρχή μιας νέας εποχής και μιας νέας προσέγγισης στη Βιολογία και την κατανόηση της εξέλιξης, που είναι πλέον γνωστή ως Συνθετική Θεωρία.

2.2.3 Οι απόψεις του Popper για την εξελικτική θεωρία

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι απόψεις του Popper για τη θεωρία της Εξέλιξης του Δαρβίνου και το κριτήριο της διαψευσιμότητας. Σύμφωνα με τον Popper, δεν θεωρεί τη θεωρία της Εξέλιξης του Δαρβίνου επιστημονική θεωρία, αλλά περισσότερο ένα γόνιμο μεταφυσικό πρόγραμμα υποστηρίζοντας πως η Θεωρία της Εξέλιξης η οποία σχετίζεται με τη φυσική επιλογή συνιστά ταυτολογία. Οι οργανισμοί δηλαδή που διαθέτουν κάποιο πλεονέκτημα επιβιώνουν, συνιστά ταυτολογία και δεν μπορεί να υποστεί το κριτήριο της διαψευσιμότητας, καθώς τελικά οι οργανισμοί που έχουν το πλεονέκτημα είναι αυτοί που επιβιώνουν και κάθε οργανισμός που επιβιώνει μπορούμε να ισχυριστούμε πως έχει ένα πλεονέκτημα (Sonleitner, 1986).

2.2.4 Επικράτηση του Νεο-Δαρβινισμού

Σε ό,τι αφορά στην τρίτη ιστορική φάση, δηλαδή στην 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. Η άλλη σημαντική εξέλιξη της συνθετικής θεωρίας ήταν η αντικατάσταση της «*τυπολογικής*» θεώρησης από την «*πληθυσμιακή*». Κατ' αυτήν, η Φυσική Επιλογή μπορεί να συμβεί μόνο όταν οι αποκλίσεις που παρατηρούνται σε ομάδες ατόμων είναι διάχυτες, κάτι που έδωσε αφορμή για τη δημιουργία ενός νέου κλάδου της γενετικής- τη *γενετική των πληθυσμών*.

Πιο αναλυτικά: Με την πάροδο των ετών έκανε την εμφάνισή της η σύγχρονη συνθετική θεωρία, η οποία γεννήθηκε το 1937 με τη δημοσίευση του βιβλίου «*H*

γενετική και η καταγωγή των ειδών» του μεγάλου γενετιστή Theodosius Dobzhansky και αποτέλεσε έναν αποδεκτό τρόπο προσέγγισης των προβλημάτων της εξέλιξης, διασώζοντας ουσιαστικά τον δαρβινισμό. Σύμφωνα με την θεωρία αυτή, αφενός μεν η κατεύθυνση της εξελικτικής αλλαγής καθορίζεται από τη δράση της Φυσικής Επιλογής πάνω στη γενετική ποικιλότητα με την επιβίωση του καταλληλότερου σε δοσμένο περιβάλλον, αφετέρου η πηγή της ποικιλίας είναι η ίδια η μετάλλαξη και η εξελικτική αλλαγή είναι το αποτέλεσμα της τροποποίησης των γονιδιακών συχνοτήτων σε έναν πληθυσμό (Αλαχιώτης, 2009).

Ο Ρώσος γενετιστής Dobzhansky το 1937 εκδίδει το βιβλίο του σταθμός «Γενετική Προέλευση των Ειδών», με το οποίο εισάγεται η νέα εξελικτική θεωρία. Ακολουθεί το 1942 το βιβλίο του Mayr, με το οποίο συνδέθηκε η μελέτη της ταξινόμησης των ειδών με την εξελικτική θεωρία. Οι ιδέες των δύο αυτών βιολόγων συνέβαλαν στην εμφάνιση μιας νέας θεωρίας η οποία ονομάστηκε «συνθετική», στην οποία αργότερα προστέθηκαν και άλλοι κλάδοι της βιολογίας (Κριμπάς, 2009).

Σημαντικότερη υπήρξε και η συνεισφορά του Ernst Mayr στην μοντέρνα σύνθεση της μενδελικής γενετικής και της δαρβίνειας θεωρίας. Παρότι ο Δαρβίνος και οι οπαδοί της θεωρίας του πίστευαν πως διαφορετικά είδη μπορούν να προέρχονται από έναν κοινό πρόγονο, ο μηχανισμός με τον οποίο προέκυπτε αυτό δεν ήταν κατανοητός, δημιουργώντας το πρόβλημα του πώς προκύπτουν τα είδη (Ειδογένεση). Ο Ernst Mayr προσέγγισε αυτό το πρόβλημα με έναν νέο ορισμό για το *Είδος* στο βιβλίο του *Systematics and the Origin of Species* στο οποίο εισήγαγε την εξής άποψη: ένα Είδος είναι όχι απλά μία ομάδα μορφολογικά παρόμοιων ατόμων, αλλά μία ομάδα από άτομα που μπορούν να αναπαράγονται μόνο μεταξύ τους, αποκλείοντας όλα τα άλλα. Όταν επιμέρους πληθυσμοί μέσα σε ένα είδος απομονώνονται είτε για γεωγραφικούς λόγους, είτε εξ αιτίας της στρατηγικής σίτισης, είτε για λόγους επιλογής συντρόφων, ή άλλους λόγους, μπορούν να αρχίσουν να διαφέρουν από άλλους πληθυσμούς μέσω της *γενετικής παρέκλισης (genetic drift)* και της *φυσικής επιλογής* και μπορούν με την πάροδο του χρόνου να εξελιχθούν σε νέα είδη.

2.3 Η Ιδέα της Εξέλιξης στις άλλες Επιστήμες

Λόγω του *ευρύ ορισμού* της, η ιδέα της εξέλιξης έχει επηρεάσει όχι μόνο την επιστήμη της Βιολογίας, αλλά και την Κοσμολογία, της Ψυχολογία, τις Πολιτικές και Οικονομικές Επιστήμες κ.α.. Αναλυτικά, μπορούμε να αναφερθούμε στα εξής:

α) Εξελικτική Ψυχολογία: Η εργασία του Darwin στην ανθρώπινη εξέλιξη και την έκφραση των ανθρώπινων συναισθημάτων, έδειξε πως μπορούν να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από διαφορετικά είδη, προκειμένου να μάθουμε πως εξελίσσεται η συμπεριφορά (Montgomery, 2009).

β) Κοσμολογία: Οι αστρονόμοι έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι τα άστρα έχουν εξελιχθεί ως συνέπεια της βαρυτικής έλξης σε στροβίλους αερίων που είχαν απομείνει στο χώρο μετά την Μεγάλη Έκρηξη (Scott, 2009, σ. 69). Μια πιο πρόσφατη θεωρία (Θεωρία Κοσμολογικής Φυσικής Επιλογής), περιγράφει την Μεγάλη Έκρηξη ως έναν μηχανισμό επιλογής του «γονιδιώματος» του Σύμπαντος (Smolin, 2013).

γ) Πολιτική & Οικονομική Επιστήμη: Τον 19ο αιώνα, η αναδυόμενη μεσαία τάξη των βιομηχάνων και των τραπεζιτών, χρησιμοποίησε την έννοια της Εξέλιξης και της Φυσικής Επιλογής του Darwin ως επιστημονική απόδειξη ότι ο έντονος ανταγωνισμός ήταν η μέθοδος της Φύσης για να βελτιώσει τον κόσμο. Αυτή η θεώρηση αργότερα ονομάστηκε «Κοινωνικός Δαρβινισμός» (Walmswell, 2009).

δ) Θεολογία & Ευφυής Σχεδιασμός: Η προσπάθεια συμφιλίωσης της Θεωρίας της Εξέλιξης με τη Θρησκεία έδωσε αργότερα την *ψευδοεπιστημονική* θεωρία του «*Ευφυούς Σχεδιασμού*», σύμφωνα με την οποία μερικά χαρακτηριστικά του Σύμπαντος και των ζώντων οργανισμών εξηγούνται καλύτερα μέσω μιας *ευφυούς σκοπιμότητας* και όχι μιας τυχαίας διεργασίας όπως η Φυσική Επιλογή (Horder, 2009).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Διδακτική προσέγγιση της Εξέλιξης

Η εξέλιξη είναι ένα κεντρικό ενοποιητικό θέμα στη βιολογία, διότι μπορεί να εξηγήσει τόσο την ενότητα όσο και την πολυμορφία της ζωής. Ωστόσο, ως θέμα διδασκαλίας είναι μάλλον δύσκολο και η διδασκαλία της αποτελεί μια πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς. Η κατανόησή της απαιτεί μια πολύπλοκη εννοιολογική συγκρότηση από τους μαθητές (μελέτη φαινομένων σε πολλά επίπεδα οργάνωσης π.χ. γονίδια, οργάνωση, πληθυσμοί) και επιπλέον η κατανόησή του βασίζεται σε έννοιες που απορρέουν από μια ποικιλία επιστημονικών κλάδων. Η διδασκαλία της αποτελεί επίσης μια πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς εξαιτίας του γεγονότος ότι το περιεχόμενό της σχετίζεται με σημαντικά φιλοσοφικά ζητήματα (π.χ. προέλευση και σκοπός της ζωής, αυτό-προσδιορισμός του ατόμου) και η αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας μπορεί να επηρεαστεί από προσωπικές κοσμοθεωρίες. Ειδικότερα, για να κατανοηθεί η εξέλιξη πρέπει κανείς να είναι σε θέση να χειριστεί έννοιες όπως αυτές που χρησιμοποιούνται στην παλαιοντολογία, την εμβρυολογία, τη βιογεωγραφία, τη μοριακή βιολογία και την πληθυσμιακή γενετική (Mayr 2002, pp. 12–39, Kampaourakis 2008). Η δυσκολία κατανόησης ενισχύεται από τη συνήθως εσφαλμένη παρουσίαση της θεωρίας της εξέλιξης στο δημόσιο πεδίο ως π.χ. μια γραμμική διαδικασία, ταυτισμένη με την πρόοδο της ιστορίας, καθώς και από την ελλιπή κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης.

Σε αντίθεση με ό,τι συμβαίνει στη διδασκαλία των υπόλοιπων Φυσικών Επιστημών, στη διδασκαλία της Βιολογίας, εμπλέκεται συχνά ένα πλέγμα παραγόντων που συναποτελούν την λεγόμενη «Εννοιολογική Οικολογία» μιας θεωρίας και επηρεάζουν την κατανόησή της συμπεραίνοντας ότι η Επιστημολογική Επάρκεια (ΕπΕπ) στη Βιολογία σχετίζεται με την βελτίωση της εννοιολογικής οικολογίας. Έτσι, ειδικά για την εννοιολογική οικολογία της εξελικτικής θεωρίας (ΘΕ) έχει προταθεί ότι συναποτελείται από μια σειρά από παράγοντες, όπως η ΕπΕπ, η θρησκευτικότητα, ο βαθμός αποδοχής της, ο βαθμός ανοιχτού τρόπου σκέψης (Καμπουράκης Κ. 2008).

Τα βασικά ερωτήματα σχετικά με τη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση αφορούν τη διδακτική χρησιμότητα (γιατί να διδαχθεί η εξέλιξη), προ-αντιλήψεις και πεποιθήσεις των μαθητών ώστε οι εκπαιδευτικοί να είναι

ενήμεροι και να τις λάβουν υπόψη, και την εννοιολογική αλλαγή που απαιτείται (ποιος είναι ο στόχος των εκπαιδευτικών) και ο διδακτικός μετασχηματισμός της επιστημονικής γνώσης (τι να διδαχθεί και με ποιον τρόπο) (Καμπουράκης Κ. 2008).

Όσον αφορά τη διδακτική χρησιμότητα της διδασκαλίας της εξέλιξης για τη Βιολογία, η θεωρία της εξέλιξης δεν αποτελεί απλώς μια από τις θεωρίες της Βιολογίας αλλά την κεντρική και ενοποιό θεωρία διότι 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 και επίσης συνδέει νοηματικά όλες τις επιμέρους θεματικές περιοχές της Βιολογίας, από τη Μοριακή Βιολογία έως την Οικολογία (Futuyma 1999, Mayr 2002, Καμπουράκης Κ. (2008).

Επιπλέον, στη διδακτική χρησιμότητα της διδασκαλίας της εξέλιξης συνεισφέρει το γεγονός ότι σε όλα τα μαθήματα βιολογίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ανακύπτουν βασικά ερωτήματα που δεν απαντώνται στα αντίστοιχα σχολικά βιβλία. Αναλυτικότερα, στην Α΄ Γυμνασίου ένα από τα ερωτήματα που προκύπτουν είναι το γιατί όλοι οι οργανισμοί αποτελούνται από κύτταρα και εκδηλώνουν τις ίδιες βασικές λειτουργίες (Κεφάλαιο 1). Επίσης, στη Γ΄ Γυμνασίου προκύπτει το ερώτημα του γιατί να υπάρχουν προκαρυωτικά και ευκαρυωτικά κύτταρα (Κεφάλαιο 1). Επίσης, στη Β΄ Λυκείου προκύπτει το ερώτημα όσον αφορά τον λόγο για τον οποίο η σύνθεση των συστατικών κάθε κυττάρου, και κατ' επέκταση κάθε οργανισμού, βασίζεται στις πληροφορίες που περιέχονται στο DNA (Κεφάλαιο 4). Επίσης, στη Γ΄ Λυκείου (Θετικής Κατεύθυνσης) προκύπτει το ερώτημα του γιατί ο γενετικός κώδικας είναι σχεδόν καθολικός; (Κεφάλαιο 2), ενώ στη Γ΄ Λυκείου (Γενικής Παιδείας) προκύπτει το ερώτημα όσον αφορά τον λόγο για τον οποίο η άσκοπη χρήση αντιβιοτικών οδηγεί στη δημιουργία ανθεκτικών στελεχών βακτηρίων (Κεφάλαιο 1) (Καμπουράκης Κ. (2008).

3.2 Συνηθέστερες «παρανοήσεις» και προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών

Η διδασκαλία της εξέλιξης μπορεί να είναι ένα ιδιαίτερα δύσκολο έργο για τους εκπαιδευτικούς λόγω ιδιαίτερων εννοιολογικών δυσκολιών που επηρεάζουν τη μάθηση. Γενικά, προκειμένου οι εκπαιδευτικοί να διδάσκουν αποτελεσματικά την επιστήμη πρέπει κυρίως να προσδιορίσουν τις προκαταλήψεις των μαθητών τους, καθώς αυτές μπορούν να διαμορφώσουν εμπόδια τόσο στην κατανόηση όσο και στην αποδοχή των επιστημονικών εννοιών που διδάσκονται (Carey 2000). Μόλις

τεκμηριωθούν αυτές οι προκαταλήψεις, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη στον σχεδιασμό οδηγιών που θα στοχεύουν στην προώθηση της εννοιολογικής αλλαγής.

Τα συμπεράσματα μίας έρευνας που παρουσιάστηκε στο 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών & Νέων Τεχνολογιών (Πρίνου, Χαλκιά, & Σκορδούλης, 2007), η οποία πραγματοποιήθηκε τον Μάιο του 2006, είναι ενδεικτικά για την γνωσιακή κατάσταση των μαθητών της Α΄ Λυκείου σε ότι αφορά την Θεωρία της Εξέλιξης:

α) μεγάλα ποσοστά μαθητών (**78 – 90%**) δείχνουν να γνωρίζουν ότι *οι οργανισμοί στη Γη έχουν προκύψει από εξελικτικές διαδικασίες που έχουν λάβει χώρα στη διάρκεια εκατομμυρίων ετών*, ενώ παράλληλα, ένα επίσης σημαντικό ποσοστό (**58,6%**) δείχνει να δέχεται την *καταγωγή του ανθρώπου από «κατώτερες μορφές ζωής»*,

β) οι μισοί περίπου μαθητές του δείγματος (**53,3%**) *συμφωνούν με τη θεωρία της κοινής προέλευσης των οργανισμών*,

γ) λιγότεροι από τους μισούς μαθητές του δείγματος (**40%**) *έχει επιφυλάξεις για τη γνώση μας για το παρελθόν*, εφόσον δεν υπήρξαν αυτόπτες μάρτυρες των γεγονότων της εξέλιξης,

δ) λιγότεροι από τους μισούς μαθητές του δείγματος (**42%**) *θεωρεί ότι η εξέλιξη αποκαλείται θεωρία επειδή δεν είναι τεκμηριωμένη*,

ε) ένα σημαντικό ποσοστό των μαθητών (**63%**) *θεωρεί ότι είδη ζώων που ζούσαν στη Γη, δεν είχαν εξαφανιστεί πριν την εμφάνιση του ανθρώπου ή θεωρούν ότι οι άνθρωποι συνυπήρχαν με τους δεινόσαυρους*,

στ) λιγότερο από 1 στους 3 μαθητές (**27%**) *κατανοούν ότι η βιολογική εξέλιξη είναι αποτέλεσμα σωρευτικών αλλαγών των πληθυσμών στη διάρκεια των ετών και δεν αφορά μεμονωμένα άτομα*,

ζ) πάνω από τους μισούς μαθητές (**60%**) *θεωρεί ότι τα νέα γνωρίσματα των οργανισμών εμφανίζονται επειδή οι οργανισμοί τα χρειάζονται για να επιβιώσουν*,

η) η πλειοψηφία των μαθητών (**63%**) *θεωρεί ότι η Φυσική Επιλογή ευνοεί τα δυνατότερα άτομα*, παρερμηνεύοντας ενδεχομένως τη διατύπωση «επιβίωση των καλύτερα προσαρμοσμένων».

Από τα παραπάνω, προέκυψε το συμπέρασμα ότι η πλειοψηφία των μαθητών *αναγνωρίζουν ή και αποδέχονται την ιδέα της Εξέλιξης*, αλλά παράλληλα *δεν αντιλαμβάνονται τους μηχανισμούς με τους οποίους πραγματοποιείται αυτή*.

Οι αυθόρμητες τελεολογικές εξηγήσεις

Σε πολλές έρευνες έχει διαπιστωθεί ότι οι μαθητές εξηγούν την ύπαρξη συγκεκριμένων χαρακτηριστικών στους οργανισμούς με βάση τη λειτουργία (σκοπό) την οποία φαίνονται να εξυπηρετούν. Επίσης, οι μαθητές θεωρούν ότι οι οργανισμοί μπορούν να αλλάξουν ώστε να προσαρμοστούν στο περιβάλλον τους (Καμπουράκης 2008).

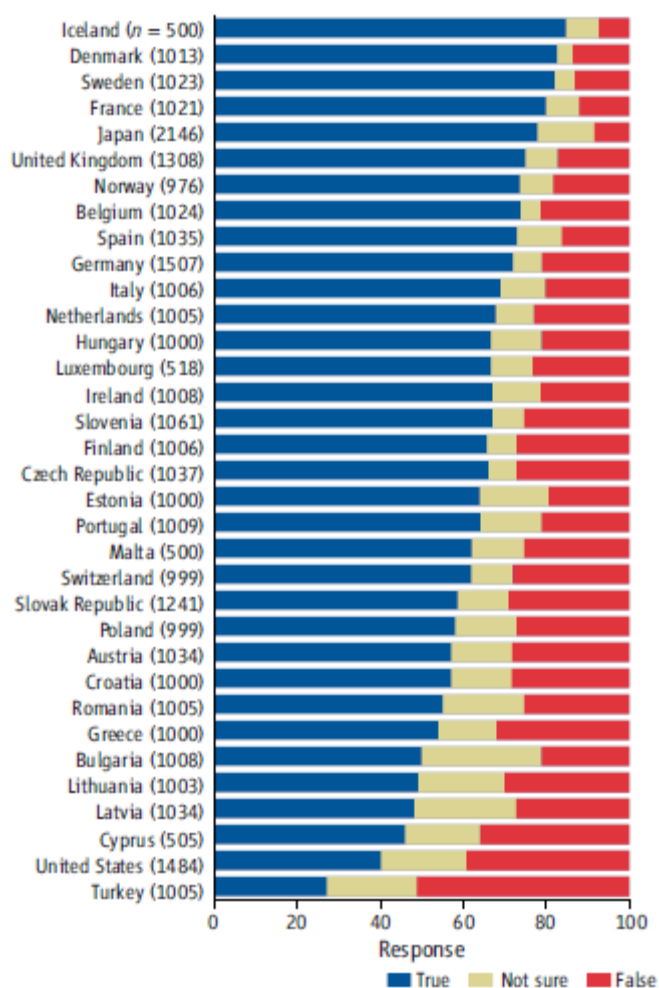
Σύμφωνα με την πρόταση της επιλεκτικής τελεολογίας τα παιδιά θεωρούν ότι τα τεχνήματα, όπως οι καρέκλες, και τα βιολογικά χαρακτηριστικά, όπως τα μάτια, υπάρχουν για να επιτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες, σε αντίθεση με τα άβια φυσικά αντικείμενα όπως τα βουνά (Keil 1992). Η πρόταση της γενικευμένης τελεολογίας υποστηρίζει ότι τα παιδιά εξηγούν όλα τα φαινόμενα κάτω από μια γενικευμένη τελεολογική θεώρηση, βασιζόμενα στην πρόωμη γνώση τους σχετικά με την σκόπιμη συμπεριφορά. Έτσι, απουσία άλλων εξηγήσεων, αντιμετωπίζουν όλα τα φυσικά αντικείμενα (έμβια και άβια) ως τεχνήματα που φτιάχτηκαν για κάποιον σκοπό (Kelemen 1999).

Σε πολλές έρευνες έχει βρεθεί ότι οι μαθητές τείνουν να δίνουν κυρίως τελεολογικές εξηγήσεις για την εξέλιξη. Ωστόσο, ο εσφαλμένος σε ορισμένες περιπτώσεις χαρακτηρισμός των εξηγήσεων των μαθητών ως «Λαμαρκιανών» μπορεί να αποκρύπτει το γεγονός αυτό. Θα πρέπει να είναι σαφές ότι οι αυθόρμητες τελεολογικές εξηγήσεις των μαθητών αποτελούν ένα βασικό γνωστικό εμπόδιο στη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης (Kampourakis & Zogza 2007).

3.3 Προβλήματα διδασκαλίας και αποδοχής της Θεωρίας της Εξέλιξης

Κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, δεν υπάρχει κάποια επιστημονική θεωρία που να αντιμετώπιζε περισσότερα προβλήματα αποδοχής από το κοινό, απ' ότι η θεωρία της βιολογικής εξέλιξης μέσω του μηχανισμού της φυσικής επιλογής. Έρχεται σε αντίθεση με ισχυρές πεποιθήσεις σχετικά με το πότε και το πώς δημιουργήθηκαν ο κόσμος και οι ζώντες οργανισμοί (AAAS, 2009) οι οποίες εξαρτώνται από συγκεκριμένα προβλήματα σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης και τα οποία σε μεγάλο βαθμό αφορούν προσπάθειες υπονόμησης της διδασκαλίας της Θεωρίας της Εξέλιξης (Γεωργάτου & Πρίνου 2005). Ακόμα και σε περιπτώσεις όπου η Θεωρία της Εξέλιξης αποτελεί μέρος των εκπαιδευτικών αναλυτικών προγραμμάτων, η διδακτική

προσέγγιση είναι ανεπαρκής και αναποτελεσματική. Σε πολλές χώρες διαπιστώνεται περιορισμένη αποδοχή της θεωρίας της εξέλιξης (Kampourakis & Zogza 2008).



Εικόνα 2: Δημόσια αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας σε 34 χώρες.

Η αποδοχή της εξέλιξης συχνά επιτυγχάνεται δύσκολα λόγω διάφορων θρησκευτικών και πολιτικών ζητημάτων (Miller et al., 2006) και επειδή φαίνεται να είναι αντίθετη σε διαισθητικές αντιλήψεις (Bloom and Weisberg 2007). Με την πάροδο των ετών η εκπαίδευση στην εξέλιξη ήταν ένα ιδιαίτερα ενεργό ερευνητικό πεδίο που επικεντρώθηκε στις προκαταλήψεις των μαθητών για την εξέλιξη, όπως επίσης και την κατανόηση των μαθητών και των εκπαιδευτικών και την αποδοχή της εξέλιξης, καθώς και σε πολλές προσεγγίσεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις η διδασκαλία εξέλιξης τόσο στη δευτεροβάθμια όσο και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση έχει βρεθεί ότι παρέχει μέτρια και προσωρινά γνωστικά αποτελέσματα. Οι μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αλλά κυρίως οι προπτυχιακοί φοιτητές έχουν βρεθεί απροετοίμαστοι για να καταλάβουν τι είναι η

εξέλιξη και για να αποκτήσουν συνήθως μια μερική κατανόηση σχετικών θεμάτων (Alters 2005, McComas et al., 2006) (Kampourakis 2008). Οι δυσκολίες αποδοχής της εξέλιξης αποδίδονται σε διάφορους παράγοντες οι οποίοι αναλύονται εκτενώς παρακάτω.

3.3.1 Η επίδραση της θρησκείας

Ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι ιδιαίτερα στην ηλικία 8-10 ετών οι μαθητές δίνουν κυρίως τελεολογικές εξηγήσεις για όλα τα φαινόμενα, ανεξάρτητα από τις θρησκευτικές πεποιθήσεις της οικογένειάς τους (Evans 2001, Kelemen 2003).

Επίσης, φαίνεται να υπάρχουν συσχετίσεις μεταξύ των τελεολογικών εξηγήσεων των μαθητών ηλικίας 6-10 ετών και της αντίληψής τους για την ύπαρξη σχεδιασμού στη φύση, ωστόσο οι συσχετίσεις αυτές απαιτούν περαιτέρω έρευνα (Kelemen & DiYanni 2005).

Στις μεγαλύτερες ηλικίες οι θρησκευτικές πεποιθήσεις φαίνονται να επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την αποδοχή αλλά και συχνά την κατανόηση της θεωρίας της εξέλιξης (Dagher and Boujaoude 1997; Brem et al. 2003; Sinatra et al. 2003; Blackwell et al. 2003).

Όσον αφορά τις απόψεις των επιστημόνων για τη θρησκεία, ανάμεσα στους επιστήμονες και ειδικότερα τους εξελικτικούς βιολόγους μπορούμε να βρούμε τις εξής τρεις θέσεις για την θρησκεία: Στο ένα άκρο υπάρχει ο αθεϊσμός, η άποψη ότι ο Θεός δεν υπάρχει, στο μέσο βρίσκεται ο αγνωστικισμός, η άποψη ότι κανείς δεν μπορεί να γνωρίζει εάν υπάρχει Θεός και στο άλλο άκρο βρίσκεται η θρησκευτικότητα και η άποψη ότι στη φύση υπάρχουν ενδείξεις για την ύπαρξη Θεού (Καμπουράκης 2008).

