

Μέρος Γ

Η διδασκαλία της
θεωρίας της εξέλιξης

Γνωστικά εμπόδια για τη μάθηση και την αποδοχή της θεωρίας της εξέλιξης

Βασιλική Ζόγκτζα

Καθηγήτρια, Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία
Πανεπιστήμιο Πατρών

1 Εισαγωγή

Η διδακτική της εξελικτικής βιολογίας παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τους ερευνητές, αφού οι εμπλεκόμενοι παράγοντες που πρέπει να διερευνηθούν και να ληφθούν υπ' όψη στην οργάνωση αποτελεσματικών για τη μάθηση εκπαιδευτικών περιβαλλόντων είναι πολλοί και απαιτητικοί. Πέρα από την επιστημολογική ανάλυση του θέματος που βοηθά στον προσδιορισμό των εμπλεκόμενων εννοιών που αναπτύχθηκαν στην πορεία επιστημονικής αναζήτησης της εξήγησης της εξέλιξης των ειδών, απαιτείται και η ενδελεχής γνώση των εξωτερικών (κοινωνικών) και εσωτερικών (γνωστικών) παραγόντων που επηρεάζουν τη μάθηση στη γνωστική αυτή περιοχή (Ζόγκτζα, 2007· 2009).

Θεωρούμε ότι η διαισθητική αντίληψη σχετικά με την προέλευση και την εξέλιξη των έμβιων όντων επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την κατανόηση της θεωρίας της εξέλιξης των ειδών, αλλά και την αποδοχή της ψυχολογικά και κοινωνικά. Το μεγαλύτερο μέρος της σχετικής έρευνας επικεντρώνεται σε μικρής ηλικίας παιδιά, τότε που αυτά μπορούν να εκφράσουν τις διαισθητικές τους αντιλήψεις πριν από την έκθεσή τους σε εξωτερικούς παράγοντες όπως η εκπαίδευση. Όσο περισσότερα γνωρίζουμε για τις διαισθητικές αντιλήψεις πάνω σε αυτό το θέμα, τόσο καλύτερα μπορούμε να κατανοήσουμε την αντίσταση των μαθητών να υιοθετήσουν τα σχετικά επιστημονικά μοντέλα και βασικές έννοιες της θεωρίας της εξέλιξης, όπως η φυσική επιλογή, η ποικιλότητα και η ειδογένεση. Άλλωστε, είναι γνωστό ότι αν δεν αντιμετωπιστούν τα γνωστικά εμπόδια των μαθητών έγκαιρα από την εκπαίδευση, συνεχίζουν να παραμένουν στην σκέψη των μαθητών ως ένας επιτυχής για αυτούς τρόπος σκέψης.

Στο άρθρο αυτό περιγράφουμε τα γνωστικά εμπόδια στην εξελικτική σκέψη που έχουν διαπιστωθεί τόσο από έρευνες της γνωστικής ψυχολογίας όσο και διδακτικής της βιολογίας, με τελικό σκοπό να εισηγηθούμε τις παραμέτρους ενός μαθησιακού περιβάλλοντος που θα μπορούσε να αντιμετωπίσει τις γνωστικές προκαταλήψεις. Τρία είδη γνωστικών παραγόντων φαίνεται ότι επιδρούν αρνητικά στην κατανόηση της θεωρίας της εξέλιξης: ο ουσιολογισμός, η τελεολογία και η αιτιότητα από πρόθεση.

2 Ο ουσιολογισμός ως γνωστικό εμπόδιο

Η θέση του διαισθητικού ουσιολογισμού έχει διατυπωθεί από αρκετούς ψυχολόγους (Gelman & Markman, 1986· Medin & Ortony, 1989· Gelman, 2003· Medin & Atran, 2004) ως η τάση των ανθρώπων όλων των ηλικιών και όλων των πολιτισμών να πιστεύουν ότι τα είδη των φυσικών οντοτήτων διαθέτουν μια υποκείμενη, αόρατη ουσία, μια κρυμμένη δύναμη που τους προσδίδει την εξωτερική εμφάνιση και συμπεριφορά. Ακόμη, πιστεύουν ότι αυτή η ουσία συνδέεται, πιθανόν με κάποιο αιτιώδη τρόπο, με τα επιφανειακά χαρακτηριστικά που συνήθως χρησιμοποιούν στην κατάταξη ενός παραδείγματος είδους σε μια κατηγορία, και ότι η ουσία αυτή παραμένει η ίδια ακόμη και αν αυτά τα επιφανειακά χαρακτηριστικά αλλάζουν (Keil, 1989· Rosengren, Gelman, Kalish & McCormick, 1991).

Για τα βιολογικά είδη, οι άνθρωποι ήδη από την ηλικία των 4 χρόνων πιστεύουν ότι τα μέλη ενός είδους έχουν κοινά χαρακτηριστικά τόσο άμεσα παρατηρήσιμα όσο και μη παρατηρήσιμα (Gelman & Markman, 1986), ότι η προέλευση ενός ατόμου (ποιοι ήταν οι γονείς του) προσδιορίζει την «ουσία» του και κατά συνέπεια ότι τα μέλη ενός είδους κατέχουν ένα εσωτερικό δυναμικό να αναπτύξουν τα ίδια χαρακτηριστικά (Gelman & Wellman, 1991). Τέτοιες πεποιθήσεις έχουν παρατηρηθεί σε παιδιά από τη βόρεια Αμερική, παιδιά της φυλής Yukatek Maya και παιδιά από τη Βραζιλία (Atran, Medin, Lynch, Varnarsky, Ucan Ek', & Sousa, 2001· Sousa, Atran & Medin, 2002). Με άλλα λόγια, ο βιολογικός ουσιολογισμός αποτελεί ένα εναλλακτικό πλαίσιο κατανόησης της αναπαραγωγής και της κληρονομικότητας των οργανισμών, που φαίνεται να είναι ισχυρό σε όλη την ανάπτυξη και που η εγκατάλειψή του παρουσιάζει ιδιαίτερη δυσκολία. Όπως δηλώνουν οι Sinatra, Brem & Evans (2008): «Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι οι άνθρωποι βρίσκουν την εξέλιξη – που αλλάζει ένα είδος οργανισμού σε ένα άλλο – εντελώς απίθανη. Και ακόμη και αν θέλουμε να δεχθούμε ότι αυτό συμβαίνει, το μυαλό μας δεν σκέφτεται έτσι. Δεν είναι εύκολο να βλέπεις τον κόσμο με τα γυαλιά της εξέλιξης μόνο».

Πράγματι, σε μια ενδιαφέρουσα εργασία του Andrew Shtulman (2006) φαίνεται ότι η ουσιολογιστική σκέψη μπορεί να έχει επιπτώσεις στον τρόπο που οι

άνθρωποι κατανοούν την εξέλιξη: «Εφαρμοζόμενος στη μελέτη της βιολογικής προσαρμογής, ο ουσιολογισμός οδήγησε τους πρώτους θεωρητικούς της εξέλιξης να διαπράξουν αυτό που ο Gould (1996) αποκαλεί «απάτη της συγκεκριμενοποίησης της θεωρητικής έννοιας της ποικιλότητας», ή την τάση να αναγάγουν ένα μόνο ιδανικό ή μέσο όρο ως την «ουσία» ενός συστήματος και να υποτιμούν ή να αγνοούν την ποικιλία μεταξύ των ατόμων που αποτελούν ολόκληρο τον πληθυσμό. Οι θεωρητικοί αυτοί εξήγησαν την εξέλιξη ως την πορεία με την οποία η «ουσία» ενός είδους μετασχηματίζεται με το χρόνο και πρότειναν μια σειρά από μηχανισμούς μετασχηματισμού της «ουσίας», όπως την κληρονομικότητα των επίκτητων χαρακτήρων (Lamarck, 1809), το ξεδίπλωμα ενός προ-προγραμματισμένου σχεδίου (Chambers, 1844), την ανακεφαλαίωση της οντογένεσης (recapitulation of ontogeny) (Haeckel, 1876), την επιτάχυνση της αύξησης (Cope, 1896), τη χημική δομή του πρωτοπλάσματος (Berg, 1926), τις ιδιότητες της οργανικής ύλης (Eimer, 1898), τις προθετικές ιδιότητες των ευφυών συστημάτων (Butler, 1916) και τέλος τη ζωτική δύναμη (Bergson, 1911)” (σελ. 40).

Οι παραπάνω θέσεις αποτελούν τις θεωρίες μετασχηματιστικής (transformational) εξέλιξης των προγενέστερων και των σύγχρονων του Δαρβίνου επιστημόνων (Shtulman, 2006), θέσεις που ξεπεράστηκαν από το Δαρβίνο, ο οποίος εστίασε στις ατομικές διαφορές μεταξύ των μελών του ίδιου και πολύ σχετικών ειδών και οδηγήθηκε να επινοήσει μια θεωρία ποικιλομορφικής (variational) εξέλιξης (σύμφωνα με τον Mayr, 2001). Στο άρθρο του Shtulman (2006), η διαφορά των δυο θέσεων παρουσιάζεται με το παράδειγμα της εξέλιξης του σκουρότερου χρωματισμού της νυχτοπεταλούδας *Biston betularia*, ο οποίος μπορεί να προέκυψε εξαιτίας της ρύπανσης που προέκυψε από τη Βιομηχανική Επανάσταση (Hooper, 2002). Μια παρατηρούμενη περίπτωση εξέλιξης εξηγείται διαφορετικά από τους υποστηρικτές της μετασχηματιστικής εξέλιξης και της ποικιλομορφικής εξέλιξης. Ενώ οι υποστηρικτές της ποικιλομορφικής εξέλιξης θα εξηγούσαν την αλλαγή χρησιμοποιώντας δυο διαδικασίες (μεταλλαγή και επιλογή) που λειτουργούν σε επίπεδο ατόμων, οι υποστηρικτές της μετασχηματιστικής εξέλιξης θα την εξηγούσαν με μια μόνο διαδικασία που λειτουργεί στο επίπεδο της «ουσίας» του είδους.

Συγκεκριμένα, οι υποστηρικτές της ποικιλομορφικής εξέλιξης αντιλαμβάνονται την προσαρμογή ως πορεία δυο βημάτων. Πρώτον, οι τυχαίες μεταλλαγές και ο φυλετικός ανασυνδυασμός παράγουν ατομικές διαφορές μεταξύ των μελών του ίδιου είδους. Δεύτερον, κάποιες από αυτές τις ατομικές διαφορές διατηρούνται και κάποιες άλλες εξαλείφονται, με βάση τη χρησιμότητά τους στην επιβίωση και την αναπαραγωγή. Οι υποστηρικτές της μετασχηματιστικής εξέλιξης από την άλλη μεριά, συμπύσσουν αυτές τις δυο πορείες σε μια: πιστεύεται ότι οι οργανισμοί φέρουν απογόνους που είναι καλύτερα προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον από όσο είναι οι ίδιοι, επειδή η «ουσία» που είναι κοινή για όλα τα μέλη ενός είδους μετασχηματίζεται συνεχώς

από τη μια γενιά στην άλλη, οδηγώντας σε ολοένα και περισσότερο προσαρμοζόμενο χρώμα. Αυτή η πορεία «μετασχηματισμού της ουσίας» συνεπάγεται μια δευτερογενή πορεία, κατά την οποία αλλαγές στην «ουσία» ενός είδους εμφανίζονται στα μέλη του είδους.

Εν κατακλείδι, οι άνθρωποι έχουν την προδιάθεση να αποδίδουν «ουσία» στα είδη, και αυτή ήταν ενδεχομένως μια αιτία που ώθησε τους πρώτους εξελικτικούς θεωρητικούς να εξηγήσουν την εξέλιξη ως μετασχηματισμό της «ουσίας» ενός είδους. Στην έρευνα του Shtulman, επιχειρήθηκε να απαντηθεί το ερώτημα αν και οι σημερινοί μαθητές έχουν την προδιάθεση να εξηγούν την εξέλιξη με το μετασχηματισμό της «ουσίας» ενός είδους. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι μαθητές του Λυκείου και σπουδαστές Κολλεγίου δίνουν απαντήσεις που εντάσσονται στη θεωρία του μετασχηματισμού, προκειμένου να εξηγήσουν την προέλευση των ειδών και την προσαρμογή, αποτελέσματα που είναι υπέρ της υπόθεσης ότι η γνωστική ανάπτυξη ακολουθεί παράλληλα στάδια, τουλάχιστον τα πρώτα, με αυτά της ιστορίας της επιστήμης.

3 Η τελεολογία και η αιτιότητα από πρόθεση ως γνωστικά εμπόδια

Τα παιδιά συνήθως πιστεύουν ότι όλα τα πράγματα, φυσικές οντότητες και τεχνουργήματα, βιολογικές και μη βιολογικές οντότητες, υπάρχουν και έχουν γίνει για ένα σκοπό (Kelemen 1999a, 1999b, 1999c). Για παράδειγμα, τείνουν να πιστεύουν ότι «τα ζώα έχουν μάτια γιατί χρειάζεται να βλέπουν», «τα πουλιά έχουν φτερούγες για να πετούν» και τα λιοντάρια υπάρχουν «για να πηγαίνουμε στο ζωολογικό κήπο» ή «οι βράχοι είναι μυτεροί για να προστατεύονται οι ίδιοι από χτυπήματα ζώων» και «τα σύννεφα υπάρχουν για να δίνουν βροχή». Σε συμφωνία με την άποψη ότι από πολύ νωρίς οι τελεολογικές παραδοχές ελέγχουν το συλλογισμό μας για τα έμβια όντα, υπάρχουν μελέτες που έχουν δείξει ότι τα μικρά παιδιά προσέχουν μάλλον τις κοινές λειτουργικές προσαρμογές παρά τη συνολική εμφάνιση των ζώων, όταν τα ταξινομούν σε κατηγορίες (Kelemen, 2003). Αυτό το είδος συλλογισμού διατηρείται και στους ενήλικες και αφορά κυρίως τα έμβια όντα. Έτσι, και τα παιδιά και οι ενήλικες είναι πιθανότερο να βρίσκουν τις εξηγήσεις ύπαρξης των έμβιων όντων με βάση ένα σχέδιο σκοπού περισσότερο πιθανές από τις εξηγήσεις με βάση τη θεωρία της εξέλιξης.

Ο τελεολογικός συλλογισμός σχετίζεται στενά με το συλλογισμό της αιτιότητας από πρόθεση, δηλ. την τάση να δεχόμαστε ότι τα γεγονότα όχι μόνον έχουν ένα σκοπό, αλλά και ότι μπορεί να προκαλούνται από κάποια ευφυή οντότητα με πρόθεση. Το στοιχείο αυτό, κάνει τις απόψεις του δημιουργισμού ή του ευφυούς σχεδιασμού πολύ δελεαστικές και εύκολα αποδεκτές (Evans, 2000,

2001· 2008). Το πρόβλημα ενισχύεται εξαιτίας της τελεολογικής γλώσσας που χρησιμοποιείται στις συζητήσεις για την εξέλιξη (ακόμη και ο ίδιος ο Δαρβίνος χρησιμοποίησε τελεολογικές εκφράσεις). Οι διαισθητικές απόψεις των παιδιών μπορεί να είναι πράγματι δημιουργιστικές, τουλάχιστον σε κάποιες ηλικίες. Σύμφωνα με σχετικές έρευνες (Kelemen, 2004· Kelemen & DiYanni, 2005), τα παιδιά απαντούν ότι υπάρχει «κάποιος» που δημιούργησε την πρώτη οντότητα κάθε κατηγορίας οντοτήτων (τεχνουργήματα, βιολογικές οντότητες και μη βιολογικές φυσικές οντότητες).

Η Margaret Evans διερεύνησε τις πεποιθήσεις παιδιών σε χριστιανικές φονταμενταλιστικές και μη οικογένειες και βρήκε μια ενδιαφέρουσα συσχέτιση. Παιδιά κάτω των 8 ετών σε φονταμενταλιστικές οικογένειες έχουν την τάση να είναι αυστηρά δημιουργιστές: πιστεύουν ότι μια ευφυής οντότητα μη ανθρώπινης υπόστασης (Θεός) δημιούργησε τα ζώα όπως είναι τώρα. Αντίθετα, παιδιά ίδιας ηλικίας σε μη φονταμενταλιστικές οικογένειες έχουν πεποιθήσεις που η Evans περιγράφει ως ένα μείγμα δημιουργισμού και παραγωγισμού ("generationist"), όπως για παράδειγμα ότι «τα πρώτα χελιδόνια προήλθαν από τα αυγά». Επιπλέον, σύμφωνα με την Evans, μεταξύ των ηλικιών 8 και 10 ετών, τα παιδιά είναι αυστηρά δημιουργιστές ανεξάρτητα από το είδος της οικογένειάς τους. Μετά όμως τα 11 χρόνια, παιδιά από φονταμενταλιστικές οικογένειες έχουν την τάση να είναι αυστηρά δημιουργιστές, ενώ παιδιά από μη φονταμενταλιστικές οικογένειες έχουν την τάση να είναι εξελικτικοί. Έτσι φαίνεται ότι η εκπαίδευση, μπορεί στα μεγαλύτερα παιδιά να υπερπηδήσει τα δημιουργιστικά εμπόδια, αλλά μόνον αν αυτή η εκπαίδευση είναι σε σύμπνοια με την οικογενειακή αγωγή.

Σε μια δική μας έρευνα για τις ιδέες των μαθητών Γυμνασίου για την εξέλιξη, διερευνήσαμε μεταξύ άλλων το ερώτημα των ειδών των εξηγήσεων που παρέχονται από τους μαθητές σε εξελικτικά φαινόμενα. Επίσης, στην περίπτωση των τελεολογικών εξηγήσεων των μαθητών, διερευνήσαμε τι ορίζεται ως τελικός σκοπός και αν διατυπώνονται μεταφυσικοί ισχυρισμοί (Kamprourakis & Zogza 2008). Παρά το μεγάλο αριθμό των τελεολογικών εξηγήσεων που δείχνουν τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας (88 από τους 98 μαθητές δίνουν τελεολογική εξήγηση τουλάχιστον μια φορά), η τελεολογία χρησιμοποιείται με συνέπεια από λίγους μαθητές (μόνο 5 μαθητές δίνουν τελεολογικές εξηγήσεις και στα 5 προβλήματα που τους είχαν τεθεί). Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι μαθητές δίνουν και τελεολογικές και εξελικτικές ή άμεσες εξηγήσεις. Στις περισσότερες τελεολογικές εξηγήσεις, ως τελικός σκοπός αναφέρεται η επιβίωση του οργανισμού ή του είδους.

Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται σύμφωνα με τους μαθητές, με τη βοήθεια ή εξωτερικών ή εσωτερικών παραγόντων ή και των δυο. Οι εξωτερικοί παράγοντες είναι συχνά η Φύση, ο Θεός ή και τα δυο: οι προσαρμογές είναι το αποτέλεσμα του σχεδίου ενός γενναιόδωρου παράγοντα (Θεός, Φύση ή και τα δυο) που δρα

προς όφελος των οργανισμών ή των ειδών. Οι εσωτερικοί παράγοντες που αναφέρονται από τους μαθητές ως υπεύθυνοι για τις αλλαγές, είναι οι συνειδητές πράξεις των οργανισμών που άλλαζαν τα χαρακτηριστικά τους ώστε να προσαρμοστούν κατάλληλα στο περιβάλλον.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι μαθητές εκφράζουν ένα είδος βιταλιστικής αιτιότητας, όπου μια άγνωστη ζωτική δύναμη καταφέρνει με κάποιο τρόπο να εξασφαλίζει την επιβίωση των οργανισμών. Αυτές οι περιπτώσεις μπορεί να θεωρηθεί ότι αντιστοιχούν - και ενδεχομένως είναι απόρροια σε ένα βαθμό - των ουσιολογιστικών διαισθητικών αντιλήψεων. Η έννοια της ζωτικής δύναμης είναι παρόμοια με αυτήν μιας απροσδιόριστης «ουσίας» που διατηρεί τους οργανισμούς στη ζωή. Όπως είναι φυσικό, οι μαθητές που χρησιμοποιούν μια τέτοια εξήγηση στη μελέτη μας, δεν δίνουν λεπτομερή στοιχεία για τον τρόπο λειτουργίας αυτής της ζωτικής δύναμης.

4 Επιπτώσεις για την εκπαίδευση στη θεωρία της εξέλιξης

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η θεωρία της εξέλιξης είναι μάλλον δύσκολο να διδαχθεί αποτελεσματικά, επειδή φαίνεται να είναι αντίθετη με τις διαισθητικές εξηγήσεις των παιδιών. Τόσο οι μη τελεολογικές πλευρές των εξελικτικών εξηγήσεων, όσο και η απουσία ανάγκης για έναν ευφυή σχεδιαστή - δημιουργό, φαίνεται να είναι αντίθετες με τις αυθόρμητες απόψεις των παιδιών.