3.3.2 Η διάκριση του περιεχομένου

Οι επιστήμονες μπορεί να έχουν διαφορετικές απόψεις για την ύπαρξη Θεού, όμως συμφωνούν για το γεγονός της εξέλιξης των οργανισμών. Είναι αναγκαίο, αλλά και δύσκολο, να βοηθήσουμε τους μαθητές να διακρίνουν το επιστημονικό περιεχόμενο από τις φιλοσοφικές και θρησκευτικές πεποιθήσεις. Η μελέτη της φιλοσοφίας της επιστήμης μπορεί να συμβάλλει σε αυτό (Kitcher 2007).

Επιπλέον, συμπεραίνοντας ότι οι μαθητές μπορούν να υιοθετήσουν ένα νέο επεξηγηματικό πλαίσιο μπορεί να είναι απαραίτητο αλλά όχι επαρκές για μια επιτυχημένη διδασκαλία εξέλιξης. Έχει βρεθεί ότι οι μαθητές μπορούν να παρουσιάσουν εναλλακτικές και επιστημονικά αποδεκτές αντιλήψεις και να φέρουν

διαφορετικές απαντήσεις σε διαφορετικά πλαίσια ζητημάτων (Palmer 1999). Συνεπώς, είναι σημαντικό οι εξηγήσεις των μαθητών σε διαφορετικά πλαίσια ζητημάτων να συγκρίνονται μεταξύ τους μετά την εκπαίδευση και όχι μόνο με αυτές που παρέχονται πριν από την εκπαίδευση. Η διδασκαλία ενός νέου επεξηγηματικού πλαισίου δεν μπορεί να είναι επιτυχής αν οι μαθητές δεν είναι ικανοί να την εφαρμόσουν με συνέπεια σε διαφορετικά προβλήματα. Αν οι εξηγήσεις των μαθητών σε διαφορετικές ασκήσεις δεν συνάδουν, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι έχουν αποκτήσει μερική κατανόηση των εννοιών που διδάχτηκαν. Προτείνεται ότι οποιαδήποτε διδασκαλία εξέλιξης μπορεί να είναι αποτελεσματική μόνο αν οι μαθητές τελικά βρεθούν να παρουσιάζουν επεξηγηματική συνοχή.

3.3.3 Η διδασκαλία της Εξέλιξης απέναντι στο Δημιουργισμό

Η διδασκαλία της βιολογίας άρχισε το 1931, αλλά καθιερώθηκε ως αυτόνομο μάθημα το 1969. Ως το 1976 η προσέγγιση της εξέλιξης γινόταν με αναφορές κυρίως στον δημιουργισμό. Οι επιστημονικές απόψεις για την Εξέλιξη των ειδών εμφανίζονται για πρώτη φορά στα ελληνικά προγράμματα σπουδών, την περίοδο 1976 – 1999. Κατά τη διάρκεια της περιόδου αυτής, οι μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, μπορούσαν να διδαχθούν τη Θεωρία της Εξέλιξης, *αλλά όχι την εξέλιξη του ανθρώπου* (Prinou, Halkia, & Skordoulis, 2009), ενώ μετά το 1999 τα σχολικά εγχειρίδια άλλαξαν και η Θεωρία της Εξέλιξης (μαζί με την εξέλιξη του ανθρώπου) μπορούσε να διδαχθεί στην τελευταία τάξη του Γυμνασίου και του Λυκείου, όμως για διάφορους λόγους (όγκος ύλης οδηγίες Υπουργείου), *δεν διδάσκονταν*. Αν θυμηθεί κανείς όμως τι συνέβη με το βιβλίο του Λυκείου «Ιστορία του ανθρώπινου γένους» του 1984-1985, που είχε ένα εξελικτικό σκίτσο και για αυτόν τον λόγο το έκαιγαν, και συγκρίνει κανείς την κατάσταση εκείνη με τη σημερινή, θα δει ότι έχουν διανυθεί «έτη φωτός» στο θέμα της κοινωνικής πέψης και αφομοίωσης της εξέλιξης. Το ίδιο *δεν συνέβη ποτέ για τον Δημιουργισμό*.

Το γεγονός αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην άρρηκτη σχέση που έχει η Εκκλησία με την Εκπαίδευση στο ελληνικό κράτος που είναι ιδιαίτερα προφανής από το γεγονός ότι τα εκπαιδευτικά και θρησκευτικά ζητήματα υπάγονται στο ίδιο Υπουργείο Παιδείας & Θρησκευμάτων (Τσουκαλάς, 1992, σ. 539). Εκτός αυτού, υπάρχει μια πληθώρα πολέμων της Θεωρίας της Εξέλιξης στους κόλπους της Εκκλησίας (Μακρίδης, 1998). Παρόλα αυτά, οι καθηγητές της Θεολογίας έχουν μια

διαφορετική άποψη, σύμφωνα με την οποία πρέπει (και μπορεί) να αποφεύγεται ο ανταγωνισμός μεταξύ της Επιστήμης και της Θρησκείας. Οι Γραφές γίνονται κατανοητές ως μύθοι που έχουν ηθικούς και θρησκευτικούς στόχους και όχι επιστημονικούς, οπότε δεν είναι απαραίτητο να αποδειχθεί συμφωνία μεταξύ της Βίβλου και της Επιστήμης. Επιπλέον, ο Μητροπολίτης Περγάμου, Ιωάννης σε εισήγησή του (2002) δηλώνει ότι, η θεωρία της Εξέλιξης *δεν εμφανίζει κάποιο πρόβλημα για τη Θεολογία*. Αντιθέτως, είναι αποδεκτή εφόσον αποδεικνύει ότι ο άνθρωπος είναι κομμάτι της Φύσης. Η Θεολογία και η Βιολογία δεν έχουν κανένα λόγο να αντιμάχονται η μία την άλλη.

Συνεπώς, τόσο η Θρησκεία (κάθε Θρησκεία) όσο και η Θεωρία της Εξέλιξης θα πρέπει να έχουν θέση στα προγράμματα σπουδών της Εκπαίδευσης. Κάθε μία έχει το δικό της, ανεξάρτητο ρόλο να συντελέσει, καλύπτοντας τις πνευματικές και υπαρξιακές ανάγκες κάθε μαθητή. Η Θρησκεία απαντά στα ερωτήματα του σκοπού της ανθρώπινης ύπαρξης, ενώ η επιστημονική μέθοδος στην εμπέδωση αναλυτικών και συνθετικών μεθόδων, στην κατανόηση της λειτουργίας της Φύσης.

Η αποδοχή της ΕΘ είναι σημαντική για αρκετούς λόγους. Χαμηλά επίπεδα κατανόησης και αποδοχής της εξέλιξης μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στις επιστημονικές εξελίξεις και υποστήριξης της επιστήμης από την κοινωνία (Miller et al., 2006). Επιπλέον, η αποδοχή της βιολογικής εξέλιξης σχετίζεται και είναι ιδιαίτερα σημαντική στις ιατρικές εξελίξεις και την κατανόηση των ασθενειών. Τα βακτήρια και οι ιοί που προκαλούν ασθένειες μπορούν να εξελιχθούν σε στελέχη που είναι ανθεκτικά στη φαρμακευτική αγωγή. Είναι επιτακτική ανάγκη οι ασθενείς, οι γιατροί και οι φαρμακολόγοι να καταλαβαίνουν τις πιθανές εξελικτικές οδούς για την πρόκληση ασθενειών λόγω μικροβίων και τις επιπτώσεις για τις θεραπείες και την ανάπτυξη φαρμακευτικών προϊόντων. Τέλος, η αποδοχή της εξέλιξης είναι σημαντική για τους επιστήμονες που πραγματοποιούν κλινικές δοκιμές φαρμάκων σε ζώα. Κάποια ζώα είναι πιο κοντά γενετικά στους ανθρώπους σε σύγκριση με άλλα και, κατά συνέπεια, είναι καλύτερα για δοκιμές φαρμάκων, καλλυντικών, τοξινών και άλλων δυνητικά επιβλαβών ή ευεργετικών ουσιών. Συνεπώς, η γνώση της ομολογίας βελτιστοποιεί την έρευνα των ζώων για ανθρώπινο όφελος (Heddy & Nadelson, 2013).

Παρά τις πολλές θετικές συνέπειες της αποδοχής της εξέλιξης, οι ΗΠΑ εξακολουθούν να παραμένουν χαμηλά σε ποσοστά αποδοχής της ΕΘ σε σύγκριση με

το διεθνές επίπεδο (Heddy & Nadelson, 2012, Miller et al. 2006). Πρόσφατα, οι ερευνητές έχουν διερευνήσει τις σχετικές μεταβλητές στην αποδοχή της εξέλιξης σε παγκόσμιο επίπεδο (Heddy & Nadelson, 2012). Για τις περισσότερες χώρες, η θρησκευτικότητα είναι που σχετίζεται αρνητικά με την αποδοχή της εξέλιξης ενώ το προσδόκιμο σχολικής ζωής, ο επιστημονικός γραμματισμός και το ΑΕΠ ανά άτομο σχετίζονται θετικά με την αποδοχή (Heddy & Nadelson, 2013).

Στα πλαίσια της μελέτης που πραγματοποιήθηκε με στόχο να καθοριστούν οι παράγοντες που ευθύνονται για την αποδοχή ή μη της ΕΘ εξειδικευμένα μελετώντας κατοίκους των ΗΠΑ, έδειξε ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της αποδοχής της εξέλιξης και της θρησκευτικότητας, ενώ παρατηρήθηκε μια ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ της αποδοχής και των βαθμών σε επιστημονικά μαθήματα, την απόκτηση πτυχίου, την απόκτηση ανώτερου τίτλου, τον μέσο μισθό εκπαιδευτικών και του κατά κεφαλήν εισοδήματος ανά άτομο (Heddy & Nadelson, 2012). Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ΗΠΑ έχουν το μικρότερο βαθμό αποδοχής της ΕΘ σε σύγκριση με τις υπόλοιπες χώρες διεθνώς. (Heddy & Nadelson, 2012; Miller et al. 2006).

3.4 Ο διδακτικός μετασχηματισμός της επιστημονικής γνώσης

Βασική επιδίωξη της διδακτικής διαδικασίας αποτελεί όχι απλώς η εκμάθηση νέων γνώσεων αλλά η εννοιολογική αλλαγή από τις αρχικές αντιλήψεις των μαθητών προς εκείνες που είναι συμβατές με τα επιστημονικά δεδομένα.

Οι εξελικτικές διαδικασίες, όπως η φυσική επιλογή, είναι πολύπλοκες διαδικασίες που απαιτούν πλήρη κατανόηση πολλών εννοιών. μερικές από αυτές εμπίπτουν άμεσα στο γνωστικό αντικείμενο της εξελικτικής βιολογίας (π.χ. η ύπαρξη γενετικής ποικιλομορφίας εντός ενός πληθυσμού), ενώ άλλες δεν εμπίπτουν στο προαναφερθέν γνωστικό αντικείμενο αλλά είναι θεμελιώδεις για την εκμάθηση εξελικτικών εννοιών (π.χ. μηχανισμοί με τους οποίους παράγεται η γενετική ποικιλομορφία σε έναν πληθυσμό). Συνεπώς, η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής στην εξέλιξη δεν είναι μια απλή, άμεση διαδικασία σχετικά με μια συγκεκριμένη έννοια αλλά μία διαδικασία που απαιτεί οι μαθητές να έχουν δημιουργήσει μία κατανόηση ενός σύνθετου δικτύου αλληλοσυνδεδεμένων εννοιών. Επιπλέον, η εννοιολογική αλλαγή στην εξέλιξη δεν αντικαθιστά μόνο παλιές έννοιες (π.χ. προσαρμογή ατόμων λόγω ανάγκης) με νέες (π.χ. προσαρμογή ατόμων μέσω φυσικής επιλογής). Προτείνεται η εννοιολογική μεταβολή στην εξέλιξη πρέπει

μάλλον να είναι μια διαδικασία αντικατάστασης ενός παλιού επεξηγηματικού πλαισίου με ένα νέο, πιο αποτελεσματικό και πιο επιστημονικά αποδεκτό πλαίσιο (Kampourakis 2008).

Η σχολική-επιστημονική γνώση δεν είναι μια απλοποιημένη εκδοχή της επιστημονικής αλλά μια διακριτή μορφή γνώσης. Η διαδικασία μεταφοράς της γνώσης από το επιστημονικό στο σχολικό πλαίσιο περιγράφεται ως διδακτικός μετασχηματισμός. Το κύριο χαρακτηριστικό της διαδικασίας αυτής είναι η αναπλαισίωση και όχι η απλοποίηση της επιστημονικής γνώσης για την παραγωγή της αντίστοιχης σχολικής γνώσης. Η αναπλαισίωση υπερτερεί της απλοποίησης διότι λαμβάνει υπόψη και αξιοποιεί την πρότερη γνώση ή εμπειρία των μαθητών (Κολιόπουλος 2006).

Οι στόχοι του διδακτικού μετασχηματισμού για τη διδασκαλία της εξέλιξης αφορούν

- την κατανόηση των βασικών βιολογικών εννοιών και την έμφαση στην περιγραφή των βιολογικών φαινομένων σε πολλά διακριτά επίπεδα οργάνωσης (μόρια, κύτταρα, οργανισμοί, οικοσυστήματα).
- τη διδασκαλία των μηχανισμών της κληρονομικότητας με έμφαση στον ρόλο της τύχης στη δημιουργία γενετικής ποικιλότητας μέσω μιας κατάλληλα διαμορφωμένης δραστηριότητας (γνωστική σύγκρουση)
- την έμφαση στην έννοια της ενδεχομενικότητας καθ' όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας
- την εξοικείωση των μαθητών με ορισμένες βασικές έννοιες της εξελικτικής βιολογίας όπως η κοινή καταγωγή των οργανισμών και η φυσική επιλογή, μέσα από διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων (Kampourakis 2008).

Τα στάδια της γνωστικής σύγκρουσης είναι τα εξής:

- 1) Αποσταθεροποίηση της αντίληψης των μαθητών ότι τα βιολογικά φαινόμενα και οι λειτουργίες είναι προϊόντα έλλογου σχεδιασμού ή σκόπιμων διαδικασιών μέσω της έμφασης της διδασκαλίας στον ρόλο της τύχης στη δημιουργία γενετικής ποικιλότητας μέσω των μεταλλάξεων και της αμφιγονικής αναπαραγωγής.
- 2) Οικοδόμηση ενός νοητικού μοντέλου με βάση το οποίο οι μαθητές θα χρησιμοποιούν τη θεωρία της κοινής καταγωγής για την ερμηνεία των ομοιοτήτων

μεταξύ των διαφορετικών ειδών και τη θεωρία της φυσικής επιλογής για την ερμηνεία των διαφορών μεταξύ των ειδών και των χαρακτηριστικών τους προσαρμογών.

Πρέπει οι μαθητές να κατανοήσουν ότι η τελεολογική εξήγηση δίνει έμφαση στην ανάγκη για επιβίωση, ενώ η εξελικτική εξήγηση στη φυσική επιλογή (Kamprourakis 2008).

3.5 Η παρούσα κατάσταση στο σχολείο

Στην Ελλάδα μόνο οι μισοί μαθητές είναι πεπεισμένοι για την αλήθεια της Θεωρίας της Εξέλιξης όταν στη Βρετανία το ίδιο ποσοστό αγγίζει το 90%! Η εξήγηση είναι απλή: η εκπαίδευσή μας είναι τουλάχιστον αμήχανη απέναντι στο θέμα. Και όμως η καθημερινή μας ζωή είναι γεμάτη «μαθήματα εξέλιξης» (Αλαχιώτης 2009).

Έτος Κάρολου Δαρβίνου το 2009, χαρακτηρισμένο από το παγκόσμιο αφιέρωμα στον μεγάλο φυσιοδίφη που προκάλεσε τη μεγαλύτερη ιδεαλιστική επανάσταση με τη θεωρία της εξέλιξης των ειδών διά της φυσικής επιλογής και αποκαθήλωσε την ανθρωποκεντρική θεώρηση της ζωής στη Γη, συμβάλλοντας καθοριστικά στην κατανόηση της βιολογικής μας αυτογνωσίας και του κοσμοειδώλου μας με ό,τι η κατάσταση αυτή συνεπάγεται για την ποιοτική παιδεία μας από τα μαθητικά μας χρόνια.

Το σημαντικό όμως αυτό αφιέρωμα δεν μπορεί να περάσει εύκολα στις τάξεις των σχολείων και τα παιδιά στερούνται αυτόν τον μορφωτικό «μανδύα», απαραίτητο να «περιενδύσει» τη σωστή κοσμοαντίληψή τους. Και τούτο διότι «εγειρόνται» διάφορα «οδοφράγματα» που δεν αφήνουν να περάσουν στην τάξη τα κεφάλαια της εξέλιξης, διότι απλά η εξέλιξη δεν διδάσκεται καν συνήθως, και όταν διδάσκεται δυστυχώς ο τρόπος είναι λίαν ελλιπής. Ένα επιχείρημα που χρησιμοποιείται είναι πως το εν λόγω κεφάλαιο βρίσκεται στο τέλος του βιβλίου και δεν προλαβαίνουν πολλοί εκπαιδευτικοί να το διδάξουν βρίσκεται όμως εκεί διότι είναι η «ομπρέλα» όλων των άλλων (Αλαχιώτης 2009).

Για αυτό δεν είναι παράδοξο που μια τελευταία μελέτη έδειξε ότι μόνο το 54% των ελληνόπουλων θεωρεί ότι ο Δαρβίνος έχει δίκιο· το ποσοστό αυτό στην Αγγλία ανέρχεται σε 90%! Η κατάσταση αυτή αντανακλά την ιδεολογικο-φιλοσοφική ελευθερία των εκπαιδευτικών αυτών συστημάτων. Στην Αγγλία λ.χ. η θεωρία της εξέλιξης έγινε αποδεκτή μέσα σε έναν χρόνο από τη δημοσίευση του βιβλίου του

Δαρβίνου «Η καταγωγή των ειδών διά της φυσικής επιλογής», το 1859, παρά τις πρώτες έντονες αντιδράσεις. Η αντίδραση στη θεωρία αυτή αναδύθηκε 60 χρόνια μετά στις ΗΠΑ με τη διαμόρφωση του «δημιουργισμού», που πριν από λίγα χρόνια μεταλλάχτηκε και έγινε νεοδημιουργισμός με το ψευδοεπιστημονικό «ευφυές σχέδιο». Ευτυχώς όμως που πληθαίνουν οι φωνές φωτισμένων θεολόγων και ιεραρχών, φωνές που ξεκίνησαν από πολύ παλιά, από το Μ. Βασίλειο λ.χ. και τον Άγιο Αυγουστίνο και δυναμώνουν στις μέρες μας, από τον Πάπα π.χ. ή από ορθόδοξους ιεράρχες, για να τονίσουν ότι δεν υπάρχει αντιπαράθεση θρησκείας και εξέλιξης (Αλαχιώτης 2009).

Αλλά ακόμη και όταν διδάσκονται τα κεφάλαια της εξέλιξης, ο τρόπος διδασκαλίας όπως προαναφέρθηκε είναι λίαν ελλιπής. Για παράδειγμα, σε κανένα βιβλίο δεν αναδεικνύεται η ενοποιητική δυναμική της εξέλιξης· δεν συνδέεται ουσιαστικά με το βασικότερο επίπεδο προσέγγισής της που είναι το γενετικό, οι αλλαγές στις γονιδιακές συχνότητες και η γενετική συνέχεια των ειδών, ενώ αναδεικνύεται υπέρμετρα η σημασία των παλαιοντολογικών (απολιθώματα) στοιχείων και όχι των αποδεικτικών μηνυμάτων του DNA, που αντ' αυτών προβάλλεται η μερική βιοχημική διάσταση στο επίπεδο των πρωτεϊνών, κυρίως στο βιβλίο του Γυμνασίου στο οποίο μάλιστα υπάρχουν πολύ περισσότερες αστοχίες ή αντιφάσεις (Αλαχιώτης 2009).

Το κεφάλαιο της εξέλιξης εμπεριέχεται στα εν λόγω βιβλία με αποσπασματικό επίσης τρόπο, καθώς τα θέματά του δεν συνδέονται με κανένα άλλο κεφάλαιο-θέμα για να αξιοποιηθεί η εξέλιξη ως συνεκτικό δίκτυο όλων των βιολογικών κλάδων. Πώς λοιπόν θα γίνει κατανοητό ότι η εξέλιξη δεν είναι κάτι αφηρημένο αλλά οι αλλαγές του DNA δείχνουν όλη την εξελικτική ιστορία των ειδών; Η επιλεκτική επίσης παράθεση των βιβλιογραφικών αναφορών, με την παράλειψη ελληνικών συγγραμμάτων γενετικής ή εξέλιξης λ.χ., που δεν είναι και πολλά, είναι ένα πρόβλημα για όποιον θέλει να πλουτίσει τις γνώσεις του· άλλωστε η εξέλιξη έγινε αποδεκτή όταν εντάχθηκε στη γενετική.

Μήπως λοιπόν φταίει η ευαισθητοποίηση και η επιμόρφωση ή και κάποια αθέατη πολιτική; Ο,τι και να συμβαίνει, το πρόβλημα παραμένει και μετατρέπεται σε πρόβλημα της ποιοτικής παιδείας των παιδιών μας (Αλαχιώτης 2009).

3.6 Μελέτες σχετικά με τις παρανοήσεις των μαθητών στη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης

Έχει εφαρμοστεί μια πληθώρα εκπαιδευτικών στρατηγικών κατά τη διάρκεια των ετών στη διδασκαλία της εξέλιξης. Ενώ οι περισσότερες από τις μελέτες επικεντρώθηκαν στην ανάλυση των προκαταλήψεων των μαθητών και την εννοιολογική αλλαγή, τα αποτελέσματά τους και τα συμπεράσματά τους διαφέρουν από πολλές απόψεις. Ωστόσο, όλοι συμφωνούν ότι οι περισσότερες οδηγίες εξέλιξης συνήθως αποφέρουν μέτρια αποτελέσματα στην κατανόηση του θέματος. Αυτές οι μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί σε δευτεροβάθμια και μεταδευτεροβάθμια εκπαίδευση. Στη συνέχεια παρουσιάζονται μελέτες με μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ξεχωριστά από τις μελέτες σε προπτυχιακούς φοιτητές και επικεντρώνεται σε παράγοντες που επηρεάζουν την κατανόηση της εξέλιξης.

Οι σπουδές με μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης έχουν δείξει ότι μόνο μια μέτρια κατανόηση της εξέλιξης μπορεί να επιτευχθεί μετά από την εκπαίδευση. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για αυτό. Αν και οι φοιτητές μπορεί να έχουν επαρκή γνώση των γεγονότων, συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη χρήση τους για την διατύπωση εξηγήσεων γιατί είναι δύσκολο για αυτούς να συνειδητοποιήσουν τι πραγματικά ερωτήθηκαν, πιθανώς λόγω της παρουσίας των προκαταλήψεών τους. Επιπλέον, οι μαθητές συχνά παρουσιάζουν ασυμφωνία στις απαντήσεις τους, όταν χρησιμοποιούν διαφορετικές ιδέες για το ίδιο πρόβλημα που παρουσιάζεται όμως σε διαφορετικά πλαίσια. Όταν υπάρχει αντικατάσταση των αρχικών τους εξηγήσεων με νέες που τους παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, δεν περιλαμβάνει ούτε την πλειοψηφία των σπουδαστών, ούτε αντανακλά την αναδιοργάνωση των εννοιών τους. Και όπως πολλές αντιλήψεις στην γνωστική περιοχή της εξέλιξης είναι στενά αλληλένδετες, μια αλλαγή σε μία έννοια απαιτεί μια αλλαγή σε πολλές άλλες (Hallde'n 1988; Jime'nez-Aleixandre 1992; Settlage 1994; Demastes et al. 1996).

Η επίδραση των προκαταλήψεων στην κατανόηση της εξέλιξης είναι πιο εμφανής όταν συνδέονται με τις θρησκευτικές πεποιθήσεις τους και όσο ισχυρότερες ήταν οι θρησκευτικές δεσμεύσεις των μαθητών τόσο πιο αρνητικά συνέβαλαν σε μια αρχική πίστη στην εξέλιξη και τη στροφή προς την εξέλιξη κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας (Lawson & Worsnop 1992). Πρέπει όμως να σημειώσουμε ότι η δημιουργία και η εξέλιξη δεν πρέπει να παρουσιάζονται ως εναλλακτικές υποθέσεις, επειδή αυτό θα μπορούσε να προκαλέσει σύγχυση στην κατανόηση της φύσης της επιστήμης (Smith et al., 1995). Φαίνεται ότι η διδασκαλία της εξέλιξης μπορεί να

είναι περισσότερο επιτυχής όταν οι σπουδαστές όχι μόνο διδάσκονται πώς να παρέχουν εξηγήσεις, αλλά και όταν τους δίνεται η ευκαιρία να τις συζητήσουν στην τάξη και να τις συγκρίνουν με τις προηγούμενες ιδέες. Και όταν διδάσκονται για την εννοιολογική δομή των μοντέλων (π.χ. ιστορία της επιστήμης) και τα χρησιμοποιούν για να εξηγήσουν φαινόμενα, μπορούν να αναπτύξουν μια καλύτερη κατανόηση. Τέλος, η μελέτη της κληρονομικότητας σε στενή σχέση με τη μελέτη της εξέλιξης μπορεί να τους βοηθήσει να κατανοήσουν την προέλευση της ποικιλομορφίας, η οποία με τη σειρά της μπορεί να προσφέρει μια καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών της εξέλιξης (Jime'nez-Aleixandre 1992, Demastes et al. 1995; Passmore και Stewart 2002. Banet και Ayuso 2003).

Σε μια μελέτη των ενστικτωδών επεξηγήσεων των μαθητών σχετικά με την εξέλιξη, ιδιαίτερα των αιτίων των ομολογιών και των προσαρμογών, διαπιστώθηκε ότι στις περισσότερες περιπτώσεις τελεολογικές εξηγήσεις κυριαρχούσαν (Kampourakis & Zogza 2008). Γενικά οι εξηγήσεις των μαθητών μπορούν να ταξινομηθούν ως τελεολογικές, εγγύς ή εξελικτικές. Οι εξηγήσεις των σπουδαστών σχετικά με την προέλευση των ομολογιών παρείχαν αποδείξεις ότι η ασυνείδητη προκατάληψη της σκέψης ανθρωπομορφικά μπορεί να τους οδηγήσει να αποδώσουν τις ομοιότητες των οργανισμών αλλά όχι των κυττάρων σε ένα είδος συγγένειας μεταξύ τους. Ως εκ τούτου, το επίπεδο αναφοράς (είδη ή κύτταρα) είχε κάποια επιρροή στις εξηγήσεις των μαθητών. Από την άλλη, από τις εξηγήσεις των μαθητών όσον αφορά την προέλευση των προσαρμογών συνήχθη το συμπέρασμα ότι όσο λιγότερες ήταν οι πληροφορίες σχετικά με την άσκηση που παρέχεται στους σπουδαστές, τόσο μεγαλύτερος ήταν ο αριθμός των τελεολογικών εξηγήσεων, ενώ όσο περισσότερες ήταν οι πληροφορίες που παρέχονταν στους μαθητές, τόσο μεγαλύτερος ήταν ο αριθμός των εξελικτικών εξηγήσεων. Ως εκ τούτου, γενικά συνήχθη το συμπέρασμα ότι το περιεχόμενο του έργου είχε μια επιρροή στις εξηγήσεις των φοιτητών και ότι οι μαθητές δεν παρουσίασαν επεξηγηματική συνοχή (Kampourakis & Zogza 2008; Kampourakis 2008)

Όσον αφορά την κατανόηση, τα αποτελέσματα των μελετών με προπτυχιακούς φοιτητές ήταν αρκετά παρόμοια με εκείνων με μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Αλλά σε πολλές περιπτώσεις η σχέση μεταξύ κατανόησης και αποδοχής της εξέλιξης ήταν πιο διεξοδικά μελετημένη σε αυτό το επίπεδο. Στην αρχή, δεν φαίνεται να υπάρχει σχέση μεταξύ του αριθμού των

προηγούμενων μαθημάτων βιολογίας και της απόδοσης πριν από το τεστ. Από την άλλη πλευρά, η πίστη στην αλήθεια της εξελικτικής θεωρίας μπορεί να μην σχετίζεται με τις επιδόσεις μετά το τεστ, καθώς οι μαθητές που βελτιώνουν την κατανόησή τους για την εξέλιξη κατά τη διάρκεια του μαθήματος, μπορεί γενικά να μην αλλάζουν τις πεποιθήσεις τους για την αλήθεια της εξελικτικής θεωρίας (Bishop and Anderson 1990, Demastes et al. 1995). Η ιστορική παρουσίαση της ανάπτυξης της εξελικτικής θεωρίας μπορεί να προωθήσει την καλύτερη κατανόηση του περιεχομένου της, αλλά ενώ οι μαθητές μπορεί γενικά να αυξάνουν τη χρήση των δαρβινικών ιδεών, φαίνεται πιο δύσκολο να μειωθεί η χρήση των μη Δαρβινικών ιδεών (Jensen and Finley 1996). Για να αντιμετωπιστούν τέτοια προβλήματα ένα διαγνωστικό τεστ για τη φυσική επιλογή αναπτύχθηκε που δεν αφορούσε την κατανόηση από τους μαθητές της καθεαυτού διαδικασίας της φυσικής επιλογής, αλλά μάλλον την κατανόηση των υποκείμενων εννοιών της γενετικής και της οικολογίας που χρησιμεύουν ως βάση για την εφαρμογή της φυσικής επιλογής ως επεξηγηματικού μηχανισμού (Anderson et al., 2002).

Μία έρευνα η οποία προσπαθεί να εξετάσει τις παρανοήσεις της εξελικτικής θεωρίας από τους μαθητές διεξήχθη στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση μέσα από μια δραστηριότητα διερευνητικής μάθησης με βάση τη Νευροβιολογία. Η διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε στην Α' Λυκείου και δεν στάθηκε εμπόδιο το γεγονός ότι δεν διδάσκεται η εξέλιξη σε αυτή την τάξη. Διδάσκεται το νευρικό σύστημα με το οποίο έχει άμεση συνάφεια αφού βασίζεται στην Νευροβιολογία και επιπλέον η Εξέλιξη είναι μια ενοποιητική θεωρία και συνεπώς η διδασκαλία της Εξέλιξης είναι δυνατή μέσω οποιασδήποτε ενότητας της Βιολογίας (Αθανασίου 2013; Πετρομελίδης & Αθανασίου 2015).

Όπως προαναφέρθηκε ακολουθήθηκε η διερευνητική μάθηση σύμφωνα με την οποία ο μαθητής έχει ενεργό ρόλο στη διδασκαλία. Αυτή η διδακτική προσέγγιση είναι εφαρμόσιμη γενικότερα στη διδασκαλία των Επιστημών της Φύσης και μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε συμπεριλαμβάνοντας μια δραστηριότητα στη διδασκαλία η οποία έχει ένα κενό και ο μαθητής καλείται να το καλύψει, είτε να εξαχθεί ένα συμπέρασμα από τον μαθητή με βάση τα δεδομένα που του δίνονται ή ακόμα και να κάνει κάποια υπόθεση ο μαθητής σύμφωνα πάντα με τα διαθέσιμα δεδομένα (Αθανασίου 2009).

Η διερευνητική μάθηση δίνει μεγάλη σημασία στις απόψεις και αντιλήψεις των μαθητών που προϋπάρχουν της διδασκαλίας και αποτελούν τις λεγόμενες «δομές

υποδοχής» με τις οποίες αλληλεπιδρά η νέα γνώση που παρέχεται από τον καθηγητή στο μάθημα και δομείται τελικά η τελική άποψη των μαθητών (Χατζηνικήτα και Χρηστίδου 2001).

Η συγκεκριμένη διδακτική προσέγγιση βασίστηκε σε δύο έρευνες και αφορούσε τη χωρική μνήμη την οποία εξέταζε ως προσαρμοστικότητα και ως επίκτητο χαρακτηριστικό. Η πρώτη μελέτη (Jacobs et al. 1990) αφορούσε την εξέλιξη της χωροταξικής μνήμης, όπως αυτή αποτυπωνόταν στο μέγεθος του Ιππόκαμπου ανάμεσα στα διαφορετικά φύλα από συγγενικά είδη τρωκτικών με διαφορετικές αναπαραγωγικές στρατηγικές των αρσενικών τους, ενώ η δεύτερη μελέτη (Maguire et al. 2000) αναφερόταν στη μελέτη των δομικών αλλαγών στον Ιππόκαμπο οδηγών ταξί που σχετίζεται με την ικανότητα πλοήγησης που διαθέτουν. Ο Ιππόκαμπος είναι γνωστό ότι σχετίζεται με τη μετατροπή της βραχυπρόθεσμης σε μακροπρόθεσμη μνήμη.

Πιο αναλυτικά, στην πρώτη μελέτη το μέγεθος του Ιππόκαμπου μπορούσε να προβλεφθεί με βάση τα πρότυπα χωρικής ανάταξης που καθοριζόταν από το φύλο, με τα αρσενικά πολυγαμικά που ελέγχουν μεγαλύτερη περιοχή να έχουν μεγαλύτερο μέγεθος Ιππόκαμπου σε σύγκριση με τα θηλυκά τους, αλλά και με τα μονογαμικά τρωκτικά, αρκενικά και θηλυκά. Τα ευρήματα ήταν παρόμοια και σε μελέτες αποθηκευτικών και μη αποθηκευτικών πτηνών.

Η δεύτερη μελέτη πραγματοποιήθηκε σε δείγμα αδειοδοτημένων οδηγών ταξί στο Λονδίνο και αναφέρεται στις δομικές αλλαγές στην περιοχή του Ιππόκαμπου που σχετίζεται με τις ικανότητες πλοήγησης των οδηγών ταξί όταν συγκρίθηκαν με μια ομάδα ελέγχου την οποία αποτελούσαν άτομα που δεν ήταν οδηγοί ταξί. Η μελέτη έδειξε ότι η οπίσθια περιοχή του Ιππόκαμπου των οδηγών ταξί ήταν αξιοσημείωτα μεγαλύτερη σε σύγκριση με αυτής της ομάδας ελέγχου. Μάλιστα βρέθηκε ότι το μέγεθος της οπίσθιας περιοχής του Ιππόκαμπου συσχετίζεται θετικά με το χρονικό διάστημα που περνούν ως οδηγοί ταξί, ενώ το μέγεθος της πρόσθιας περιοχής του Ιππόκαμπου συσχετίζεται αρνητικά με το χρονικό διάστημα που περνούν ως οδηγοί ταξί (Πετρομελίδης και Αθανασίου 2015). Τα ευρήματα συμφωνούν με το γεγονός ότι η οπίσθια περιοχή του Ιππόκαμπου αποθηκεύει μια χωροταξική αναπαράσταση σε ανθρώπους με υψηλή εξάρτηση από τις ικανότητες πλοήγησής τους, ενώ επίσης συμπεραίνεται η δυνατότητα πλαστικότητας του εγκεφάλου σε υγιείς ενήλικες ως απόκριση στο περιβάλλον (Πετρομελίδης και Αθανασίου 2015).

Οι μαθητές αφού έλαβαν γνώση των παραπάνω μελετών και των αποτελεσμάτων τους και επίσης αντιλήφθηκαν ότι οι διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου έχουν διακριτούς ρόλους κλήθηκαν να διερευνήσουν για το ενδεχόμενο το αυξημένο μέγεθος της περιοχής του Ιππόκαμπου να οφείλεται στο περιβάλλον ή να έχει γενετικό υπόβαθρο, καθώς επίσης και το κατά πόσο είναι ένα χαρακτηριστικό κληρονομήσιμο. Οι απαντήσεις των μαθητών κατηγοριοποιήθηκαν ως αποδεκτές όταν ήταν σωστές και επαρκείς, μη αποδεκτές όταν ήταν λάθος ή μη επαρκείς και δεν ξέρω/δεν απαντώ όσες ερωτήσεις δεν απαντήθηκαν. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι οι παρανοήσεις των μαθητών σχετικά με την κληρονομήση των επίκτητων χαρακτηριστικών και τον τρόπο δράσης της Φυσικής Επιλογής αναδομούνται σε στατιστικά σημαντικό ποσοστό με αυτή την διδακτική προσέγγιση.

Εκτός από την κατανόηση, η σχέση μεταξύ κατανόησης και αποδοχής της εξέλιξης έχει μελετηθεί εκτενώς στο μεταδευτεροβάθμιο επίπεδο. Οι μαθητές ενδέχεται να παρερμηνεύσουν τη φύση της εξελικτικής θεωρίας λόγω των παραγόντων που διαμορφώνονται από τις πεποιθήσεις τους. Η διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης είναι πιο πιθανό να ενισχύσει την κατανόηση της εξελικτικής θεωρίας εάν οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να συζητήσουν τις πεποιθήσεις τους σε σχέση με την επιστημονική γνώση (Dagher και BouJaoude 1997, 2005). Οι μαθητές μπορεί επίσης να αντιληφθούν τις αρνητικές επιπτώσεις της εξελικτικής θεωρίας για τις κοινωνικές και προσωπικές πτυχές της ζωής καθώς αντιλαμβάνονται τις συνέπειες της αποδοχής της εξέλιξης πιο αρνητικές, όσο περισσότερο χρόνο τη διδάσκονται (Brem et al. 2003). Αλλά αυτό μπορεί να μην συμβαίνει πάντοτε.

Είναι αρκετά ενδιαφέρον ότι δεν υπάρχει σχέση μεταξύ της κατανόησης της εξελικτικής θεωρίας και της αποδοχής της εξέλιξης. Οι μαθητές μπορεί να έχουν μια κατανόηση της εξελικτικής θεωρίας χωρίς να έχουν αποδεχθεί την εγκυρότητά της, ή εναλλακτικά, κάποιος μπορεί να αποδεχθούν την εγκυρότητα της θεωρίας με βάση την κακή κατανόησή τους. Όταν οι ιδέες σχετίζονται με σταθερές πεποιθήσεις, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της βιολογικής εξέλιξης, η διάθεση προς την αλλαγή των απόψεων κάποιου μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της αποδοχής από ότι οι βασικές γνώσεις, ενώ η αρχική αποδοχή της εξέλιξης από τους μαθητές δεν χρειάζεται να επηρεάσει την επακόλουθη γνώση του θέματος (Sinatra et al., 2003, Ingram and Nelson 2006). Στις περιπτώσεις που οι σπουδαστές έχουν μια ουσιαστική κατανόηση της εξέλιξης, αλλά ακόμα δεν πιστεύουν, ο κατάλληλος στόχος για την επιστημονική εκπαίδευση μπορεί να είναι οι μαθητές να

συνειδητοποιήσουν ότι η θεωρία αυτή παρέχει την καλύτερη διαθέσιμη επιστημονική εξήγηση των σχετικών φαινομένων με βάση τα διαθέσιμα εμπειρικά στοιχεία (Smith and Siegel 2004).

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, δεν είναι σαφές σε ποιο βαθμό οι προσωπικές κοσμοθεωρίες μπορούν να επηρεάζουν την κατανόηση της εξέλιξης καθώς υπάρχουν αντιφατικά ευρήματα μεταξύ των διαφόρων ερευνητικών ομάδων. Δεδομένου του γεγονότος αυτού οι περισσότερες μελέτες αφορούν μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ή μεγαλύτερης ηλικίας, θεωρήσαμε περισσότερο ενδιαφέρον να διερευνηθεί η κατανόηση της εξέλιξης των μαθητών στο κατώτερο δευτεροβάθμιο σχολικό επίπεδο. Αυτό βασίστηκε επίσης στην παραδοχή μας ότι όσο συντομότερα οι προκαταλήψεις των μαθητών σχετικά με την εξέλιξη αντιμετωπίζονται, τόσο πιο εύκολο θα είναι να τους βοηθήσουμε να απορρίψουν τις προκαταλήψεις και να υιοθετήσουν τις αντίστοιχες επιστημονικές. Και, δεδομένου ότι η συμμετοχή των φοιτητών στη διατύπωση εξηγήσεων (Jime'nez-Aleixandre 1992) και της έμφασης που δόθηκε στη γενετική κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας (Banet και Ayuso 2003) φαίνεται να ήταν παράγοντες που έχουν προωθήσει μία καλύτερη κατανόηση της εξέλιξης στο γυμνάσιο, θεωρήθηκε ενδιαφέρον να διερευνηθεί περαιτέρω η επίδρασή τους στο επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Η διδακτική παρέμβαση απέφερε ικανοποιητικά αποτελέσματα με στατιστικά σημαντική αύξηση των εξελικτικών εξηγήσεων των μαθητών (Kampourakis & Zogza 2007).

Τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα εξής:

- ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών εξακολούθησε να δίνει ασύμβατες με τα επιστημονικά δεδομένα εξηγήσεις μετά από τη διδασκαλία
- το περιεχόμενο των προβλημάτων μπορεί να επηρεάζει τόσο τις αρχικές αυθόρμητες εξηγήσεις των μαθητών όσο και εκείνες που δίνουν μετά τη διδασκαλία
- η διδασκαλία για τους μηχανισμούς της κληρονομικότητας, τις μεταλλάξεις και τον ρόλο της τύχης στην εξελικτική διαδικασία είχε καθοριστικό ρόλο στην αποσταθεροποίηση των πρότερων εξηγήσεων των μαθητών. Συμπερασματικά, είναι δυνατή η αποτελεσματική διδασκαλία ορισμένων βασικών εννοιών της

θεωρίας της εξέλιξης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση όμως όχι πάντα και όχι εύκολα (Καμπουράκης 2008).

3.7 ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Βασική παιδαγωγική αρχή είναι η πρόκληση ενδιαφέροντος στον μαθητή, καθώς μια ανιαρή και αποσπασματική διδασκαλία αποκομμένη από την καθημερινή ζωή προκαλεί και μιαν ανιαρή ανταπόκρισή του. Η εξέλιξη με καθαρά διεπιστημονική βάση και ουσιαστική διαθεματική διάσταση, καθώς αξιοποιούνται διάφορες επιστήμες για να γίνει κατανοητό το θέμα και προσεγγίζονται αξίες και στάσεις που αφορούν το κοσμοείδωλό μας και τα υπαρξιακά μας ζητήματα, είναι ένα θέμα ιδιαίτερου παιδαγωγικο-εκπαιδευτικού ενδιαφέροντος, που μπορεί εύκολα να προωθήσει το μαθησιακό όφελος των μαθητών.

1 Υπό το πρίσμα αυτό ένα πρώτο υποστρωματικό βασικό στοιχείο της διδασκαλίας της εξέλιξης είναι η κατανόηση από τον εκπαιδευτικό ότι η διδασχή οποιουδήποτε θέματος της μοντέρνας βιολογίας δεν έχει νόημα αν δεν επενδύεται και με εξελικτικές προεκτάσεις-διασυνδέσεις. Π.χ. μιλώντας για τους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς ή για τη βιολογία και την ιατρική στο κεφάλαιο «Γενετική Μηχανική και Βιοτεχνολογία», μπορεί να κάνει μια σπερματική εισαγωγή στην εξέλιξη προετοιμάζοντας τα παιδιά για το επόμενο κεφάλαιο της εξέλιξης, παρακινώντας την περιέργεια τους· γι' αυτό θα πρέπει να σχολιαστεί διαθεματικά η εξελικτική διάσταση της γενετικής τροποποίησης σε σχέση με τη φυσική επιλογή, όπως και της εξέλιξης της ανθεκτικότητας των μικροβίων στα αντιβιοτικά ή των εντόμων στα εντομοκτόνα, διασυνδέοντας τα δύο κεφάλαια, αν και τέτοιες διασυνδέσεις δεν διευκολύνονται από το βιβλίο της Γ' Γυμνασίου. Γι' αυτό ο εκπαιδευτικός καλείται να διαμορφώσει τις απαραίτητες γνωσιακές γέφυρες.

Αλλά και στο βιβλίο της Γ' Λυκείου, το κεφάλαιο «Άνθρωπος και Υγεία» ενδείκνυται ιδιαίτερα για συστηματοποιημένες εξελικτικές προεκτάσεις-διασυνδέσεις· το βιβλίο αυτό βέβαια δεν γράφτηκε στο πλαίσιο της διαθεματικότητας, αλλά όλα του τα κεφάλαια είναι ιδανικά για τέτοιες ολιστικές, διαθεματικές δηλαδή προσεγγίσεις, οι οποίες θα μπορούσαν να καλύψουν, άτυπα τουλάχιστον αλλά ουσιαστικά, το βασικό μέρος του κεφαλαίου της εξέλιξης, στο οποίο αλλού υπάρχουν παρωχημένες και υπέρμετρα αναπτυγμένες υποενότητες, όπως

εκείνη για τον Λαμάρκ, και αλλού υποβαθμίζεται ή γίνεται ανύπαρκτη η έμφαση που έπρεπε να δοθεί στη γενετική συνέχεια των ειδών.

2 Ένα δεύτερο διδακτικό στοιχείο αφορά την ανάδειξη της σχέσης της εξέλιξης με τη καθημερινή ζωή και συνακόλουθα με την ποιότητα ζωής του ανθρώπου. Π.χ. μπορεί να τονιστεί ότι η έρευνα πολλών ασθενειών εξαρτάται από τις τεχνικές και τις μεθοδολογίες της εξελικτικής γενετικής και βιολογίας· όπως λ.χ. η εξελικτική απαρχή του ιού του AIDS, η ταυτοποίηση πολλών νεοεμφανισθεισών ασθενειών με εξελικτικές μελέτες και η αντιμετώπισή τους με θεραπευτικές στρατηγικές που βασίζονται στις εξελικτικές αρχές, οι οποίες εφαρμόζονται επίσης στα θέματα φυτικής και ζωικής παραγωγής. Κατανοώντας λοιπόν τέτοιας μορφής διασυνδέσεις οι μαθητές θα αναπτύσσουν περισσότερο ενδιαφέρον που θα τους βοηθήσει να κατακτήσουν ευκολότερα και βαθύτερα το θέμα της εξέλιξης· και ότι απορρίπτοντας την εξέλιξη απορρίπτουμε και την ιατρική λ.χ. ή άλλες επιστήμες.

3 Ένα τρίτο διδακτικό στοιχείο είναι η αξιοποίηση της πρωτοβουλιακής δράσης του εκπαιδευτικού για να αξιοποιεί παραδείγματα από το σχετικό λογισμικό ή από δημοφιλή ΜΜΕ· εφημερίδες λ.χ., τηλεόραση, Διαδίκτυο· παραδείγματα που θα αναδεικνύουν λ.χ. ανακαλύψεις νέων ειδών ή αφανισμούς άλλων λόγω της περιβαλλοντικής κακοποίησης, θέματα δικονομικής γενετικής για επιβεβαίωση ή απόρριψη ενόχου εγκλήματος ή πατρότητας κάποιου αναγνωρίσιμου προσώπου· ακόμη και εθνολογικά θέματα· προσεγγίσεις που βασίζονται σε εξελικτικές τεχνικές αποκάλυψης δεικτών DNA, οι οποίοι αξιοποιούνται για ειδικές φυλογενετικές αναλύσεις, ουσιαστικοποιώντας στην πράξη την έννοια της εξέλιξης.

4 Τέταρτο διδακτικό στοιχείο αποτελεί η 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. Π.χ. πρόσφατες έρευνες ανάλυσης «απολιθωμένου» γονιδιωματικού DNA του Νεάντερταλ έδειξαν ότι δύσκολα διακρίνεται γενετικά από τον σύγχρονο άνθρωπο, πληροφορία που έχει περάσει και στις εφημερίδες· όπως και άλλες που επιδιώκουν κλωνοποίηση καλοδιατηρημένου γονιδιώματος αφανισθέντων ειδών για να τα «αναστήσουν»! Να τονιστεί επίσης ότι με την προσομοιωτική υπολογιστική τεχνική μπορούμε να επαναδομήσουμε αρχαία γονίδια και πρωτεΐνες και να μελετήσουμε τη λειτουργία τους! Πληροφορίες αυτής της μορφής εξάπτουν τη φαντασία των μαθητών και ο εκπαιδευτικός μπορεί να τις αναζητεί και να τις βρίσκει εύκολα.

5 Ένα πέμπτο διδακτικό στοιχείο αντανακλά η έμφαση που πρέπει να δοθεί στη σημασία της γενετικής ποικιλότητας πάνω στην οποία δρα η φυσική επιλογή. Π.χ. με το παράδειγμα ότι η φυσική επιλογή δεν μπορεί να δράσει σε έναν πληθυσμό «κλωνοποιημένων» ανθρώπων, άρα δεν θα υπάρξει εξέλιξη, χωρίς την οποία ένα είδος αφανίζεται, γίνεται κάθετη προέκταση-διασύνδεση με τη βιολογία της Β΄ Λυκείου, και αναδεικνύεται η σημασία τόσο της γενετικής ποικιλότητας όσο και της φυσικής επιλογής, ο ορισμός της οποίας πρέπει να γίνει σαφής, προεκτεινόμενος στη θεωρία της μοντέρνας σύνθεσης, για να γίνει πιο κατανοητή με το παράδειγμα.

6 Έκτο διδακτικό στοιχείο είναι ότι η εξελικτική θεωρία έχει εξελιχθεί από την εποχή του Δαρβίνου ως σήμερα· και ότι η εξέλιξη δεν είναι συνώνυμη της φυσικής επιλογής, καθώς υπάρχει και η γενετική παρέκκλιση που αλλάζει τυχαία ορισμένες γονιδιακές συχνότητες. Διαφορετικά η εξέλιξη δέχεται επιθέσεις από αντιεξελικτιστές που θέλουν να «δομήσουν» έναν αχυράνθρωπο- δημιουργήμα της εξίσωσης, εξέλιξη = φυσική επιλογή, για να αναδείξουν μετά ότι η φυσική επιλογή δεν είναι ο μοναδικός μηχανισμός εξελικτικής αλλαγής και να προβάλουν τελικά την ιδέα της ύπαρξης «κάτι άλλου», του ευφυούς σχεδίου δηλαδή, προκαλώντας την επιδιωκόμενη σύγχυση, που δεν οδηγεί στη μάθηση.

7 Ένα έβδομο διδακτικό στοιχείο που πρέπει να τονιστεί είναι 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. Αν αντιληφθούν όμως ότι η εξέλιξη εκτυλίσσεται και σήμερα, όπως καταδεικνύεται από πληθώρα ευρημάτων και με μεθόδους όμοιας προσέγγισης με εκείνες που χρησιμοποιούνται από άλλες επιστήμες, τότε θα κατανοήσουν ότι η ίδια διεργασία συνέβαινε και στο παρελθόν, κατακτώντας μια ολιστικότερη αντίληψη της εξέλιξης.

Σε πρόσφατη λ.χ. διάλεξή μου για τον Δαρβίνο, ένας ακροατής ήγειρε το πρόβλημα ότι δεν έχει δει ποτέ κανένας άνθρωπος να δημιουργείται νέο είδος. Μπορεί η ένσταση αυτή να είχε κοινωνικοθηρησκευτικό υπόστρωμα, αλλά σίγουρα και άγνοια ως προς το ότι έχουν παρατηρηθεί και εξελικτικές μεταβολές πάνω από το είδος· άλλη μία επίπτωση της μη διαθεματικής κατάκτησης του θέματος.

Θα πρέπει να τονιστεί επίσης ότι η πρωτοβουλιακή διδακτική ελευθερία που παρέχει στον εκπαιδευτικό κυρίως του Γυμνασίου το διαθεματικό παιδαγωγικο-εκπαιδευτικό σύστημα, του δίνει τη δυνατότητα να αξιοποιεί και όποια άλλη

αποτελεσματική διδακτική παρέμβαση κρίνει σκόπιμη. Ο εκπαιδευτικός του Λυκείου είναι περιορισμένος, αλλά μπορεί να κάνει επίσης, εύκολα, προεκτάσεις-διασυνδέσεις με την εξέλιξη. Ολα αυτά βέβαια απαιτούν προσεγγίσεις, όπως η διαθεματική· απαιτούν επίσης περισσότερο χρόνο και κόπο από τον εκπαιδευτικό· αλλά προσφέρουν και περισσότερη ικανοποίηση για όποιον βούλεται να είναι μεγάλος δάσκαλος που εμπνέει· ο καλός δάσκαλος δεν αρκεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Επιχειρηματολογία στη διδασκαλία της Εξέλιξης

Σύμφωνα με τα όσα πρεσβεύει σήμερα ο επιστημονικός εγγραμματισμός, για να κατανοήσει ένας μαθητής μια επιστήμη θα πρέπει να διαθέτει μαζί με τη δηλωτική γνώση (γνώση σχετικά με τις επιστημονικές έννοιες και θεωρίες), διαδικαστική γνώση (γνώση σχετικά με την επιστημονική μέθοδο), γνώσεις περί φύσης της επιστήμης αλλά και ικανότητες λογικής σκέψης που συνδέονται με τη διατύπωση επιχειρημάτων. Το σύνολο σχεδόν των συμμετεχόντων καθηγητών βιολογίας Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης αγνοούσε όσα πρεσβεύει ο επιστημονικός εγγραμματισμός και δήλωσε ότι κατά τη διδασκαλία της Βιολογίας εστίαζε αποκλειστικά στη δηλωτική γνώση. Ακόμη, το σύνολο των επιμορφούμενων καθηγητών παρότι εκδήλωσε προθυμία για μάθηση σε σχετικά ζητήματα διδακτικής δήλωσε ότι αισθάνεται αβοήθητο από την πολιτεία (Σχίζας Δημήτριος 2015). Είναι εμφανές ότι οι καθηγητές βιολογίας δεν είναι εξοικειωμένοι με τέτοιου είδους μοντέλα και ίσως πολλά ακόμη χρειάζεται να γίνουν στον εκπαιδευτικό τομέα της ενημέρωσης ή της επιμόρφωσης (Σχίζας Δημήτριος 2015).