Για μια επιτυχή διδασκαλία που θα διευκολύνει την εννοιολογική αλλαγή από τις διαισθητικές εξηγήσεις των μαθητών στις επιστημονικές εξηγήσεις, θα πρέπει κανείς να πάρει υπ' όψη του πολύ σοβαρά τα ανωτέρω παρουσιασθέντα στοιχεία που αφορούν την τελεολογική, την προθετική και την ουσιολογιστική σκέψη, οι οποίες δρουν ως εμπόδια στην κατανόηση της εξέλιξης.

Όσον αφορά την τελεολογία και την αιτιότητα από πρόθεση, μια πρώτη πρόταση σχετίζεται με τη γλώσσα που χρησιμοποιείται στις εξηγήσεις εξελικτικών φαινομένων και συνιστά αποφυγή της χρήσης ρημάτων που δείχνουν αλλαγή από πρόθεση και βούληση. Λέξεις όπως «σχέδιο», «ανάγκη» και «προσαρμογή» έχουν μια καθημερινή σημασία που αντιβαίνει την επιστημονική σημασία. Μια λύση είναι να αναδείξει κανείς με σαφήνεια αυτή τη σύγκρουση, δίνοντας στους μαθητές παραδείγματα προθετικής εξήγησης και εξελικτικής εξήγησης της προσαρμογής. Ένα τέτοιο παράδειγμα θα μπορούσε να είναι το εξής: «Οι πολικές αρκούδες προσαρμόστηκαν στο αλλαγμένο περιβάλλον τους επειδή (1) ήθελαν να το κάνουν και αποφάσισαν να αλλάξουν, ή (2) επειδή κάποιες πολικές αρκούδες διέθεταν ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό που ήταν πλεονεκτικό σε αυτό το περιβάλλον;».

Οι μαθητές πρέπει να μάθουν να εξηγούν την προέλευση των χαρακτηριστικών με καθαρά νατουραλιστικούς όρους, εφαρμόζοντας σωστά

μερικές κύριες έννοιες της εξελικτικής βιολογίας. Επειδή πολλοί μαθητές βρέθηκαν να αντιλαμβάνονται την εξέλιξη ως μια διαδικασία με σκοπό, έχουμε προτείνει ότι (α) είναι σκόπιμο να βοηθήσουμε τους μαθητές να υπερπηδήσουν τις πρώτες διαισθητικές νοητικές τους παραστάσεις, και (β) να υποστηρίξουμε την οικοδόμηση ενός νέου εξηγητικού πλαισίου της εξέλιξης που θα επιτρέπει τη διατύπωση εκ μέρους τους συνεπών και σταθερών εξηγήσεων για τα εξελικτικά φαινόμενα (Kampourakis and Zogza 2009· βλ. επίσης το κεφάλαιο των Καμπουράκη & Ζόγκζα στον παρόντα τόμο).

Προκειμένου να βοηθήσουμε τους μαθητές να υπερπηδήσουν τις προ-παραστάσεις τους, είναι απαραίτητο να εξασφαλίσουμε αρχικά την κατανόηση εκ μέρους τους προαπαιτούμενων βασικών εννοιών. Στη συνέχεια, οι μαθητές είναι σκόπιμο να οδηγηθούν σε μια κατάσταση γνωστικής σύγκρουσης, όπου τα κυρίαρχα συστατικά των εννοιολογικών τους πλαισίων θα αμφισβητηθούν από τους ίδιους και βαθμιαία θα αντικατασταθούν από νέα. Σε αυτή τη διαδικασία, είναι απαραίτητο να δοθεί έμφαση σε δυο έννοιες εξ ολοκλήρου αντίθετες με τις νοητικές προ-παραστάσεις των μαθητών που περιγράψαμε νωρίτερα: “τύχη” και “αδυναμία πρόβλεψης”.

Είναι δηλαδή απαραίτητο οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν ότι οι διαισθητικές τους τελεολογικές εξηγήσεις είναι αντίθετες με τη φυσική πορεία της εξέλιξης. Η εξέλιξη είναι μια ιστορική πορεία, που σημαίνει ότι υπάρχει μια αιτιώδης εξάρτηση από συγκεκριμένες προγενέστερες συνθήκες ή γεγονότα που προσδιορίζουν το τρέχον αποτέλεσμα (Beatty 2006). Για να γίνει αυτό κατανοητό, είναι σημαντικό οι καθηγητές να επισημάνουν τη διάκριση μεταξύ (α) *αιτιολογήσεων βάσει σχεδιασμού*, οι οποίες σχετίζονται με την πρόθεση εξωτερικών ή εσωτερικών του οργανισμού παραγόντων να επιτύχουν ένα προσδιορισμένο εκ των προτέρων τελικό στόχο, και (β) *μη προθετικών αιτιολογήσεων βάσει συνεπειών*, οι οποίες σχετίζονται με τη Δαρβινική θεωρία της εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής. Μια τέτοια διάκριση απαιτεί προσοχή στο πώς περιγράφονται από τους καθηγητές ή παρουσιάζονται στα βιβλία οι εξελικτικές εξηγήσεις (Kampourakis & Zogza, 2008).

Όσον αφορά την ουσιολογιστική σκέψη, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να γνωρίζουν ότι οι μαθητές τους έχουν την τάση να ερμηνεύουν έννοιες με βάση το «μετασχηματισμό» (Shtulman, 2006). Η λέξη «προσαρμογή» για παράδειγμα, μπορεί να ερμηνευτεί είτε ως συνολική, συνεχής αλλαγή της ομάδας, είτε ως αλλαγή σε μεμονωμένα άτομα της ομάδας (Jimenez, 1994). Και επειδή τα παιδιά φαίνεται να προτιμούν την πρώτη ερμηνεία, θα ήταν σκόπιμο να δουλέψει κανείς με την έννοια του πληθυσμού, αντιπαραβάλλοντας την ουσιολογιστική αντίληψη των μαθητών με την αντίληψη της ποικιλίας των μελών ενός πληθυσμού και της φυσικής επιλογής. Ο Δαρβίνος (1859) άλλωστε, εισήγαγε αυτή την έννοια σε αναλογία με την επιλεκτική αναπαραγωγή, μια πρακτική αρκετά συνηθισμένη στη Βικτωριανή εποχή. Η έννοια της φυσικής επιλογής

αναδεικνύεται ως κεντρική στη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης όπως υπήρξε άλλωστε και στην ίδια την ανάπτυξη της.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Atran, S., Medin, D., Lynch, E., Vapnarsky, V., Ucan Ek', E., & Sousa, P. (2001) Folkbiology doesn't come from folkpsychology: Evidence from Yukatek Maya in cross-cultural perspective. *Journal of Cognition and Culture*, 1(1), 3-42.
- Beatty, J. (2006) The evolutionary Contingency Thesis. In E. Sober (editor) "Issues in Evolutionary Biology", 3rd edition, Bradford Books, The MIT Press.
- Berg, L.S. (1926/1969) *Nomogenesis or evolution determined by law* (J.M. Rostovstov, Trans.). The MIT Press, Cambridge, M.A.
- Bergson, H. (1911/1928) *Creative evolution* (A. Mitchell, Trans.). MacMillan, London.
- Butler, S. (1916) *Life and habit*. A.C. Fifield, London.
- Chambers, R. (1844) *Vestiges of the natural history of creation*. John Churchill, London.
- Cope, E. D. (1896) *The primary factors of organic evolution*. Open Court, Chicago.
- Darwin, C. R. (1859) *On the origin of species by means of natural selection*. John Murray, London.
- Eimer, G.H.T. (1898) *On orthogenesis and the importance of natural selection in species formations* (T.J. McCormack, Trans.). Open Court, Chicago.
- Evans, E.M. (2000) The emergence of beliefs about the origins of species in school-age children. *Merrill-Palmer Quarterly*, 46, 221-254.
- Evans, E.M. (2001) Cognitive and contextual factors in the emergence of diverse belief systems: creation versus evolution. *Cognitive Psychology*, 42, 217-266
- Evans, E.M. (2008) Conceptual change and evolutionary biology: A developmental analysis. In Vosniadou S. editor. *International handbook of research on conceptual change*. Routledge, New York.
- Gelman, S. A. and Markman, E. M. (1986) Categories and induction in young children. *Cognition*, 23, 183-209
- Gelman, 2003, *The essential child: Origins of essentialism in everyday thought*. Oxford University Press, Oxford.
- Gelman, S.A. και Wellman, H.M. (1991) «Insides and essences: early understandings of nonobvious», *Cognition*, 38, 213-244
- Gould, S. J. (1996) *Full house: The spread of excellence from Plato to Darwin*. Three Rivers Press, New York.
- Haeckel, E. (1876) *The history of creation: or the development of the earth and its inhabitants by the action of natural causes*. Appleton, New York.
- Hooper, J. (2002) *Of mother and men, an evolutionary tale: The untold story of science and the peppered moth*. Norton, New York.
- Jimenez, A. M. P. (1994) Teaching evolution and natural selection: A look at textbooks and teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5), 519-535
- Kampourakis K and Zogza V (2009) Preliminary evolutionary explanations: a basic framework for conceptual change and explanatory coherence in evolution. *Science & Education*, 18(10), 1313-1340
- Kampourakis K and Zogza V (2008) Students' intuitive explanations of the causes of homologies and adaptations. *Science and Education*, 17(1), 27-47
- Keil, F. C. (1989) *Concepts, kinds and cognitive development*. Cambridge, M.A., MIT Press.
- Kelemen, D. (1999a) Function, goals and intention: children's teleological reasoning about objects. *Trends in Cognitive Science*, 3(12), 461-468
- Kelemen, D. (1999b) The scope of teleological thinking in preschool children. *Cognition*, 70: 241-272

- Kelemen, D. (1999c) Why are rocks pointy?: children's preference for teleological explanations of the natural world. *Developmental Psychology*, 35, 1440-1452
- Kelemen, D. (2003) British and American children's preferences for teleo-functional explanations of the natural world. *Cognition*, 88, 201-221
- Kelemen, D. (2004) Are children "intuitive theists"?: reasoning about purpose and design in nature, *Psychological Science*, 15(5), 295-301
- Kelemen, D., DiYanni, C. (2005) Intuitions about origins: purpose and intelligent design in children's reasoning about nature. *Journal of Cognition and Development*, 6(1), 3-31
- Lamarck, J. B. (1809/1963) *Philosophie Zoologique*. (H. Elliot, Trans.), Haffner, New York.
- Mayr, E. (2001) *What evolution is*. Basic Books, New York.
- Medin, D. L. and Ortony, A. (1989) Psychological essentialism. In S. Vosniadou & Ortony (eds.), *Similarity and Analogical Reasoning*, Cambridge University Press, Cambridge, England, 179-195.
- Medin, D. L. and Atran, S. (2004) The native mind: Biological categorization and reasoning in development and across cultures. *Psychological Review*, 111(4), 960-983
- Rosengren, K.S., Gelman, S.A., Kalish, C. W. and McCormick, M. (1991) As time goes by: children's understanding of growth in animals, *Child Development*, 62, 1302-1320
- Shtulman, A. (2006) Qualitative differences between naive and scientific theories of evolution. *Cognitive Psychology*, 52(2), 170-194
- Sinatra, G. M., Brem, S. K. and Evans, E. M. (2008) Changing minds? Implications of conceptual change for teaching and learning about biological evolution. *Evolution Education Outreach*, 1, 189-195
- Sousa, P., Atran, S. and Medin, D. (2002) Essentialism and folkbiology: Evidence from Brazil. *Journal of Cognition and Culture*, 2(3), 195-223
- Southerland, S.A., Abrams, E., Cummins, C.L., Anselmo, J. (2001) Understanding students' explanations of biological phenomena: Conceptual frameworks or p-prims? *Science Education*, 85, 328-348
- Ζόγκτζα, Β. (2007) *Η Βιολογική γνώση στην παιδική ηλικία: Ιδέες των παιδιών και διδακτικές προσεγγίσεις*. Μεταίχμιο, Αθήνα.
- Ζόγκτζα, Β. (2009) *Θέματα Διδακτικής της Βιολογίας: Διδασκαλία και μάθηση βιολογικών εννοιών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση*. Μεταίχμιο, Αθήνα.

Πρώιμες εξελικτικές εξηγήσεις: ένα βασικό πλαίσιο για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής κατά τη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης

Κώστας Καμπουράκης

Γραμματεία Εκπαιδευτικής Έρευνας & Τμήμα Φυσικών Επιστημών
Εκπαιδευτήρια ΓΕΙΤΟΝΑ

Βασιλική Ζόγκτζα

Καθηγήτρια, Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία
Πανεπιστήμιο Πατρών

1 Εισαγωγή

Με βάση το ισχύον ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα, η Βιολογία διδάσκεται στην Α' Γυμνασίου, στη Γ' Γυμνασίου, στη Β' Λυκείου (Γενικής Παιδείας και Θετικής Κατεύθυνσης) και στη Γ' Λυκείου (Γενικής Παιδείας και Θετικής Κατεύθυνσης). Σε όλα τα παραπάνω μαθήματα θα μπορούσε να γίνεται διδασκαλία θεμάτων που σχετίζονται με την εξέλιξη. Ωστόσο, αντίστοιχες ενότητες υπάρχουν μόλις σε δυο από τα έξι παραπάνω μαθήματα (Βιολογία Γ' Γυμνασίου και Βιολογία Γενικής Παιδείας Γ' Λυκείου), όπου και στις δυο περιπτώσεις στην εξέλιξη αφιερώνεται το τελευταίο κεφάλαιο του σχολικού βιβλίου. Όμως, ενώ στη Γ' Λυκείου η ενότητα της εξέλιξης περιλαμβάνεται από το τρέχον σχολικό έτος (2009-2010) στην εξεταστέα και κατ' επέκταση στη διδακτέα ύλη, στη Γ' Γυμνασίου είναι πιθανό να μη διδαχθεί λόγω έλλειψης χρόνου.

Το πιο σημαντικό όμως δεν είναι η έκταση των σελίδων των σχολικών βιβλίων ή ο χρόνος που δεν διατίθενται για τη διδασκαλία της εξέλιξης αλλά το γεγονός ότι σε καμία περίπτωση δε γίνεται σύνδεση των αρχών της με τα βιολογικά

φαινόμενα που διδάσκονται οι μαθητές, ενώ αυτοί διατυπώνουν ανάλογα ερωτήματα. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το μάθημα της Βιολογίας της Γ' Γυμνασίου στο οποίο γίνεται και η πιο εκτεταμένη αναφορά στην εξέλιξη. Σε όλα τα κεφάλαια της διδακτέας ύλης τίγονται θέματα που προκαλούν απορίες στους μαθητές, οι οποίες δεν είναι δυνατόν να απαντηθούν παρά μόνο στο πλαίσιο της εξελικτικής βιολογίας. Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικά ορισμένες απορίες των μαθητών:

- Γιατί υπάρχουν προκαρυωτικά και ευκαρυωτικά κύτταρα;
- Γιατί όλοι οι οργανισμοί αποτελούνται από κύτταρα και οι ιοί, που αποτελούν τη μοναδική εξαίρεση, είναι εξαρτημένοι από αυτά για την αναπαραγωγή τους;
- Γιατί υπάρχουν μιτοχόνδρια και στα ζωικά και στα φυτικά κύτταρα αλλά χλωροπλάστες μόνο στα φυτικά;
- Πώς είναι δυνατόν η φωτοσύνθεση και η παραγωγή του οξυγόνου να επιτελείται στους φυτικούς οργανισμούς αλλά και στα βακτήρια;
- Γιατί μοιάζουν τα φαγοκύτταρα με την αμοιβάδα σε ό,τι αφορά την αλλαγή του σχήματος του κυττάρου;
- Με ποιον τρόπο διαμορφώθηκε το ανοσοποιητικό σύστημα ώστε να έχει εξειδικευμένη δράση έναντι των μικροοργανισμών;
- Με ποιον τρόπο έχουν εξειδικευθεί οι ιοί ώστε να εισέρχονται στα κύτταρα μας και να αναπαράγονται μέσα σε αυτά;
- Πώς είναι δυνατόν να υπάρχει το ίδιο αντιγόνο (Rhesus) και στον άνθρωπο και στον πίθηκο;
- Γιατί το DNA αποτελεί το γενετικό υλικό όλων των οργανισμών;
- Πώς είναι δυνατόν να υπάρχει αμφιγονική αναπαραγωγή και στα βακτήρια και στον άνθρωπο;
- Γιατί υπάρχουν χρωμοσώματα και στους διπλοειδείς (π.χ. άνθρωπος) και στους απλοειδείς (π.χ. Ευγλήνη) οργανισμούς;
- Γιατί η κληρονομικότητα είναι κοινό χαρακτηριστικό όλων των οργανισμών;
- Γιατί η άσκοπη χρήση αντιβιοτικών επιφέρει τη δημιουργία ανθεκτικών στελεχών των μικροοργανισμών;
- Γιατί η ατμόσφαιρα της Γης έχει οξυγόνο;
- Γιατί οι οργανισμοί φαίνονται να είναι προσαρμοσμένοι να ζουν σε συγκεκριμένο χώρο;
- Πώς έχουν διαμορφωθεί οι τροφικές αλυσίδες των οργανισμών;
- Γιατί υπάρχουν θηλαστικά που μοιάζουν με πουλιά (νυχτερίδες) ή με ψάρια (δελφίνια);

Συνεπώς, είναι διδακτικά χρήσιμη όχι απλώς η ενίσχυση της διδασκαλίας της θεωρίας της εξέλιξης αλλά η ένταξή της σε κεντρική θέση μέσα στο αναλυτικό πρόγραμμα με σκοπό την παρουσίαση όλων των βιολογικών φαινομένων μέσα από το πρίσμα της εξελικτικής διαδικασίας. Με τον τρόπο αυτό αναμένεται να γίνονται πιο εύκολα αντιληπτές από τους μαθητές οι κοινές αρχές που διέπουν όλα τα βιολογικά φαινόμενα και τις λειτουργίες αλλά και να διευκολυνθεί η επίλυση των αποριών των μαθητών της γ' γυμνασίου οι οποίες παραμένουν αναπάντητες εκτός του πλαισίου της θεωρίας της εξέλιξης. Έτσι, στην παρούσα έρευνα κρίθηκε απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί μια διδακτική ακολουθία κατά την οποία οι μαθητές θα μπορούσαν να οδηγηθούν από μόνοι τους, και όχι να καθοδηγηθούν, στην υιοθέτηση μιας «εξελικτικής οπτικής» των βιολογικών φαινομένων.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας έρευνας για την εννοιολογική αλλαγή στην εξέλιξη. Το θεωρητικό υπόβαθρο αυτής της έρευνας έχει παρουσιαστεί αναλυτικά αλλού (Καμπουράκης & Ζόγκτζα 2007· Ζόγκτζα & Καμπουράκης 2007· Καμπουράκης 2008· για μια σύνοψη βλ. Καμπουράκης 2009) και στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα, για πρώτη φορά στην Ελληνική βιβλιογραφία. Για μια συνολική εικόνα της έρευνας μπορεί κανείς να ανατρέξει στη διεθνή βιβλιογραφία (Kampourakis & Zogza 2007· 2008· 2009).

2 Θεωρητική προβληματική και ερωτήματα της έρευνας

Στις έρευνες από τη διεθνή βιβλιογραφία δεν υπάρχουν πολλές αναφορές για τη διδασκαλία της εξέλιξης στο επίπεδο του Γυμνασίου. Οι περισσότερες από τις αναφορές αφορούν μαθητές επιπέδου Λυκείου ή φοιτητές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Θεωρητικά, η κατανόηση διαδικασιών όπως η φυσική επιλογή θα αναμενόταν να είναι λιγότερο δύσκολη σε μεγαλύτερες ηλικίες διότι οι μαθητές έχουν περισσότερες γνώσεις για τη βιολογία και μπορούν πιθανώς να επιτύχουν μια πιο πολύπλοκη εννοιολογική συγκρότηση σε σύγκριση με τους μαθητές μικρότερων ηλικιών. Ωστόσο, τα συμπεράσματα των διάφορων ερευνών δείχνουν ότι η διδασκαλία των εννοιών της εξέλιξης στα επίπεδα αυτά απαιτεί την υπέρβαση πολλών σημαντικών εννοιολογικών εμποδίων και επιπλέον μπορεί να επηρεάζεται από τις πεποιθήσεις που συνήθως έχουν πλέον διαμορφώσει σε αρκετά μεγάλο βαθμό οι μαθητές. Ο βασικός σκοπός της έρευνας που παρουσιάζεται εδώ ήταν η καταγραφή των πρότερων αντιλήψεων των μαθητών μικρότερων ηλικιών (14-15 ετών, γ' τάξη γυμνασίου) καθώς και η διερεύνηση αν μια κατάλληλα διαμορφωμένη διδακτική ακολουθία με μια συνοπτική παρουσίαση των μηχανισμών της εξέλιξης θα μπορούσε να συμβάλλει στην έγκαιρη απόρριψη των αντιλήψεων αυτών, τις οποίες είναι

ενδεχομένως πιο δύσκολο να αλλάξουν σε μεγαλύτερες ηλικίες. Η συγκεκριμένη τάξη επιλέχθηκε γιατί οι μαθητές είχαν ένα σημαντικό γνωστικό υπόβαθρο σε άλλες επιστήμες (φυσική, χημεία) και γιατί το αναλυτικό πρόγραμμα εξυπηρετούσε καλύτερα τους στόχους της έρευνας, καθώς περιλάμβανε διδασκαλία όλων των βασικών βιολογικών επιπέδων οργάνωσης και των μηχανισμών της κληρονομικότητας.

Στις περισσότερες από τις έρευνες που υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία, οι οποίες ασχολούνται ειδικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για την εξέλιξη, δεν διερευνάται ο τύπος και η δομή των εξηγήσεων των μαθητών. Επιπλέον, στις λίγες έρευνες που γίνεται μελέτη των εξηγήσεων των μαθητών για έννοιες που σχετίζονται άμεσα με την εξέλιξη (Samarapungavan & Wiers, 1997· Ferrari & Chi, 1998· Southerland, Abrams, Cummins & Anzelmo, 2001) δεν επιχειρείται λεπτομερής ανάλυση της δομής τους από τη φιλοσοφική σκοπιά ούτε προσδιορισμός των αιτιών που χρησιμοποιούν οι μαθητές σε αυτές, τα οποία έχουν κεντρική θέση στη δομή της εξήγησης. Σε μια από τις περιπτώσεις που αυτό επιχειρήθηκε (Southerland, Abrams, Cummins & Anzelmo, 2001) η ταξινόμηση των εξηγήσεων των μαθητών ήταν αρκετά πολύπλοκη, αν και μεταξύ των κατηγοριών υπήρχε διάκριση ανάμεσα στις απώτατες και στις εγγύτατες εξηγήσεις. Έτσι, η παρούσα έρευνα είχε ως στόχο την ανάλυση των αυθόρμητων εξηγήσεων των μαθητών της γ' γυμνασίου ώστε να διαπιστωθεί ο τύπος τους με βάση τα αίτια στα οποία τις βασίζουν. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην ταξινόμηση των εξηγήσεων αυτών ώστε να είναι σαφής η μεταξύ τους διάκριση ανάλογα με το αίτιο στο οποίο κάθε μια από αυτές βασιζόταν και ειδικότερα να διακρίνονται μεταξύ τους οι εξελικτικές και οι τελεολογικές εξηγήσεις.

Επίσης, ενώ υπάρχει μεγάλος αριθμός ερευνών σε παιδιά προσχολικής ηλικίας και μαθητές δημοτικού που τεκμηριώνουν την ύπαρξη ενός αυθόρμητου τελεολογικού συλλογισμού για τα βιολογικά φαινόμενα μέχρι και την ηλικία εισόδου στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ταυτόχρονα δεν υπάρχουν πολλές έρευνες σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που να δείχνουν ότι αυτός ο αυθόρμητος τελεολογικός συλλογισμός για κάποιο λόγο μεταβάλλεται ή αντικαθίσταται. Έτσι, ένα ερώτημα που αρχικά επιχειρήθηκε να διευκρινιστεί ήταν εάν τα τελικά αίτια και οι αντίστοιχες τελεολογικές εξηγήσεις χαρακτηρίζουν το συλλογισμό των μαθητών της ηλικίας 14-15 ετών. Με δεδομένο ότι οι μαθητές που συμμετείχαν στην παρούσα έρευνα δεν είχαν προηγούμενα διδαχθεί έννοιες σχετικές με την εξέλιξη ούτε είχαν συμμετάσχει σε κάποια διδακτική διαδικασία που θα στόχευε στην διαπίστωση και μεταβολή του τελεολογικού συλλογισμού, διερευνήθηκε και διαπιστώθηκε ότι μεταξύ των εξηγήσεων των μαθητών θα υπήρχε μεγάλο ποσοστό τελεολογικών εξηγήσεων (για όλα τα παραπάνω, βλ. Kampourakis & Zogza, 2008· Καμπουράκης 2009). Στις τελεολογικές εξηγήσεις το πλεονέκτημα που παρέχει μια συγκεκριμένη

δομή ή λειτουργία φαίνεται να αποτελεί επαρκή εξήγηση για την ύπαρξη της, ενώ συχνά αποδίδεται σκόπιμη συμπεριφορά στους διάφορους οργανισμούς. Ειδικότερα, οι τελεολογικές εξηγήσεις φαίνονται να κυριαρχούν στη βιολογία για τους εξής λόγους:

α) Η δομή των οργανισμών είναι συνήθως προσαρμοσμένη για την επιβίωση τους με αποτέλεσμα να φαίνεται ότι εξυπηρετεί έναν απώτερο σκοπό.

β) Οι τελεολογικές εξηγήσεις έχουν εμφανή εξηγητική αξία καθώς μας κάνουν να νιώθουμε ότι κατανοούμε καλύτερα το προς εξήγηση φαινόμενο, με βάση τη δική μας σκόπιμη συμπεριφορά.

γ) Οι τελεολογικές εξηγήσεις έχουν ευρετική αξία. Για το λόγο αυτό έχει προταθεί ότι οι τελεολογικές διατυπώσεις δεν θα πρέπει να αγνοούνται αλλά αντίθετα θα πρέπει να αναδεικνύονται κατά τη διδασκαλία προκειμένου να υπάρχει εμπλοκή των μαθητών σε συζητήσεις για το πραγματικό τους νόημα ώστε να καταλαβαίνουν τελικά τι ακριβώς δεν σημαίνουν. Με τον τρόπο αυτό οι πρότερες αντιλήψεις των μαθητών θα μπορούν να αντιμετωπιστούν με πιο άμεσο τρόπο (Zohar & Ginossar, 1998).

Επιπλέον, με δεδομένες τις προηγούμενες προσπάθειες διδασκαλίας της εξέλιξης, κυρίως εκείνων που έκαναν χρήση στοιχείων από την ιστορία και τη φιλοσοφία της επιστήμης, διερευνήθηκε η διαμόρφωση ενός εξηγητικού πλαισίου που περιγράφεται ως *πρώιμες εξελικτικές εξηγήσεις* το οποίο λαμβάνει υπόψη τα συμπεράσματα τόσο από την ιστορική και φιλοσοφική ανάλυση της εξελικτικής εξήγησης όσο και από τη μελέτη του αυθόρμητου τελεολογικού συλλογισμού των μαθητών. Το πλαίσιο αυτό αναμενόταν να αποτελέσει ένα ελάχιστο εξηγητικό πλαίσιο για την εξέλιξη, το οποίο θα μπορούσε να χρησιμεύσει και ως υπόβαθρο για αντίστοιχη μελλοντική διδασκαλία. Το βασικό ερώτημα επομένως ήταν εάν ένας διδακτικός μετασχηματισμός του προαναφερθέντος τύπου, μπορούσε να είναι αποτελεσματικός στην κατεύθυνση της αλλαγής του αυθόρμητου εξηγητικού πλαισίου των μαθητών προς το ελάχιστο εξηγητικό πλαίσιο για την εξέλιξη. Αυτό το ερώτημα επιχειρήθηκε να απαντηθεί με τη σύγκριση των εξηγήσεων των μαθητών πριν και μετά τη διδασκαλία προκειμένου να διαπιστωθεί η δυνατότητα επίτευξης αλλαγής εξηγητικού πλαισίου στην εξέλιξη αλλά και επίτευξης εξηγητικής συνέπειας από τους μαθητές μετά από τη διδασκαλία. Ειδικότερα, επιχειρήθηκε να διαπιστωθεί εάν η σχετική διδασκαλία θα ήταν επαρκής ώστε να επιφέρει αντικατάσταση των αυθόρμητων εξηγήσεων των μαθητών από εξελικτικές εξηγήσεις. Τέλος, από την ανάλυση των εξηγήσεων των μαθητών αναμενόταν να αναδειχθούν στοιχεία της διδασκαλίας που επηρεάζουν τη μετάβαση των μαθητών από τις αυθόρμητες στις (πρώιμες) εξελικτικές εξηγήσεις.

Μέσω της ανάλυσης των εξηγήσεων των μαθητών στα παραπάνω προβλήματα, επιχειρήθηκε να δοθούν απαντήσεις στα ακόλουθα ερωτήματα:

- Ποια είδη εξηγήσεων χρησιμοποιούνται από τους μαθητές (τελεολογικές, εξελικτικές ή άλλου τύπου);
- Πόσοι μαθητές έδωσαν τον ίδιο τύπο εξήγησης και στα πέντε προβλήματα τόσο πριν όσο και μετά από τη διδασκαλία; Υπήρχε κάποιο κυρίαρχο πρότυπο συνδυασμού εξηγήσεων;
- Στην περίπτωση των τελεολογικών εξηγήσεων ποιος ήταν ο τελικός σκοπός; Υπήρχαν μεταφυσικές αναφορές στις εξηγήσεις των μαθητών;
- Με ποιον τρόπο επηρέασε η διδασκαλία τις εξηγήσεις των μαθητών; Υπήρξε στατιστικά σημαντική μεταβολή του τύπου των εξηγήσεων που έδιναν οι μαθητές σε καθένα από τα προβλήματα αυτά πριν και μετά από τη διδασκαλία;
- Πόσοι μαθητές έδωσαν τον ίδιο τύπο εξήγησης σε όλα τα προβλήματα του ερωτηματολογίου τόσο πριν όσο και μετά από τη διδασκαλία; Υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τύπων των εξηγήσεων στα προβλήματα αυτά πριν και μετά από τη διδασκαλία; Σε ποιο πρόβλημα δόθηκαν περισσότερες εξελικτικές εξηγήσεις;
- Ποιοι παράγοντες της διδακτικής ακολουθίας φαίνεται να επηρεάζουν τη μετάβαση των μαθητών από τις αυθόρμητες στις εξελικτικές εξηγήσεις;

3 Μέθοδος της έρευνας

3.1 Το ερωτηματολόγιο και οι συνεντεύξεις

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 98 μαθητές (42 αγόρια και 56 κορίτσια) της γ' γυμνασίου των Εκπαιδευτηρίων Γείτονα κατά το σχολικό έτος 2004-2005. Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο το οποίο περιλάμβανε 5 προβλήματα, τα οποία μπορούν να διακριθούν σε δυο βασικές κατηγορίες όσον αφορά το περιεχόμενο: εκείνα που αναφέρονταν σε ομολογίες και απαιτούσαν εξηγήσεις με βάση την κοινή καταγωγή (προβλήματα 1 και 5) και εκείνα που αναφέρονταν σε προσαρμογές και απαιτούσαν εξηγήσεις με βάση τη φυσική επιλογή (προβλήματα 2, 3 και 4). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η σειρά των προβλημάτων ήταν τυχαία, ή τουλάχιστον ότι δεν είχε καμία σημασία για την έρευνα. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε πριν από τη διδασκαλία (Σεπτέμβριος 2004) με στόχο την ανάλυση των πρότερων αντιλήψεων των μαθητών και των αυθόρμητων εξηγήσεων τους για την εξέλιξη.

Οι εξηγήσεις των μαθητών ομαδοποιήθηκαν με βάση τις μεταξύ τους ομοιότητες έτσι ώστε να είναι δυνατόν να διακριθούν ορισμένα βασικά εννοιολογικά σχήματα για κάθε πρόβλημα. Με βάση τα σχήματα αυτά έγινε επιλογή 15 μαθητών, οι εξηγήσεις των οποίων αντιπροσώπευαν ένα ευρύ φάσμα απόψεων, έτσι ώστε κάθε εξηγητικό σχήμα να μπορεί να αναλυθεί περεταίρω

κατά τη διάρκεια μιας τουλάχιστον συνέντευξης. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις με κάθε μαθητή ξεχωριστά, οι οποίες είχαν διάρκεια από 20 έως 35 λεπτά, μαγνητοφωνήθηκαν με τη σύμφωνη γνώμη των μαθητών και απομαγνητοφωνήθηκαν για να αναλυθούν. Κάθε αρχικό πλάνο συνέντευξης περιλάμβανε ερωτήσεις που είχαν ως στόχο να διευκρινίσουν τις εξηγήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο (για τα γενικότερα χαρακτηριστικά των ερωτηματολογίων και των συνεντεύξεων βλ. Cohen & Manion, 1994· Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).

Προκειμένου να διερευνηθεί εάν οι μαθητές γνώριζαν την έννοια της κοινής καταγωγής ή εάν μπορούσαν να εξηγήσουν τις ομολογίες μεταξύ των ειδών με βάση κάποιον κοινό πρόγονο, χρησιμοποιήθηκαν δυο προβλήματα στο ερωτηματολόγιο με στόχο τον έλεγχο της γνώσης αυτής σε δυο διακριτά επίπεδα: α) στο επίπεδο του είδους (πρόβλημα 1) και β) στο κυτταρικό επίπεδο (πρόβλημα 5). Ειδικότερα, από τους μαθητές ζητήθηκε να εξηγήσουν τις παρατηρούμενες ομοιότητες (στη μορφολογία και στη φυσιολογία) ανάμεσα στο σκύλο, στο λύκο και στην αλεπού (πρόβλημα 1) και το γεγονός ότι όλοι οι οργανισμοί αποτελούνται από ένα ή περισσότερα κύτταρα τα οποία, παρά τις διαφορές τους, όλα περιέχουν DNA, ριβοσώματα και κυτταρική μεμβράνη (πρόβλημα 5). Και στις δυο περιπτώσεις ουσιαστικά τέθηκε το ίδιο ερώτημα (εξήγηση ομοιοτήτων) με μοναδικό δεδομένο το γεγονός της ύπαρξης ομοιοτήτων σε διαφορετικούς οργανισμούς. Η διαφορά ανάμεσα στα δυο προβλήματα ήταν μόνο στο επίπεδο αναφοράς (επίπεδο είδους και κυττάρου, αντίστοιχα). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι αν και τα προβλήματα αναφέρονταν σε ομολογίες, ο όρος αυτός δεν χρησιμοποιήθηκε στις εκφωνήσεις και αντί αυτού έγινε αναφορά σε ομοιότητες.

Επιπλέον, προκειμένου να διερευνηθεί εάν οι μαθητές γνώριζαν την έννοια της φυσικής επιλογής ή με άλλα λόγια εάν θα εξηγούσαν τις προσαρμογές ως το αποτέλεσμα της διαφορικής επιβίωσης ατόμων του ίδιου είδους που εμφάνιζαν διαφορετικά χαρακτηριστικά και της διατήρησης αυτών μέσω της αναπαραγωγής, χρησιμοποιήθηκαν τρία προβλήματα προκειμένου να διαπιστωθεί αυτό σε τρία επίπεδα: α) με δεδομένη μόνο την τελική κατάσταση της εξελικτικής διαδικασίας (πρόβλημα 3), β) με δεδομένη και την τελική και την αρχική κατάσταση της εξελικτικής διαδικασίας (πρόβλημα 2) και γ) με δεδομένη και την τελική και την αρχική κατάσταση της εξελικτικής διαδικασίας καθώς και την ύπαρξη ενδοειδικής ποικιλότητας και ενός παράγοντα που θα επέφερε διαφορική επιβίωση (πρόβλημα 4). Θα πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι αν και τα προβλήματα αναφέρονταν σε προσαρμογές, ο όρος αυτός δεν χρησιμοποιήθηκε στις εκφωνήσεις.

Οι εκφωνήσεις των προβλημάτων που δόθηκαν στους μαθητές ήταν οι εξής:

- Πρόβλημα 1. Γνωρίζουμε ότι οι λύκοι, οι σκύλοι και οι αλεπούδες αποτελούν διαφορετικά είδη που καθένα έχει τα δικά του ιδιαίτερα χαρακτηριστικά.

Ωστόσο, όπως φαίνεται και στις εικόνες, τα ζώα αυτά εμφανίζουν πολλές ομοιότητες. Πώς μπορεί να εξηγηθεί αυτό;

- Πρόβλημα 2. Οι καμηλοπαρδάλεις, όπως τη γνωρίζουμε σήμερα, είναι ζώα με ιδιαίτερα μακρύ λαιμό. Το χαρακτηριστικό αυτό τους επιτρέπει να αναζητούν την τροφή τους στα φύλλα των δέντρων, όταν εκείνη που υπάρχει στο έδαφος δεν επαρκεί. Σήμερα, γνωρίζουμε ότι οι καμηλοπαρδάλεις δεν είχαν πάντα αυτή τη μορφή αλλά ότι παλαιότερα είχαν κοντό λαιμό. Μπορείτε να εξηγήσετε με ποιον τρόπο αυξήθηκε το μήκος του λαιμού των καμηλοπαρδάλεων;
- Πρόβλημα 3. Πολλά ζώα έχουν το ίδιο χρώμα με το περιβάλλον τους (π.χ. οι πολικές αρκούδες που ζει στους πάγους έχει άσπρο χρώμα) ή μιμούνται χαρακτηριστικά άλλων οργανισμών (π.χ. ορισμένα έντομα έχουν σώμα που μοιάζει με φύλλο δέντρου). Μπορείτε να εξηγήσετε με ποιον τρόπο τα συγκεκριμένα ζώα απέκτησαν αυτά τα χαρακτηριστικά;
- Πρόβλημα 4. Τα σκαθάρια ζουν πάνω στα δέντρα και τρέφονται με τα φύλλα τους. Πριν μερικά χρόνια, σε ένα δάσος βρέθηκαν να υπάρχουν πράσινα σκαθάρια (σκουρόχρωμα) και καφέ σκαθάρια (ανοικτόχρωμα), στην ίδια περίπου αναλογία (μισά πράσινα και μισά καφέ). Όμως, τα αρπακτικά πουλιά εντόπιζαν τα πράσινα σκαθάρια πιο εύκολα πάνω στους κορμούς των δέντρων και στο χώμα, από ότι τα καφέ σκαθάρια. Σήμερα, εάν κάποιος προσπαθήσει να μετρήσει τις αναλογίες των σκαθαριών, θα βρίσκει μόνο καφέ σκαθάρια. Μπορείτε να εξηγήσετε με ποιον τρόπο άλλαξε το χρώμα των σκαθαριών που υπάρχουν στο δάσος;
- Πρόβλημα 5. Μέχρι τώρα έχετε μελετήσει ορισμένες από τις κυριότερες ομάδες οργανισμών (βακτήρια, πρωτόζωα, μύκητες, φυτά, ζώα) στο κυτταρικό επίπεδο. Παρά τις επιμέρους διαφορές μεταξύ των οργανισμών αυτών, διαπιστώσατε ότι υπάρχουν ορισμένες σημαντικές ομοιότητες: α) όλοι οι οργανισμοί αποτελούνται από κύτταρα, β) σε όλα τα κύτταρα υπάρχει πάντα γενετικό υλικό, ριβοσώματα και κυτταρική μεμβράνη. Μπορείτε να δώσετε μια εξήγηση για την προέλευση αυτών των ομοιοτήτων; Μπορείτε δηλαδή να εξηγήσετε πού οφείλονται αυτές οι ομοιότητες;

Έχει βρεθεί ότι οι μαθητές αντιλαμβάνονται με διαφορετικό τρόπο τα προβλήματα με διαφορετικό περιεχόμενο και παρά το γεγονός ότι μπορεί να απαιτείται ο ίδιος τύπος εξήγησης, τελικά εξηγούν την ύπαρξη συγκεκριμένων χαρακτηριστικών με διαφορετικό τρόπο (Abrams, Southerland & Cummins, 2001). Όπως αναφέρθηκε, η διαφορά στα προβλήματα 1 και 5 εντοπιζόταν στο επίπεδο αναφοράς (είδη και κύτταρα, αντίστοιχα). Αναμέναμε ότι οι μαθητές θα εξηγούσαν πιο εύκολα και πιο σωστά τις ομοιότητες μεταξύ των διαφορετικών ειδών, ως αποτέλεσμα της εξοικείωσης τους με αυτά, απ' ότι τις ομοιότητες μεταξύ των κυττάρων που είναι ένα επίπεδο οργάνωσης το οποίο δεν είχαν

μελετήσει με λεπτομέρεια σε παλαιότερες τάξεις. Από την άλλη πλευρά, στα προβλήματα 2,3 και 4 η διαφορά ήταν ότι στους μαθητές δίνονταν διαφορετικό ποσό δεδομένων στα οποία θα μπορούσαν να βασίσουν τις εξηγήσεις τους. Στην περίπτωση αυτή αναμέναμε ότι όσο περισσότερα δεδομένα δίνονταν στους μαθητές τόσο περισσότερο φυσικές και τόσο λιγότερο υπερφυσικές θα ήταν οι εξηγήσεις τους.