Η εξέλιξη της επιστήμης είναι κατά τον Kuhn μια διαδικασία ανοικτή, όπου δεν προσεγγίζεται σταθερά η αλήθεια, δεν υπάρχει σύγκλιση προς έναν σκοπό. Ο αγώνας των επιστημόνων είναι αγώνας για την επιλογή του καταλληλότερου τρόπου άσκησης της επιστήμης, πράγμα που επιτυγχάνεται με όλο και μεγαλύτερη εξειδίκευση, με ανάδυση νέων κλάδων, μεθόδων και εργαλείων.

Είναι κάτι ανάλογο με τη δημιουργία νέων ειδών τα οποία δεν μπορούν να διασταυρωθούν πλέον μεταξύ τους και αυτό γίνεται με μια διαδικασία τυχαία που βαδίζει τυφλά. Συνεπώς, όπως μόνο εκ των υστέρων μπορούμε να διαπιστώσουμε τη δημιουργία ενός νέου είδους και επιπλέον δεν είμαστε σε θέση να την τοποθετήσουμε χρονικά με ακρίβεια, έτσι και στις επιστήμες, μία επιστημονική επανάσταση, μόνον εφόσον εδραιωθεί, μπορεί να αναγνωριστεί ως τέτοια αλλά και πάλι χωρίς να μπορούμε να τη χρονολογήσουμε επακριβώς.

Η αντικατάσταση ενός παραδείγματος από ένα άλλο είναι, είναι κυρίως ζήτημα πειθούς. Οι κρίσεις γίνονται πλέον από τη σκοπιά των νικητών ότι το Παράδειγμα που εγκαταλείπεται είναι ψευδές και το νέο αληθές. Δηλαδή, «η ισχύς δημιουργεί δίκαιο», όποιο Παράδειγμα δηλαδή επικρατήσει αυτομάτως αυτοαναγορεύεται σε προοδευτικό.

Η απάντηση του Kuhn όσον αφορά την έννοια του Παραδείγματος από τη σκοπιά της Βιολογίας στηρίχθηκε σε δύο διευκρινίσεις: 1. Οι περισσότερες έννοιες παραμένουν αμετάλλαχτες στη διάρκεια των επιστημονικών επαναστάσεων, μια και η περιοχή που δημιουργείται ασυμμετρία είναι περιορισμένη. 2. Τόσο η βιολογική εξέλιξη όσο και η εννοιολογική εξέλιξη έχουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά. Ένα από αυτά είναι πως όπως στη δημιουργία ενός νέου βιολογικού είδους μόνο αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία και έχει εμφανώς δύο διαφορετικά είδη, μόνο τότε μπορείς με βεβαιότητα να το επισημάνεις. Έτσι και στη μετάβαση από ένα παράδειγμα σε ένα άλλο, η διαφοροποίηση των εννοιών είναι δυνατή μόνο μετά την ολοκλήρωση της επαναστατικής διαδικασίας. Μόνο τότε μπορεί να ειπωθεί με βεβαιότητα πως συντελέστηκε μια επανάσταση.

Ένας άλλος ορισμός για τη ΦτΕ προέρχεται από τον Lederman (1992) και αναφέρεται «...στην επιστημολογία και την κοινωνιολογία της «επιστήμης» ως μέσο γνώσης, όπως οι αξίες και οι πεποιθήσεις που ενυπάρχουν στην ανάπτυξη και την εξέλιξη της επιστημονικής γνώσης».

Αφού η επιστήμη είναι εμπειρική, η παρατήρηση της φύσης και των φαινομένων της εμπλέκεται στην εξέλιξη της επιστημονικής γνώσης. Παρόλα αυτά, στην παραγωγή της επιστημονικής γνώσης συμβάλλει και η ανθρώπινη δημιουργικότητα και φαντασία. Η επιστήμη δεν είναι μία άψυχη, εντελώς ορθολογική και συστηματική δραστηριότητα· εμπλέκει την επινόηση εξηγήσεων και θεωρητικών οντοτήτων που απαιτούν τη δημιουργικότητα των επιστημόνων. Συνεπάγεται λοιπόν ότι οι επιστημονικές οντότητες (όπως τα γονίδια και τα είδη) είναι λειτουργικά θεωρητικά μοντέλα και όχι πιστή αντιγραφή της πραγματικότητας (Lederman et al. 2007).

Η επιστήμη, ως ανθρώπινο εγχείρημα, επηρεάζει και επηρεάζεται από διάφορα πολιτισμικά και κοινωνικά στοιχεία της κουλτούρας στην οποία ενσωματώνεται (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000· Lederman, 1992· Lederman et al., 2007). Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τον κοινωνικό ιστό, τις δομές εξουσίας, την πολιτική, τους διάφορους κοινωνικο-οικονομικούς παράγοντες, την φιλοσοφία και τη θρησκεία (Lederman et al., 2007).

Ένα παράδειγμα όπου φαίνεται πώς οι κοινωνικοί και πολιτισμικοί χαρακτήρες μπορούν να επηρεάσουν την επιστημονική γνώση, αποτελούν οι εικασίες για την εξέλιξη των ανθρωποειδών. Μέχρι πρόσφατα, η κυρίαρχη άποψη ήταν ανδροκεντρική και αφορούσε τον άνδρα κυνηγό και τον κρίσιμο ρόλο αυτού στην

ανθρώπινη εξέλιξη (Lovejoy, 1981) (μια άποψη συνεπής με τον πολιτισμό της ανδροκρατούμενης Λευκής Φυλής που κυριάρχησε στους επιστημονικούς κύκλους μέχρι τη δεκαετία των '70). Καθώς όμως οι γυναίκες επιστήμονες έτυχαν αναγνώρισης στις φυσικές επιστήμες, η άποψη που κυριάρχησε για την εξέλιξη των ανθρωποειδών διαφοροποιήθηκε. Μια άποψη πιο συνεπής σε μια φεμινιστική προσέγγιση, περιγράφει τη γυναίκα συλλέκτρια και τον σημαντικό της ρόλο στην εξέλιξη των ανθρωποειδών. Και οι δύο εκδοχές είναι σύμφωνες με τα διαθέσιμα στοιχεία.

Ο Ernst Mach ήταν ο πρώτος που αναζήτησε την σχέση της διδακτικής της Φυσικής με την ιστορία της Φυσικής υποστηρίζοντας στο έργο του *Science of Mechanics* ότι: «Για να κατανοήσουμε μια έννοια είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε την ιστορική της εξέλιξη». Η εξέλιξη, λοιπόν, της επιστήμης ανά τους αιώνες συνιστά ένα πολύ ενδιαφέρον θέμα, το οποίο ενδέχεται να προκαλέσει το ενδιαφέρον και των παιδιών. Από την άλλη πλευρά η ιστορία μας διαβεβαιώνει ότι πολλές από τις «λανθασμένες» αντιλήψεις που εκφράζουν τα παιδιά έχουν διατυπωθεί και από μεγάλους φιλοσόφους και ερευνητές (Κόκκοτας, κ.α., 2003). Επίσης πολλές από τις δυσκολίες που τα παιδιά αντιμετωπίζουν είναι οι ίδιες με εκείνες που αντιμετώπισαν οι μεγάλοι επιστήμονες οι οποίοι ξόδεψαν αρκετό χρόνο για να τις ξεπεράσουν (Matthews, 1994, Driver et al., 1998). Για παράδειγμα στην προσπάθειά τους να κατανοήσουν την έννοια της φωτοσύνθεσης, οι σπουδαστές, συχνά, επαναλαμβάνουν τις ιδέες των *Αναλογιστών* του 17ου αιώνα (ένας από τους οποίους ήταν και ο παππούς του Δαρβίνου), που πίστευαν ότι τα φυτά, δεν είναι τίποτ' άλλο από ζώα που έχουν τα στόματά τους κάτω από τις ρίζες τους και με αυτά παίρνουν τις θρεπτικές ουσίες τους από το χώμα (Barker, 1995).

Ο όρος επιχειρηματολογία αναφέρεται στο γλωσσικό διαδικασία που αποτελείται από προτάσεις - τα επιχειρήματα με στόχο τη δημιουργία και την αιτιολόγηση των αιτήσεων γνώσης και τις πεποιθήσεις (Jime'nez-Aleixandre, Rodriguez, και Duschl 2000). Καθώς αυτή η διαδικασία είναι απαραίτητη για την επιστημονική πρέπει να είναι μέρος της επιστήμης (Driver, Newton και Osborne 2000). Επιπλέον, ένα άλλο σημαντικό σκεπτικό για την ανάλυση και την προώθηση των διδακτικών προσεγγίσεων που βασίζονται στην επιχειρηματολογία είναι ότι αυτά θεωρούνται ωφέλιμα για τη μάθηση εν γένει (π.χ. Osborne 2010). Η σημασία της επιχειρηματολογίας στην επιστήμη και οι θετικές επιπτώσεις στην εννοιολογική μάθηση η αναλογία της αντίληψης της «επιστήμης ως επιχείρησης» (Kuhn 2010).

Αυτοί είναι οι λόγοι για τους οποίους μαζί με άλλες επιστημολογικές πρακτικές όπως η εξήγηση αυτού του τύπου του λόγου έγινε το επίκεντρο της έρευνας στην επιστημονική εκπαίδευση (π.χ. Bricker and Bell 2008).

Μέχρι στιγμής η έρευνα σχετικά με την κατανόηση των μαθητών της εξελικτικής θεωρίας εστιάστηκε περισσότερο στην εξήγηση αντί για την επιχειρηματολογία. Έχει επικεντρωθεί κυρίως είτε στην ανάλυση των φοιτητών που δημιούργησαν τελεολογική, κοντά, και ακόμη και ανθρωπομορφική εξηγήσεις αντί για εξελικτικά έγκυρες ή την ανάπτυξη εκπαιδευτικών ρυθμίσεων σε ικρίωμα την κατανόηση των φοιτητών (π.χ. Kampourakis and Zogza 2008, 2009). Αν και η επιχειρηματολογία και η διατύπωση των εξηγήσεων είναι επιστημολογικές πρακτικές εφαρμόζουν τα ίδια γλωσσικά μέσα και έχουν αιτιώδη χαρακτήρα (Walton 2006), υπάρχουν σημαντικές διαφορές, όπως έχουν διαφορετικές επιστημικές λειτουργίες: την επιστήμη οι εξηγήσεις αποσκοπούν να δώσουν έναν αιτιώδη λογαριασμό από ένα υποσύνολο των περιγραφών χωρίς αμφισβήτηση του *explandum*, ενώ τα επιχειρήματα που βρίσκονται στο επίκεντρο τους, αντίθετα, έχουν τη λειτουργία της αξιολόγησης του προτεινόμενες εξηγήσεις (Osborne και Patterson 2011). Ως εκ τούτου, κυμαίνονται σε διαφορετικά επίπεδα επιστημονικών έρευνα και ανάπτυξη της γνώσης.

Στη σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των δύο διαφορετικών επιστημονικές πρακτικές σε σχέση με την εξελικτική θεωρία, το πιο αξιοσημείωτο όφελος της διαλεκτικής το επιχείρημα αυτό, συζητώντας διαφορετικές λύσεις σε ένα έργο (Asterhan και Schwarz 2007), είναι προφανές Η εμπλοκή στη διαλεκτική επιχειρηματολογία στην πειραματικός σχεδιασμός της μελέτης από τους Asterhan και O Schwarz (2007) ήταν πρόβλεψη της εννοιολογικής μάθησης κέρδη, ενώ, αντίθετα, αναπτύχθηκε συναινετικά οι εξηγήσεις δεν ήταν (Asterhan και Schwarz 2009).

Σε μια άλλη πρόσφατη μελέτη που προσέφερε μια προσέγγιση την αξιολόγηση των δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας στο πλαίσιο αυτό της εξέλιξης, Tavares et al. (2010) ανέλυσε το εννοιολογική γνώση, πρακτικές επιχειρηματολογίας και (Kelly and Takao 2002) που χρησιμοποιούν οι μαθητές να εξευρεθούν εξελικτικές εξηγήσεις στις ομαδικές συζητήσεις. Όσον αφορά τις πρακτικές επιχειρηματολογίας, οι μαθητές χρησιμοποίησαν μια ποικιλία πρακτικών για την υποστήριξη, αξιολόγηση και αμφισβήτηση αξιώσεων »(Tavares et al. 2010, 589). Μια λεπτομερέστερη διερεύνηση αυτών των πρακτικών αντιμετωπίζεται στην παρούσα μελέτη με ανάλυση την πολυπλοκότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και τη χρήση τους (Walton

2006). Η ΑΝΑΛΥΣΗ της πολυπλοκότητας βασίζεται στη θεωρία του Toulmin για το άτυπο Αιτιολογία (Toulmin 2003). Αυτή η θεωρία παρέχει ένα καλά επεξεργασμένο σημείο εκκίνησης για την ανάλυση του στοιχείου ενός επιχειρήματος με την εφαρμογή του Toulmin-Argument-Pattern (TAP) που έχει συχνά χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση του επιστημονικού λόγου (π.χ. Osborne, Erduran και Simon 2004). παρόλο που η χρήση του TAP παρήγαγε επεξεργασμένα σχέδια για το ανάλυση του επιχειρηματολογικού λόγου των μαθητών, αυτοί έχουν γενικά επικριθεί για δύο λόγους: (1) το συστατικά που καθορίζουν την πολυπλοκότητα των επιχειρημάτων σύμφωνα στο TAP παραμένουν σιωπηρές και δεν εκφράζονται άμεσα από τον υποστηρικτή. και (2) τα κατηγορηματικά στοιχεία παρουσιάζουν ασάφειες σε επιστημονικά πλαίσια (π.χ. Duschl 2007; Nussbaum 2011).

Ως εκ τούτου, προτείνουμε σύμφωνα με την Duschl (2007), τη χρήση συστημάτων επιχειρηματολογίας καθώς και η θεωρία της υποτιθέμενης λογικής (Walton, 1996) ως "φυσικό σημείο εισόδου για την αξιολόγηση και ανάπτυξη στρατηγικών επιχειρηματολογίας των φοιτητών " (Duschl 2007, 173). Τα σχήματα και η θεωρία του Η υποτιθέμενη αιτιολογία έχει την προέλευσή της στην ανάλυση των επιχειρημάτων σε καθημερινά πλαίσια, όπου υπάρχουν επιχειρήματα που έρχονται σε αντίθεση με τα συμπεράσματα συμπεράσμα, ώστε η συλλογιστική να είναι τεκμαιρόμενη φύση (Walton 1996). Επίσης, αυτά τα μοτίβα συλλογισμού αντικατοπτρίζουν τα πρότυπα συλλογισμού που είναι τυπικά για την επιστημονική επιχειρηματολογία, όπως για παράδειγμα το «επιχείρημα από τη συσχέτιση προς την αιτία », που ορίζεται από την Duschl (2007, 169) ως «συμπεράσματα αιτιώδους συνάφειας μεταξύ δύο συμβάντα. Χαρακτηρίζεται από ένα άλμα εισβολής, με βάση έναν φυσικό νόμο, αλλά στερείται οποιασδήποτε αναφοράς σε παραστατικές αποδείξεις. "Εστιάζοντας είτε στο (Duschl 2007) ή το επιστημικό λειτουργούν στην αιτιολόγηση των ισχυρισμών της γνώσης (Jime'nez-Aleixandre et al., 2000), το μοντέλο του Υποτιθέμενη λογική και παρόμοιες δομές έχουν χρησιμοποιηθεί πολλές φορές.

4.2 Συστατικά βαθμολόγησης ενός επιχειρήματος

Σκοπός μιας μελέτης σε μαθητές 8-10 ετών ήταν να αξιολογήσει εάν και πώς μια παρατεταμένη διδασκαλία που εστιάζεται στην επιχειρηματολογία μπορεί να βελτιώσει την κατανόηση των παιδιών και την εφαρμογή βασικών επιστημονικών κριτηρίων για τη διατύπωση επιστημονικών επιχειρημάτων. Αυτά τα κριτήρια

περιλαμβάνουν την άρθρωση σαφών, συνεπείς αιτιωδών ισχυρισμών και τη ρητή αιτιολόγηση των εν λόγω ισχυρισμών με τις κατάλληλες αποδείξεις. Η μελέτη έδειξε ότι βελτιώθηκε η ικανότητα των μαθητών τόσο την διατύπωση όσο και την αξιολόγηση των επιχειρημάτων (Ryu & Sandoval 2012).

Πίνακας 2: Συστατικά βαθμολόγησης επιχειρήματος.

Συστατικά βαθμολόγησης				
Κλίμακα	Συνήθης δομή	Αιτιώδης συνάφεια	Αναφορά αποδεικτικών στοιχείων	Σαφής αιτιολόγηση
0	Κανένας αιτιώδης ισχυρισμός στο επίχειρημα	Οι προτάσεις δεν σχετίζονται μεταξύ τους.	Καμία Παραπομπή αποδείξεων	Δεν υπάρχουν δηλώσεις σχετικά με το πώς τα αποδεικτικά στοιχεία ερμηνεύονται για να υποστηρίξουν έναν ισχυρισμό
1	Μερικοί σιωπηροί αιτιώδεις ισχυρισμοί, αλλά η αιτιώδης γλώσσα λείπει.	Ορισμένες αξιώσεις σαφώς σχετιζόμενες. Άλλες δεν σχετίζονται σαφώς. Δύσκολη η κατανόηση.	Παραπομπή ενός μόνο μέρους αποδείξεων.	Περιγραφή πρότυπων ή τάσεων σε δεδομένα, τα οποία φαίνεται να λειτουργούν ως σιωπηρή αιτιολόγηση. Έλλειψη ρητής αιτιολόγησης.
2	Εν μέρει σαφής αιτιώδης ισχυρισμός.	Ορισμένες αξιώσεις συναφείς, μπορεί να συμπεράνει κανείς ολοκληρωμένο επίχειρημα από τις προτάσεις.	Τα αποδεικτικά στοιχεία παρουσιάζονται και περιγράφονται, αλλά δεν εξηγούνται όλα τα δεδομένα.	Μερικές εξηγήσεις για το πώς μερικά δεδομένα τουλάχιστον ταιριάζουν με τις αξιώσεις.
3	Σαφής αιτιώδης λόγος του ισχυρισμού.	Πολλαπλές αξιώσεις συναφείς μεταξύ τους. Εύκολη η κατανόηση.	Σχετικές αποδείξεις παρέχονται για την υποστήριξη των ισχυρισμών και εξήγηση όλων των διαθέσιμων δεδομένων.	Σαφής περιγραφή του τρόπου ερμηνείας των δεδομένων που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό.

4.3 Κατηγορίες εξηγήσεων μαθητών

Ο άνθρωπος από τη φύση του αρέσκεται στο να γνωρίζει, όπως υποστήριξε ο Αριστοτέλης. Υπό το πρίσμα αυτό, όλοι οι ανθρώπινοι πολιτισμοί, ακόμα και οι πιο πρωτόγονοι, είχαν βρει διάφορες εξηγήσεις για τα φυσικά φαινόμενα. Ωστόσο η πραγματική γέννηση της εμπειρικής επιστήμης ή απλώς επιστήμης τοποθετείται στον 16 και 17 αιώνα, με εστία τη Royal Society, τη Βασιλική Εταιρεία του Λονδίνου η οποία ιδρύθηκε το 1663. ποια είναι όμως τα χαρακτηριστικά που ξεχωρίζουν την επιστήμη από την κοινή και απλοϊκή γνώση των πρωτόγονων πολιτισμών και τις μη επιστημονικές μορφές γνώσης; Η επιστήμη χαρακτηρίζεται από την αποκάλυψη γενικών νόμων και θεωριών που φανερώνουν πρότυπα συσχέτισης μεταξύ πολύ διαφορετικών μορφών φαινομένων. με την επιστήμη δηλαδή να γίνεται μια συστηματική οργάνωση της γνώσης, με τις επιστημονικές εξηγήσεις να υποβάλλονται στη δυνατότητα εμπειρικής διάψευσης ή επαλήθευσης μέσα από την αναπτυχθείσα επιστημονική μεθοδολογία.

Οι μαθητές μπορεί να εκφράζουν τόσο εναλλακτικές όσο και επιστημονικά αποδεκτές εξηγήσεις και να δίνουν επίσης διαφορετικές απαντήσεις ως απόκριση σε διαφορετικές ερωτήσεις (Palmer 1999). Αρκετές μελέτες έχουν σαν στόχο τον προσδιορισμό των παρανοήσεων των μαθητών όσον αφορά κεντρικές έννοιες της Θεωρίας της Εξέλιξης αλλά και της Βιολογίας γενικότερα.

Για παράδειγμα αρκετές μελέτες απέδειξαν ότι οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και οι προπτυχιακοί φοιτητές τείνουν να αποδίδουν την προέλευση των χαρακτηριστικών που κατέχουν κάποιοι οργανισμοί σε ένα προκαθορισμένο τέλος ή στην σκόπιμη αλλαγή των ατόμων (Clough and Wood-Robinson 1985; Bishop and Anderson 1990; Jimenez 1992; Settlege 1994; Demastes et al. 1996; Jensen and Finley 1996; Samarapungavan and Wiers 1997; Evans 2001; Passmore and Stewart 2002; Banet and Ayuso 2003). Αυτές οι απόψεις συνήθως υποθέτουν την ύπαρξη ενός υπερφυσικού σχεδίου ή μιας ζωτικής δύναμης που βοηθά τους οργανισμούς να προσαρμόζονται τέλεια στο περιβάλλον τους και συνιστούν τα κύρια εμπόδια κατανόησης της εξέλιξης. Σε πολλές από τις προαναφερθείσες μελέτες, οι προαντιλήψεις των μαθητών έχουν χαρακτηριστεί ως Λαμαρκιανές, παρόλα αυτά αυτός ο χαρακτηρισμός δεν περιγράφει πλήρως τις αυθορμητες εξηγήσεις που είναι κυρίως τελεολογικές (Kampourakis & Zogza 2006).

Καταρχάς για να γίνουν κατανοητές οι εξηγήσεις των μαθητών, θα πρέπει να οριστεί τι συνιστά μια επιστημονική εξήγηση. Κατά μια έννοια, για να εξηγήσουμε τα φαινόμενα στον κόσμο των εμπειριών μας, θα πρέπει να απαντήσουμε στην ερώτηση «γιατί»; και όχι μόνο στην ερώτηση " Τι, " (Hempel και Oppenheim 1948). Γενικά μια εξήγηση αποτελείται από ένα explanandum (ό, τι εξηγείται) και έναν επεξηγηματικό όρο (ό, τι κάνει το explanandum). Για παράδειγμα, αν κάποιος ρωτήσει «γιατί το X;» και η απάντηση είναι «γιατί Y», τότε X είναι ο όρος προς επεξήγηση (explanandum) και Y είναι οι επεξηγήσεις, ο επεξηγηματικός όρος. Όταν ο όρος προς εξήγηση είναι ένα συγκεκριμένο γεγονός, τότε οι επεξηγήσεις είναι πολύ συγκεκριμένες (Godfrey-Smith 2003, p. 191; Rosenberg 2005, p. 26).

4.4 Χαρακτηριστικά των έξι κατηγοριών επεξηγηματικών σχημάτων για την εξελικτική αλλαγή

Στα πλαίσια μιας μελέτης φοιτητών, διερευνήθηκαν οι συνέπειες των παρεμβάσεων επιχειρηματολογίας-πρόκλησης στην εννοιολογική κατανόηση της εξέλιξης (Asterhan & Schwarz 2007). Οι απαντήσεις των φοιτητών κατηγοριοποιήθηκαν σε έξι κατηγορίες, ενώ κάθε κατηγορία αποτελούνταν από τέσσερις διαστάσεις (αλλαγή είδους, αιτιολόγηση αλλαγής, μηχανισμός επιλογής, ενδοειδική ποικιλότητα).

Πίνακας 3: Κατηγορίες απαντήσεων μαθητών.

κατηγορία	Περιγραφή
Μη απαντήσεις	απόλυτη άγνοια στο θέμα ή απλώς επαναλάμβαναν τα δεδομένα που ήταν αναφέρεται στο ερώτημα
Δεν έχουν ληφθεί υπόψη αλλαγές	απαντήσεις που αρνούνται ότι τα είδη αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου, όπως τα σενάρια καταστροφών (π.χ. "Όλα θα εξαφανιστούν ") ή αναφέρονται σε σκόπιμες μετακινήσεις των ειδών σε άλλες (καλύτερες) περιοχές για να προστατευθούν.
Ανεξήγητη αλλαγή	απαντήσεις που αναφέρουν ότι τα είδη αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου χωρίς να παρέχουν λόγο για την αλλαγή ή να περιγράφουν πώς λαμβάνει χώρα. Συνήθως, αναφέρονται στην εξέλιξη ως μια διαδικασία σύμφωνα με την οποία όλα αλλάζουν προς το καλύτερο και

	τα είδη συνεχίζουν να τελειοποιούνται.
Τυπολογική μεταβολή	Καθένα από τα τέσσερα σχήματα αυτής της κατηγορίας είχε διαφορετικό λόγο για το γιατί ή πώς συμβαίνει αυτή η αλλαγή: Λαμαρκιανή εξήγηση (τα μεμονωμένα μέλη αποκτούν ένα χαρακτηριστικό που μεταβιβάζεται στη συνέχεια στους απογόνους), μεταλλάξεις μετά (ως αποτέλεσμα της αλλαγής στο περιβάλλον, μεμονωμένα μέλη "υποβάλλονται σε μεταλλάξεις", οι οποίες στη συνέχεια μεταβιβάζονται στους απογόνους), ζευγάρωμα με εξωτερικά είδη (τα μεμονωμένα μέλη προσπαθούν να ζευγαρώσουν με μέλη άλλων ειδών που έχουν ένα γνώρισμα που τους παρέχει πλεονέκτημα), και τα αδρανή γονίδια (το χαρακτηριστικό ήταν πάντα παρόν στο γενετικό προφίλ του είδους αλλά ήταν αδρανές μέχρι να γίνει απαραίτητο και να ενεργοποιηθεί).
Υβριδικές εξηγήσεις	Απαντήσεις που ενσωματώνουν χαρακτηριστικά φυσικής επιλογής με μηχανισμούς τυπολογικής αλλαγής. Παρόμοια με την πρώην κατηγορία δεν λαμβάνεται υπόψη η υπάρχουσα ποικιλομορφία εντός των ειδών αλλά αντίθετα αναφορά σε αλλαγές που δημιουργήθηκαν ως αντίδραση στις περιβαλλοντικές αλλαγές και ανάγκες. Ωστόσο, λαμβάνεται υπόψη η επιλογή: Τα μεταλλαγμένα μεμονωμένα μέλη του είδους καταφέρνουν να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν, ενώ άλλα εξαφανίζονται. Αναφέρθηκαν δύο τύποι υβριδικών μοντέλων, με διαφορετικές εξηγήσεις για το πώς δημιουργείται η παραλλαγή: (α) Μερικά μεμονωμένα μέλη του είδους υποβλήθηκαν σε γενετικές μεταλλάξεις ως αντίδραση στις αλλαγές στο περιβάλλον και β) ορισμένα μεμονωμένα μέλη απέκτησαν το χαρακτηριστικό και αυτό το επίκτητο γνώρισμα μεταβιβάστηκε.
Δαρβινικές	απαντήσεις που εξήγησαν την αλλαγή από την άποψη της φυσικής επιλογής και της υπάρχουσας διακύμανσης μεταξύ των ειδών.