Μετά από τη διδασκαλία πολλοί μαθητές, κυρίως εκείνοι που είχαν συμμετάσχει στις συνεντεύξεις, έδωσαν πολύ αναλυτικές εξηγήσεις στα προβλήματα του ερωτηματολογίου (Απρίλιος 2005). Έτσι, δεν κρίθηκε σκόπιμο να πραγματοποιηθούν συνεντεύξεις αμέσως μετά από τη διδασκαλία. Οι 15 μαθητές που είχαν συμμετάσχει στις αρχικές συνεντεύξεις κλήθηκαν ακριβώς ένα χρόνο μετά (Απρίλιος 2006) σε συνεντεύξεις στις οποίες χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο που περιείχε 5 προβλήματα που ήταν ένα προς ένα αντίστοιχα με τα προβλήματα του βασικού ερωτηματολογίου της έρευνας, ενώ περιέχονταν και ένα επιπλέον, νέο πρόβλημα. Αυτός ήταν ένας συμπληρωματικός έλεγχος, τα αποτελέσματα του οποίου δεν θα παρουσιαστούν αναλυτικά. Ένας στόχος αυτού του απομακρυσμένου χρονικά ελέγχου ήταν να διαπιστωθεί ποιες από τις έννοιες και τις εξηγήσεις που είχαν χρησιμοποιήσει οι συγκεκριμένοι μαθητές μετά από τη διδασκαλία, διατηρούνταν ένα χρόνο μετά. Όμως, ο κύριος στόχος των συνεντεύξεων αυτών ήταν να λειτουργήσουν ως ένας μεταγνωστικός έλεγχος, ώστε να διαπιστωθεί με ποιον τρόπο οι ίδιοι οι μαθητές είχαν αντιληφθεί τη μετάβαση τους από τις αυθόρμητες στις εξελικτικές εξηγήσεις. Έτσι, οι μαθητές έδωσαν εξηγήσεις στα καινούργια προβλήματα και έπειτα έγινε σύγκριση μεταξύ αυτών και των εξηγήσεων που είχαν δώσει την προηγούμενη χρονιά, πριν και μετά από τη διδασκαλία, και ακολούθησε σχετική συζήτηση.

3.2 Η ταξινόμηση των εξηγήσεων των μαθητών

Σε μια παλαιότερη έρευνα βρέθηκε ότι η πλειοψηφία των μαθητών διαφόρων τάξεων δεν ήταν σε θέση να παράσχουν μια αιτιακή εξήγηση για το πώς συμβαίνουν διάφορα φαινόμενα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι μαθητές άλλαζαν την ερώτηση κατά τρόπο που θα μπορούσαν να την απαντήσουν, δίνοντας για παράδειγμα μια απάντηση ερώτησης τύπου «Γιατί;» σε μια ερώτηση τύπου «Πώς;». Οι συγγραφείς συσχέτιζαν το «Πώς;» με το μηχανισμό ή την αιτία που ήταν υπεύθυνη για την αλλαγή και το «Γιατί;» με το σκεπτικό που χρησιμοποιούνταν για να εξηγηθεί η αλλαγή (Abrams, Southerland & Cummins, 2001). Στην έρευνα που παρουσιάζεται εδώ ακολουθήθηκε μια διαφορετική κατηγοριοποίηση, η οποία βασίζεται στη φιλοσοφία της βιολογίας. Για να εξηγηθεί αυτή, θα πρέπει να γίνει πρώτα μια περιγραφή των βασικότερων

τύπων αιτίων που θα μπορούσε να αναζητήσει κανείς προκειμένου να εξηγήσει μια συγκεκριμένη αλλαγή ή την ύπαρξη ενός συγκεκριμένου χαρακτηριστικού.

Θεωρητικά, υπάρχουν τρία διαφορετικά είδη αιτίων: α) εξελικτικά αίτια, β) εγγύτατα αίτια και γ) τελικά αίτια (Καμπουράκης 2008). Στην περίπτωση των εξελικτικών αιτίων οι εξηγήσεις βασίζονται σε γεγονότα που συνέβησαν κατά το παρελθόν και περιλαμβάνονται στην εξελικτική ιστορία του είδους. Οι εξηγήσεις αυτού του τύπου περιλαμβάνουν έννοιες όπως η κοινή καταγωγή και η φυσική επιλογή και περιγράφονται ως εξελικτικές (οι εξηγήσεις αυτές δεν περιγράφονται ως απώτατες γιατί δεν αφορούν απλώς γεγονότα του παρελθόντος αλλά στοιχεία της εξελικτικής ιστορίας του είδους, βλ. και Ariew, 2003). Στην περίπτωση των εγγύτατων αιτίων οι εξηγήσεις βασίζονται στα υπάρχοντα χαρακτηριστικά της αναπτυξιακής διαδικασίας και της φυσιολογίας των οργανισμών. Τέλος, στην περίπτωση των τελικών αιτίων οι εξηγήσεις βασίζονται στην εκπλήρωση ενός προκαθορισμένου σκοπού ή μιας συγκεκριμένης λειτουργίας των οργανισμών ή του είδους. Σε κάποιες έρευνες (π.χ. Lombrozo & Carey, 2006) οι εξηγήσεις που αφορούσαν τελεολογία και αποβλεπτικότητα έχουν αποτελέσει διακριτές κατηγορίες. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις η τελεολογία και η αποβλεπτικότητα αφενός συνδέονται στενά αναφερόμενες και οι δυο σε τελικά αίτια (π.χ. η πρόθεση του Θεού να πράξει κάτι), αφετέρου εξαιτίας της αναφοράς αυτής διαφέρουν σαφώς από τις εγγύτατες και εξελικτικές εξηγήσεις. Συνεπώς, με βάση τους στόχους της παρούσας έρευνας, δεν κρίθηκε σκόπιμη μια διάκριση ανάλογη των Lombrozo & Carey και όλες οι εξηγήσεις που αφορούσαν αποβλεπτικότητα συμπεριλήφθηκαν στην κατηγορία των τελεολογικών εξηγήσεων (βλ. πίνακα 2).

Τύπος εξήγησης	Αίτιο	Χρονική αναφορά	Επίπεδο αναφοράς
εξελικτική	γεγονότα ή διαδικασίες της εξελικτικής ιστορίας	παρελθόν	είδος
εγγύτατη	χαρακτηριστικά της αναπτυξιακής διαδικασίας και της φυσιολογίας	παρόν	οργανισμός
τελεολογική	προκαθορισμένος σκοπός ή σχέδιο, αποβλεπτικότητα	μέλλον	οργανισμός ή είδος

Πίνακας 1 Τύποι αιτίων και εξηγήσεων

Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι στην παρούσα έρευνα η κατηγορία των εγγύτατων εξηγήσεων αντιστοιχεί σε μια κατηγορία ευρύτερη από την αντίστοιχη αυστηρά φιλοσοφική και περιλαμβάνει όλες τις εξηγήσεις που δεν είναι εξελικτικές ή τελεολογικές, δηλαδή εκείνες που δεν περιλαμβάνουν έννοιες όπως η κοινή καταγωγή και η φυσική επιλογή και αφορούσαν κυρίως μεμονωμένα άτομα και όχι πληθυσμούς ή εκείνες που βασίζονταν στην ύπαρξη σχεδίου ή σκοπού. Έτσι:

- Στα προβλήματα 1 και 5 ως εξελικτικές θεωρήθηκαν οι εξηγήσεις εκείνες στις οποίες γινόταν αναφορά στην κοινή καταγωγή. Η έννοια αυτή αφορά είδη και πληθυσμούς αλλά σε καμία περίπτωση μεμονωμένα άτομα. Όλες οι εξηγήσεις στις οποίες δεν υπήρχε η έννοια αυτή, και δεν ήταν τελεολογικές, θεωρήθηκαν εγγύτατες.
- Στα προβλήματα 2, 3 και 4 ως εξελικτικές θεωρήθηκαν οι εξηγήσεις εκείνες στις οποίες γινόταν περιγραφή διαδικασιών διαφορικής επιβίωσης, οι οποίες προϋποθέτουν την ύπαρξη οργανισμών με διαφορετικά χαρακτηριστικά μέσα σε ένα πληθυσμό (και κατά συνέπεια την ύπαρξη πληθυσμών). Όλες οι εξηγήσεις στις οποίες δεν υπήρχε η έννοια αυτή, και δεν ήταν τελεολογικές, θεωρήθηκαν εγγύτατες.

Η διάκριση μεταξύ εξελικτικών και εγγύτατων εξηγήσεων είναι απαραίτητη γιατί οι διαφορές στις αντίστοιχες εξηγήσεις των μαθητών είναι σημαντικές. Επίσης, πρέπει να υπενθυμιστεί ότι οι ερωτήσεις του τύπου «Γιατί;», «Πώς;» και «Για ποιο σκοπό;» έχουν συσχετισθεί με τα απώτατα, τα εγγύτατα και τα τελικά αίτια, αντίστοιχα (Mayr, 1961· Brandon, 1981). Ωστόσο, το «Γιατί;» θα μπορούσε να σημαίνει «Με ποιον τρόπο;» αλλά και «Για ποιο σκοπό;» (Mayr, 1961, σελ.1502). Συνεπώς, οι διαφορετικές χρήσεις του ίδιου όρου μπορεί να προκαλέσουν σύγχυση καθώς και το «Γιατί;» και το «Πώς;» θα μπορούσαν να αναφέρονται σε απώτατα αίτια («με ποιον τρόπο και για ποιο λόγο εξελίχθηκε αυτός ο μηχανισμός;») (Brandon, 1981, σελ.93). Επιπλέον, εξηγήσεις μπορούν να δοθούν και σε ερωτήσεις του τύπου «Πώς;», «Τι;», «Ποιο;» ή «Πότε;». Έτσι, το ειδοποιό χαρακτηριστικό μιας εξήγησης δεν μπορεί να είναι ο τύπος της ερώτησης που τίθεται, αν και οι περισσότερες απαντήσεις σε ερωτήσεις του τύπου «Γιατί;» είναι όντως εξηγήσεις (Scriven, 1962).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα προβλήματα του ερωτηματολογίου απαιτούσαν εξελικτικές εξηγήσεις και ειδικότερα εξηγήσεις για την προέλευση ομολογιών και προσαρμογών. Στην παρούσα έρευνα θεωρήθηκε ότι ερωτήσεις του τύπου «Γιατί;» αναφέρονται στο αίτιο της αλλαγής ενώ μια ερώτηση του τύπου «Πώς;» στο μηχανισμό της αλλαγής. Με άλλα λόγια, οι ερωτήσεις του τύπου «Γιατί προέκυψε το χαρακτηριστικό Α;» ή «Γιατί το χαρακτηριστικό Β άλλαξε σε χαρακτηριστικό Α;» αναφέρονται στο εξελικτικό αίτιο που παρήγαγε το χαρακτηριστικό Α ή άλλαξε το Β σε Α, ενώ οι ερωτήσεις του τύπου «Πώς προέκυψε το χαρακτηριστικό Α;» ή «Πώς το χαρακτηριστικό Β άλλαξε σε Α;» αναφέρονται στο εξελικτικό μηχανισμό της αλλαγής. Ωστόσο, εφόσον μπορεί να υπάρξει σύγχυση ως προς το ποιο είναι το πραγματικό ερώτημα και εφόσον το ίδιο ερώτημα μπορεί να τεθεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους, στην παρούσα έρευνα αποφεύχθηκε η συσχέτιση αιτίων και εξηγήσεων με κάποιο συγκεκριμένο τύπο ερώτησης. Επιπλέον, επειδή έχει βρεθεί ότι οι μαθητές τείνουν να δίνουν τελεολογικές εξηγήσεις σε αιτιακές ερωτήσεις, αποφεύχθηκε η χρήση της λέξης «γιατί» προκειμένου να ελαττωθεί το ποσοστό των

τελεολογικών εξηγήσεων και προτιμήθηκε να ζητηθεί από τους μαθητές να δώσουν εξηγήσεις για το μηχανισμό της αλλαγής χρησιμοποιώντας ερωτήσεις του τύπου «Πώς;». Με τον τρόπο αυτό αναμέναμε ότι μέσα από την περιγραφή του μηχανισμού που ήταν υπεύθυνος για την αλλαγή θα μπορούσε να αναδειχθεί το εξελικτικό αίτιο αυτής της αλλαγής. Με την ταξινόμηση που περιγράφηκε παραπάνω δεν είναι δυνατή η διάκριση των εξελικτικών εξηγήσεων που είναι συμβατές με τα επιστημονικά δεδομένα από εκείνες που είναι ασύμβατες με αυτά. Με άλλα λόγια, μεταξύ των εξελικτικών εξηγήσεων αναμένεται να υπάρχουν και κάποιες που δεν είναι απόλυτα σωστές από την επιστημονική σκοπιά. Η διαφορά αυτή δεν θεωρήθηκε σημαντική στην παρούσα έρευνα.

4 Η ανάπτυξη της διδακτικής ακολουθίας

4.1 Η οικοδόμηση των βασικών βιολογικών εννοιών

Κατά τη διδακτική ακολουθία που εφαρμόστηκε, όπως φαίνεται στον πίνακα 2, οι μαθητές διδάχθηκαν για τα διάφορα επίπεδα βιολογικής οργάνωσης (κύτταρα, οργανισμοί, οικοσυστήματα) και έπειτα για τους μηχανισμούς της κληρονομικότητας και της προέλευσης της γενετικής ποικιλότητας. Στη συνέχεια, όλες αυτές οι έννοιες χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλα για τη διδασκαλία των εννοιών της εξέλιξης. Κατά την πρώτη φάση επιχειρήθηκε η οικοδόμηση ορισμένων βασικών βιολογικών εννοιών στον άξονα κύτταρα → οργανισμοί → οικοσυστήματα. Η παρουσίαση των εννοιών με τη συγκεκριμένη σειρά (από το μικροσκοπικό στο μακροσκοπικό επίπεδο) επιλέχθηκε καθώς η έννοια του κυττάρου είναι ήδη γνωστή στους μαθητές από τη Βιολογία της Α' Γυμνασίου και συνεπώς μπορεί να αποτελέσει το υπόβαθρο για την οικοδόμηση των υπολοίπων εννοιών μέχρι τα οικοσυστήματα, όπου μπορούν να μελετηθούν με μεγαλύτερη ευκολία, για το επίπεδο της συγκεκριμένης τάξης, οι μηχανισμοί της εξέλιξης. Η διαμόρφωση της συγκεκριμένης διδακτικής ακολουθίας βασίστηκε στην υπόθεση ότι η σταδιακή οικοδόμηση των εννοιών και η διδασκαλία των μηχανισμών της κληρονομικότητας θα διευκόλυνε στη συνέχεια τη διδασκαλία των εννοιών της εξέλιξης. Με δεδομένες τις αυθόρμητες τελεολογικές εξηγήσεις των μαθητών που καταγράφηκαν πριν από τη διδασκαλία (Kamprourakis and Zogza 2008) και στην προ-έρευνα θεωρήθηκε χρήσιμο να δοθεί έμφαση κατά τη διδασκαλία στο ρόλο της τύχης και της έλλειψης προβλεπτικότητας κατά την εξελικτική διαδικασία που επιβάλλουν τα φαινόμενα της δημιουργίας νέας γενετικής ποικιλότητας μέσω των μεταλλάξεων και της αμφιγονικής αναπαραγωγής.

Διδ. Ωρα	Διδακτική ενότητα - Δραστηριότητα	Τύπος μαθήματος	Κύριο πρόσωπο
1	Επίδοση αρχικού ερωτηματολογίου	Ε	Μ
2-3	1.4 Τα βακτήρια	Δ	Κ, Μ
4	1.1 Τα χαρακτηριστικά των ευκαρυωτικών κυττάρων	Δ	Κ, Μ
5	Δραστηριότητα 1: Πόσο μικρά είναι τα κύτταρα;	ΟΔ	Μ
6	1.2 Τα Πρωτόζωα	Δ	Κ, Μ
7	1.3 Οι Μύκητες	Δ	Κ, Μ
8	Δραστηριότητα 2: Μικροσκοπική παρατήρηση κυττάρων	ΕΑ	Μ
9	1.5 Οι Ιοί	Δ	Κ, Μ
10	2.1 Υγεία και ασθένεια	Δ	Κ, Μ
11-12	2.2 Πώς αμύνεται ο οργανισμός μας (Ι)	Δ	Κ, Μ
13	2.3 Ανοσοποίηση	Δ	Κ, Μ
14	2.4 Ομάδες αίματος (σύστημα ΑΒΟ)	Δ	Κ, Μ
15	5.1 Τα οικοσυστήματα και οι λειτουργίες τους	Δ	Κ, Μ
16	Δραστηριότητα 3: Μελέτη της βιοποικιλότητας	ΑΠ	Μ
17	3.1 Η αναπαραγωγή στον άνθρωπο	Δ	Κ, Μ
18-19	3.4 Η μελέτη της κληρονομικότητας	Δ	Κ, Μ
20	Δραστηριότητα 4: Χρωμοσώματα και Καρυότυπος	ΟΔ	Μ
21	Δραστηριότητα 5: Από το φαινότυπο στο γονότυπο	ΟΔ	Μ
22	3.2 Το περιεχόμενο της Γενετικής	Δ	Κ, Μ
23	Δραστηριότητα 6: Τόσοι πολλοί και τόσο διαφορετικοί	ΟΔ	Μ
24	3.5 Μεταλλάξεις	Δ	Κ, Μ
25	Δραστηριότητα 7: Οι μηχανισμοί της εξέλιξης	ΟΔ	Μ
26	Δραστηριότητα 8: Ποια είναι η ηλικία της Γης;	ΟΔ	Μ
27-28	6.1 Ένας περίπατος πίσω στο χρόνο	Δ	Κ, Μ
29-30	6.2 Παράγοντες που συμβάλλουν στην εξέλιξη	Δ	Κ, Μ
31	6.3 Προσαρμογή και επιβίωση	Δ	Κ, Μ
32	Ειδική Διδασκαλία Εξέλιξη των κυττάρων	Δ	Κ
33	Επίδοση τελικού ερωτηματολογίου	Ε	Μ

Πίνακας 2 Αναδιάταξη της διδακτέας ύλης της γ' γυμνασίου κατά την κυρίως έρευνα (Δ: διδασκαλία, ΟΔ: ομαδική δραστηριότητα, ΑΠ: άσκηση πεδίου, ΕΑ: εργαστηριακή άσκηση, Ε: ερωτηματολόγιο, Κ: καθηγητής, Μ: μαθητής)

4.2 Η γνωστική σύγκρουση στην πορεία μάθησης της θεωρίας της εξέλιξης

Για την έκθεση των μαθητών σε κατάσταση γνωστικής σύγκρουσης θεωρήθηκε ότι θα έπρεπε να δοθεί έμφαση σε έννοιες εκ διαμέτρου αντίθετες με αυτές που χαρακτήριζαν τα εννοιολογικά τους πλαίσια. Ως γνωστική σύγκρουση περιγράφεται κάθε περίπτωση στο πλαίσιο της οποίας οι υποθέσεις που πραγματοποιούνται για την αντιμετώπιση ενός προβλήματος διαψεύδονται ή αμφισβητούνται με τρόπο που προκαλεί κάποια γνωστική διαταραχή ή

αποσταθεροποίηση και τελικά η χρήση τους περιορίζεται, εγκαταλείπεται ή αντικαθίστανται από άλλες (Ραβάνης, 2003, σελ.113). Έτσι, απέναντι στις έννοιες του σχεδίου και του σκοπού που χαρακτήριζαν τις εξηγήσεις των μαθητών, προτάθηκαν οι έννοιες της τύχης και της έλλειψης προβλεπτικότητας.

Μια έννοια χρήσιμη για την επίτευξη αυτού του στόχου θεωρήθηκε ότι είναι η έννοια της ενδεχομενικότητας (contingency), που ορίζεται ως «η επιβεβαίωση του ελέγχου των άμεσων γεγονότων επί της μοίρας» (Gould, 2000/1989, σελ.284). Η ιδέα αυτή απεικονίστηκε με τη μεταφορά της ταινίας: εάν ήταν δυνατόν να διαγραφεί οτιδήποτε έχει συμβεί κατά τη διάρκεια της εξέλιξης, να γυρίσει ο χρόνος πίσω σε παλαιότερες εποχές και τόπους και να ξαναπαιχτεί η ταινία της εξέλιξης από την αρχή ώστε να ελεγχθεί εάν επανάληψη μοιάζει με την πραγματική εκδοχή, τότε θα διαπιστώναμε ότι οποιοδήποτε νέο παίξιμο της ταινίας θα οδηγούσε την εξέλιξη σε ένα ριζικά διαφορετικό μονοπάτι από εκείνο το οποίο στην πραγματικότητα ακολουθήθηκε (Gould, 2000/1989, σελ.48-51). Η θέση αυτή, που περιγράφεται ως θέση της εξελικτικής ενδεχομενικότητας (evolutionary contingency thesis), προτείνει ότι η ιστορία της ζωής στη γη έχει καθοριστεί σε μεγάλο βαθμό από συγκυριακά και απρόβλεπτα γεγονότα. Για παράδειγμα, οι μεταλλάξεις και η φυσική επιλογή σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα είναι δυο πηγές ενδεχομενικότητας (Beatty, 1995). Η ιδέα της ενδεχομενικότητας έχει δυο επιμέρους διαστάσεις, την έλλειψη προβλεπτικότητας (unpredictability) και την αιτιακή εξάρτηση (causal dependence), οι οποίες είναι συμπληρωματικές μεταξύ τους (Beatty, 2006). Η συγκεκριμένη άποψη δεν είναι αποδεκτή από το σύνολο της επιστημονικής κοινότητας (π.χ. βλ. Conway-Morris, 1998). Επίσης, στο ζωικό βασίλειο ορισμένα αναπτυξιακά πρότυπα είναι σχεδόν καθολικά και έτσι τα εναλλακτικά ενδεχόμενα στην εξέλιξη των ζώων φαίνεται ότι δεν ήταν απεριορίστα (Carroll, 2005, σελ. 71-72). Όμως, με δεδομένες τις συνήθεις πρότερες αντιλήψεις των μαθητών η έννοια της ενδεχομενικότητας μπορεί να χρησιμεύσει ώστε οι μαθητές να κατανοήσουν ότι:

- η φυσική επιλογή βασίζει το μηχανισμό της εξελικτικής αλλαγής σε έναν αγώνα για αναπαραγωγική επιτυχία ανάμεσα στους οργανισμούς, οδηγώντας σε μια βελτιωμένη αρμοστικότητα των οργανισμών σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα
- η φυσική επιλογή αποτελεί μια αρχή τοπικής προσαρμογής και όχι μιας ευρύτερης προόδου ή βελτίωσης
- η εξελικτική διαδικασία δεν ταυτίζεται με την πρόοδο ούτε έχει κάποιον απώτερο σκοπό
- η ιστορία της ζωής στη γη δεν χαρακτηρίζεται απαραίτητα από πρόοδο και δεν είναι απόλυτα προβλέψιμη

- τα έμβια όντα έχουν εξελιχθεί μέσω μιας σειράς τυχαίων και απρόβλεπτων γεγονότων (Gould, 1994, και για μια πιο εμπεριστατωμένη ανάλυση, βλ. Gould, 1996).

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι έννοιες οι οποίες διδάχθηκαν κατά την προτεινόμενη διδακτική ακολουθία.

Διδακτική ακολουθία	Έννοιες	
	Βασικές έννοιες	Έννοιες ενδεχομενικότητας
1. κυτταρική δομή και λειτουργίες (ενότητες 1.2, 1.1, 1.3, 1.4, 1.5)	τύποι κυττάρων και η δομή τους, κυτταρικές λειτουργίες, κυτταρικός πολλαπλασιασμός, μονοκύτταροι οργανισμοί	
2. κύτταρο και οργανισμός (ενότητες 2.1, 2.2, 2.3)	πολυκύτταροι οργανισμοί, συστήματα, όργανα	
3. οικολογία (ενότητα 5.1)	πληθυσμοί, οικοσυστήματα	περιβαλλοντικές αλλαγές
4. αναπαραγωγή και κληρονομικότητα (ενότητες 3.1, 3.2, 3.4, 3.5)	μείωση, αμφιγονική αναπαραγωγή, γονίδια και χρωμοσώματα, γονότυπος και φαινότυπος	μεταλλάξεις, τυχαίος συνδυασμός γαμετών
5. εξέλιξη (ενότητες 6.1, 6.2, 6.3)	είδη, αρχείο απολιθωμάτων, ιστορία της ζωής, κοινή καταγωγή, επιβίωση, εξαφάνιση	φυσική επιλογή

Πίνακας 3 Οι έννοιες οι οποίες διδάχθηκαν κατά την προτεινόμενη διδακτική ακολουθία

Στη διδασκαλία δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στον ρόλο της τύχης κατά την εξελικτική διαδικασία. Οι σύγχρονοι εξελικτικοί βιολόγοι δεν διαφωνούν για το αν η εξέλιξη είναι στοχαστική διαδικασία και αν η τύχη έχει κάποιον ρόλο στην εξέλιξη, αλλά για το πόσο στοχαστική είναι. Μάλιστα, κάποιες έννοιες τύχης έχουν σημαντικό εξηγητικό ρόλο στην εξελικτική βιολογία όταν τεθούν στο κατάλληλο θεωρητικό πλαίσιο (Shanahan, 1991). Η τύχη δρα σε όλα τα επίπεδα της αναπαραγωγικής διαδικασίας και δυνητικά ευνοϊκοί συνδυασμοί γονιδίων μπορεί να εξαλειφθούν τυχαία από άλλους παράγοντες πριν τη διαδικασία της φυσικής επιλογής (Mayr, 2002, σελ. 141). Έτσι, για την επιτυχή διδασκαλία της εξέλιξης κρίθηκε αναγκαίο να κατανοήσουν οι μαθητές ότι πολλά σημαντικά γεγονότα είναι απρόβλεπτα: α) ποιες καινούργιες γενετικές παραλλαγές θα προκύψουν στον πληθυσμό, β) ποιοι από τους διαθέσιμους γαμέτες κάθε γενιάς θα χρησιμοποιηθούν κατά την αναπαραγωγή, γ) ποιο ποσοστό του πληθυσμού μπορεί να μεταναστεύσει σε μια άλλη περιοχή και δ) ποιες περιβαλλοντικές αλλαγές μπορεί να συμβούν σε ένα οικοσύστημα. Για να δοθεί έμφαση σε όλα αυτά κρίθηκε απαραίτητη η δημιουργία μιας δραστηριότητας κατά τη διάρκεια της οποίας αναμενόταν να διαμορφωθεί η επιδιωκόμενη κατάσταση γνωστικής

σύγκρουσης (Kamprourakis, 2006¹). Πρόκειται για μια δραστηριότητα που βοηθά τους μαθητές να αναγνωρίσουν από μόνοι τους ότι η ενδοειδική ποικιλότητα και η διαφορική επιβίωση με βάση το περιβάλλον είναι δυο σημαντικά στάδια της εξελικτικής διαδικασίας.

4.3 Οι πρώιμες εξελικτικές εξηγήσεις

Η επιχειρηματολογία στην *Προέλευση των Ειδών* περιλάμβανε δυο βασικές ιδέες: την κοινή καταγωγή και τη φυσική επιλογή. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι εξηγήσεις που βασίζονται στη φυσική επιλογή και στην κοινή καταγωγή δεν αποτελούν τις μοναδικές εξηγήσεις για την εξέλιξη της ζωής στη γη. Ο Darwin ανακάλυψε ότι η αρμοστικότητα ενός οργανισμού αποτελούσε πολύ συχνά την εξήγηση της επιβίωσης του. Όμως, είναι δυνατόν καλά προσαρμοσμένα άτομα να πεθάνουν τυχαία εξαιτίας παραγόντων που δεν έχουν καμία σχέση με την αρμοστικότητα τους ενώ ταυτόχρονα άτομα που φέρουν μειονεκτικά χαρακτηριστικά μπορεί να επιβιώσουν αν και δεν ευνοούνται σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον (Scriven, 1959). Επιπλέον, η συγκλίνουσα εξέλιξη μπορεί να εξηγήσει τις ομοιότητες μεταξύ διαφορετικών ταξινομικών μονάδων και η τυχαία γενετική παρέκκλιση για τις αντίστοιχες διαφορές (Futuyma, 1990). Ωστόσο, επειδή η κοινή καταγωγή και η φυσική επιλογή, ως δυο από τα βασικά επιχειρήματα του Darwin, παρείχαν και παρέχουν πολύ ικανοποιητικές εξηγήσεις σε πάρα πολλά ερωτήματα και αποτελούν θεμέλιο της σύγχρονης εξελικτικής βιολογίας, προτείνεται οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης να ξεκινήσουν με την κατανόηση αυτών των δυο εννοιών, να μάθουν να εξηγούν τις εξελικτικές διαδικασίες στο πλαίσιο τους και στη συνέχεια να προχωρήσουν στην εκμάθηση πιο λεπτομερών εξηγήσεων.

Έτσι, οι μαθητές μπορούν να μάθουν να δίνουν εξελικτικές εξηγήσεις που βασίζονται σε ιστορικές υποθέσεις που διαμορφώνονται μέσα από τα δυο βασικά επιχειρήματα του Darwin ως εξής: οι ομολογίες (εξηγητέο) μπορούν να εξηγηθούν μέσω της κοινής καταγωγής (εξηγούν), ως χαρακτηριστικά που έφερε ένας κοινός πρόγονος από τον οποίο προέκυψαν εξελικτικά διαφορετικά είδη. Από την άλλη, οι προσαρμογές (εξηγητέο) μπορούν να εξηγηθούν από την εξέλιξη κάποιων ειδών σε άλλα νέα μέσω της φυσικής επιλογής (εξηγούν). Η δομή αυτών των εξελικτικών εξηγήσεων διαμορφώνεται με βάση συγκεκριμένες θεωρήσεις της εξελικτικής εξήγησης από τη φιλοσοφία της επιστήμης: οι εξηγήσεις των ομολογιών με βάση την ενοποιητική θεώρηση (Kitcher, 1989) και οι εξηγήσεις των προσαρμογών με βάση την καιρική θεώρηση (Strevens, 2004).

¹ Για το θέμα αυτό βλ. το κεφάλαιο του Κώστα Καμπουράκη με τίτλο *Τα ράμφη των σπίνων: μια δραστηριότητα για την εισαγωγική παρουσίαση ορισμένων εννοιών της θεωρίας της εξέλιξης* στον παρόντα τόμο (ΣτΕ)

Η επιλογή αυτή τεκμηριώνεται με βάση τα χαρακτηριστικά των εξηγητέων (ομολογίες, προσαρμογές) και των συγκεκριμένων θεωρήσεων (ενοποιητική, καιρική). Οι ομολογίες αποτελούν κοινά χαρακτηριστικά μεταξύ ειδών τα οποία ομαδοποιούνται, και συνεπώς ενοποιούνται, σε ένα τμήμα του φυλογενετικού δέντρου που ξεκινά από κάποιον κοινό πρόγονο. Έτσι, η ενοποιητική θεώρηση είναι χρήσιμη γιατί αναδεικνύει το κοινό (ενοποιητικό) χαρακτηριστικό, το οποίο και εξηγεί. Από την άλλη, οι προσαρμογές αποτελούν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ειδών, προϊόντα της διαδικασίας της φυσικής επιλογής, τα οποία προσέδωσαν πλεονέκτημα στους οργανισμούς που τα έφεραν με αποτέλεσμα την επιβίωση τους. Το πλεονέκτημα αυτό αποτέλεσε τον παράγοντα-που-έκανε-τη-διαφορά και συνεπώς η καιρική θεώρηση είναι κατάλληλη γιατί αναδεικνύει αυτούς ακριβώς τους παράγοντες (βλ. Καμπουράκης 2008).

Αυτοί οι τύποι εξηγήσεων περιγράφονται ως πρώιμες εξελικτικές εξηγήσεις (Kampourakis and Zogza 2009). Η ονομασία αυτή προκύπτει από το γεγονός ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξήγηση της προέλευσης πολλών αλλά όχι όλων των χαρακτηριστικών, καθώς υπάρχουν και περιπτώσεις όπως η συγκλίνουσα εξέλιξη, η τυχαία γενετική παρέκκλιση κλπ. Η δομή των εξηγήσεων αυτών βασίζεται σε δυο θεωρήσεις της επιστημονικής εξήγησης από τη φιλοσοφία της επιστήμης. Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας οι μαθητές διδάχθηκαν τις τυπικές δομές των εξηγήσεων μέσα από παραδείγματα, με έμφαση στην εξήγηση των ομοιοτήτων μεταξύ των οργανισμών μέσω της κοινής καταγωγής και των μεταξύ τους διαφορών μέσω της φυσικής επιλογής. Η αναφορά των μαθητών στον εκάστοτε κοινό πρόγονο στα προβλήματα 1-5 ή στη διαδικασία διαφορικής επιβίωσης (φυσικής επιλογής) στα προβλήματα 2, 3 και 4 κρίθηκε επαρκής για την ταξινόμηση των αντίστοιχων εξηγήσεων ως εξελικτικών. Καθώς οι εξελικτικές διαδικασίες είναι πολύ πολύπλοκες και περιλαμβάνουν πολλές διαφορετικές έννοιες, προτείνεται ότι οι πρώιμες εξελικτικές εξηγήσεις, η δομή των οποίων αναπτύχθηκε παραπάνω, μπορούν να αποτελούν ένα ελάχιστο εξηγητικό πλαίσιο που μπορεί να διδαχθεί στους μαθητές της γ' γυμνασίου και ταυτόχρονα τη βάση για την περεταίρω μελλοντική διδασκαλία της εξέλιξης.

5. Αποτελέσματα της έρευνας

Οι εξηγήσεις των μαθητών στο πρόβλημα 1 πριν και μετά από τη διδασκαλία παρουσιάζονται στον πίνακα 4. Η εφαρμογή του στατιστικού ελέγχου Wilcoxon έδειξε ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των εξηγήσεων των μαθητών στο πρόβλημα 1 πριν και μετά από τη διδασκαλία ($p < 0.001$).

		Πρόβλημα 1 (μετά)				
Πρόβλημα 1 (πριν)	Τύπος εξήγησης	εξελεκτική	εγγύτατη	τελεολογική	καμία εξήγηση	Σύνολο
	εξελεκτική	27	10	2	1	40
	εγγύτατη	10	5	3	0	18
	τελεολογική	13	4	4	1	22
	καμία εξήγ.	9	7	2	0	18
	Σύνολο	59	26	11	2	98

Πίνακας 4 Οι τύποι των εξηγήσεων και ο αντίστοιχος αριθμός μαθητών στο πρόβλημα 1 πριν και μετά από τη διδασκαλία (με σκίαση επισημαίνονται οι περιπτώσεις όπου δεν υπήρξε αλλαγή του τύπου εξήγησης μετά από τη διδασκαλία)

Οι εξηγήσεις των μαθητών στο πρόβλημα 2 πριν και μετά από τη διδασκαλία παρουσιάζονται στον πίνακα 5. Η εφαρμογή του στατιστικού ελέγχου Wilcoxon έδειξε ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των εξηγήσεων των μαθητών στο πρόβλημα 2 πριν και μετά από τη διδασκαλία ($p < 0.001$).

		Πρόβλημα 2 (μετά)				
Πρόβλημα 2 (πριν)	Τύπος εξήγησης	εξελεκτική	εγγύτατη	τελεολογική	καμία εξήγηση	Σύνολο
	εξελεκτική	2	0	0	0	2
	εγγύτατη	10	9	2	0	21
	τελεολογική	36	8	5	3	52
	καμία εξήγ.	15	2	3	3	23
	Σύνολο	63	19	10	6	98

Πίνακας 5 Οι τύποι των εξηγήσεων και ο αντίστοιχος αριθμός μαθητών στο πρόβλημα 2 πριν και μετά από τη διδασκαλία (με σκίαση επισημαίνονται οι περιπτώσεις όπου δεν υπήρξε αλλαγή του τύπου εξήγησης μετά από τη διδασκαλία)

Οι εξηγήσεις των μαθητών στο πρόβλημα 3 πριν και μετά από τη διδασκαλία παρουσιάζονται στον πίνακα 6. Η εφαρμογή του στατιστικού ελέγχου Wilcoxon έδειξε ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των εξηγήσεων των μαθητών στο πρόβλημα 3 πριν και μετά από τη διδασκαλία ($p < 0.001$).

		Πρόβλημα 3 (μετά)				
Πρόβλημα 3 (πριν)	Τύπος εξήγησης	εξελεκτική	εγγύτατη	τελεολογική	καμία εξήγηση	Σύνολο
	εξελεκτική	2	0	0	0	2
	εγγύτατη	1	2	3	1	7
	τελεολογική	36	6	21	7	70
	καμία εξήγ.	5	5	7	2	19
	Σύνολο	44	13	31	10	98

Πίνακας 6 Οι τύποι των εξηγήσεων και ο αντίστοιχος αριθμός μαθητών στο πρόβλημα 3 πριν και μετά από τη διδασκαλία (με σκίαση επισημαίνονται οι περιπτώσεις όπου δεν υπήρξε αλλαγή του τύπου εξήγησης μετά από τη διδασκαλία)

Οι εξηγήσεις των μαθητών στο πρόβλημα 4 πριν και μετά από τη διδασκαλία παρουσιάζονται στον πίνακα 7. Η εφαρμογή του στατιστικού ελέγχου Wilcoxon έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των εξηγήσεων των μαθητών στο πρόβλημα 4 πριν και μετά από τη διδασκαλία ($p < 0.001$).

		Πρόβλημα 4 (μετά)				
Πρόβλημα 4 (πριν)	Τύπος εξήγησης	εξελεκτική	εγγύτατη	τελεολογική	καμία εξήγηση	Σύνολο
	εξελεκτική	33	2	1	3	39
	εγγύτατη	4	2	1	1	8
	τελεολογική	27	0	2	1	30
	καμία εξήγ.	16	3	2	0	21
	Σύνολο	80	7	6	5	98

Πίνακας 7 Οι τύποι των εξηγήσεων και ο αντίστοιχος αριθμός μαθητών στο πρόβλημα 4 πριν και μετά από τη διδασκαλία (με σκίαση επισημαίνονται οι περιπτώσεις όπου δεν υπήρξε αλλαγή του τύπου εξήγησης μετά από τη διδασκαλία)

Οι εξηγήσεις των μαθητών στο πρόβλημα 5 πριν και μετά από τη διδασκαλία παρουσιάζονται στον πίνακα 8. Η εφαρμογή του στατιστικού ελέγχου Wilcoxon έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των εξηγήσεων των μαθητών στο πρόβλημα 5 πριν και μετά από τη διδασκαλία ($p < 0.001$).

		Πρόβλημα 5 (μετά)				
Πρόβλημα 5 (πριν)	Τύπος εξήγησης	εξελεκτική	εγγύτατη	τελεολογική	καμία εξήγηση	Σύνολο
	εξελεκτική	19	0	2	0	21
	εγγύτατη	0	0	1	1	2
	τελεολογική	29	4	17	13	63
	καμία εξήγ.	3	1	3	5	12
	Σύνολο	51	5	23	19	98

Πίνακας 13 Οι τύποι των εξηγήσεων και ο αντίστοιχος αριθμός μαθητών στο πρόβλημα 5 πριν και μετά από τη διδασκαλία (με σκίαση επισημαίνονται οι περιπτώσεις όπου δεν υπήρξε αλλαγή του τύπου εξήγησης μετά από τη διδασκαλία)

6 Συμπεράσματα

Στις περισσότερες από τις έρευνες που υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία, οι οποίες ασχολούνται ειδικά με τις εξηγήσεις των μαθητών για την εξέλιξη, δεν έχει διερευνηθεί ο τύπος και η δομή τους. Επιπλέον, στις λίγες έρευνες που έχει γίνει ανάλυση των εξηγήσεων των μαθητών για έννοιες που σχετίζονται άμεσα με την εξέλιξη δεν επιχειρήθηκε λεπτομερής προσδιορισμός των αιτιών που χρησιμοποιούσαν οι μαθητές, τα οποία κατέχουν κεντρική θέση στη δομή της

εξήγησης. Στην παρούσα έρευνα δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην ταξινόμηση των εξηγήσεων των μαθητών ώστε να είναι σαφής η μεταξύ τους διάκριση ανάλογα με τα αίτια (εξελικτικά, εγγύτατα ή τελικά). Στην περίπτωση των εξελικτικών αιτίων οι εξηγήσεις βασίζονται σε γεγονότα που περιλαμβάνονται στην εξελικτική ιστορία του είδους και βασίζονται σε έννοιες όπως η κοινή καταγωγή και η φυσική επιλογή. Στην περίπτωση των εγγύτατων αιτίων οι εξηγήσεις βασίζονται στα υπάρχοντα χαρακτηριστικά της αναπτυξιακής διαδικασίας και της φυσιολογίας των οργανισμών. Τέλος, στην περίπτωση των τελικών αιτίων οι εξηγήσεις βασίζονται στην εκπλήρωση ενός προκαθορισμένου σκοπού ή μιας συγκεκριμένης λειτουργίας των οργανισμών ή του είδους. Τονίζεται ότι στην παρούσα έρευνα η κατηγορία των εγγύτατων εξηγήσεων αντιστοιχούσε σε μια κατηγορία ευρύτερη από την αντίστοιχη αυστηρά φιλοσοφική και περιλάμβανε όλες τις εξηγήσεις που δεν ήταν εξελικτικές ή τελεολογικές, δηλαδή εκείνες που δεν περιλάμβαναν έννοιες όπως η κοινή καταγωγή και η φυσική επιλογή ή αφορούσαν κυρίως μεμονωμένα άτομα και όχι πληθυσμούς. Με βάση τα παραπάνω οι εξηγήσεις των μαθητών ταξινομήθηκαν ως εξελικτικές, εγγύτατες ή τελεολογικές.