Στην παρούσα εργασία επιλέχτηκε σαν δείγμα ένα σύνολο εν ενεργεία και μελλοντικών εκπαιδευτικών γιατί θεωρήθηκε πως αν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί δεν μπορούν να επιχειρηματολογήσουν επαρκώς και να αναγνωρίζουν τι είναι πλήρες επίχειρημα, θα έχουν μεγάλη δυσκολία να διδάξουν τους μαθητές τους να επιχειρηματολογούν σωστά αλλά και τις ίδιες τις βασικές έννοιες των Φυσικών Επιστημών.

5. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

5.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να προσδιορίσει την ικανότητα Ελλήνων εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών (δηλ. βιολόγων, φυσικών, χημικών, γεωλόγων, γεωγράφων) να αξιολογούν επιχειρήματα πάνω σε ζητήματα της Θεωρίας της Εξέλιξης ως προς την ισχύ και τη δομική τους πληρότητα και κατ' επέκταση διερευνάται η ικανότητά τους να χρησιμοποιούν ορθά την επιχειρηματολογία μέσα στη σχολική αίθουσα.

5.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Τα ερευνητικά ερωτήματα στα οποία καλείται να απαντήσει η παρούσα έρευνα είναι τα εξής:

- 1) Γνωρίζουν να χρησιμοποιούν με σωστό τρόπο την επιχειρηματολογία μέσα στην αίθουσα οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν τη θεωρία της Εξέλιξης;
- 2) Η ικανότητα σωστής επιχειρηματολογίας σχετίζεται ή όχι με την ύπαρξη διδακτικής εμπειρίας;
- 3) Η ικανότητα σωστής επιχειρηματολογίας πάνω σε ζητήματα της Θεωρίας της Εξέλιξης σχετίζεται ή όχι με την ειδικότητα του εκπαιδευτικού;
- 4) Πόσο συχνά χρησιμοποιούν την επιχειρηματολογία οι εκπαιδευτικοί στη διδασκαλία τους;

5.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

5.3.1 Το προφίλ του δείγματος

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας τέθηκε ως στόχος η ανάπτυξη ενός ερωτηματολογίου το οποίο θα εξετάζει την επιχειρηματολογία Ελλήνων εκπαιδευτικών σε ζητήματα Εξέλιξης. επιλέχθηκε ως δείγμα ένα σύνολο εν ενεργεία και μελλοντικών εκπαιδευτικών γιατί θεωρήθηκε πως αν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί δυσκολεύονται να επιχειρηματολογήσουν επαρκώς και να αναγνωρίζουν πώς είναι ένα πλήρες επιχείρημα, θα είναι πάρα πολύ δύσκολο να διδάξουν επαρκώς στους μαθητές τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να επιχειρηματολογούν σε ζητήματα σχετικά με τη Θεωρία της Εξέλιξης..

Το δείγμα αποτελείται από 49 άτομα, βιολόγους, φυσικούς και χημικούς, κάποιους με εκπαιδευτική εμπειρία και κάποιους χωρίς. Όσον αφορά το φύλο των ερωτηθέντων, 30 ήταν γυναίκες και 19 άνδρες.

Όσον αφορά την ηλικία των ερωτηθέντων, το 49% του δείγματος ήταν κάτω των 30 ετών, το 49% ήταν 31-45 ετών, ενώ μόλις 1 άτομο ήταν 46-55 ετών.

Όσον αφορά το επίπεδο σπουδών των ερωτηθέντων, το 46.9% του δείγματος ήταν απόφοιτοι ΑΕΙ, το 38.8% ήταν κάτοχοι κάποιου μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης, ενώ μόλις 7 άτομα ήταν κάτοχοι διδακτορικού διπλώματος.

Όσον αφορά τη διδακτική εμπειρία των ερωτηθέντων, το 49% του δείγματος δεν είχαν διδάξει, ενώ το 51% είχαν κάποια χρόνια διδακτική εμπειρία.

Πιο αναλυτικά, 24 άτομα δεν έχουν διδακτική εμπειρία, 24 άτομα έχουν διδάξει έως 10 έτη, ενώ μόλις 1 άτομο έχει διδακτική εμπειρία 11-20 ετών.

Όσον αφορά την εκπαιδευτική βαθμίδα στην οποία υπηρετούν, 26 άτομα απάντησαν ότι εργάζονται στον ιδιωτικό τομέα, όπως φροντιστήρια και ιδιωτικά σχολεία, 16 άτομα σε Λύκεια και 7 άτομα σε Γυμνάσια.

Όσον αφορά τον τύπο του σχολείου στο οποίο εργάζονται οι εκπαιδευτικοί, 28 άτομα εργάζονται στον ιδιωτικό τομέα σε φροντιστήρια μέσης εκπαίδευσης, 20 άτομα εργάζονται σε ιδιωτικά σχολεία και μόλις 1 άτομο σε δημόσιο σχολείο.

Όσον αφορά τις ειδικότητες των εκπαιδευτικών, 24 άτομα ήταν Βιολόγοι, 14 άτομα Χημικοί, 9 άτομα Φυσικοί και 2 άτομα Γεωλόγοι.

Όσον αφορά τόσο την ειδικότητα όσο και το εάν διαθέτουν εκπαιδευτική εμπειρία, 13 εκπαιδευτικοί ήταν Βιολόγοι με εκπαιδευτική εμπειρία, 12 άτομα Βιολόγοι χωρίς εκπαιδευτική εμπειρία, 12 άτομα ΦΧΓ με διδακτική εμπειρία και 12 άτομα ΦΧΓ χωρίς διδακτική εμπειρία.

Όσον αφορά την περιοχή του σχολείου, 33 άτομα απάντησαν ότι εργάζονται σε αστική περιοχή και 5 άτομα σε ημιαστική. Σε αυτή την ερώτηση υπάρχουν ελλείπουσες τιμές αφού όσοι δεν εργάζονται δεν απάντησαν.

5.3.2 Εργαλείο της έρευνας

Εξετάσαμε τα ερωτήματα που τέθηκαν προηγούμενος μέσω ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από τρία μέρη. Τα ερωτήματα του πρώτου και δεύτερου μέρους, ως προς τη δομή τους, είναι εμπνευσμένα από το έργο των Kaya, Erduran και Cetin (2012) και Sampson και Clark (2006). Τα ερωτήματα του τελευταίου μέρους προέρχονται από το έργο του Chin (2008) (Martín-

Gómez & Erduran 2018). Οι ερωτήσεις προσαρμόστηκαν ώστε να αφορούν την εξελικτική θεωρία και να απευθύνονται σε Έλληνες εκπαιδευτικούς. Το περιεχόμενο του ερωτηματολογίου εξετάστηκε από έναν Πανεπιστημιακό Καθηγητή Βιολογίας, έναν ερευνητή διδακτικής της Βιολογίας και δύο πτυχιούχους Βιολογίας, που εργάζονται στην εκπαίδευση

Το περιεχόμενο του ερωτηματολογίου στόχευε στη διερεύνηση της κατανόησης της επιχειρηματολογίας με διάφορους τρόπους. και παρατίθεται στο Παράρτημα. Στο πρώτο μέρος, που ονομάζεται «Η διατύπωση ενός επιχειρήματος», ο κύριος στόχος είναι να προσδιοριστεί η ικανότητα των εκπαιδευτικών να κατανοούν ποια συστατικά, δηλαδή ποια δομικά στοιχεία πρέπει να περιλαμβάνει ένα επιχείρημα για να θεωρείται ισχυρό, ως απάντηση σε μια ερώτηση. Με άλλα λόγια, αυτή η ενότητα επικεντρώνεται στην κατανόηση της ποιότητας των επιχειρημάτων και περιλαμβάνει τρία ερωτήματα. Κάθε ερώτημα συνοδεύεται από έξι απαντήσεις-επιχειρήματα (βλέπε Παράρτημα) και ζητήθηκε από τους εκπαιδευτικούς να κατατάξουν τα διαφορετικά επιχειρήματα σε μια κλίμακα από 1 έως 6 όπου 1 ήταν το πιο ισχυρό επιχείρημα, επειδή έχει ισχυρισμό (claim), δεδομένα που στηρίζουν τον ισχυρισμό (data), πρόσθετα στοιχεία που ενισχύουν την αιτιολόγηση (warrant), ενώ θέτει και μια συνθήκη υπό την οποία δεν θα ίσχυε ο ισχυρισμός (rebuttal), με βάση τους Erduran, Simon και Osborne (2004), και 6 ήταν το λιγότερο ισχυρό επιχείρημα επειδή είχε αντιφατικές δηλώσεις. Η κατάταξη 2 είναι μια εξήγηση με αποδεικτικά στοιχεία, η 3 περιέχει μόνο αποδεικτικά στοιχεία, η 4 περιέχει μόνο ιδέες που στηρίζουν τον ισχυρισμό αλλά χωρίς αποδεικτικά στοιχεία και η 5 είναι μια πρόταση που κάνει επίκληση στην αυθεντία (Martín-Gómez & Erduran 2018) (Παράρτημα).

Στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου που ονομάζεται «η αμφισβήτηση του επιχειρήματος» διερευνάται η ικανότητα των εκπαιδευτικών να επιχειρηματολογούν ενάντια σε ένα λανθασμένο αρχικό ισχυρισμό. Ως εκ τούτου, έχουν σχεδιαστεί τρία ερωτήματα. Σε καθένα από αυτά δίνεται ένας αρχικός ισχυρισμός. Κάθε ένας από αυτούς συνοδεύεται από έξι ακόλουθα επιχειρήματα – αντιρρήσεις. Ζητήθηκε από τους εκπαιδευτικούς να κατατάξουν τα διαφορετικά επιχειρήματα – αντιρρήσεις μέσα από μια κλίμακα από 1 έως 6, όπου 1 ήταν η ισχυρότερη πρόκληση-αντίρρηση στο λανθασμένο ισχυρισμό (επιχειρηματολογία με ισχυρισμό, αιτιολόγηση, αποδεικτικά στοιχεία, γενικές, αντικειμενικές αρχές ενώ θέτει και μια συνθήκη στην οποία ο ισχυρισμός μας δεν θα ίσχυε) και 6 ήταν η ασθενέστερη αντίρρηση στο λανθασμένο ισχυρισμό (συναισθηματικό επιχείρημα).

Τα υπόλοιπα επιχειρήματα αντιπροσωπεύουν: το επιχείρημα με μια αιτιολόγηση χωρίς συγκεκριμένα επιστημονικά δεδομένα (2), το επιχείρημα μόνο με τα επιστημονικά δεδομένα (3), το επιχείρημα μόνο με τον ισχυρισμό (4) και το επιχείρημα που απλά θέτει μια συνθήκη στην οποία ο ισχυρισμός μας δεν θα ίσχυε (5) (Παράρτημα).

Το τρίτο μέρος περιλαμβάνει ερωτήσεις που στοχεύουν στην καταγραφή της άποψης των εν ενεργεία αλλά και των μελλοντικών εκπαιδευτικών σε μια σειρά ζητημάτων, όπως σχετικά με το είδος των δραστηριοτήτων που θα χρησιμοποιούσαν προκειμένου να προάγουν την επιστημονική συζήτηση στην τάξη, ποια πιστεύουν ότι πρέπει να είναι η συχνότητα συμμετοχής των μαθητών στο μάθημα, πόσο συχνά θα χρησιμοποιούσαν οι ίδιοι την επιχειρηματολογία και με ποιες δραστηριότητες καθώς και πώς νομίζουν ότι νιώθουν οι μαθητές όταν χρησιμοποιείται η επιχειρηματολογία στην τάξη. Ο στόχος αυτού του μέρους είναι κυρίως να καταγράψει τη διάθεση των εκπαιδευτικών απέναντι σε έναν τύπο μαθήματος που στηρίζεται στην ενεργή συμμετοχή των μαθητών και στην επιχειρηματολογία. Φυσικά τα αποτελέσματα του τρίτου μέρους θα συσχετιστούν με τα αποτελέσματα των υπόλοιπων μερών του ερωτηματολογίου.

Στο ερωτηματολόγιο περιλαμβάνονται και ερωτήσεις που αφορούν γενικά δημογραφικά χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων, όπως το φύλο, η ηλικία, το επίπεδο γνώσεών τους, τα συνολικά χρόνια προϋπηρεσίας στην εκπαίδευση, τη βαθμίδα εκπαίδευσης στην οποία υπηρετούν, τον τύπο του σχολείου, την ειδικότητά τους, καθώς και την περιοχή του σχολείου στο οποίο εργάζονται.

5.3.3 Συλλογή Δεδομένων

Το ερωτηματολόγιο μοιράστηκε σε πτυχιούχους Τμημάτων Βιολογίας, Χημείας, Φυσικής και Γεωλογίας το χρονικό διάστημα από 20 Ιουλίου 2019 έως 3 Αυγούστου 2019, στους νομούς Αττικής και Κορινθίας. Ένα μέρος των συμμετεχόντων εργάζονται σε σχολεία ή φροντιστήρια μέσης εκπαίδευσης ενώ οι υπόλοιποι δεν έχουν εργαστεί ακόμα στην Εκπαίδευση. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων λάμβανε χώρα κατά τη διάρκεια κατ' ιδίαν συναντήσεων. Όλα τα ερωτηματολόγια συλλέχθηκαν αμέσως μετά τη συμπλήρωσή τους και ακολούθησε ανάλυση.

5.3.4 Ανάλυση Δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων έγινε χρήση:

- Περιγραφικής Στατιστικής.
- Επαγωγικής Στατιστικής για τον έλεγχο στατιστικής σημαντικότητας και ως εκ τούτου την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Η επεξεργασία και η ανάλυση των απαντήσεων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SPSS 25.

Επιπλέον, υπολογίστηκε το μέτρο εσωτερικής συνοχής στα στοιχεία του πρώτου και δεύτερου μέρους του ερωτηματολογίου υπολογίζοντας τον συντελεστή Cronbach's alpha ως δείκτη εσωτερικής συνοχής και αξιοπιστίας του ερωτηματολογίου (Cronbach 1951).

Κάθε ερωτηματολόγιο θα πρέπει να διαθέτει δυο βασικές ιδιότητες, ώστε η ανάλυση και η ερμηνεία των ερωτήσεων να μπορούν να εξάγουν ασφαλή συμπεράσματα, δηλαδή αληθή και όχι ψευδώς θετικά ή ψευδώς αρνητικά. Οι δυο βασικές ιδιότητες που θα πρέπει να χαρακτηρίζουν μια κλίμακα είναι η εγκυρότητα και η αξιοπιστία. Η εγκυρότητα (validity) διασφαλίζει ότι η κλίμακα αντιπροσωπεύει επακριβώς τις διαστάσεις που θέλει να εξηγήσει ή να διαμορφώσει σε θεωρητικό επίπεδο. Η αξιοπιστία (reliability) διασφαλίζει την ικανότητα του ερωτηματολογίου της κλίμακας να δίνει ίδια αποτελέσματα κάτω από τις ίδιες συνθήκες. Ο δείκτης αξιοπιστίας λαμβάνει τιμές στο διάστημα [0,1]. Τιμές κοντά στο μηδέν δηλώνουν έλλειψη αξιοπιστίας.

Προκειμένου, λοιπόν, να υπολογιστεί η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα πτυχιακή εργασία, υπολογίστηκε ο συντελεστής alpha(a) του Cronbach, ο οποίος μετρά το βαθμό της εσωτερικής συνέπειας (internal consistency). Προϋπόθεση για να υπολογιστεί ο συντελεστής α του Cronbach είναι τα ερωτήματα μιας κλίμακας να επιδέχονται βαθμολόγηση με περισσότερες από δύο βαθμίδες και να είναι τουλάχιστον τρία σε αριθμό. Ο δείκτης αυτός λαμβάνει τιμές στο [0,1]. Το 0 ερμηνεύεται ως έλλειψη αξιοπιστίας, το 1 ως ισχυρά αξιόπιστη κλίμακα. Εξαρτάται από το πλήθος των ερωτήσεων στην κλίμακα. Τιμές μεγαλύτερες του 0.7 ικανοποιητικές. Για πολύ σημαντικές μελέτες μεγαλύτερες του 0.9.

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα εργασία, ο δείκτης Cronbach's α αποδείχθηκε εξαιρετικά υψηλός (Cronbach's $\alpha = 0,906$), γεγονός που σημαίνει ότι το ερωτηματολόγιο διαθέτει εσωτερική συνέπεια, δηλαδή αξιοπιστία και εγκυρότητα και συνεπώς, βάσει αυτού μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Το σύνολο των ερωτήσεων, επομένως, συνθέτει ικανοποιητικά μια κλίμακα.

Πίνακας 4: Συντελεστής α του Cronbach.

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,906	,905	36

6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

Οι συνολικές βαθμολογίες προσδιορίστηκαν στο πρώτο και στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου. Οι απαντήσεις κωδικοποιήθηκαν με τον εξής τρόπο: '1' εάν η απάντηση είναι σωστή και '0' αν η απάντηση είναι εσφαλμένη σε κάθε μία από τις έξι ερωτήσεις του πρώτου και δεύτερου μέρους. Κάθε συμμετέχων μπορεί να συγκεντρώσει μέγιστο σκορ 36.

Η ανάλυση περιγραφικής στατιστικής δείχνει ότι η μέση τιμή των συνολικών σκορ των ερωτηθέντων είναι χαμηλή. Συνεπώς, η κατανόηση της επιχειρηματολογίας είναι περιορισμένη στο συγκεκριμένο δείγμα εκπαιδευτικών (μέση τιμή σκορ 18 ενώ 36 είναι το μέγιστο σκορ που θα μπορούσε να συγκεντρώσει ο κάθε εκπαιδευτικός, δηλ. 6ερωτ. X 6 μονάδες) (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής συνολικών σκορ ανά εκπαιδευτικό.

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation

σκορ	49	6,00	34,00	18,0408	8,44827
Valid N (listwise)	49				

6.2 ΕΠΑΓΩΓΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

6.2.1 Σύγκριση των σκορ με τη διδακτική εμπειρία

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε σύγκριση των σκορ με την ύπαρξη ή μη διδακτικής εμπειρίας. Από τον έλεγχο προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των εκπαιδευτικών με διδακτική εμπειρία και των εκπαιδευτικών χωρίς διδακτική εμπειρία ($p=0.013$). Αυτό το αποτέλεσμα υποδεικνύει ότι η εκπαιδευτική εμπειρία βελτιώνει την ικανότητα επιχειρηματολογίας των εκπαιδευτικών.

Πίνακας 6: Αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής των σκορ των εκπαιδευτικών ανάλογα με την ύπαρξη ή μη διδακτικής εμπειρίας.

	διδακτική εμπειρία	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
σκορ	Όχι	24	15,0417	7,05555	1,44021
	Ναι	25	20,9200	8,79830	1,75966

Πίνακας 7: Αποτελέσματα t-test των σκορ των εκπαιδευτικών ανάλογα με την ύπαρξη ή μη διδακτικής εμπειρίας.

		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
σκορ	Equal variances assumed	2,319	,134	-2,573	47	,013	-5,87833	-10,47358	-1,28309
	Equal variances not assumed			-2,585	45,581	,013	-5,87833	-10,45658	-1,30008

Στη συνέχεια αναλύθηκαν ξεχωριστά τα δύο πρώτα μέρη του ερωτηματολογίου για τυχόν διαφορές μεταξύ των διαφορετικών τμημάτων του ερωτηματολογίου. Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο μεταξύ των ερωτήσεων του πρώτου μέρους όσο και του δεύτερου μέρους όσον αφορά την ύπαρξη ή όχι

διδασκτικής εμπειρίας. Αυτό δείχνει ότι η διδασκτική εμπειρία επηρεάζει τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών προς το καλύτερο όσον αφορά τόσο τις ερωτήσεις του πρώτου μέρους όσο και τις ερωτήσεις του δεύτερου μέρους.

Group Statistics

διδασκτική εμπειρία		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
total_Q456	Όχι	24	7,5000	4,09666	,83623
	Ναι	25	10,5600	5,28425	1,05685

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
total_Q456	Equal variances assumed	3,107	,084	-2,259	47	,029	-3,06000	1,35469	-5,78527	-
	Equal variances not assumed			-2,271	45,038	,028	-3,06000	1,34767	-5,77428	-

T-Test

Group Statistics

διδασκτική εμπειρία		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
total_Q123	Όχι	24	7,5417	3,86713	,78938
	Ναι	25	10,3600	4,39583	,87917

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
total_Q123	Equal variances assumed	1,067	,307	-2,379	47	,021	-2,81833	1,18469	-5,20162	-,43505
	Equal variances not assumed			-2,385	46,654	,021	-2,81833	1,18154	-5,19576	-,44091

Το γεγονός πως οι πεπειραμένοι εκπαιδευτικοί ανταποκρίνονται καλύτερα σχετικά με την επιχειρηματολογία σε ζητήματα εξέλιξης σε σύγκριση με τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς δείχνουν πως σε επίπεδο προπτυχιακών αλλά και μεταπτυχιακών σπουδών, ίσως δεν δίνεται η απαραίτητη έμφαση στη διδασκαλία της χρήσης της επιχειρηματολογίας μέσα στη σχολική αίθουσα. Οι μέλλοντες εκπαιδευτικοί δεν μαθαίνουν με έναν μεθοδικό, ολοκληρωμένο και επιστημονικό τρόπο πώς να επιχειρηματολογούν πάνω σε ζητήματα των φυσικών επιστημών ούτε πόσο κομβικό ρόλο στη μάθηση παίζει η χρήση της επιχειρηματολογίας και μέσω αυτής η ενεργή συμμετοχή των μαθητών στο μάθημα. Αργότερα, μέσω της διδασκτικής εμπειρίας φαίνεται πως βελτιώνουν εκ των πραγμάτων την ικανότητα επιχειρηματολογίας τους, κατά κάποιο τρόπο «αναγκαστικά», προκειμένου να προσελκύσουν το ενδιαφέρον των μαθητών και να βελτιώσουν την ποιότητα του μαθήματος. Αυτός ο τρόπος, όμως, βελτίωσης της επιχειρηματολογικής ικανότητας είναι ανεπαρκής αφού στηρίζεται

στην «εμπειρία» και στο «ένστικτο» του εκάστοτε εκπαιδευτικού και όχι σε επιστημονικές μελέτες, κάτι που φαίνεται από τη χαμηλή μέση τιμή των σωστών απαντήσεων των εκπαιδευτικών με διδακτική εμπειρία, που είναι 20,9 όταν η μέγιστη τιμή σωστών απαντήσεων είναι 36. Φυσικά το δείγμα της παρούσας μελέτης είναι μικρό και ως εκ τούτου χρειάζονται περαιτέρω μελέτες με μεγαλύτερο μέγεθος δείγματος για να επιβεβαιώσουν ή να διαψεύσουν αυτά τα αποτελέσματα, ωστόσο όμως έχουμε μία αρχική αποτύπωση που μας εφοδιάζει με αρκετές ενδείξεις για την τρέχουσα κατάσταση

6.2.2 Σύγκριση των σκορ με τη διδακτική εμπειρία ανά ειδικότητα

Πραγματοποιήθηκε επίσης σύγκριση των σκορ με την εκάστοτε ειδικότητα. Από τον έλεγχο one-way ANOVA δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επιμέρους κατηγοριών όταν αναλύθηκε το σύνολο των ερωτήσεων ($p > 0.05$).

Πίνακας 8: Αποτελέσματα one-way ANOVA των σκορ των εκπαιδευτικών ανάλογα με την ύπαρξη ή μη διδακτικής εμπειρίας και ειδικότητας.

ANOVA					
σκορ	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	457,694	3	152,565	2,313	,089
Within Groups	2968,224	45	65,961		
Total	3425,918	48			

Πίνακας 9: Αποτελέσματα post-hoc αναλύσεων των σκορ των εκπαιδευτικών ανάλογα με την ύπαρξη ή μη διδακτικής εμπειρίας και ειδικότητας.