Στην έρευνα αυτή διαπιστώθηκε ότι το προτεινόμενο εξηγητικό πλαίσιο που περιγράφεται ως *πρώιμες εξελικτικές εξηγήσεις*, το οποίο λαμβάνει υπόψη τα συμπεράσματα τόσο από την ιστορική και φιλοσοφική ανάλυση της εξελικτικής εξήγησης όσο και από τη μελέτη του αυθόρμητου τελεολογικού συλλογισμού των μαθητών, μπορεί να αποτελέσει ένα βασικό εξηγητικό πλαίσιο για την εξέλιξη και ένα υπόβαθρο για αντίστοιχη μελλοντική διδασκαλία. Η διδασκαλία των πρώιμων εξελικτικών εξηγήσεων ήταν αποτελεσματική ως προς τη δυνατότητα επίτευξης αλλαγής εξηγητικού πλαισίου στην εξέλιξη μετά από τη διδασκαλία, καθώς επέφερε αντικατάσταση των αυθόρμητων εξηγήσεων των μαθητών από εξελικτικές εξηγήσεις. Ειδικότερα, διαπιστώθηκε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική μεταβολή στον αριθμό των μαθητών που εμφάνισαν αλλαγή εξηγητικού πλαισίου, που απέρριψαν δηλαδή τις αρχικές αυθόρμητες εξηγήσεις τους και υιοθέτησαν τις εξελικτικές εξηγήσεις που διδάχθηκαν.

Για την αποτελεσματική διδασκαλία της εξέλιξης και ειδικά για τις εξηγήσεις που σχετίζονται με την προέλευση των βιολογικών λειτουργιών είναι σημαντική η διάκριση ανάμεσα στην αιτιολόγηση βάσει σχεδιασμού, η οποία βασίζεται στην πρόθεση (εσωτερικών ή εξωτερικών ως προς τον οργανισμό παραγόντων) για την εκπλήρωση ενός προκαθορισμένου σκοπού και στην αιτιολόγηση βάσει συνεπειών, η οποία βασίζεται στη Δαρβινική θεώρηση για την εξέλιξη μέσω της φυσικής επιλογής. Καθοριστική σημασία για τη διάκριση αυτή φαίνεται ότι έχει η έμφαση της διδασκαλίας στον ακριβή χρονικό προσδιορισμό των αιτίων της ύπαρξης ομολογιών ή προσαρμογών, και γενικότερα των βιολογικών χαρακτηριστικών, στο παρελθόν και όχι στο μέλλον. Είναι απαραίτητο να εξηγείται στους μαθητές ότι οι αυθόρμητες τελεολογικές εξηγήσεις τους

αντιστρέφουν την πορεία της φύσης διότι με τον τρόπο που αναφέρονται στο σκοπό και στη λειτουργία που ένα βιολογικό χαρακτηριστικό εξυπηρετεί, τοποθετούν χρονικά την εμφάνιση του χαρακτηριστικού πριν το αίτιο της εμφάνισης του. Έτσι, επιτακτική προβάλλει η ανάγκη να κατανοήσουν οι μαθητές ότι η αναζήτηση των αιτιών της εμφάνισης των βιολογικών χαρακτηριστικών πρέπει να γίνεται στο παρελθόν. Η εξελικτική διαδικασία είναι μια ιστορική διαδικασία με αποτέλεσμα να υπάρχει αιτιακή εξάρτηση από συγκεκριμένα γεγονότα ή συγκυρίες του παρελθόντος, καθώς εάν αυτά δεν είχαν συμβεί ή εάν είχε συμβεί κάτι άλλο στη θέση τους ίσως το αποτέλεσμα της εξελικτικής διαδικασίας να ήταν διαφορετικό.

Για την επίτευξη αυτής της εννοιολογικής αλλαγής πολύ σημαντική φάνηκε να είναι στην παρούσα έρευνα η έμφαση της διδασκαλίας στο ρόλο της τύχης στην εξελικτική διαδικασία και στην έλλειψη προβλεπτικότητας που τη χαρακτηρίζει. Ειδικότερα, διαπιστώθηκε ότι όταν στους μαθητές εξηγηθεί ότι οι μεταλλάξεις, που παράγουν νέα αλληλόμορφα, και η αμφιγονική αναπαραγωγή, που παράγει νέους γονοτύπους, δημιουργούν καινούργια γενετική ποικιλότητα με σχετικά απρόβλεπτο τρόπο, θα είναι ευκολότερο να αντιληφθούν γιατί η εξελικτική διαδικασία είναι ασύμβατη με την ιδέα ύπαρξης σχεδίου ή σκοπού στη φύση. Το συμπέρασμα αυτό προέκυψε και από τις συνεντεύξεις των μαθητών ένα χρόνο μετά από τη διδασκαλία, οι οποίες αποτέλεσαν έναν μεταγνώστικό έλεγχο. Οι μαθητές που ένα χρόνο μετά εξακολουθούσαν να δίνουν εξελικτικές εξηγήσεις σε όλα τα προβλήματα δήλωσαν ότι η διδασκαλία για τον ρόλο της τύχης στην εξέλιξη είχε παίξει τον καθοριστικότερο ρόλο στην απόρριψη των αρχικών τους εξηγήσεων και στην υιοθέτηση των εξελικτικών εξηγήσεων.

Η κατανόηση των παραπάνω απαιτεί και προσοχή στις διατυπώσεις των διδασκόντων και των σχολικών εγχειριδίων. Οι αντίστοιχες εξηγήσεις που θα δίνονται στους μαθητές θα πρέπει να είναι αιτιολογήσεις βάσει συνεπειών και όχι αιτιολογήσεις βάσει σχεδιασμού. Συνεπώς, στους μαθητές δεν θα πρέπει να δίνονται εξηγήσεις του τύπου «*Η προσαρμογή είναι η αλλαγή στη δομή, στις λειτουργίες ή στη συμπεριφορά ενός οργανισμού, έτσι ώστε να του δίνονται περισσότερες δυνατότητες να επιβιώσει στις συνθήκες του περιβάλλοντος, όπως είναι το κλίμα, ο τύπος του εδάφους, η διαθεσιμότητα σε νερό*», που υπάρχει στην ενότητα 6.3 του προηγούμενου σχολικού εγχειριδίου της γ' γυμνασίου. Αλλά και όταν αυτό συμβαίνει είναι αναγκαίο να εξηγείται στους μαθητές η παρανόηση που μια τέτοια εξήγηση μπορεί να προκαλέσει και να περιγράφεται μια πιο ακριβής και ορθή εξήγηση του τύπου: «*Η προσαρμογή είναι η αλλαγή στη δομή, στις λειτουργίες ή στη συμπεριφορά ενός οργανισμού, η οποία επειδή έτυχε να του δίνει περισσότερες δυνατότητες να επιβιώσει στις συνθήκες του συγκεκριμένου περιβάλλοντος, όπως είναι το κλίμα, ο τύπος του εδάφους, η διαθεσιμότητα σε νερό, διατηρήθηκε μέσω της φυσικής επιλογής*». Μια αλλαγή εξηγητικού

πλαisiού από την αιτιολόγηση βάσει σχεδιασμού που έχει διαπιστωθεί ότι αυθόρμητα δίνουν οι μαθητές προς την αιτιολόγηση βάσει συνεπειών θα μπορούσε να αποτελεί έναν πολύ σημαντικό στόχο της διαδικασίας της εννοιολογικής αλλαγής στην εξέλιξη.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Abrams, E., Southerland, S., & Cummins, C. (2001). The how's and why's of biological change: how learners neglect physical mechanisms in their search for meaning. *International Journal of Science Education*, 23, 1271-1281.
- Ariew, A. (2003). Ernst Mayr's 'ultimate/proximate' distinction reconsidered and reconstructed. *Biology and Philosophy*, 18, 553-565.
- Beatty, J. (1984). Chance and natural selection. *Philosophy of Science*, 51, 183-211.
- Beatty, J. (1995). The evolutionary contingency thesis. In G. Wolters, & J. G. Lennox (eds.), *Concepts, Theories, and Rationality in the Biological Sciences, The Second Pittsburgh-Konstanz Colloquium in the Philosophy of Science*, 45-81, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh.
- Beatty, J. (2006). Replaying life's tape. *Journal of Philosophy*, CIII(7), 336-362.
- Brandon, R.N. (1981). Biological teleology: questions and explanations. *Studies in History and Philosophy of Science*, 12(2), 91-105 (reprinted in Allen, Bekoff, Lauder, 1998, 79-97).
- Carroll, S.B. (2005). *Endless Forms Most Beautiful: The New Science of Evo Devo*. W.W. Norton & Company, New York and London.
- Cohen, L. & Manion, L. (1994). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*. Μεταίχμιο, Αθήνα.
- Conway Morris S. (1998). *The Crucible of Creation: the Burgess Shale and the Rise of Animals*. Oxford University Press, Oxford.
- Ferrari, M., & Chi, M. T. H. (1998). The nature of naive explanations of natural selection. *International Journal of Science Education*, 20, 1231-1256.
- Futuyma, D. J. (1990) [1986]. *Εξελικτική Βιολογία*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Gould, S. J. (1994). The evolution of life on the earth. *Scientific American*, 271 (4), 62-69.
- Gould, S. J. (1996). *Full House: the Spread of Excellence from Plato to Darwin*. Three Rivers Press. New York.
- Gould, S. J. (2000) [1989]. *Wonderful Life: the Burgess Shale and the Nature of History*. Vintage, London.
- Kampourakis K and Zogza V (2007) Students' preconceptions about evolution: how accurate is the characterization as "Lamarckian" when considering the history of evolutionary thought? *Science & Education*, 16(3-5), 393-422.
- Kampourakis K and Zogza V (2008) Students' intuitive explanations of the causes of homologies and adaptations. *Science & Education*, 17(1), 27-47.
- Kampourakis K and Zogza V (2009) Preliminary evolutionary explanations: a basic framework for conceptual change and explanatory coherence in evolution. *Science & Education*, 18(10), 1313-1340
- Kampourakis K (2006). The finches' beaks: introducing evolutionary concepts. *Science Scope*, 29(6), 14-17.
- Kitcher, P. (1989). Explanatory Unification and the Causal Structure of the World. In P. Kitcher and W. C. Salmon, eds., *Minnesota Studies in the Philosophy of Science Vol. 13: Scientific Explanation*, 410-505, University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Καμπουράκης Κ (2008). Εξηγητικός πλουραλισμός: ένα βασικό χαρακτηριστικό της Φύσης της Επιστήμης. Στο Β. Κουλαϊδής, Α. Αποστόλου, Κ. Καμπουράκης (Επιμ.) *Η Φύση των Επιστημών: Διδακτικές Προσεγγίσεις*, 201-218. Εκδόσεις Child Services, Αθήνα.\

- Καμπουράκης Κ (2009). Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: νοητικές παραστάσεις των μαθητών και προτάσεις διδασκαλίας. Στο Β. Ζόγκτζα *Θέματα Διδακτικής της Βιολογίας: Διδασκαλία και Μάθηση Βιολογικών Εννοιών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση*, 298-328, Εκδόσεις Μεταίχμιο, Αθήνα.
- Καμπουράκης Κ, Β. Ζόγκτζα (2007). Τελεολογία και διδασκαλία της εξέλιξης. Ι. Προσεγγίσεις από την ιστορία και τη φιλοσοφία της επιστήμης. Στο Δ. Κολιόπουλος (επιμ.) *Πρακτικά του 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ιστορίας, Φιλοσοφίας και Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών: Η πολιτισμική συνιστώσα των Φυσικών Επιστημών στην εκπαίδευση*, σελ. 221-231.
- Lombrozo, T. & Carey S. (2006). Functional explanation and the function of explanation. *Cognition*, 99, 167–204.
- Mayr, E. (1961). Cause and effect in biology. *Science*, 131, 1501-1506.
- Mayr, E. (2002). *What Evolution Is*. Weidenfeld & Nicolson, London.
- Ραβάνης, Κ. (2003). *Εισαγωγή στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.
- 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.
- Scriven, M. (1959). Explanation and prediction in evolutionary theory. *Science*, 130, 477-482.
- Scriven, M. (1962). Explanations, predictions, and laws. In H. Feigl and G. Maxwell (eds), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol 3: Scientific Explanation, Space, and Time*, 170-230, University of Minnesota Press, Minneapolis (reprinted in Pitt, 1988, 51-74).
- Shanahan, T. (1991). Chance as an explanatory factor in evolutionary biology. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 13, 249-269.
- Southerland, S.A., Abrams, E., Cummins, C.L. & Anzelmo, J. (2001). Understanding students' explanations of biological phenomena: conceptual frameworks or P-Prims? *Science Education*, 85, 328-342.
- Strevens, M. (2004). The causal and unification approaches to explanation unified—causally. *Noûs*, 38(1), 154–176.
- Tamir, P. & Zohar, A. (1991). Anthropomorphism and teleology in reasoning about biological phenomena. *Science Education*, 75(1), 57-67.
- Χατζηνηκήτα, Β. & Χρηστίδου, Β. (2001). Μέθοδοι καταγραφής της πρακτικο-βιωματικής γνώσης. Στο Στο Β. Κουλαϊδης (επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών Τόμος Β'*, σελ.185-216, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.
- Zohar, A. & Ginossar, S. (1998). Lifting the taboo regarding teleology and anthropomorphism in biology education-heretical suggestions. *Science Education*, 82, 679-697.
- Ζόγκτζα Β, Καμπουράκης Κ (2007). Τελεολογία και διδασκαλία της εξέλιξης. ΙΙ. Προσεγγίσεις από τη γνωστική ψυχολογία. Στο Δ. Κολιόπουλος (επιμ.) *Πρακτικά του 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ιστορίας, Φιλοσοφίας και Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών: Η πολιτισμική συνιστώσα των Φυσικών Επιστημών στην εκπαίδευση*, σελ. 233-242.

Τα ράμφη των σπίνων: μια δραστηριότητα για την εισαγωγική παρουσίαση των εννοιών της θεωρίας της εξέλιξης

Κώστας Καμπουράκης

Γραμματεία Εκπαιδευτικής Έρευνας & Τμήμα Φυσικών Επιστημών
Εκπαιδευτήρια ΓΕΙΤΟΝΑ

1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται μια δραστηριότητα η οποία έχει χρησιμοποιηθεί ώστε να βρεθούν οι μαθητές σε μια κατάσταση γνωστικής σύγκρουσης, μετά από την οποία μπορεί να γίνει διδασκαλία των μηχανισμών της εξέλιξης. Ειδικότερα, πρόκειται για μια δραστηριότητα που βοηθά τους μαθητές να αναγνωρίσουν από μόνοι τους ότι η ενδοειδική ποικιλότητα και η διαφορική επιβίωση με βάση το περιβάλλον είναι δυο σημαντικά στάδια της εξελικτικής διαδικασίας. Πριν από τη δραστηριότητα, οι μαθητές είχαν ήδη διδαχθεί για τη δομή και τις λειτουργίες των κυττάρων, των οργανισμών και των οικοσυστημάτων και επιπλέον είχαν εξοικειωθεί με τις αρχές της Μεντελικής κληρονομικότητας. Έτσι, η δραστηριότητα αναμενόταν να τους βοηθήσει να συνδυάσουν την πρότερη γνώση τους και να κατανοήσουν από μόνοι τους την εξελικτική διαδικασία.

Ο Charles Darwin ήταν ο πρώτος που πρότεινε ένα συγκεκριμένο μηχανισμό για την εξέλιξη των ειδών. Αν και η δημοσίευση του βιβλίου του *Περί της Προελεύσεως των Ειδών μέσω της Φυσικής Επιλογής* έγινε το 1859, ο Δαρβίνος είχε οργανώσει τη θεωρία του αρκετά χρόνια πριν, κατά ένα μέρος βασιζόμενος σε δεδομένα που είχε συλλέξει κατά το ταξίδι του με το πλοίο *Beagle* κατά το χρονικό διάστημα 1831-1836. Πολλές από τις σημαντικές παρατηρήσεις του

προέρχονται από τα νησιά Γκαλαπάγκος, ένα σύμπλεγμα ηφαιστειογενών νησιών του Ισημερινού. Στη δραστηριότητα αυτή θα χρησιμοποιηθούν ορισμένα πραγματικά δεδομένα αλλά σε αρκετά απλουστευμένη μορφή προκειμένου να παρουσιαστούν οι βασικοί μηχανισμοί της εξελικτικής διαδικασίας. Θα πρέπει ωστόσο να τονιστεί ότι οι πραγματικές αλληλεπιδράσεις και τα γεγονότα είναι αρκετά πιο πολύπλοκα. Η δραστηριότητα αφορούσε το ταξίδι του Darwin με το πλοίο Beagle από το 1831 έως το 1836, κατά τη διάρκεια του οποίου επισκέφθηκε τα νησιά Galapagos (Darwin, 1845). Πριν από τη δραστηριότητα έγινε μια συζήτηση για το ταξίδι αυτό, την προέλευση των ηφαιστειογενών αυτών νησιών (χρησιμοποιώντας και τις γνώσεις των μαθητών από το μάθημα της γεωγραφίας της προηγούμενης τάξης) και για τους σπίνους των νησιών Galapagos. Στα νησιά αυτά ζουν 13 είδη σπίνων τα οποία παρατηρήθηκαν για πρώτη φορά από τον Darwin και αναγνωρίστηκαν ως νέα είδη από τον ορνιθολόγο John Gould.

2 Περιγραφή της δραστηριότητας

Οι μαθητές ξεκίνησαν τη δραστηριότητα με την υπόθεση ότι όταν έφτασε στα νησιά Galapagos ο Darwin βρήκε στο νησί Santa Maria σπίνους με μικρό μέγεθος ράμφους που τρέφονταν κυρίως με έντομα που ζούσαν στα δέντρα, στο νησί Pinta σπίνους με μεγάλο μέγεθος ράμφους που τρέφονταν κυρίως με σκληρούς σπόρους, στο νησί San Cristobal σπίνους με μεσαίο μέγεθος ράμφους που τρέφονταν κυρίως με καρπούς και σπίνους όλων των ειδών να ζουν στο νησί Isabella. Τότε ζητήθηκε από τους μαθητές να υποθέσουν γιατί ο Darwin βρήκε σπίνους από όλα τα είδη στο νησί Isabella και σπίνους από ένα μόνο είδος σε καθένα από τα υπόλοιπα νησιά. Οι περισσότεροι μαθητές εξήγησαν την κατανομή των σπίνων στα νησιά ως το αποτέλεσμα σχεδιασμού ή σκόπιμης προσαρμογής τους στο περιβάλλον. Στη συνέχεια από τους μαθητές ζητήθηκε να υποθέσουν ότι αρχικά υπήρχε ένα είδος με μεγάλο μέγεθος ράμφους και ότι το αλληλόμορφο M έλεγχε το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό. Έτσι, όλοι οι σπίνου του αρχικού πληθυσμού στο νησί Isabella είχαν γονότυπο MM. Τότε, θεωρήθηκε ότι συνέβη μια μετάλλαξη από την οποία προέκυψε ένα καινούργιο αλληλόμορφο K και ότι το άτομο το οποίο έφερε τη μετάλλαξη θα είχε γονότυπο MK και μεσαίο μέγεθος ράμφους. Έτσι, οι μαθητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η παρουσία του αλληλομόρφου K επηρέασε το μέγεθος του ράμφους και ότι ένας σπίνος με γονότυπο KK θα είχε μικρό μέγεθος ράμφους.