(I) διδακτική_εμπειρία	(J) διδακτική_εμπειρία	Mean Difference (I-J)	Sig.	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Βιολόγοι με διδακτική εμπειρία	Βιολόγοι χωρίς διδακτική εμπειρία	7,51923	,152	-1,4540	16,4924
	ΦΧΓ με διδακτική εμπειρία	1,76923	1,000	-7,2040	10,7424
	ΦΧΓ χωρίς διδακτική εμπειρία	5,93590	,447	-3,0373	14,9091
Βιολόγοι χωρίς διδακτική εμπειρία	Βιολόγοι με διδακτική εμπειρία	-7,51923	,152	-16,4924	1,4540
	ΦΧΓ με διδακτική εμπειρία	-5,75000	,538	-14,9009	3,4009
	ΦΧΓ χωρίς διδακτική εμπειρία	-1,58333	1,000	-10,7342	7,5676
ΦΧΓ με διδακτική εμπειρία	Βιολόγοι με διδακτική εμπειρία	-1,76923	1,000	-10,7424	7,2040
	Βιολόγοι χωρίς διδακτική εμπειρία	5,75000	,538	-3,4009	14,9009

	ΦΧΓ χωρίς διδακτική εμπειρία	4,16667	1,000	-4,9842	13,3176
ΦΧΓ χωρίς διδακτική εμπειρία	Βιολόγοι με διδακτική εμπειρία	-5,93590	,447	-14,9091	3,0373
	Βιολόγοι χωρίς διδακτική εμπειρία	1,58333	1,000	-7,5676	10,7342
	ΦΧΓ με διδακτική εμπειρία	-4,16667	1,000	-13,3176	4,9842

Παρ' όλα αυτά πραγματοποιήθηκε ανάλυση και ξεχωριστά για το πρώτο και δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου κατά την οποία παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των βιολόγων με διδακτική εμπειρία και των βιολόγων χωρίς διδακτική εμπειρία όσον αφορά τις ερωτήσεις του πρώτου μέρους ($p=0,03$). Για τις υπόλοιπες ειδικότητες δεν παρατηρείται κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά. Ίσως οι βιολόγοι είναι περισσότερο εξοικειωμένοι με τις έννοιες της βιολογίας, αλλά και πάλι η διδακτική εμπειρία ήταν ο παράγοντας που καθόρισε τις απαντήσεις και ανέδειξε τη στατιστικά σημαντική διαφορά.

Όσον αφορά τις ερωτήσεις του δεύτερου μέρους, όπου οι συμμετέχοντες έπρεπε να αντικρούσουν ένα λανθασμένο αρχικό ισχυρισμό με ένα ισχυρό επιχείρημα, δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά για καμιά ειδικότητα, που σημαίνει ότι όλες οι ειδικότητες δυσκολεύτηκαν αρκετά από τις ερωτήσεις αυτού του μέρους ανεξάρτητα από την ύπαρξη ή μη διδακτικής εμπειρίας. Οι ερωτήσεις συνεπώς δυσκόλεψαν εξίσου τόσο τους βιολόγους όσο και τους εκπαιδευτικούς των λοιπών ειδικοτήτων.

Φαίνεται λοιπόν πως παρά το γεγονός ότι οι βιολόγοι εκ των πραγμάτων γνωρίζουν καλύτερα και είναι περισσότερο εξοικειωμένοι με τη Θεωρία της Εξέλιξης και τις έννοιες που αυτή περιλαμβάνει, δεν μπορούν να αντικρούσουν ένα λανθασμένο ισχυρισμό καλύτερα από τους εκπαιδευτικούς άλλων ειδικοτήτων. Φαίνεται δηλαδή πως η ικανότητα επιχειρηματολογίας είναι ανεξάρτητη από την ειδικότητα του εκπαιδευτικού άρα και την επάρκειά του σε ένα γνωστικό αντικείμενο. Δεν αρκεί κάποιος να είναι βιολόγος για να μπορεί να επιχειρηματολογήσει σωστά πάνω σε ζητήματα Βιολογίας και να αντικρούσει λανθασμένους ισχυρισμούς αλλά προφανώς χρειάζεται ρητή διδασκαλία και εξάσκηση της συγκεκριμένης δεξιότητας όπως επισημαίνεται και σε ευρήματα άλλων ερευνών (Zohar & Nemet, 2002). Αυτό το εύρημα τονίζει για άλλη μια φορά την ανάγκη να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στην

εκπαίδευση των φοιτητών βιολογίας και μελλοντικών εκπαιδευτικών πάνω στην επιχειρηματολογία. Μελλοντικές μελέτες με μεγαλύτερο μέγεθος δείγματος είναι απαραίτητο να γίνουν προκειμένου να επιβεβαιωθούν ή να διαψευστούν τα αποτελέσματα, που ήδη όμως όπως και πριν, προσφέρουν αρχικές σημαντικές ενδείξεις.

ANOVA

total_Q123

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	151,223	3	50,408	3,009	,040
Within Groups	753,756	45	16,750		
Total	904,980	48			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: total_Q123

Bonferroni

(I) διδακτική_εμπειρία	(J) διδακτική_εμπειρία	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Βιολόγοι με διδακτική εμπειρία	Βιολόγοι χωρίς διδακτική εμπειρία	4,75641*	1,63839	,034	,2346	9,2782
	ΦΧΓ με διδακτική εμπειρία	1,17308	1,63839	1,000	-3,3488	5,6949
	ΦΧΓ χωρίς διδακτική εμπειρία	2,00641	1,63839	1,000	-2,5154	6,5282
Βιολόγοι χωρίς διδακτική εμπειρία	Βιολόγοι με διδακτική εμπειρία	-4,75641*	1,63839	,034	-9,2782	-,2346
	ΦΧΓ με διδακτική εμπειρία	-3,58333	1,67084	,225	-8,1947	1,0281
	ΦΧΓ χωρίς διδακτική εμπειρία	-2,75000	1,67084	,641	-7,3614	1,8614
ΦΧΓ με διδακτική εμπειρία	Βιολόγοι με διδακτική εμπειρία	-1,17308	1,63839	1,000	-5,6949	3,3488
	Βιολόγοι χωρίς διδακτική εμπειρία	3,58333	1,67084	,225	-1,0281	8,1947
	ΦΧΓ χωρίς διδακτική εμπειρία	,83333	1,67084	1,000	-3,7781	5,4447
ΦΧΓ χωρίς διδακτική εμπειρία	Βιολόγοι με διδακτική εμπειρία	-2,00641	1,63839	1,000	-6,5282	2,5154
	Βιολόγοι χωρίς διδακτική εμπειρία	2,75000	1,67084	,641	-1,8614	7,3614
	ΦΧΓ με διδακτική εμπειρία	-,83333	1,67084	1,000	-5,4447	3,7781

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

6.3 Ανάλυση των απαντήσεων του Μέρους I

Οι πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζουν τις συχνότητες των απαντήσεων των εκπαιδευτικών στις ερωτήσεις του πρώτου και δεύτερου μέρους του ερωτηματολογίου. Στην πρώτη στήλη των πινάκων, τα διαφορετικά επιχειρήματα και οι προκλήσεις στις ερωτήσεις παρουσιάζονται μέσω ενός αριθμού, όπου το πρώτο ψηφίο αναφερόταν στον αριθμό της ερώτησης και το δεύτερο αναφερόταν στον αριθμό του υποερωτήματος. Για παράδειγμα, το σημείο 2.3 ανέφερε το επιχείρημα 3 του ερωτήματος 2 ότι σωστά θα πρέπει να φέρει την ένδειξη "1". Αυτές οι πληροφορίες εμφανίζονται στη δεύτερη στήλη του πίνακα (Πίνακας 10). Η τρίτη στήλη δείχνει το ποσοστό των συμμετεχόντων που επέλεξαν το σωστό χαρακτηρισμό του επιχειρήματος. Επιπλέον, οι υπόλοιπες στήλες παρουσιάζουν το 1ο και 2ο σε συχνότητα λάθος επιχείρημα και τα αντίστοιχα ποσοστά.

Όσον αφορά τις απαντήσεις του πρώτου μέρους, τα υποερωτήματα με το χαμηλότερο ποσοστό σωστών απαντήσεων ήταν τα υποερωτήματα 1.1 (28.6%), 1.5 (28.6%) και 3.5 (28,6%) υποδεικνύοντας τον αυξημένο βαθμό δυσκολίας της ερώτησης 1. Το υποερώτημα 1.1 ήταν ένα πολύ αδύναμο επιχείρημα αφού στηριζε τον ισχυρισμό του απλά και μόνο κάνοντας επίκληση στην αυθεντία και έπρεπε να χαρακτηριστεί με τον αριθμό 5. Είναι εντυπωσιακό, όπως φαίνεται από τον πίνακα ότι σε ένα σημαντικό ποσοστό (16,3%) οι εκπαιδευτικοί το θεώρησαν ως το ισχυρότερο επιχείρημα από τα έξι και το χαρακτήρισαν με τον αριθμό 1 ενώ σε ένα μεγαλύτερο ποσοστό (18,4%) το χαρακτήρισαν με τον αριθμό 3. Ο χαρακτηρισμός «3» υποδηλώνει ένα σχετικά ισχυρό επιχείρημα γιατί περιέχει αποδεικτικά στοιχεία. Γίνεται λοιπόν φανερό ότι οι εκπαιδευτικοί θεωρούν πολύ καλό ένα επιχείρημα που στηρίζεται στην επίκληση στην αυθεντία και μάλιστα θεωρούν πως η επίκληση στην αυθεντία αποτελεί αποδεικτικό στοιχείο για την ορθότητα ενός ισχυρισμού. Τα υποερωτήματα με το υψηλότερο ποσοστό σωστών απαντήσεων των ερωτήσεων του πρώτου μέρους αφορούσαν τα υποερωτήματα 1.6 (73.5%) και 3.6 (79.6%). Αυτό ήταν αναμενόμενο αφού τα συγκεκριμένα επιχειρήματα ήταν τα πιο αδύναμα και περιείχαν εμφανείς αντιφάσεις.

Πίνακας 10: Συχνότητες σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των ερωτήσεων του Μέρους Ι.

Αριθμός Ερώτησης	Σωστή απάντηση	Ποσοστό σωστής απάντησης (%)	1 ^η λανθασμένη απάντηση	Ποσοστό 1 ^{ης} λανθασμένης απάντησης (%)	2 ^η λανθασμένη απάντηση	Ποσοστό 2 ^{ης} λανθασμένης απάντησης (%)
1.1	5	28.6	3	18.4	1	16.3
1.2	1	51.0	5	22.4	2	10.2
1.3	2	51.0	1	28.6	3	14.3
1.4	4	32.7	3	30.6	5/2	16.3
1.5	3	28.6	4	36.7	5	22.4
1.6	6	73.5	5	8.2	2/4	6.1
2.1	6	46.9	5	20.4	4	10.2
2.2	3	44.9	5	18.4	4	14.3
2.3	1	69.4	2	16.3	3/4/6	4.1
2.4	2	63.3	1	14.3	3	10.2
2.5	5	34.7	4	28.6	6	16.3
2.6	4	36.7	6	20.4	3	18.4
3.1	4	44.9	3	36.7	2/5	6.1
3.2	1	59.2	2	20.4	3	8.2
3.3	5	55.1	4	20.4	6	12.2
3.4	2	53.1	1	20.4	3	16.3
3.5	3	28.6	4	22.4	5	20.4
3.6	6	79.6	5	10.2	1	4.1

6.4 Ανάλυση των απαντήσεων του Μέρους ΙΙ

Τα υποερωτήματα με το υψηλότερο ποσοστό σωστών απαντήσεων των ερωτήσεων του δεύτερου μέρους αφορούσαν τα υποερωτήματα 4.6 (77.6%) και 6.6 (75.5%). Αυτό δείχνει ότι τα συναισθηματικά επιχειρήματα αναγνωρίστηκαν από τους εκπαιδευτικούς - και ορθά - ως τα πιο αδύναμα επιχειρήματα.

Τα υποερωτήματα με το χαμηλότερο ποσοστό σωστών απαντήσεων των ερωτήσεων του δεύτερου μέρους αφορούσαν τα υποερωτήματα 5.1 (38.8%) και 6.2 (36.7%). Για παράδειγμα, το υποερωτήμα 5.1 έπρεπε να χαρακτηριστεί με τον αριθμό «2», αφού δεν διέθετε συγκεκριμένα αποδεικτικά στοιχεία – επιστημονικά δεδομένα που να στηρίζουν τον ισχυρισμό, παρόλα αυτά μόνο το 38.8% των εκπαιδευτικών το απάντησαν σωστά. Πιο συχνά, το χαρακτήρισαν ως «1», δηλαδή θεώρησαν πως είναι

το ισχυρότερο επιχείρημα και πως διαθέτει αποδεικτικά στοιχεία και σαφή αιτιολόγηση, ή «3» δηλαδή ότι διαθέτει μόνο επιστημονικά δεδομένα (ενώ στην πραγματικότητα αυτά είναι που του λείπουν), σε ποσοστό 20.4% και ως «4» σε ποσοστό 12.2%. Παρ' όλο που οι χαρακτηρισμοί «2», «3» και «4» αφορούν επιχειρήματα παραπλήσιας ισχύος δεν μπορούμε να πούμε πως δεν μας προβληματίζει αυτό το εύρημα, αφού δείχνει πως υπάρχει ένας μη ικανοποιητικός βαθμός κατανόησης στους νυν και μελλοντικούς εκπαιδευτικούς σχετικά με το τι είναι τα επιστημονικά δεδομένα και ποια είναι η διαφορά ενός επιχειρήματος με επιστημονικά δεδομένα και ενός επιχειρήματος χωρίς αυτά.

Πίνακας 11: Συχνότητες σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των ερωτήσεων του Μέρους II.

Αριθμός Ερώτησης	Σωστή απάντηση	Ποσοστό σωστής απάντησης (%)	1 ^η λάθος απάντηση	Ποσοστό 1 ^{ης} λάθος απάντησης (%)	2 ^η λάθος απάντηση	Ποσοστό 2 ^{ης} λάθος απάντησης (%)
4.1	1	59.2	3	18.4	6	8.2
4.2	3	44.9	2	34.7	1	12.2
4.3	2	46.9	1	26.5	3	18.4
4.4	5	53.1	4	30.6	3	8.2
4.5	4	44.9	5	30.6	6	12.2
4.6	6	77.6	5	12.2	3	6.1
5.1	2	38.8	1/3	20.4	4	12.2
5.2	1	53.1	2	22.4	4	10.2
5.3	3	42.9	2	18.4	1	16.3
5.4	4	42.9	3	16.3	2/5/6	12.2
5.5	6	51.0	5	22.4	4	14.3
5.6	5	51.0	6	26.5	3/4	8.2
6.1	1	53.1	2	22.4	3	14.3
6.2	5	36.7	4	22.4	3	18.4
6.3	2	51.0	1	32.7	3	8.2
6.4	4	42.9	5	38.8	3/6	6.1
6.5	3	51.0	4	22.4	2	12.2
6.6	6	75.5	5	14.3	2/4	4.1

6.5 Ανάλυση απαντήσεων Μέρους III

Στην **Ερώτηση 6** όσον αφορά τα διάφορα είδη δραστηριοτήτων που θα χρησιμοποιούσαν οι εκπαιδευτικοί για να ενθαρρύνουν την επιστημονική συζήτηση μέσα στην τάξη, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί απάντησαν την ομαδική δουλειά (34 άτομα) και το πείραμα (31 άτομα).

Πίνακας 12: κατανομή απαντήσεων ερώτησης 6.

		Responses		Percent of Cases
		N	Percent	
\$Ερ6 ^a	ομαδική δουλειά	34	20,1%	69,4%
	εργασία σε ζευγάρια (2 άτομα)	11	6,5%	22,4%
	συζήτηση ζευγαριών	11	6,5%	22,4%
	ομαδική συζήτηση	19	11,2%	38,8%
	ανοιχτή συζήτηση	19	11,2%	38,8%
	debate/αντιπαράθεση	10	5,9%	20,4%
	παιχνίδι ρόλων	14	8,3%	28,6%
	πρακτική εξάσκηση	12	7,1%	24,5%
	πείραμα	31	18,3%	63,3%
	διάλεξη	8	4,7%	16,3%
Total		169	100,0%	344,9%

a. Dichotomy group tabulated at value 1.

Στην **Ερώτηση 7** όσον αφορά τη συμμετοχή των μαθητών στο μάθημα μέσα στην τάξη των φυσικών επιστημών/Βιολογίας, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών απάντησε σε κάθε μάθημα, 12 άτομα απάντησαν συχνά, 2 άτομα απάντησαν μερικές φορές και μόλις 1 άτομο απάντησε ποτέ.

Πίνακας 13: κατανομή απαντήσεων ερώτησης 7.

		Frequency	Percent
Valid	Σε κάθε μάθημα	34	69,4
	Συχνά	12	24,5
	Μερικές φορές	2	4,1
	Ποτέ	1	2,0

	Total	49	100,0
--	-------	----	-------

Στην **Ερώτηση 8** όσον αφορά το πόσο συχνά πρέπει να χρησιμοποιείται η επιχειρηματολογία κατά τη διάρκεια των μαθημάτων φυσικών επιστημών/Βιολογίας, 29 εκπαιδευτικοί απάντησαν σε κάθε μάθημα, 13 άτομα απάντησαν μία φορά την εβδομάδα, 6 άτομα απάντησαν μερικές φορές και μόλις 1 άτομο απάντησε ποτέ.

Πίνακας 14: κατανομή απαντήσεων ερώτησης 8.

		Frequency	Percent
Valid	Ποτέ	1	2,0
	Μερικές φορές	6	12,2
	Μία φορά την εβδομάδα	13	26,5
	Σε κάθε μάθημα	29	59,2
	Total	49	100,0

Στην **Ερώτηση 9α** όσον αφορά τη χρήση ή όχι της επιχειρηματολογίας στην τάξη μόνο ένα άτομο απάντησε πως δεν θα χρησιμοποιούσε την επιχειρηματολογία στην τάξη.

Πίνακας 15: κατανομή απαντήσεων ερώτησης 9^α.

		Frequency	Percent
Valid	Ναι	48	98,0
	Όχι	1	2,0
	Total	49	100,0

Στην **Ερώτηση 9β** όσον αφορά τους τύπους δραστηριοτήτων που θα χρησιμοποιούσαν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διάρκεια των μαθημάτων, 30 άτομα απάντησαν την ομαδική δουλειά, 24 άτομα το πείραμα και 22 άτομα την ομαδική συζήτηση. Χαμηλότερα ποσοστά συγκέντρωσαν απαντήσεις όπως εργασία σε ζευγάρια, άνοιγμα συζήτησης, παιχνίδι ρόλων, πρακτική εξάσκηση και διάλεξη. Όμως από τη βιβλιογραφία γνωρίζουμε πως η ικανότητα επιχειρηματολογίας βελτιώνεται είτε με τη ρητή διδασκαλία είτε όταν οι μαθητές εμπλακούν σε κατάλληλα περιβάλλοντα επιχειρηματικού διαλόγου όπως για παράδειγμα μέσω

παιχνιδιού ρόλου, αντιπαράθεσης (debate) και άνοιγμα συζήτησης (Zohar & Nemet, 2002; Duschl & Osborne, 2002). Αφού λοιπόν αυτές οι κατηγορίες σημειώνουν τα χαμηλότερα ποσοστά, ίσως αυτό είναι ενδεικτικό του τρόπου που οι εκπαιδευτικοί είτε λειτουργούν είτε θα λειτουργήσουν μέσα στην τάξη, μην παρέχοντας τελικά τις ανάλογες ευκαιρίες στους μαθητές τους ενώ ταυτόχρονα ομολογούν τη δική τους μειωμένη εξάσκηση σε παρόμοια ζητήματα.

Πίνακας 16: κατανομή απαντήσεων ερώτησης 9β.

		Responses		Percent of Cases
		N	Percent	
§Er9 ^a	ομαδική δουλειά	30	19,4%	61,2%
	εργασία σε ζευγάρια (2 άτομα)	11	7,1%	22,4%
	συζήτηση ζευγαριών	9	5,8%	18,4%
	ομαδική συζήτηση	22	14,2%	44,9%
	άνοιγμα συζήτησης	17	11,0%	34,7%
	debate/αντιπαράθεση	9	5,8%	18,4%
	παιχνίδι ρόλων	13	8,4%	26,5%
	πρακτική εξάσκηση	11	7,1%	22,4%
	πείραμα	24	15,5%	49,0%
	διάλεξη	9	5,8%	18,4%
Total		155	100,0%	316,3%

a. Dichotomy group tabulated at value 1.

Στην **Ερώτηση 10** όσον αφορά τα συναισθήματα των μαθητών όταν χρησιμοποιείται η ομαδική δουλειά για να υποστηριχθεί η επιχειρηματολογία στην τάξη ,το 89,8% νιώθουν ενθουσιασμό, το 6,1% νιώθουν αδιαφορία, ενώ 2% νιώθουν βαρετά ή περιέργεια. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν πως υπάρχει πρόσφορο έδαφος στους μαθητές για την ανάπτυξη και καλλιέργεια από μέρους των εκπαιδευτικών ενός κλίματος επιχειρηματικού διαλόγου που θα περιλαμβάνει ανάλογες δραστηριότητες.

Πίνακας 17: κατανομή απαντήσεων ερώτησης 10.

		Frequency	Percent
Valid	Ενθουσιώδεις	44	89,8
	Νιώθουν βαρετά	1	2,0

	Αδιαφορία (απρόθυμοι)	3	6,1
	Άλλο	1	2,0
	Total	49	100,0

Στην **Ερώτηση 11** όσον αφορά το μέσο επίπεδο συμμετοχής των μαθητών σε δραστηριότητες συζήτησης στα μαθήματα φυσικών επιστημών/Βιολογίας, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών θεωρεί ότι το μέσο επίπεδο συμμετοχής των μαθητών θα μπορούσε να είναι 75%. Από το σύνολο των 49 εκπαιδευτικών, 10 άτομα απάντησαν ότι η συμμετοχή θα μπορούσε να είναι 100%, ενώ 9 άτομα απάντησαν 50%. Κανένας εκπαιδευτικός δεν θεωρεί ότι θα μπορούσε να είναι 25%. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν επίσης πως υπάρχει ευνοϊκό κλίμα στους μαθητές για συζητήσεις γύρω από βιολογικά ζητήματα, κάτι το οποίο μπορούν να εκμεταλλευθούν οι εκπαιδευτικοί για να εισαγάγουν στη διδασκαλία τους δραστηριότητες που αναπτύσσουν δεξιότητες επιχειρηματολογίας στους μαθητές.

Πίνακας 18: κατανομή απαντήσεων ερώτησης 11.

		Frequency	Percent
Val id	100 %	10	20,4
	75%	30	61,2
	50%	9	18,4
	Total	49	100,0

Τα παραπάνω αποτελέσματα από το τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου καταγράφουν την αυξημένη διάθεση των εκπαιδευτικών του δείγματος να χρησιμοποιήσουν την επιχειρηματολογία κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Το 59,2% του δείγματος, που αντιστοιχεί σε 29 άτομα από τα 49, δήλωσαν πως θα χρησιμοποιούσαν την επιχειρηματολογία σε κάθε μάθημα ενώ 13 άτομα, το 26,5%, δήλωσαν πως θα χρησιμοποιούσαν την επιχειρηματολογία μία φορά την εβδομάδα. Μόνο ένα άτομο δήλωσε πως δε θα χρησιμοποιούσε ποτέ την επιχειρηματολογία. Ένα συντριπτικό ποσοστό, 89,8%, που αντιστοιχεί σε 44 άτομα από τα 49, δήλωσε πως πιστεύει ότι οι μαθητές νιώθουν ενθουσιασμένοι όταν μπαίνουν στη διαδικασία να επιχειρηματολογήσουν σε ζητήματα Φυσικών Επιστημών και συγκεκριμένα

Βιολογίας. Επιπλέον, ένα πολύ σημαντικό ποσοστό, 38,8%, δήλωσε πως θα χρησιμοποιούσε ή χρησιμοποιεί δραστηριότητες όπως η ανοιχτή συζήτηση και η ομαδική συζήτηση κατά τη διδασκαλία ενώ το 63,3% χρησιμοποιεί το πείραμα στη διδασκαλία του.

Φαίνεται, λοιπόν, καθαρά πως οι εν ενεργεία και οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί του δείγματος κατανοούν την ανάγκη της ενεργού συμμετοχής των μαθητών στο μάθημα ως απαραίτητη προϋπόθεση για τη μάθηση και θεωρούν την επιχειρηματολογία απαραίτητο συστατικό αυτής της διαδικασίας που ενθουσιάζει τους μαθητές, προκαλεί το έντονο ενδιαφέρον τους και για αυτό πρέπει να χρησιμοποιείται πολύ συχνά. Αυτή όμως η προθυμία των εκπαιδευτικών να χρησιμοποιήσουν την επιχειρηματολογία έρχεται σε αντίθεση με την ικανότητά τους να αξιολογούν σωστά τα επιχειρήματα άρα με την ικανότητά τους να επιχειρηματολογούν σωστά οι ίδιοι, όπως φάνηκε από τα αποτελέσματα του πρώτου και δεύτερου μέρους του ερωτηματολογίου, όπου για παράδειγμα, φάνηκε πως θεωρούν πολύ ισχυρά επιχειρήματα που στηρίζονται στην επίκληση στην αυθεντία. Οι εκπαιδευτικοί «θέλουν αλλά δεν μπορούν» να χρησιμοποιήσουν την επιχειρηματολογία με ικανοποιητικό τρόπο στη σχολική αίθουσα. Ίσως λοιπόν, αυτό υπογραμμίζει την ανάγκη να ενταχθεί στη βασική εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών των Φυσικών Επιστημών η ορθή χρήση της επιχειρηματολογίας και η μεθοδολογική της προσέγγιση αλλά και χρησιμότητα.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα πλαίσια της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας αξιολογήθηκε η επιχειρηματολογική ικανότητα των Ελλήνων εκπαιδευτικών σε ζητήματα εξέλιξης. Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνα με χρήση ερωτηματολογίου, παρατηρήθηκε περιορισμένη γνώση της επιχειρηματολογίας στο συγκεκριμένο δείγμα εκπαιδευτικών σε ζητήματα εξέλιξης. Αξίζει βέβαια να σημειωθεί πως μιας και επιλέχθηκε να συμμετέχουν εκπαιδευτικοί όλων των ειδικοτήτων των φυσικών επιστημών, το βάρος του ερωτηματολογίου έπεσε κυρίως στη δομή των επιχειρημάτων και όχι στο περιεχόμενο. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η πλειοψηφία του δείγματος θα χρησιμοποιούσε πολύ συχνά την επιχειρηματολογία στην τάξη. Περαιτέρω μελέτες με μεγαλύτερο δείγμα εκπαιδευτικών θα μπορούσαν να διαφωτίσουν τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, αφού το δείγμα της μελέτης ήταν σχετικά μικρό (49 άτομα). Συνεπώς, δεν μπορούν τα συμπεράσματα να γενικευτούν σε όλους τους Έλληνες εκπαιδευτικούς σχετικά με την επιχειρηματολογική τους ικανότητα σε ζητήματα εξέλιξης.

Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε σαν δείγμα ένα σύνολο εν ενεργεία και μελλοντικών εκπαιδευτικών γιατί θεωρήθηκε πως αν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί δεν μπορούν να επιχειρηματολογήσουν επαρκώς και να αναγνωρίζουν τι είναι πλήρες επιχείρημα δεν θα είναι ικανοί να διδάξουν επαρκώς τους μαθητές τους πώς να επιχειρηματολογούν πάνω σε ζητήματα των φυσικών επιστημών, ωστόσο αυτό αποτελεί ένα ξεχωριστό τμήμα μελλοντικής μελέτης και συσχετισμού.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι προέκυψαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα όταν συγκρίθηκαν εκπαιδευτικοί χωρίς διδακτική εμπειρία με εκπαιδευτικούς με διδακτική εμπειρία, με τους τελευταίους να έχουν καλύτερη επιχειρηματολογική ικανότητα. Αυτό ίσως δείχνει πως οι δεξιότητες επιχειρηματολογίας βελτιώνονται εκ των πραγμάτων μέσα από την εξάσκηση κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Στο επίπεδο των σπουδών η εκμάθηση και η εξάσκηση της επιχειρηματολογίας είναι περιορισμένη έως ανύπαρκτη, με αποτέλεσμα οι εκπαιδευτικοί χωρίς διδακτική εμπειρία, παρά το τυπικά υψηλό επίπεδο σπουδών τους (το 38,8% του δείγματος είναι κάτοχοι μεταπτυχιακών τίτλων) να μην μπορούν να επιχειρηματολογήσουν σωστά σε ζητήματα της εξελικτικής θεωρίας, χωρίς αυτό να έχει ουσιαστικά να κάνει με το περιεχόμενο. Οι εκπαιδευτικοί φαίνεται πως αρχίζουν να εξασκούνται στην επιχειρηματολογία όταν ξεκινούν να διδάσκουν. Έτσι

όμως, η εκπαίδευσή τους στην επιχειρηματολογία γίνεται με τρόπο εμπειρικό και άρα ατελή και αποσπασματικό. Ίσως αυτός είναι ο λόγος που εξηγεί από τη μία την παρατηρούμενη χαμηλή μέση τιμή των σκορ των ερωτηθέντων η οποία είναι 18 όταν το ανώτερο σκορ που μπορούσε να συγκεντρώσει κάποιος ήταν το 36 (σε ένα δείγμα όπου ένα πολύ μεγάλο ποσοστό, 51%, ήταν εκπαιδευτικοί με διδακτική εμπειρία) και από την άλλη τη στατιστικά σημαντική διαφορά στα σκορ υπέρ των εκπαιδευτικών με διδακτική εμπειρία.

Η παρούσα έρευνα δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά στην ικανότητα επιχειρηματολογίας σε ζητήματα εξελικτικής θεωρίας ανάμεσα στους βιολόγους και στους εκπαιδευτικούς άλλων ειδικοτήτων (χημικούς, φυσικούς, γεωλόγους, γεωγράφους). Με δεδομένο το γεγονός ότι οι φυσικοί, χημικοί, γεωλόγοι και γεωγράφοι διδάσκονται υποτυπωδώς τη Θεωρία της Εξέλιξης στο πανεπιστήμιο (ή ενδεχομένως και καθόλου ενώ ωστόσο ενδέχεται να κληθούν να τη διδάξουν), φαίνεται πως η ικανότητα επιχειρηματολογίας είναι ανεξάρτητη από το επιστημονικό αντικείμενο του καθενός. Αυτό υποδεικνύει την ανάγκη να δοθεί πολύ μεγαλύτερη έμφαση στην εκπαίδευση των φοιτητών των Φυσικών Επιστημών πάνω στην επιχειρηματολογία με έναν ολοκληρωμένο και επιστημονικό τρόπο.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

8.1 ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- AAAS. (2009). *The Living Environment*. Ανάκτηση από Benchmarks On-line: <http://www.project2061.org/publications/>
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N.G. (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7): 665-701.
- Archila, Pablo Antonio. "Argumentation in chemistry teacher education: Past, present and future opportunities." *Revista Científica Vozes dos Vales* 6 (2014): 1-12.
- Asterhan, C. S. C., and B. B. Schwarz. 2007. "The Effects of Monological and Dialogical Argumentation on Conceptual Change in Evolutionary Theory." *Journal of Educational Psychology* 99 (3): 626–639.
- Asterhan, C. S. C., and B. B. Schwarz. 2009. "Argumentation and Explanation in Conceptual Change: Indications From Analyses of Peer-to-Peer Dialog." *Cognitive Science* 33 (3): 374–400.
- Ayala, F.J. (2004). Ernst Mayr and the theory of Evolution. *Ludus Vitalis*, vol. XII, num. 21, pp. 3-13.
- Banet, E., & Ayuso, G. E. (2003). Teaching of biological inheritance and evolution of living beings in secondary school. *International Journal of Science Education*, 25(3), 373-407.
- Barker, M. (1995). "A plant is an animal standing on its head". *Journal of Biological Education*, 29 (3): 203–208.
- Barnes ME, Brownell SE. A call to use cultural competence when teaching evolution to religious college students: implications for religious cultural competence in evolution education (ReCCEE). *CBE Life Sci Educ*. 2017;16(4):es4.
- Barnes ME, Evans EM, Hazel A, Brownell SE, Nesse RM. Teleological reasoning, not acceptance of evolution, impedes ability to learn natural selection. *Evolution*. 2017;10:7.
- Basel, N., Harms, U., & Prechtel, H. (2013). Analysis of students' arguments on evolutionary theory. *Journal of Biological Education*, 47(4), 192-199.
- Blackwell, W. H., Powell, M. J. & Dukes, G. H. (2003). The problem of student acceptance of evolution. *Journal of Biological Education*, 37(2), 58-67.
- Bowler, P. J. (2003). *Evolution: The History of an Idea*. University of California Press.
- Brem, S. K., Ranney, M. & Schindel, J. (2003). Perceived consequences of evolution: college students perceive negative personal and social impact in evolutionary theory. *Science Education*, 87(2), 181-206.
- Bricker, L. A., and P. Bell. 2008. "Conceptualizations of Argumentation From Science Studies and the Learning Science Literature: Their Implications for the Practices of Science Education." *Science Education* 92 (3): 473–498.
- Chalmers, A. (2012). *Τι είναι αυτό που το λέμε επιστήμη* (μτφ. Γ. Φουρτούνης). Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Chin, C. S. 2008. Current Practices of Scientific Discourse and Argumentation in Science Education: A Mixed Methods Investigation Based in Brunei Darussalam. Unpublished master's thesis, University of Bristol, UK.

- Dagher, Z. R. and Boujaoude, S. (1997). Scientific views and religious beliefs of college students: the case of biology evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(5), 429–445.
- Davies, P. (1994). *The last three minutes*. New York: Basic Books.
- Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about social issues in high school genetics. *Research in Science Education*, 40(2), 133-148.
- Dawson, V., & Venville, G. J. (2009). High school Students' Informal Reasoning and Argumentation about Biotechnology: an indicator of scientific literacy? *International Journal of Science Education*, 31(11), 1421-1445.
- De Vries, Hugo (1900). Concerning the law of segregation of hybrids. *Genetics*, 35(5, pt 2): 30-32. Originally published in *Genetics*, H. 1900. Sur la loi de disjonction des hybrides.
- Demastes, S. S., Good, R. G., & Peebles, P. (1996). Patterns of conceptual change in evolution. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 33(4), 407-431.
- Diamond, J. M. (2004). Ernst Mayr's view of Evolution. *Ludus Vitalis*, XII(21), σσ. 29-34.
- Driver R., Squires A., Rushworth P. & Wood-Robinson V. (1999). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών: Παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών* (επιμέλεια Π. Κόκκοτας, μετάφραση Μ. Χατζή), εκδ. Τυπωθήτω, Αθήνα.
- Driver, R., P. Newton, and J. Osborne. 2000. "Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms." *Science Education* 84 (3): 287–312.
- Dunk, R. D., Petto, A. J., Wiles, J. R., & Campbell, B. C. (2017). A multifactorial analysis of acceptance of evolution. *Journal of Science Education and Outreach*, 10(1), 4.
- Duschl, R. 2007. "Quality Argumentation and Epistemic Criteria." In *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-based Research*, edited by S. Erduran and M. P. Jimenez-Alexandre, 159–175. Dordrecht: Springer.
- Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Journal of Science Education*, 38, 39-72.
- Engel Clough, E., & Wood-Robinson, C. (1985). How secondary students interpret instances of biological adaptation. *Biological Education*, 19(2), 125-130.
- Evans, E. M. (2001). Cognitive and contextual factors in the emergence of diverse belief systems: Creation versus evolution. *Cognitive psychology*, 42(3), 217-266.
- Fishbane, P. M., Gasiorowicz, S. G., & Thornton, S. T. (2005). *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics* (6th ed.). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Futuyma Douglas, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Αθήνα 1995.
- Futuyma, D. J. (ed.) (1999). *Evolution, Science and Society: Evolutionary Biology and the National Research Agency*. University Publications, Rutgers, The State University of New Jersey, New Brunswick, New Jersey.
- Georgiou, M., & Mavrikaki, E. (2013). Greek students' ability in argumentation and informal reasoning about social issues related to biotechnology. In C.P. Constantinou, N Papadouris, & A Hadjigeorgiou (ed.), *Proceedings of the 10th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)*, pp. 1158-1166, Nicosia Cyprus.

- Kelemen, D. (1999). Function, goals and intention: children's teleological reasoning about objects. *Trends in Cognition*, 3(12), 461-468.
- Kelemen, D. (2003). British and American children's preferences for teleo-functional explanations of the natural world. *Cognition*, 88, 201-221.
- Kelemen, D & DiYanni, C. (2005). Intuitions about origins: purpose and intelligent design in children's reasoning about life. *Journal of Cognition and Development*, 6(1), 3-31.
- Kelly, G. J., and A. Takao. 2002. "Epistemic Levels in Argument: An Analysis of University Oceanography Student Arguments and the Evidence in Writing." *Science Education* 86 (3): 314-342.
- Kitcher, P. (2007). *Living With Darwin: Evolution, Design, and the Future of Faith*. Oxford University Press, New York.
- Kraft, V. (1986). *Ο Κύκλος της Βιέννης* (μτφ. Γ. Μανάκος). Αθήνα: Γνώση.
- Kuhn, D. 2010. "Teaching and Learning Science as Argument." *Science Education* 94 (5): 810-824.
- Lederman, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4): 331-359.
- Lederman, N.G. (2007) Nature of science: past, present, and future. In: Abell SK, Lederman NG (eds) *Handbook of research on science education*. Erlbaum, Mahwah, pp 831-879.
- Lovejoy, C.O. (1981). The origin of man. *Science*, New Series, 4480, 341-350.
- Maguire, E., Gadian, D., Johnsrude, I. Good, C., Ashburner, J., Frackowiak, R. & C. D. Frith (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers, PNAS, 4398-4403, <http://www.pnas.org/content/97/8/4398.full>.
- Martín-Gómez, C., & Erduran, S. (2018). Understanding argumentation about socio-scientific issues on energy: a qualitative study with primary pre-service teachers in Spain. *Research in Science & Technological Education*, 36(4), 463-483.
- Matthews, M.R. (1992). History, Philosophy, and Science Teaching: The Present Rapprochement. *Science & Education*, 4(1), 1-14.
- Mayr, E. (2001). *What evolution is*. New York Basic Books.
- Mayr, E. (2002). *Αυτή είναι η Βιολογία - Η επιστήμη του έμβιου κόσμου*. (Μ. Λαντζούνη, Μεταφρ.) Αθήνα: Κάτοπτρο.
- Mayr, E. (2002). *What Evolution Is*. Weidenfeld and Nicolson, London.
- McNeill, K. and Primentel, D.S. (2009). Scientific Discourse in Three Urban Classrooms: The Role of the Teacher in Facilitating High School Students in Argumentation. *Science Education*.
- Miller, JD, Scott, EC, & Okamoto, S. (2006). Public acceptance of evolution. *Science*, 313, 765-766.
- Montgomery, S. (2009). *Darwin's Impact On Psychology*. Ανάκτηση από Charles Darwin & Evolution: <http://www.darwin200.christs.cam.ac.uk>
- Nadelson, L. S., & Sinatra, G. M. (2009). Educational professionals' knowledge and acceptance of evolution. *Evolutionary Psychology*, 7(4), 147470490900700401.

- Nadelson, L. S., & Southerland, S. A. (2009). Development and preliminary evaluation of the measure of understanding macroevolution: introducing the MUM. *The Journal of Experimental Education*, 78(2), 151-190.
- Nadelson, L. S., & Hardy, K. K. (2015). Trust in science and scientists and the acceptance of evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 8(1), 9.
- Newton, P., Driver, R. and Osborne, J. (1999). The Place of Argumentation in the Pedagogy of School Science. *International Journal of Science Education*.
- Notaras, *The teaching of the Theory of Evolution: Theoretical and Pedagogical Issues* (σσ. 443-482). Athens: Geiton.
- Nussbaum, E.M. (2011). Argumentation, Dialogue Theory and Probability Modelling: Alternative Frameworks for Argumentation Research in Education. *Educational Psychologist*.
- Osborne, J. 2010. "Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse." *Science* 328: 463–471.
- Osborne, J. F., and A. Patterson. 2011. "Scientific Argument and Explanation: A Necessary Distinction?" *Science Education* (4): 627–638.
- Osborne, J., Erduran, S. and Simon, S. (2004). Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. *Journal of Science Teaching*.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Osborne, J., S. Erduran, and S. Simon. 2004. "Enhancing the Quality of Argumentation in School Science." *Journal of Science Teaching* 41 (10): 994–1020.
- Passmore, C., & Stewart, J. (2002). A modeling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 39(3), 185-192.
- Patronis, T., Potari, D., & Spiliotopoulou, V. (1999). Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for teaching. *International Journal of Science Education*, 21(7), 745-754.
- Prinou, L., Halkia, L., & Skordoulis, C. (2009). *Teaching the Theory of Evolution: Secondary Teachers' Attitudes, Views, and Difficulties*. Στο V. Zogza, K. Kampourakis, & G. Kourkoulis (Eds.), *Evolution in the Classroom: A European Perspective* (pp. 115-130). Dordrecht: Springer.
- Provine, W.B. (1971). *The Origins of Theoretical Population Genetics*. Chicago and London; University of Chicago Press.
- Rennie, J. (1994). Profile: Ernst Mayr – Darwin's Current Bulldog, *Scientific American*, 271 (2), 24-25.
- Rutledge, M. L., & Warden, M. A. (1999). The development and validation of the measure of acceptance of the theory of evolution instrument. *School Science and Mathematics*, 99(1), 13-18.
- Ryu, S., & Sandoval, W. A. (2012). Improvements to elementary children's epistemic understanding from sustained argumentation. *Science Education*, 96(3), 488-526.
- Samarapungavan, A., & Wiers, R. W. (1997). Children's thoughts on the origin of species: A study of explanatory coherence. *Cognitive Science*, 21(2), 147-177.

Sampson, V., and D. Clark. 2006. *The Development and Validation of the Nature of Science as Argument Questionnaire (NSAAQ)*. Paper presented at the Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA.

Sampson, V. and Blanchard, M. (2012). Science Teachers and Scientific Argumentation: Trends in Views and Practices. *Journal of Research in Science Teaching*.

Scott, E. C. (2009). *Εξέλιξη vs Δημιουργία*. (Λ. Λάκκα, Μεταφρ.) Αθήνα: Κέδρος.

Settlage Jr, J. (1994). Conceptions of natural selection: A snapshot of the sense-making process. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5), 449-457.

Simonneaux, L. (2001). Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in transgenesis. *International Journal of Science Education*, 23(9), 903-927.

Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 235-260.

Smith MU. Current status of research in teaching and learning evolution: i. philosophical/epistemological issues. *Science Education* 2009a;19(6-8):523-38.

Smolin, L. (2013). *Cosmological Natural Selection and the Principle of Precedence*. Ανάκτηση από Big Think: <http://www.bigthink.com>

Sonleitner, F. J., (1986). What did Karl Popper really say about Evolution/ Creation. *Evolution Journal*, volume 6, p

Strohman, R. (2003). Thermodynamics - old laws in medicine and complex disease. *Nature Biotechnology*(21), σσ.

Tavares, M. D., M. P. Jimenez-Aleixandre, and E. F. Mortimer. 2010. "Articulation of Conceptual Knowledge and Argumentation Practices by High School Students in Evolution Problems." *Science and Education* 19 (6-8): 573-590.

Tiberghien, A. (2008). *Argumentation in Science Education. Foreword*. Himenez-Aleixandre – Erduran.

Toulmin, S. 2003. *The Uses of Argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

Walmswell, J. (2009). *Darwin and Politics*. Ανάκτηση από Charles Darwin & Evolution: <http://www.darwin200.christs.cam.ac.uk>

Walton, D. 2006. *Fundamentals of Critical Argumentation*. New York: Cambridge University Press.

Walton, D. N. 1996. *Argumentation Schemes for Presumptive Reasoning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Willis, G. B. (2004). *Cognitive interviewing: A tool for improving questionnaire design*. Sage Publications.

Zohar, A. (2008). Science Teacher Education and Professional Development in Argumentation. *Argumentation in Science Education. Chapter 12*. Himenez-Aleixandre – Erduran.

Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.

8.2 ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αθανασίου, Κ. (2009). Εισαγωγή στις Βιολογικές Επιστήμες και τη Διδακτική τους, Αθήνα: Γρηγόρης.

Αθανασίου, Κ. (2013). Διδάσκοντας την Εξέλιξη ως Ενοποιητική Θεωρία της Βιολογίας: Ανάλυση και συμπεράσματα διδακτικής εμπειρίας και Έρευνας, Στο Μαυρικάκη Ε., Στασινάκης Π., Ζαχόπουλος Χ. (Επιμ.) *Η Βιολογία στην Εκπαίδευση*, 112, Αθήνα, Πανελλήνια ένωση Βιοεπιστημόνων.

Αθανασίου, Κ., 2015. Διδακτική της βιολογίας. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/4794>

Αλαχιώτης Σ.Ν. (2009), *Η καταγωγή των ειδών Α' τόμος, Βιβλία που άλλαξαν τον κόσμο*, Ειδική έκδοση για το Βήμα Πανεπιστημίου Πατρών.

Αλαχιώτης Σταμάτης, Εισαγωγή στην Εξέλιξη, Εκδοτικός οργανισμός Λιβάνη, Αθήνα 2007.

Γεωργάτου, Μ., & Πρίνου, Α. (2005). Η σταθερή εξηγητική αξία της θεωρίας της Φυσικής Επιλογής. *Κριτική - Επιστημολογική Εκπαίδευση*, σσ. 53-69.

Γεωργίου Μ & Μαυρικάκη Ε. (2015). Συμβάλλοντας με «επιχειρήματα» στη διδασκαλία της Βιολογίας, Πρακτικά 5ου Συνεδρίου «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση».

Γεωργίου, Μ., & Μαυρικάκη, Ε. (2015). «Επιχειρούν το επιχειρηματολογείν» σε κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα: καταφέρνουν οι νέοι Έλληνες πολίτες; *9ο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση (ΕΝΕΦΕΤ)*, Θεσσαλονίκη.

Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για έννοιες της εξελικτικής θεωρίας. *Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση. Β*, σσ. 767-774. Ιωάννινα: Πρακτικά 5ου Συνεδρίου. Ανάκτηση από <http://www.kodis.edu.gr>

Ιωάννης, Μ. (2002). Ο άνθρωπος και το περιβάλλον: Ορθόδοξη θεολογική προσέγγιση. *Πρακτικά Διεθνούς Επιστημολογικού Συνεδρίου: Επιστήμες, Τεχνολογίες αιχμής και Ορθοδοξία*.

Καμπουράκης Κ. (2008). Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, Πανελλήνιο συνέδριο Βιολογικές και Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση, Αθήνα.

Κόκκοτας, Π. (2002). *Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης -Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Εκδόσεις Γρηγόρης, Αθήνα.

Κολιόπουλος, Δ. (2006). *Θέματα Διδακτικής Φυσικών Επιστημών: Η Συγκρότηση της Σχολικής Γνώσης*. Εκδόσεις Μορφωτικό Ινστιτούτο, Αθήνα.

Κριμπάς Κ. (2009). *Ιστορία της Βιολογίας*, ΕΑΠ, Πάτρα.

Κριμπάς, Κ. (1978, Δεκέμβριος). Η σύγχρονη εξελικτική βιολογία και ο φιλοσοφικός στοχασμός. *Δευκαλίων*(23 & 355).

Κριμπάς, Κ. (2012). *Δαρβινισμός και η ιστορία του έως τις μέρες μας*. Εκδόσεις Ωκεανίδα, Αθήνα.

Κυριάκος, Δ. Σ., & Μπλήρης, Γ. Α. (1998). *Φυσική - Θερμότητα & Ηλεκτρισμός*. Θεσσαλονίκη: Ζήτη.

Μακρίδης, Β. (1998). Εξελικτική & Ορθοδοξία στην Ελλάδα: απόπειρες εναρμόνισης σε κριτική θεώρηση. *Νεύσις*(220).

ΠΕΤΡΟΜΕΛΙΔΗΣ Β, ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ Κ (2015). Διδάσκοντας την Εξέλιξη στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση μέσα απ δραστηριότητα διερευνητικής μάθησης με βάση τη Νευροβιολογία, Η Βιολογία στην Εκπαίδευση, 142-150, Αθήνα. ένωση Βιοεπιστημόνων.

Πρίνου, Λ., Χαλκιά, Λ., & Σκορδούλης, Κ. (2007). Αντιλήψεις των μαθητών της

Σχίζας, Δ. (2016). Προς μια νέα διδασκαλία: Τρόποι μετασχηματισμού της ενότητας της ομοιόστασης του βιβλίου Ι Γ' Λυκείου σε διδακτικό αντικείμενο, Πρακτικά 3ου Συνεδρίου «Η Βιολογία στην Εκπαίδευση»

Τσαχάλης, Σ. (2013). *Οι νόμοι της Θερμοδυναμικής και η φυσιολογία της ζωής*. Ανάκτηση από Τοπικοποίηση: <http://www.topikoroisi.com>

Τσουκαλάς, Κ. (1992). *Εξάρτηση και αναπαραγωγή*. (Ι. Πετροπούλου, & Κ. Τσουκαλάς, Μεταφρ.) Αθήνα: Θεμέλιο

Χατζηνικήτα Β. & Χριστίδου Β. (2001) Πρακτικοβιωματική γνώση μαθητών: γενικά χαρακτηριστικά, Στο Δημόπου Χατζηνικήτα Β. (Επιμ.) *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, Vol.1, Πάτρα: ΕΑΠ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο αυτό έχει συνταχθεί στα πλαίσια της διπλωματικής μου εργασίας στο Μεταπτυχιακό της «Διδακτική της Βιολογίας», κατά το ακαδ. έτος 2018-2019.

Η συμπλήρωσή του είναι ανώνυμη. Τα στοιχεία θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για τις ανάγκες της έρευνας, τα αποτελέσματα της οποίας θα μπορούν να σας κοινοποιηθούν, εφόσον το επιθυμείτε.

Είναι σημαντικό να συμπληρωθούν όλα τα πεδία του ερωτηματολογίου.

Για κάθε ερώτηση του Μέρους Ι και ΙΙ πρέπει ταξινομήσετε τις έξι απαντήσεις με βάση την ισχύ τους δηλαδή από αυτή που θεωρείτε πιο πειστική (1) προς εκείνη που θεωρείτε λιγότερο πειστική (6). Σας ευχαριστώ για τη συμμετοχή και το χρόνο σας.

Δημήτρης Κουμαρέλας

Βιολόγος-εκπαιδευτικός, μεταπτυχιακός φοιτητής

ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1. ΦΥΛΟ

- ΑΝΔΡΑΣ
- ΓΥΝΑΙΚΑ

2. ΗΛΙΚΙΑ

- ΚΑΤΩ ΤΩΝ 30
- 31-45
- 46-55
- 56 ΚΑΙ ΑΝΩ

3. Εκπαίδευση

- Απόφοιτος ΑΕΙ
- Απόφοιτος Παιδαγωγικής Ακαδημίας
- Απόφοιτος ΤΕΙ

- Κάτοχος Μεταπτυχιακού Διπλώματος (Master)
- Κάτοχος Διδακτορικού Διπλώματος
- Άλλο

4. ΧΡΟΝΙΑ ΠΡΟΥΠΗΡΕΣΙΑΣ

- Δεν έχω διδάξει
- 0-10
- 11-20
- 21-30
- 31-40

5. Βαθμίδα εκπαίδευσης που υπηρετείτε

- Γυμνάσιο
- Λύκειο
- Τίποτα από τα δύο

6. Εργάζεστε σε δημόσιο η ιδιωτικό σχολείο;

- Δημόσιο
- Ιδιωτικό
- Τίποτα από τα δύο

7. Ποιο είναι το πεδίο της ειδικότητάς σας;

- Βιολογία
- Χημεία
- Φυσική
- Γεωλογία
- Άλλο

8. Περιοχή Σχολείου

- Αστική
- Ημιαστική
- Μη αστική

ΜΕΡΟΣ Ι: Η διατύπωση ενός επιχειρήματος

Ερώτηση 1: Δέκα πτηνά ενός γένους, που ζουν στον Αμαζόνιο, έχουν πολύ παρόμοια σχήματα και χρωματισμούς, αλλά το καθένα έχει ένα μοναδικό σετ φυσικών χαρακτηριστικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να το διακρίνουν από τα άλλα. Είναι γνωστό ότι παρατηρούνται έξι συνδυασμοί πτηνών τα οποία ζευγαρώνουν μεταξύ τους. Ένα από τα χαρακτηριστικά με βάση τα οποία ταξινομούνται τα πτηνά είναι το χρώμα. Το αξιοσημείωτο με αυτά τα 10 πτηνά είναι το γεγονός ότι τα θηλυκά και αρσενικά πτηνά του ίδιου είδους δεν έχουν πάντα τον ίδιο χρωματισμό. Ως εκ τούτου, κάποιои πιστεύουν ότι αυτά τα 10 πτηνά αντιπροσωπεύουν 10 διαφορετικά είδη, ενώ άλλοι πιστεύουν ότι αυτά τα 10 πτηνά αντιπροσωπεύουν ένα είδος που αποτελείται από πολλές διαφορετικές ποικιλίες. Αυτό έχει κάνει πολλούς να αναρωτιούνται: **Πόσα είδη τελικά αντιπροσωπεύουν αυτά τα 10 διαφορετικά πτηνά;**

Ταξινομήστε τις παρακάτω απαντήσεις ξεκινώντας από την πιο πειστική (1) και καταλήγοντας στη λιγότερο πειστική (6) κατά τη γνώμη σας.

- Όπως είναι κοινώς αποδεκτό στη βιολογία, θα ακολουθηθεί ο ορισμός του βιολογικού είδους, σύμφωνα με τον οποίο, στο ίδιο είδος ανήκουν τα άτομα που μπορούν να ζευγαρώσουν μεταξύ τους και να αποκτήσουν γόνιμους απογόνους.
- Τα 10 πτηνά αντιπροσωπεύουν 6 είδη, αφού παρατηρούνται έξι συνδυασμοί πτηνών που ζευγαρώνουν μεταξύ τους και σύμφωνα με τον ορισμό του βιολογικού είδους, στο ίδιο είδος ανήκουν τα άτομα που μπορούν να ζευγαρώσουν μεταξύ τους και να αποκτήσουν γόνιμους απογόνους. Αν το κριτήριο ταξινόμησης των ειδών ήταν ο χρωματισμός, τότε τα 10 πτηνά θα αντιπροσώπευαν 10 είδη, αφού το κάθε πτηνό έχει μοναδικό χρωματισμό.
- Γνωρίζουμε ότι στο ίδιο είδος ανήκουν τα άτομα που μπορούν να ζευγαρώσουν μεταξύ τους και να αποκτήσουν γόνιμους απογόνους. Εφ' όσον είναι γνωστό ότι παρατηρούνται έξι συνδυασμοί πτηνών που ζευγαρώνουν μεταξύ τους, θα έχουμε και ισάριθμο αριθμό ειδών, δηλαδή 6.
- Έχουμε συνολικά 6 είδη, αφού σύμφωνα με το μειξιολογικό κριτήριο, στο ίδιο είδος ανήκουν τα άτομα που μπορούν να ζευγαρώσουν μεταξύ τους και να αποκτήσουν γόνιμους απογόνους.
- Τα 10 πτηνά πρέπει να τα κατατάξουμε σε 6 είδη, αφού οι συνδυασμοί πτηνών που ζευγαρώνουν μεταξύ τους είναι 6.
- Σύμφωνα με το μοτίβο χρωματισμού έχουμε 10 είδη αλλά σύμφωνα με το μοτίβο ζευγαρώματος μόνο 6 είδη.

Ερώτηση 2:

Ο Fleming το 1929 ανακάλυψε την πενικιλίνη, ένα παράγωγο του μύκητα του γένους *Penicillium*, και έφερε επανάσταση στην εποχή του αλλά και τις μετέπειτα εποχές εισάγοντας στην κοινωνία το πρώτο αντιβιοτικό. Ωστόσο στη σημερινή εποχή το αντιβιοτικό αυτό δεν είναι πλέον τόσο ισχυρό και θα μπορούσε ίσως να θεωρηθεί ξεπερασμένο. Για ποιο λόγο ένα τέτοιο αντιβιοτικό, που αποτέλεσε σταθμό και ενίσχυσε τις ελπίδες πολλών ασθενών της εποχής του πλέον δεν μπορεί να υποσχεθεί πολλά στους σημερινούς ασθενείς;

Ταξινομείστε τις παρακάτω απαντήσεις ξεκινώντας από την πιο πειστική (1) και καταλήγοντας στη λιγότερο πειστική (6) κατά τη γνώμη σας.

- Αν δεν συντελούνταν εξέλιξη των βακτηρίων με το μηχανισμό της φυσικής επιλογής, η πενικιλίνη θα ήταν ακόμα ένα ισχυρό αντιβιοτικό. Όμως, σε μερικές περιπτώσεις χορηγείται με πολύ καλά αποτελέσματα, οπότε ίσως είναι υπερβολικό να τη χαρακτηρίσουμε «ανίσχυρο» αντιβιοτικό.
- Η πενικιλίνη που έφερε επανάσταση στην εποχή της αλλά και τις μετέπειτα εποχές εισάγοντας στην κοινωνία το πρώτο αντιβιοτικό δεν είναι πλέον τόσο ισχυρή και θα μπορούσε ίσως να θεωρηθεί ξεπερασμένο αντιβιοτικό επειδή τα βακτήρια μέσα στα χρόνια ανέπτυξαν μηχανισμούς αντίστασης σε αυτήν.
- Η πενικιλίνη δεν θεωρείται πλέον τόσο ισχυρό αντιβιοτικό αφού πλέον έχουν δημιουργηθεί πολλά στελέχη βακτηρίων που είναι ανθεκτικά σε αυτήν, μέσω της δράσης της φυσικής επιλογής. Η χρήση, δηλαδή, της πενικιλίνης όλα αυτά τα χρόνια, μείωσε ή εξαφάνισε στελέχη βακτηρίων ευαίσθητων σε αυτήν ενώ ταυτόχρονα τα ανθεκτικά σε αυτήν βακτήρια επιβιώνουν και πολλαπλασιάζονται, μάλιστα με μικρότερο ανταγωνισμό, με αποτέλεσμα την υπέρμετρη αύξηση του πληθυσμού τους και την ταυτόχρονη εξασθένηση του ρόλου της πενικιλίνης ως αποτελεσματικό φάρμακο ενάντια στις βακτηριακές λοιμώξεις. Αν τα βακτήρια δεν είχαν αναπτύξει μηχανισμούς ανθεκτικότητας λόγω της εξελικτικής πίεσης, θα ήταν ακόμα η πενικιλίνη ισχυρή σαν αντιβιοτικό.
- Λόγω της δράσης της φυσικής επιλογής που υφίστανται τα βακτήρια, του μηχανισμού, δηλαδή βάσει του οποίου συντελείται η εξέλιξη όλων των οργανισμών της Γης, αυτά έχουν εξελιχθεί με αποτέλεσμα να έχουν δημιουργηθεί αρκετές ανθεκτικές στην πενικιλίνη μορφές. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα η πενικιλίνη να μην έχει πια την αποτελεσματικότητα που είχε στο παρελθόν και ίσως να μπορούσε να θεωρηθεί ξεπερασμένο, παρά το γεγονός ότι αποτέλεσε σταθμό στην εποχή της.
- Σύμφωνα με τη Δαρβινική θεωρία, όλοι οι οργανισμοί εξελίσσονται, έτσι και τα βακτήρια ανέπτυξαν μηχανισμούς ανθεκτικότητας στην πενικιλίνη με αποτέλεσμα να μην θεωρείται ισχυρό αντιβιοτικό.
- Η πενικιλίνη εισήχθη στην κλινική πρακτική το 1929, οπότε είναι λογικό μέσα σε τόσα χρόνια, λόγω εξελικτικής πίεσης και με το μηχανισμό της φυσικής επιλογής τα βακτήρια να ανέπτυξαν ανθεκτικότητα.

Ερώτηση 3

Υπάρχουν πολυάριθμα φίδια που ζουν στις ερήμους των νοτιοδυτικών ΗΠΑ και συγκεκριμένα στην Αριζόνα. Αρκετά από αυτά τα φίδια έχουν κόκκινες, μαύρες και κίτρινες ρίγες που εύκολα διακρίνονται από το περιβάλλον στο οποίο μένουν. Ένα από τα φίδια παράγει ισχυρό δηλητήριο και ο έντονος χρωματισμός του λειτουργεί ως ένα προειδοποιητικό σημάδι από τους δυνητικούς θηρευτές. **Αξίζει να σημειωθεί ότι τα ακίνδυνα θηράματα αυτού του οικοτόπου μοιάζουν με τα επικίνδυνα θηράματα. Γιατί όμως αυτά τα είδη μοιάζουν τόσο πολύ;**

Ταξινομείστε τις παρακάτω απαντήσεις ξεκινώντας από την πιο πειστική (1) και καταλήγοντας στη λιγότερο πειστική (6) κατά τη γνώμη σας.

- Αυτά τα είδη μοιάζουν χρωματικά τόσο πολύ μεταξύ τους επειδή έχουν εξελιχθεί με το μηχανισμό της φυσικής επιλογής. Η φυσική επιλογή μπορεί να διαμορφώσει τα χαρακτηριστικά ενός πληθυσμού κατά τη διάρκεια του χρόνου, εξαφανίζοντας χαρακτηριστικά που δεν είναι ευνοϊκά σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον και αυξάνοντας τη συχνότητα των χαρακτηριστικών που προσφέρουν πλεονέκτημα επιβίωσης και αναπαραγωγής.
- Ο λόγος είναι ότι με αυτόν τον τρόπο αποκτούν ένα πλεονέκτημα επιβίωσης στις ερήμους της Αριζόνας. Η παρουσία των θηρευτών λειτουργεί ως η κύρια εξελικτική πίεση στο περιβάλλον της ερήμου. Αυτού του είδους ο χρωματισμός είναι προσαρμογή που μπορεί να λειτουργήσει προστατευτικά έναντι των θηρευτών λόγω της φυσικής επιλογής. Η φυσική επιλογή μπορεί να διαμορφώσει τα χαρακτηριστικά ενός πληθυσμού κατά τη διάρκεια του χρόνου. Συνεπώς, είδη με το κίτρινο, μαύρο και κόκκινο μοτίβο χρωμάτων έχουν ένα πλεονέκτημα επιβίωσης σε σύγκριση με τα είδη χωρίς αυτό τον τύπο χρωματισμού επειδή οι θηρευτές ξέρουν να μένουν μακριά από τα φίδια με αυτά τα έντονα χρώματα. Αν τα ακίνδυνα θηράματα δεν έμοιαζαν χρωματικά με το δηλητηριώδες είδος, οι πληθυσμοί τους θα ήταν εξαιρετικά μειωμένοι λόγω αυξημένης κατανάλωσής τους από τους θηρευτές!
- Αυτά τα είδη μοιάζουν τόσο πολύ λόγω ύπαρξης εξελικτικής πίεσης και δράσης της φυσικής επιλογής, του μηχανισμού, δηλαδή, που εξήγησε ο Δαρβίνος.
- Στις ερήμους της Αριζόνας οι θηρευτές των φιδιών αποτελούν τον κυριότερο παράγοντα του περιβάλλοντος που καθορίζει την εξέλιξη του χρώματος αυτών των φιδιών. Όλα τα μη δηλητηριώδη είδη έχουν λοιπόν παρόμοια χρώματα μεταξύ τους αλλά και με το δηλητηριώδες φίδι γιατί με αυτόν τον τρόπο επιβιώνουν καλύτερα στις ερήμους της Αριζόνας. Τα μη δηλητηριώδη είδη, διαμέσου της φυσικής επιλογής απέκτησαν το συγκεκριμένο χρωματισμό, αφού αυτός ο χρωματισμός τα προφυλάσσει αποτελεσματικότερα από τη δράση των θηρευτών.
- Αυτά τα είδη έχουν ένα παρόμοιο χρωματικό μοτίβο μεταξύ τους αλλά και με το δηλητηριώδες φίδι γιατί με αυτόν τον τρόπο μπορούν να επιβιώνουν ευκολότερα και να αναπαράγονται περισσότερο στις ερήμους της Αριζόνας, όπου οι θηρευτές αποτελούν τον πιο καθοριστικό παράγοντα για την εξέλιξη του χρωματισμού των φιδιών.
- Αυτά τα τέσσερα διαφορετικά είδη μοιάζουν τόσο πολύ λόγω ύπαρξης κοινών περιβαλλοντικών επιδράσεων και δράσης της φυσικής επιλογής. Σίγουρα, όμως, σημαντικό ρόλο παίζει και το γεγονός ότι έχουν έναν κοινό πρόγονο.

ΜΕΡΟΣ II: Η αμφισβήτηση ενός επιχειρήματος

Ερώτηση 4

Ο Κώστας μελετώντας την εξέλιξη των ομόλογων δομών διατυπώνει το εξής επιχειρήμα στον συμφοιτητή του Δημήτρη: «Οι ομόλογες δομές που συναντώνται σε διαφορετικούς μορφολογικά οργανισμούς προέκυψαν λόγω αλλαγών στο περιβάλλον μέσα στο οποίο διαβίει ο κάθε οργανισμός. Το περιβάλλον προκάλεσε τη διαφορετική μορφολογία των ομόλογων δομών». Τότε ο Δημήτρης του απαντά: «Δεν συμφωνώ επειδή.....»

Ταξινομήστε τα παρακάτω επιχειρήματα ξεκινώντας από το πιο πειστικό (1) και καταλήγοντας στο λιγότερο πειστικό (6) κατά τη γνώμη σας.

- Η διαφορετική μορφολογία των ομόλογων δομών δεν προκλήθηκε από το περιβάλλον. Το περιβάλλον απλά ανέδειξε τους πιο εύρωστους οργανισμούς δηλαδή τους οργανισμούς με τη μεγαλύτερη προσαρμοστική ικανότητα. Οι ομόλογες δομές είναι αποτέλεσμα της εξελικτικής πίεσης και της φυσικής επιλογής που αποτελεί τον μηχανισμό μέσω του οποίου δρα η εξέλιξη στους οργανισμούς. Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των οργανισμών που επιβιώνουν είναι και αυτά που επικρατούν στον πληθυσμό. Αν ίσχυε αυτό που λες δεν θα υπήρχαν είδη υπό εξαφάνιση. Κάθε φορά που θα άλλαζε το περιβάλλον, τα είδη θα μεταβάλλονταν και θα επιβίωναν.
- Οι ομόλογες δομές προέκυψαν λόγω του γεγονότος ότι το περιβάλλον ευνόησε τους οργανισμούς που διέθεταν ένα σύνολο χαρακτηριστικών που τους επέτρεπαν να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν με μεγαλύτερη συχνότητα σε σύγκριση με οργανισμούς που δεν διέθεταν αυτό το σύνολο χαρακτηριστικών. Σκέψου πόσα είδη που δεν κατάφεραν να προσαρμοστούν εξαφανίστηκαν.
- Οι ομόλογες δομές είναι αποτέλεσμα της φυσικής επιλογής. Δηλαδή, οφείλονται στην εξέλιξη που υπέστησαν οι οργανισμοί στα διαφορετικά περιβάλλοντα μέσω του μηχανισμού της φυσικής επιλογής που εξαφανίζει τα μη ευνοϊκά για την επιβίωση χαρακτηριστικά και αντίθετα αναδεικνύει τα χαρακτηριστικά εκείνα που προσφέρουν αυξημένο πλεονέκτημα επιβίωσης και αναπαραγωγής στους οργανισμούς.
- Αν ίσχυε αυτό που λες δεν θα υπήρχαν είδη υπό εξαφάνιση. Κάθε φορά που θα άλλαζε το περιβάλλον, τα είδη θα μεταβάλλονταν, θα προσαρμόζονταν και θα επιβίωναν. Σκέψου πόσα είδη που δεν κατάφεραν να προσαρμοστούν εξαφανίστηκαν.
- Το περιβάλλον δεν προκαλεί άμεσα και ενεργητικά τις αλλαγές, απλά αποτελεί το υλικό πάνω στο οποίο δρα η φυσική επιλογή.
- Σκέφτηκες μήπως ότι μπορεί η ύπαρξη ομόλογων δομών να οφείλεται απλά στο γεγονός πως τα είδη αυτά προέρχονται από κοινό πρόγονο; Δεν πρέπει να εξετάζουμε τα πράγματα μονόπλευρα!

Ερώτηση 5

Η Μαρίνα μελετά την ανθεκτικότητα σε αντιβιοτικά που εμφανίζουν ορισμένοι μικροοργανισμοί και διατυπώνει τον εξής ισχυρισμό: «Τα αντιβιοτικά προκαλούν τις μεταλλάξεις στα βακτήρια και επομένως τα βακτήρια μπορούν και επιβιώνουν. Για αυτόν το λόγο το φαινόμενο είναι πιο έντονο στα νοσοκομεία και τις εντατικές μονάδες των νοσοκομείων». Η συμφοιτήτριά της Δέσποινα δε συμφωνεί μαζί της και της απαντά: «Δεν συμφωνώ επειδή.....»

Ταξινομείστε τα παρακάτω επιχειρήματα ξεκινώντας από το πιο πειστικό (1) και καταλήγοντας στο λιγότερο πειστικό (6) κατά τη γνώμη σας.

- Οι μεταλλάξεις ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά γίνονται τυχαία στο γενετικό υλικό των βακτηρίων και είναι ανεξάρτητες από την παρουσία ή μη αντιβιοτικού. Παρουσία όμως του αντιβιοτικού, τα μη ανθεκτικά σε αυτό βακτήρια μειώνονται δραστικά ή εξαφανίζονται ενώ, αντίθετα, τα ανθεκτικά βακτήρια επιβιώνουν και πολλαπλασιάζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό.

- Η ανθεκτικότητα των βακτηρίων υπήρχε και πριν την είσοδο του αντιβιοτικού στο περιβάλλον. Παρουσία όμως του αντιβιοτικού, τα ανθεκτικά σε αυτό βακτήρια επιβιώνουν και πολλαπλασιάζονται σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από ότι τα μη ανθεκτικά. Το αίτιο λοιπόν της βακτηριακής ανθεκτικότητας δεν είναι τα αντιβιοτικά. Επιπλέον, όσον αφορά τις εντατικές ένας ακόμη λόγος που ενισχύει το δυσάρεστο φαινόμενο, είναι το γεγονός ότι πρόκειται για αποστειρωμένα περιβάλλοντα, οπότε αν υπάρχει ένα ανθεκτικό σε ένα αντιβιοτικό βακτήριο, δεν έχει ανταγωνισμό από τα μη ανθεκτικά υπόλοιπα βακτήρια. Σύμφωνα με το δικό σου ισχυρισμό κάθε φορά που μας χορηγείται αντιβιοτικό, θα πρέπει τα προκαλεί μεταλλάξεις, οπότε δεν θα μας κάλυπτε σε επόμενη χορήγηση, αυτό όμως δεν ισχύει.
- Τις μεταλλάξεις δεν τις προκαλούν τα αντιβιοτικά, απλά τα αντιβιοτικά αναδεικνύουν τα βακτήρια που είναι ήδη ανθεκτικά σε κάποιο αντιβιοτικό αφού η ανθεκτικότητα των βακτηρίων υπήρχε, ανεξάρτητα και πριν την είσοδο του αντιβιοτικού στο περιβάλλον. Άλλωστε σε σχετικά πειράματα δεν αποδείχτηκε πως τα αντιβιοτικά μπορούν πράγματι να προκαλέσουν κάποιου είδους μετάλλαξη στο γενετικό υλικό των βακτηρίων.
- Η ανθεκτικότητα στα αντιβιοτικά υπάρχει ανεξάρτητα από την παρουσία ή μη αντιβιοτικού. Παρουσία όμως αντιβιοτικού αναδεικνύεται.
- Σκέφτηκες μήπως εξετάζεις το θέμα μονόπλευρα και δεν μπορείς να δεις πως υπάρχουν και άλλες απόψεις, πολύ λογικές, που διαφωνούν με τη δική σου; Αν τα αντιβιοτικά μπορούσαν να προκαλέσουν μεταλλάξεις στο γενετικό υλικό των βακτηρίων δεν θα υπήρχε κίνδυνος να προκαλούν μεταλλάξεις και στο δικό μας DNA;
- Αν είχες δίκιο θα έπρεπε κάθε φορά που μας χορηγείται αντιβιοτικό να δημιουργούνται ανθεκτικά βακτήρια εξ αιτίας του, οπότε δεν θα μας κάλυπτε σε επόμενη χορήγηση, θα ήταν άχρηστο. Αυτό όμως δεν ισχύει. Επίσης θα είχε αποδειχτεί και πειραματικά πως τα αντιβιοτικά προκαλούν μεταλλάξεις, κάτι που επίσης δεν έχει συμβεί.

Ερώτηση 6

Ο Γιώργος συζητώντας με τον Νίκο για την εξέλιξη του μήκους του λαιμού στις καμηλοπαρδάλεις διατύπωσε το εξής επιχειρήμα: «Είναι γνωστό ότι παλιά οι καμηλοπαρδάλεις είχαν κοντό λαιμό, ενώ τώρα ψηλό λαιμό. Ο λόγος είναι ότι τα κοντά δέντρα από τα οποία τρέφονταν έχασαν τα φύλλα τους και τότε οι καμηλοπαρδάλεις αναγκάστηκαν να τεντώνουν τον λαιμό τους και για αυτόν το λόγο κατέληξαν να έχουν σήμερα ψηλό λαιμό». Τότε ο Νίκος του απάντησε: «Δεν συμφωνώ επειδή.....»

Ταξινομήστε τα παρακάτω επιχειρήματα ξεκινώντας από το πιο πειστικό (1) και καταλήγοντας στο λιγότερο πειστικό (6) κατά τη γνώμη σας.

- Πάντοτε υπήρχαν καμηλοπαρδάλεις και με ψηλό και με κοντό λαιμό. Τα κληρονομικά χαρακτηριστικά των οργανισμών είναι γενετικά προκαθορισμένα και δεν μεταβάλλονται αναλόγως της χρήσης. Απλά, όταν τα κοντά δέντρα έχασαν τα φύλλα τους, μόνο αυτές με μακρύ λαιμό έφταναν τα ψηλά δέντρα να τραφούν κι έτσι να μπορούν να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν. Συνεπώς, μόνο αυτές επιβίωσαν τελικά κι έτσι τα χαρακτηριστικά τους διατηρήθηκαν στον πληθυσμό σε αντίθεση με το χαρακτηριστικό «κοντός λαιμός» που εξαφανίστηκε.

Αν ίσχυε αυτό που λες εσύ, τότε καθώς εμφανίζονταν πιο ψηλά δέντρα ο λαιμός τους συνεχώς θα γινόταν μακρύτερος, ενώ δεν συμβαίνει κάτι τέτοιο.

- Δεν είναι λογικό να μεγαλώνει ο λαιμός της καμηλοπάρδαλης επειδή τον τεντώνει, πόσο μάλλον να κληροδοτεί αυτή την αλλαγή στους απογόνους της. Αν ίσχυε αυτό που λες, τότε καθώς εμφανίζονταν πιο ψηλά δέντρα ο λαιμός τους συνεχώς θα γινόταν μακρύτερος, ενώ δεν συμβαίνει κάτι τέτοιο.
- Το μήκος του λαιμού στις καμηλοπάρδαλεις εμφάνιζε πάντα ποικιλομορφία. Υπήρχε λαιμός ποικίλου μήκους, από μικρό έως αρκετά μεγάλο. Απλά, όσο μειωνόταν η τροφή στα χαμηλά κλαδιά των δέντρων και όσο αυξανόταν ο ανταγωνισμός για την τροφή, οι καμηλοπάρδαλεις με μακρύτερο λαιμό είχαν πλεονέκτημα επιβίωσης αφού μπορούσαν να τραφούν από τα ψηλότερα φύλλα σε αντίθεση με αυτές με κοντύτερο λαιμό. Έτσι μπορούσαν να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν με μεγαλύτερη συχνότητα.
- Δεν ισχύει ότι ο λαιμός της καμηλοπάρδαλης μάκρυνε με τα χρόνια λόγω της χρήσης, αφού σε προγονικό είδος καμηλοπάρδαλης υπήρχαν καμηλοπάρδαλεις με μακρύ και με κοντό λαιμό. Υπήρχε ποικιλομορφία.
- Πάντοτε υπήρχαν καμηλοπάρδαλεις με ποικίλου μήκους λαιμό, ψηλό και κοντό. Δεν καθορίζει η χρήση τα κληρονομικά χαρακτηριστικά των οργανισμών αλλά το γενετικό υλικό τους. Ένα χαρακτηριστικό που μπορεί να αποκτήσει ένας οργανισμός λόγω «συγκεκριμένης χρήσης» ονομάζεται επίκτητο και δεν μπορεί να κληροδοτηθεί στους απογόνους του. Τα χαρακτηριστικά των οργανισμών αναδιαμορφώνονται μέσα στο χρόνο από την εξελικτική πίεση που δρα μέσω της φυσικής επιλογής.
- Σου φαίνεται πράγματι λογικό να κληροδοτούνται στους απογόνους χαρακτηριστικά που δεν είναι γενετικά καθορισμένα; Τότε οι γιοι των πυγμαίων θα έπρεπε να γεννιούνται όλοι με αναπτυγμένους μυς!

ΜΕΡΟΣ III: Συζήτηση στην τάξη και επιχειρηματολογία στις Φυσικές Επιστήμες /Βιολογία.

6. Ποια είναι τα διάφορα είδη δραστηριοτήτων που θα χρησιμοποιούσατε για να ενθαρρύνετε την επιστημονική συζήτηση μέσα στην τάξη σας; Μπορείτε να σημειώσετε περισσότερες από μία επιλογές.

- Ομαδική δουλειά
 - Εργασία σε ζευγάρια (2 άτομα)
 - Συζήτηση ζευγαριών
 - Ομαδική συζήτηση
 - Ανοιχτή συζήτηση
 - debate (αντιπαράθεση)\
 - Παιχνίδι ρόλων
 - Πρακτική εξάσκηση
 - Πείραμα
 - Διάλεξη
 - Άλλες δραστηριότητες (αναφέρατε):
-

7. Ποια πιστεύετε ότι πρέπει να είναι η συμμετοχή των μαθητών στο μάθημα μέσα στην τάξη των φυσικών επιστημών/Βιολογίας;

- Σε κάθε μάθημα

- Συχνά
- Μερικές φορές
- Σπάνια
- Ποτέ
- Άλλο

(αναφέρατε):

8. Πόσο συχνά πρέπει να χρησιμοποιείται η επιχειρηματολογία κατά τη διάρκεια των μαθημάτων φυσικών επιστημών/Βιολογίας;

- Ποτέ
- Σπάνια
- Μερικές φορές
- Μία φορά την εβδομάδα
- Σε κάθε μάθημα
- Άλλα

(αναφέρατε):

9. Θα χρησιμοποιούσατε την επιχειρηματολογία στην τάξη;

- Ναι
- Όχι

Αν ναι, ποιους τύπους δραστηριοτήτων θα χρησιμοποιούσατε κατά τη διάρκεια των μαθημάτων;

- Ομαδική δουλειά
- Εργασία σε ζευγάρια (2 άτομα)
- Συζήτηση ζευγαριών
- Ομαδική συζήτηση
- Άνοιγμα συζήτησης
- debate (αντιπαράθεση)
- Παιχνίδι ρόλων
- Πρακτική εξάσκηση
- Πείραμα
- Διάλεξη
- Άλλες δραστηριότητες

(αναφέρατε):

10. Πώς νομίζετε ότι νιώθουν οι μαθητές όταν χρησιμοποιείτε την ομαδική δουλειά για να υποστηρίξετε την επιχειρηματολογία στην τάξη;

- Ενθουσιώδεις
- Απογοητευμένοι
- Νιώθουν βαρετά
- Αδιαφορία (απρόθυμοι)
- Άλλο

(αναφέρατε):

11. Ποιο νομίζετε/εκτιμάτε ότι θα μπορούσε να είναι το μέσο επίπεδο συμμετοχής των μαθητών σε δραστηριότητες συζήτησης στα μαθήματα φυσικών επιστημών /Βιολογίας;

- 100%
- 75%
- 50%
- 25%