Με βάση τα δεδομένα αυτά και τις γνώσεις τους για τους μηχανισμούς της κληρονομικότητας, οι μαθητές κλήθηκαν να προβλέψουν τους φαινοτύπους των απογόνων της διασταύρωσης ενός σπίνου με μεσαίο μέγεθος ράμφους με έναν από τους σπίνους του άλλου φύλου από τον υπόλοιπο πληθυσμό. Οι μαθητές βρήκαν ότι στον πληθυσμό θα προέκυπταν και άλλοι σπίνου με μεσαίο μέγεθος

ράμφους. Τότε από τους μαθητές ζητήθηκε να προβλέψουν τους γονοτύπους και τους φαινοτύπους των απογόνων της διασταύρωσης μεταξύ δυο σπίνων με μεσαίο μέγεθος ράμφους. Το σημαντικό εύρημα στην ερώτηση αυτή ήταν ότι στον πληθυσμό θα προέκυπταν και σπίνοι με μικρό μέγεθος ράμφους και γονότυπο ΚΚ. Οι μαθητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι εάν η ίδια διαδικασία σύμβαινε κατ' επανάληψη για μερικές γενιές, θα επέρχονταν αλλαγή στις γονοτυπικές και φαινοτυπικές αναλογίες του πληθυσμού. Η πλειοψηφία των σπίνων θα είχαν μεγάλο μέγεθος ράμφους (τρεφόμενοι κυρίως με σκληρούς σπόρους), ορισμένοι από αυτούς θα είχαν μεσαίο μέγεθος ράμφους (τρεφόμενοι κυρίως με καρπούς) και ακόμα λιγότεροι θα είχαν μικρό μέγεθος ράμφους (τρεφόμενοι κυρίως με έντομα). Στο σημείο αυτό, οι μαθητές είχαν δει ένα παράδειγμα δημιουργίας ενδοειδικής ποικιλότητας.

Με δεδομένους τους τρεις τύπους των σπίνων και τις διατροφικές προτιμήσεις καθενός, ζητήθηκε από τους μαθητές να προβλέψουν τι θα σύμβαινε εάν ξαφνικά λάμβανε χώρα μια ηφαιστειακή έκρηξη και ως μοναδική διαθέσιμη τροφή στο νησί Isabella απέμεναν οι σκληροί σπόροι. Μόλις κατέληγαν στο συμπέρασμα ότι οι σπίνοι με το μεγάλο μέγεθος ράμφους θα ήταν οι μόνοι που θα μπορούσαν να επιβιώσουν στο νησί, οι μαθητές έμαθαν ότι διάφοροι σπίνοι μετανάστευσαν στα γειτονικά νησιά σε αναζήτηση νέων πηγών τροφής. Τότε, με δεδομένη τη διαθέσιμη τροφή σε κάθε νησί, τους ζητήθηκε να υποθέσουν ποιος τύπος σπίνου θα κατόρθωνε να επιβιώσει σε καθένα από αυτά. Οι μαθητές κατέληξαν ότι η πλειοψηφία των σπίνων στο νησί Pinta θα είχε μεγάλο μέγεθος ράμφους, η πλειοψηφία των σπίνων στο νησί San Cristobal θα είχε μεσαίο μέγεθος ράμφους και ότι η πλειοψηφία των σπίνων στο νησί Santa Maria θα είχε μικρό μέγεθος ράμφους. Όταν οι μαθητές συνέκριναν τη κατανομή των σπίνων στα τρία νησιά μετά την υποτιθέμενη ηφαιστειακή έκρηξη με την κατανομή που υποτίθεται ότι διαπίστωσε ο Darwin, συνειδητοποίησαν ότι ήταν ακριβώς οι ίδιες. Τότε τους ζητήθηκε να αξιοποιήσουν τα δεδομένα αυτά για να προβλέψουν τις σχέσεις μεταξύ των διάφορων τύπων σπίνων. Οι μαθητές κατέληξαν οι σπίνοι ήταν διαφορετικά είδη αλλά είχαν κοινή καταγωγή και διαφοροποιήθηκαν μεταξύ τους μέσω της διαδικασίας που περιγράφηκε παραπάνω. Τελικά, οι μαθητές ρωτήθηκαν ποια ήταν τα καθοριστικά γεγονότα σε αυτήν τη διαδικασία αλλαγής και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα γεγονότα αυτά ήταν η μετάλλαξη από την οποία προέκυψε το αλληλόμορφο Κ και η ηφαιστειακή έκρηξη που μετέβαλλε τη διαθεσιμότητα της τροφής στο νησί Isabella.

Η διδακτική χρησιμότητα της δραστηριότητας αυτής έγκειται στο γεγονός ότι βοηθά τους μαθητές να αναγνωρίσουν από μόνοι τους τα στάδια της διαδικασίας της φυσικής επιλογής, εφαρμόζοντας την προηγούμενη γνώση τους. Έτσι, αντί για την απλή παράθεση πληροφοριών και δεδομένων σχετικά με τη διαδικασία της φυσικής επιλογής, οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να συμμετάσχουν ενεργά στην αναγνώριση των σταδίων αυτής της διαδικασίας μέσα από τη διατύπωση

προβλέψεων. Ταυτόχρονα, με την ανάδειξη της σημασίας δυο τυχαίων γεγονότων της μετάλλαξης που δημιούργησε το αλληλόμορφο M και της ηφαιστειακής έκρηξης, η οποία έρχεται σε πλήρη αντίθεση με την αυθόρμητη αντίληψη των μαθητών για την ύπαρξη σχεδιασμού ή σκοπού στη φύση, οι μαθητές εκτίθενται σε μια κατάσταση γνωστικής σύγκρουσης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση οι αρχικές αυθόρμητες εξηγήσεις για την κατανομή των μαθητών στα νησιά με βάση κάποιο σχεδιασμό ή τη σκόπιμη προσαρμογή ήρθαν σε αντίθεση –σύγκρουση με τα φαινόμενα της μετάλλαξης, της αύξησης της ποικιλομορφίας του πληθυσμού και της ηφαιστειακής έκρηξης τα οποία είναι τυχαία γεγονότα και συγκυρίες με συνήθως απρόβλεπτο αποτέλεσμα, με βάση τα οποία ωστόσο μπορούσε να εξηγηθεί ικανοποιητικά η κατανομή των σπίνων στα νησιά μέσω της διαδικασίας της φυσικής επιλογής.

Σημείωση Το κεφάλαιο αυτό βασίζεται στο άρθρο Kampourakis, K. (2006). The finches' beaks: introducing evolutionary concepts. *Science Scope*, 29(6), 14-17.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Darwin, C. (1845). *The Voyage of the Beagle* (second edition). John Murray, London.

Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection* (first edition). John Murray, London.

Φύλλο εργασίας της δραστηριότητας «Τα ράμφη των σπίνων»

Θα υποθέσουμε ότι όταν ο Δαρβίνος έφθασε στο αρχιπέλαγος των νησιών Γκαλαπάγκος διαπίστωσε ότι στο νησί Santa Maria ζούσαν κυρίως σπίνι με μικρό ράμφος οι οποίοι τρέφονταν με έντομα που ζούσαν πάνω στα δέντρα (γένος *Camarhynchus*). Αντίθετα, στο νησί Pinta ζούσαν σπίνι με μεγάλο ράμφος που τρέφονταν με σκληρούς σπόρους που βρίσκονταν στο έδαφος (γένος *Geospiza*). Επιπλέον, στο νησί San Cristobal ζούσαν σπίνι με ράμφος ενδιάμεσου μεγέθους, οι οποίοι τρέφονταν κυρίως με καρπούς (γένος *Platyspiza*). Τέλος, στο νησί Isabella ζούσαν σπίνι και από τα τρία παραπάνω γένη. Με δεδομένο ότι όλα τα γένη έχουν προέλθει εξελικτικά από ένα κοινό προγονικό γένος με μεγάλο ράμφος που μετανάστευσε από την Κεντρική Αμερική, θα προσπαθήσουμε να ερμηνεύσουμε εξελικτικά την προέλευση των τριών γενών των σπίνων. Οι παραπάνω πληροφορίες συνοψίζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας Ι

γένος	μέγεθος ράμφους	διατροφική επιλογή	νησί στο οποίο κατοικεί
<i>Geospiza</i>	μεγάλο ράμφος	σκληροί σπόροι	Pinta, Isabella
<i>Platyspiza</i>	ενδιάμεσο ράμφος	καρποί	San Cristobal, Isabella
<i>Camarhynchus</i>	μικρό ράμφος	έντομα	Santa Maria, Isabella

Υπόθεση – Ερώτημα 1

Για ποιο λόγο πιστεύετε ότι στο νησί Isabella ζουν σπίνι και από τα τρία γένη ενώ στα υπόλοιπα νησιά κυρίως σπίνι από ένα γένος;

.....

.....

Υπόθεση - Ερώτημα 2

Ποιοι είναι οι βασικοί παράγοντες της εξελικτικής διαδικασίας;

.....

.....

Για τη μελέτη της εξελικτικής διαδικασίας, η οποία στην πραγματικότητα είναι περισσότερο πολύπλοκη, θα γίνουν μια σειρά από υποθέσεις οι οποίες μας επιτρέπουν να μελετήσουμε τα διάφορα στάδια της. Οι υποθέσεις αυτές δίχως να στερούνται ακρίβειας, απλουστεύουν τη διαδικασία ώστε να είναι πιο εύκολη η μελέτη της.

Έτσι, θα υποθέσουμε ότι στο προγονικό γένος, το οποίο είχε μεγάλο ράμφος, υπήρχε το αλληλόμορφο M στο οποίο οφείλεται το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό και ότι όλα τα άτομα του αρχικού πληθυσμού που έφτασε στα νησιά Γκαλαπάγκος είχαν γονότυπο MM. Κάποια στιγμή, αφού ο αρχικός πληθυσμός εγκαταστάθηκε στο νησί Isabella, έγινε

μια τυχαία μετάλλαξη σε ένα άτομο του πληθυσμού που είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία του αλληλομόρφου Κ αντί του αλληλομόρφου Μ. Το άτομο αυτό που πλέον είχε γονότυπο ΜΚ και ράμφος ενδιάμεσου μεγέθους. Η παρουσία του αλληλομόρφου Κ στο γονότυπο είχε ως αποτέλεσμα την ελάττωση του μεγέθους του ράμφους και θεωρητικά ένα άτομο με γονότυπο ΚΚ θα είχε ράμφος ακόμα μικρότερου μεγέθους.

Ερώτημα 3

Ποιοι θα είναι οι γονότυποι και οι φαινότυποι των απογόνων που θα προκύψουν από τη διασταύρωση ενός σπίνου με ενδιάμεσο μέγεθος ράμφους με ένα από τα υπόλοιπα άτομα του πληθυσμού;

Απάντηση:

Γονότυποι ατόμων πατρικής γενιάς		
Γονότυποι αναπαραγωγικών κυττάρων		

Γονότυποι των ατόμων της θυγατρικής γενιάς:

Φαινότυποι των ατόμων της θυγατρικής γενιάς:

.....

Ερώτημα 4

Ποιοι θα είναι οι γονότυποι και οι φαινότυποι των απογόνων που θα προκύψουν από μια τυχαία διασταύρωση μεταξύ σπίνων με ενδιάμεσο μέγεθος ράμφους;

Απάντηση:

Γονότυποι ατόμων πατρικής γενιάς		
Γονότυποι αναπαραγωγικών κυττάρων		

Γονότυποι των ατόμων της θυγατρικής γενιάς:

Φαινότυποι των ατόμων της θυγατρικής γενιάς:

.....

Ερώτημα 5

Ποιοι θα είναι οι γονότυποι και οι φαινότυποι των σπίνων που θα υπάρχουν μετά από λίγες γενιές στο νησί Isabella;

Ποσοστό στο συνολικό πληθυσμό	γονότυπος	φαινότυπος
Μεγάλο ποσοστό		
Μικρό ποσοστό		
Πολύ μικρό ποσοστό		

Με την πάροδο των ετών στο νησί Isabella διαμορφώθηκε μια συγκεκριμένη αναλογία στον πληθυσμό των σπίνων με τα διαφορετικά μεγέθη ράμφους και τις αντίστοιχες διατροφικές επιλογές. Για συντομία θα χρησιμοποιήσουμε τους ακόλουθους συμβολισμούς:

φαινότυπος	γονότυπος	διατροφική επιλογή	συμβολισμός
μεγάλο ράμφος	MM	σκληροί σπόροι	Σ1
ενδιάμεσο ράμφος	MK	καρποί	Σ2
μικρό ράμφος	KK	έντομα	Σ3

Ερώτημα 6

Σε κάποια χρονική στιγμή, στο νησί Isabella έγινε μια ηφαιστειακή έκρηξη. Έτσι, η μόνη διαθέσιμη τροφή για τους σπίνους ήταν οι σκληροί σπόροι. Ποιοι από τους υπάρχοντες σπίνους μπορούν να ανταπεξέλθουν στις καινούργιες συνθήκες στο συγκεκριμένο νησί;

.....

Καθώς στο νησί Isabella υπήρχε πλέον πρόβλημα επιβίωσης για τους σπίνους, πολλοί μετανάστευσαν στα γειτονικά νησιά σε αναζήτηση τροφής. Σε καθένα από τα νησιά έφτασαν σπίνους με κάθε τύπο ράμφους. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι διατροφικές επιλογές και οι σπίνους που υπήρχαν πλέον σε κάθε νησί.

Νησί	Διατροφικές επιλογές		
	αφθονία	μικρή διαθεσιμότητα	έλλειψη
Isabella	σπόροι	καρποί	έντομα
Pinta	σπόροι	καρποί	έντομα
Santa Maria	έντομα	σπόροι	καρποί
San Cristobal	καρποί	σπόροι	έντομα

Ερώτημα 7

Με δεδομένο ότι πολλοί σπίνοι μετανάστευσαν στα γειτονικά νησιά σε αναζήτηση τροφής και ότι σε καθένα από αυτά υπήρχαν σπίνοι με κάθε τύπο ράμφους στις αρχικές αναλογίες του νησιού Isabella, μπορείτε να υποθέσετε ποιοι μπορούν να επιβιώσουν σε κάθε νησί;

	Σπίνοι		
Νησί	μεγάλο ποσοστό	μικρό ποσοστό	εξαφάνιση
Isabella			
Pinta			
Santa Maria			
San Cristobal			

Ερώτημα 8

Με βάση τα παραπάνω μπορείτε να εξηγήσετε με ποιον τρόπο μπορεί το περιβάλλον να επηρεάσει την επιβίωση των σπίνων;

.....

.....

.....

Ερώτημα 9

Συγκρίνοντας την κατανομή των σπίνων στα νησιά μετά τη μετανάστευση, όπως φαίνεται στον πίνακα του ερωτήματος 7, με τη σημερινή κατανομή τους (Πίνακας I) μπορείτε να προβλέψετε κάποια εξελικτική σχέση μεταξύ των οργανισμών;

.....

.....

.....

Συμπέρασμα 1

Για ποιο λόγο πιστεύετε ότι στο νησί Isabella ζουν σπίνοι και από τα τρία γένη ενώ στα υπόλοιπα νησιά κυρίως σπίνοι από ένα γένος;

.....

.....

.....

Συμπέρασμα 2

Σε όλη την παραπάνω διαδικασία υπάρχουν δυο πολύ καθοριστικά γεγονότα που αποτελούν τους βασικούς παράγοντες της εξελικτικής αλλαγής. Ποια θεωρείτε ότι είναι αυτά;

.....

.....

.....

Εννοιολογική οικολογία Ελλήνων φοιτητών για την εξέλιξη: η σχέση της με την εννοιολογική αλλαγή

Κυριάκος Αθανασίου

Καθηγητής, Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

1 Εισαγωγή

Θα μπορούσαμε να πούμε πως η Διδακτική της Βιολογίας, παρόλο που είναι αναπόσπαστο κομμάτι της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, παρουσιάζει κάποιες ιδιαιτερότητες σε σχέση με τις υπόλοιπες Φυσικές Επιστήμες, κυρίως τη Φυσική και τη Χημεία:

- Η Διδασκαλία της Βιολογίας χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη Κεντρικής Οργανωτικής Αρχής (Central Organizing Principle), για την οποία προτείνεται να χρησιμεύει ως Ενοποιητικό Πλαίσιο Αναφοράς. Και αυτή δεν είναι άλλη από την Εξέλιξη μέσω της Φυσικής Επιλογής (ΦΕ). (Κάτι αντίστοιχο έχουμε μάλλον μόνο στην Γεωλογία με τη Θεωρία των Τεκτονικών Πεδίων).
- Έχει να κάνει με τη Θεωρία της Εννοιολογικής Αλλαγής. Στο μεγαλύτερο μέρος της η Εννοιολογική Αλλαγή στοχεύει στην αλλαγή ή προσαρμογή των Εναλλακτικών Ιδεών του μαθητή. Υπάρχουν όμως κάποιες γνωστικές περιοχές, "Domains" για τα οποία πιστεύεται πως η αποκάλυψη των πρότερων αντιλήψεων δεν είναι αρκετή. Πως χρειάζεται η αποκάλυψη, η μελέτη και η αναψηλάφηση ολόκληρου του πλέγματος των παραγόντων και καταστάσεων που υπάρχουν μέσα και έξω από τον μαθητή: Της «Εννοιολογικής του Οικολογίας». Και φυσικά, μια τέτοια γνωστική περιοχή είναι η Εξέλιξη μέσω της ΦΕ.

Για περισσότερο από έναν αιώνα η εξελικτική θεωρία αποδεικνύεται ερμηνευτικά επαρκής και πρακτικά χρήσιμη σε μια σειρά εμπειρικών πλαισίων και σ' ένα διαρκώς αυξανόμενο αριθμό επιστημών (Gould, 2002). Όμως σε πολλές χώρες του κόσμου και σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης οι μαθητευόμενοι χαρακτηρίζονται από χαμηλά επίπεδα κατανόησης και αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας, καθώς και από έναν πολύ μεγάλο αριθμό παρανοήσεων και εναλλακτικών αντιλήψεων (Demastes et al 1995· Dagher & BouJaoude 1997· Sinatra et al 2003· Βασιλοπούλου & Λάκκα 2004· Πρίνου κ.α. 2004· Kampourakis & Zogza 2007· Prinou et al 2008· Kampourakis & Zogza 2008). Επιπλέον όσο η σημαντικότητα της εξελικτικής θεωρίας αυξάνει για τις βιολογικές επιστήμες, τόσο φαίνεται να αυξάνεται και η αντίσταση για την αποδοχή της από το ευρύ κοινό (Nehm 2006· Donnelly & Boone 2007).

Η ανθεκτικότητα των σχετιζόμενων με την εξελικτική θεωρία εναλλακτικών αντιλήψεων, παρά τις καινοτόμες διδακτικές προσεγγίσεις, και η εμμονή των αντιεξελικτικών στάσεων μεταξύ των μορφωμένων ενηλίκων έχουν αποτελέσει το έναυσμα πολλών ερευνητικών προγραμμάτων με στόχο την αποκάλυψη αιτιών για την αντίσταση στην εξελικτική θεωρία. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τους Nehm & Schonfeld (2008) στη διεθνή ερευνητική δραστηριότητα εμφανίζονται εργασίες που διερευνούν: 1) τον ακριβή τρόπο αλληλοσυσχέτισης γνωστικών, συναισθηματικών, επιστημολογικών και θρησκευτικών μεταβλητών οι οποίες συνεισφέρουν στις αντιεξελικτικές αντιλήψεις ανθρώπων από διαφορετικά πολιτισμικά πλαίσια διαφορετικά μορφωτικά επίπεδα και διαφορετικές ηλικίες (Dagher & BouJaoude 1997· Sinatra et al. 2003· Colburn & Henriques 2006· Deniz, et al. 2008· Lovely & Kondrick 2008). (2) Το σχεδιασμό, την εφαρμογή και την αξιολόγηση παρεμβάσεων οι οποίες γίνονται με σκοπό την προώθηση «ορθών» γνωστικών μοντέλων για την εξέλιξη και (3) μεθόδους για την ελάττωση των αντιεξελικτικών στάσεων μεταξύ των εκπαιδευτικών και των εκπαιδευόμενων .

Η εργασία που παρουσιάζεται εντάσσεται στην πρώτη ομαδοποίηση των ερευνών και ειδικότερα στην μελέτη της αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας ως αναπόσπαστο τμήμα της εννοιολογικής οικολογίας της. Η εννοιολογική οικολογία, όπως έχει περιγραφεί από τους Demastes, Good, and Peebles (1995) εκτός από την αποδοχή περιλαμβάνει επίσης τα εξής συστατικά: 1) τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις οι οποίες σχετίζονται με την εξέλιξη – κατανόηση της εξελικτικής θεωρίας, 2) ο επιστημονικός προσανατολισμός (ο βαθμός στον οποίο ο/η μαθητευόμενος/η οργανώνει τη ζωή του/της γύρω από επιστημονικές δραστηριότητες), 3) η άποψη για τη φύση της επιστήμης, 4) η άποψη για τον βιολογικό κόσμο με όρους ανταγωνισμού και αιτιακών σχέσεων και όχι με αισθητικούς όρους και 5) ο θρησκευτικός προσανατολισμός. Οι Deniz, H., Donnelly, L. & Yilmaz, I. (2008) προσδιορίζουν από βιβλιογραφική επισκόπηση τέσσερεις επιπλέον παράγοντες, οι οποίοι σχετίζονται εν δυνάμει με την

εξελικτική θεωρία, αυτοί περιλαμβάνουν: 1) το επίπεδο συλλογισμού των εκπαιδευόμενων, 2) τις αντιλήψεις που σχετίζονται με τις επιπτώσεις της εξελικτικής θεωρίας, 3) τις επιστημολογικές πεποιθήσεις και 4) τις προδιαθέσεις της σκέψης των εκπαιδευόμενων.

Μεταξύ αυτών των παραγόντων επιλέχθηκαν αυτοί που είτε ποσοτικοποιούνται, όπως είναι το επίπεδο γνώσεων ή κατανόησης είτε ήδη έχουν ποσοτικοποιηθεί (Rutledge & Warden, 1999), όπως είναι η αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας. Συνήθως συνδέουμε την κατανόηση και την αποδοχή και τις εξετάσουμε ως μια μεταβλητή, όμως η σχέση αυτή είναι αρκετά περίπλοκη καθώς υπάρχουν έρευνες που συσχετίζουν θετικά γνώση και κατανόηση (Rutledge & Warden, 2000), ενώ σε άλλες δεν αποδεικνύεται συσχέτιση (Brem et al 2003). Επιπλέον επιλέχθηκε η διερεύνηση του μορφωτικού επιπέδου των γονέων και η συσχέτιση του με την αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας καθώς οι Deniz, H., Donnelly, L. & Yilmaz, I. (2008) καταγράφουν στατιστικά σημαντική συσχέτιση, πιο συγκεκριμένα όσο υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο τόσο η πιθανότερη η αποδοχή.

Σκοπός αυτής της μελέτης είναι η εμπειρική διερεύνηση του είδους της σχέσης μεταξύ της αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας και παραγόντων όπως η κατανόηση της και το μορφωτικό επίπεδο των γονέων. Τα ερευνητικά ερωτήματα συγκεκριμενοποιούνται ως εξής:

- Ποιο είναι το επίπεδο κατανόησης της εξελικτικής θεωρίας, από φοιτήτριες/υποψήφιας εκπαιδευτικούς της προσχολικής αγωγής;
- Ποιος είναι ο βαθμός αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας, από φοιτήτριες/υποψήφιας εκπαιδευτικούς της προσχολικής αγωγής;
- Ποια είναι η σχέση μεταξύ αποδοχής και κατανόησης της εξελικτικής θεωρίας στον ίδιο πληθυσμό;
- Ποια είναι η σχέση μεταξύ αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας και μορφωτικού επιπέδου των γονέων;

Η απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων θα συνεισφέρει στην κατανόηση των χαρακτηριστικών της εννοιολογικής οικολογία της εξελικτικής θεωρίας, τα οποία διευκολύνουν η παρεμποδίζουν την αποδοχή της και μάλιστα σ' έναν πληθυσμό μη ειδικών ενηλίκων, όπως θα μπορούσαν να εκληφθούν οι φοιτήτριες/υποψήφιας εκπαιδευτικοί της προσχολικής αγωγής. Επιπλέον αυτή η διερεύνηση είναι δυνατόν να φωτίσει όχι βέβαια την διδακτική τους πρακτική, αλλά το είδος των αφηγήσεων που θα υιοθετήσουν για την παρουσίαση της προέλευσης των ζωντανών οργανισμών στα παιδιά της προσχολικής ηλικίας.

2 Η ταυτότητα της έρευνας.

Οι συμμετέχουσες: Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά **168** τη μία φορά και **113** φοιτήτριες/τες, υποψήφιος/οι εκπαιδευτικοί της προσχολικής αγωγής, του Πανεπιστημίου Αθηνών, σε μια δεύτερη φορά, μετά την παρακολούθηση ενός εξαμηνιαίου μαθήματος Βιολογίας.

Όλοι/ες είχαν επιλέξει ένα εισαγωγικό εξαμηνιαίο μάθημα Βιολογίας και στο δείγμα της έρευνας συμπεριλήφθηκαν όλες όσες δέχθηκαν να συμμετάσχουν (ανώνυμα).

2.1 Η συλλογή των δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων έγινε με 2 ερωτηματολόγια. Ένα πριν την έναρξη του εξαμηνιαίου μαθήματος και ένα μετά. Ο βαθμός θρησκευτικότητας στο πρώτο ερωτηματολόγιο έγινε με απόπειρα καταγραφής της συχνότητας του εκκλησιασμού. Στο δεύτερο ερωτηματολόγιο διορθώθηκε η ερώτηση με καταγραφή των «θρησκευτικών πρακτικών» (συχνότητα εκκλησιασμού, μετάληψης, εξομολόγησης, επίσκεψης σε πνευματικό, κλπ.).

Οι συμμετέχουσες απάντησαν αρχικά σε μια δημογραφική ερώτηση η οποία αφορούσε το μορφωτικό επίπεδο των γονέων τους, το οποίο καταγράφηκε και για τους δυο γονείς ως εξής: 1- αναλφάβητοι, 2-Δημοτικό Σχολείο, 3-Γυμνάσιο, 4-Λύκειο, 5-Τριτοβάθμια Εκπαίδευση. Στην περαιτέρω ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το υψηλότερο επίπεδο εκπαίδευσης, έστω και αν αυτό αφορούσε τον έναν από τους γονείς.

Η γνώση της θεωρίας της εξέλιξης μετρήθηκε με μια κλίμακα 14 συνολικά ερωτήσεων, την οποία αποτέλεσαν μια υποκλίμακα 8 ερωτήσεων, με απάντηση Σωστό – Λάθος – Δεν γνωρίζω και μια υποκλίμακα 6 ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής. Η πρώτη υποκλίμακα αφορούσε τις γνώσεις που σχετίζονται με τις βασικές παραδοχές της εξελικτικής θεωρίας και η δεύτερη αφορούσε την γνώση μηχανισμών και εμπειρικών δεδομένων για την εξέλιξη των πληθυσμών. Το συνολικό σκορ της κλίμακας υπολογίστηκε με την άθροιση των σωστών απαντήσεων, όπου συνολικό σκορ 14 αντιπροσωπεύει υψηλό επίπεδο κατανόησης της εξελικτικής θεωρίας και σκορ 0 αντιπροσωπεύει απουσία κατανόησης.

Η αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας από της φοιτήτριες/υποψήφιος νηπιαγωγούς εκτιμήθηκε με τη χρήση της κλίμακας MATE (measure of acceptance of the theory of evolution) που ανέπτυξαν οι Rutledge and Warden (1999). Αυτή η μέτρηση αποτελείται από είκοσι προτάσεις, στις οποίες η δυνατότητα απάντησης περιλαμβάνεται σε μια 5βάθμια κλίμακα Likert (5-Συμφωνώ απόλυτα, 4-Συμφωνώ, 3-δεν γνωρίζω, 2-Διαφωνώ και 1-διαφωνώ απόλυτα). Οι 10 προτάσεις είχαν θετική διατύπωση για τη θεωρία της εξέλιξης

και οι άλλες δέκα αρνητική πράγμα που απαιτήσε αντίστροφη κωδικοποίηση, έτσι ώστε το 5 σε κάθε πρόταση να αντιπροσωπεύει τον υψηλό βαθμό αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας. Ως προς το περιεχόμενό του οι 20 προτάσεις αφορούν την αποδοχή βασικών εννοιών της εξελικτικής θεωρίας και της φύσης της επιστήμης όπως είναι: οι εξελικτικές διεργασίες, η ερμηνευτική δύναμη της εξελικτικής θεωρίας, η εξέλιξη του ανθρώπου, η ηλικία της γης, η εγκυρότητα της επιστημονικής γνώσης και το στάτους της εξελικτικής θεωρίας μεταξύ των επιστημόνων. Το πιθανό σκορ της κλίμακας αποδοχής MATE κυμαίνεται μεταξύ 20 και εκατό, και για το οποίο οι Rutledge & Sadler (2007) αναφέρουν την εξής κατηγοριοποίηση: 100-89: πολύ υψηλή αποδοχή, 88-77: υψηλή αποδοχή, 76-65: μέτρια αποδοχή, 64-53: χαμηλή αποδοχή και 52-20: πολύ χαμηλή αποδοχή.

Η καταχώρηση, η ανακωδικοποίηση και η ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS13

3 Αποτελέσματα και σχόλια

Αρχικά παρουσιάζονται αναλυτικά τα ευρήματα που αφορούν την κατανόηση και την αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας και τα οποία επιτρέπουν την καταγραφή κάποιων επιμέρους θεμάτων, στη συνέχεια τα συνολικά σκορ τα οποία επιτρέπουν τις συσχετίσεις μεταξύ των παραγόντων της εννοιολογικής οικολογίας της εξελικτικής θεωρίας.

Έρευνα πριν τη διδασκαλία N=168				
Δημογραφικά στοιχεία: Επίπεδο μόρφωσης γονέων	Γνώση της ΘΕ	Μέτρηση της αποδοχής της ΘΕ (MATE)	Θρησκευτικός προσανατολισμός	-
Έρευνα μετά τη διδασκαλία N=112				
Δημογραφικά στοιχεία: Επίπεδο μόρφωσης γονέων	Γνώση της ΘΕ	Μέτρηση της αποδοχής της ΘΕ (MATE)	Θρησκευτικός προσανατολισμός	AOT (Βαθμός Διανοητικής Προδιάθεσης)

Πίνακας 1 Μετρήσεις, εργαλεία και συμμετέχοντες

3.1 Η Γνώση

Οι απαντήσεις στις ερωτήσεις που απετέλεσαν τις δύο υποκλίμακες για την καταγραφή της γνώσης παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Η κατανόηση της εξελικτικής θεωρίας από τις φοιτήτριες υποψήφιας νηπιαγωγούς που συμμετείχαν στην παρουσιαζόμενη έρευνα και όπως αυτή καταγράφεται στον πίνακα 1 εμφανίζεται να είναι ιδιαίτερα περιορισμένη.

Ιδιαίτερα περιορισμένες είναι οι γνώσεις που αφορούν την προέλευση της ποικιλομορφίας (ερώτηση 9), βασικές θέσεις της δαρβινικής θεωρίας (ερωτήσεις 4 και 6), την Λαμαρκιανή εξελικτική αντίληψη (ερώτηση 8), την υποδήλωση της κοινής καταγωγής των οργανισμών λόγω της ύπαρξης ομόλογων δομών (ερώτηση 10). Είναι αξιοσημείωτη η χαμηλή καταγραφή σε τέτοιου είδους ερωτήσεις η οποίες ουσιαστικά είναι ερωτήσεις ανάκλησης γνώσης. Το υψηλό ποσοστό ορθών απαντήσεων στην ερώτηση 2, ουσιαστικά αντανάκλα την αρκετά συνηθισμένη αναπαράσταση της εξελικτικής θεωρίας στην κοινή γνώμη περί της καταγωγής «του ανθρώπου από τον πίθηκο». Η ερώτηση 13, στην οποία και πάλι καταγράφεται υψηλό ποσοστό σωστών απαντήσεων, ουσιαστικά αντιπροσωπεύει γνώσεις της μοριακής βιολογίας οι οποίες χρησιμοποιούνται στην εξελικτική θεωρία και όχι κατανόηση της εξελικτικής θεωρίας, αυτής καθ' αυτής.

3.2 Η αποδοχή

Στην κλίμακα της αποδοχής (πίνακας 2) είναι αξιοσημείωτη η πολύ χαμηλή συμφωνία με την πρόταση 1, η οποία ουσιαστικά βρίσκεται σε αντίθεση με την αποδοχή προτάσεων όπως 3, 6, 14, 7, 15 και οι 5, 6, 12 & 16. Υπενθυμίζουμε ότι οι αρνητικά διατυπωμένες προτάσεις έχουν ανακωδικοποιηθεί έτσι ώστε το υψηλό σκορ να καταγράφει αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας. Ουσιαστικά αυτή η ασυνέπεια στις απαντήσεις που σχετίζονται με επιστημολογικές παραδοχές, αντανάκλα σύγχυση και ουσιαστικό έλλειμμα γνώσεων σχετικά με το τι συνιστά έγκυρη επιστημονική θεωρία, ποιος εγκυροποιεί τη γνώση και πώς. Ουσιαστικά δηλαδή ισχυρό έλλειμμα γνώσεων για τη φύση των επιστημών. Πράγμα αναμενόμενο γιατί ουσιαστικά η φύση των επιστημών δεν αποτελεί αντικείμενο ενασχόλησης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, παρά μόνο κάποιες εισαγωγικές νύξεις περί επιστημονικής μεθόδου.

Το φαινόμενο της εξέλιξης των οργανισμών φαίνεται ότι είναι αποδεκτό, από την τοποθέτηση απέναντι σε προτάσεις όπως είναι για παράδειγμα η 13 και η 18 και αυτό είναι αρκετά ενθαρρυντικό εφ' όσον βέβαια η εξελικτική θεωρία διδαχθεί με συστηματικό τρόπο.

	ΜΟ	ΤΑ	ΕΑ
Υποκλίμακα 1 (διχοτομικές ερωτήσεις 0=ελάχιστη τιμή, 1=μέγιστη τιμή)			
1. Η εξελικτική θεωρία που προτάθηκε από τον Κάρολο Δαρβίνο αναφερόταν σε αυτόματη δημιουργία νέων οργανισμών.	0,448	0,499	163
2. Η εξελικτική θεωρία περιλαμβάνει την καταγωγή του ανθρώπου από πιθηκόμορφους προγόνους	0,890	0,314	163
3. Τα πρώτα ζώα που κατέκτησαν τη ξηρά ήταν εν μέρει εξαρτημένα από το νερό για την επιβίωσή τους	0,761	0,428	163
4. Σύμφωνα με τον Δαρβίνο τα άτομα σε ένα πληθυσμό τείνουν να αυξάνονται με ρυθμό γεωμετρικής προόδου	0,245	0,432	163
5. Την εποχή του Δαρβίνου οι μηχανισμοί που εξηγούσαν την κληρονομικότητα των γονιδίων ήταν ευρέως γνωστοί.	0,515	0,501	163
6. Η θεωρία του Δαρβίνου πρεσβεύει ότι οι αλλαγές που ένας οργανισμός αποκτάει κατά τη διάρκεια της ζωής του μπορούν να κληρονομηθούν στους απογόνους του.	0,067	0,252	163
7. Σύμφωνα με τη θεωρία της φυσικής επιλογής οι πληθυσμοί αλλάζουν κατά τη διάρκεια του χρόνου ως απόκριση στις περιβαλλοντικές αλλαγές.	0,607	0,490	163
8. Η κύρια άποψη του Lamarck αφορούσε τη μεταβίβαση των επίκτητων χαρακτηριστικών.	0,147	0,355	163
Υποκλίμακα 2 (ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής)			
9. Τα άτομα μέσα σε ένα είδος θηλαστικών τείνουν να είναι γενετικά διαφορετικά. Ο κύριος μηχανισμός που προκαλεί αυτή τη γενετική ποικιλότητα είναι: Α. Η μείωση – Β. Η μίτωση – Γ. Η πολυπλοειδία – Δ. Οι διπλασιασμοί	0,069	0,255	144
10. Το φτερό της νυχτερίδας και το μπροστινό πόδι του σκύλου ονομάζονται ομόλογες δομές. Αυτό υποδεικνύει ότι: Α. Έχουν την ίδια λειτουργία – Β. Οι νυχτερίδες εξελίχθηκαν από κάποιον πρόγονο των σκύλων. – Γ. Είναι όμοιες δομές λόγω κοινής καταγωγής. – Δ. Έχουν διαφορετικό πρόγονο αλλά κοινή λειτουργία.	0,173	0,379	156
11. Τα θαλάσσια θηλαστικά έχουν πολλά δομικά χαρακτηριστικά κοινά με τα ψάρια. Η εξήγηση που η εξελικτική θεωρία θα μπορούσε να δώσει για αυτή την ομοιότητα είναι: Α. Τα ψάρια και τα θηλαστικά είναι συγγενικά είδη. – Β. Τα ψάρια ανέπτυξαν δομές παρόμοιες με τις ήδη υπάρχουσες στα θηλαστικά. – Γ. Τα θαλάσσια θηλαστικά εξελίχθηκαν απ' ευθείας από τα ψάρια. – Δ. Τα θαλάσσια θηλαστικά προσαρμόστηκαν σε ένα περιβάλλον παρόμοιο με αυτό των ψαριών.	0,393	0,490	160
12. Η μέθοδος χρονολόγησης με ραδιενεργό άνθρακα: Α. Βοηθάει στη χρονολόγηση υπολειμμάτων οργανισμών αλλά εντοπίζει μικρή χρονική διάρκεια (40.000 χρόνια) – Β. Βοηθάει στη χρονολόγηση υπολειμμάτων οργανισμών και εντοπίζει μεγάλη χρονική διάρκεια. – Γ. Δεν είναι αξιόπιστη.	0,349	0,478	143
13. Μια αλλαγή στη σειρά των νουκλεοτιδίων σε κάποιο χρωμόσωμα, που πιθανά προκαλεί μια αλλαγή είτε στην ανατομία είτε τη φυσιολογία του οργανισμού ονομάζεται: Α. Γενετική απώλεια. – Β. Μετάλλαξη. Γ. Φυσική επιλογή. – Δ. Υπολειπόμενο γονίδιο	0,879	0,326	158

Πίνακας 2 Η κατανόηση της εξελικτικής θεωρίας (ΜΟ: μέσος όρος, ΤΑ: τυπική απόκλιση, ΕΑ: έγκυρες απαντήσεις)

	MO	TA	EA
1. Η εξέλιξη είναι μια επιστημονικά βάσιμη θεωρία.	0,431	0,985	167
2. Οι οργανισμοί που υπάρχουν σήμερα είναι το αποτέλεσμα εξελικτικών διαδικασιών που συνέβησαν κατά τη διάρκεια εκατομμυρίων χρόνων.	3,988	0,875	168
3. Η θεωρία της εξέλιξης βασίζεται σε υποθέσεις και όχι σε έγκυρες επιστημονικές παρατηρήσεις και πειράματα.	3,685	0,896	165
4. Οι σύγχρονοι άνθρωποι είναι το προϊόν εξελικτικών διαδικασιών που συνέβησαν κατά τη διάρκεια εκατομμυρίων ετών.	3,605	1,047	167
5. Υπάρχει ένα αξιοσημείωτο πλήθος πληροφοριών που υποστηρίζουν την εξελικτική θεωρία.	3,643	0,650	168
6. Οι πιο πολλοί επιστήμονες αποδέχονται την εξελικτική θεωρία ως επιστημονικά ορθή.	3,395	0,702	167
7. Η θεωρία της εξέλιξης είναι αδύνατο να επαληθευτεί επιστημονικά.	3,431	0,861	167
8. Η θεωρία της εξέλιξης δεν μπορεί να είναι ορθή από τη στιγμή που διαφωνεί με την βιβλική εκδοχή για τη δημιουργία.	3,899	0,983	168
9. Με μερικές εξαιρέσεις οι οργανισμοί πάνω στη γη εμφανίστηκαν περίπου την ίδια χρονική περίοδο.	3,315	0,986	168
10. Η ηλικία της γης είναι μικρότερη από 20.000 χρόνια.	3,619	0,914	168
11. Η θεωρία της εξέλιξης δίνει νόημα στην ποικιλότητα των χαρακτηριστικών και συμπεριφορών που παρατηρούμε στα έμβια όντα.	3,855	0,741	166
12. Η εξελικτική θεωρία οδηγεί σε επαληθεύσιμες προβλέψεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά της ζωής	3,218	0,725	165
13. Οι οργανισμοί που υπάρχουν σήμερα έχουν ουσιαστικά την ίδια μορφή που είχαν πάντοτε.	3,970	0,805	166
14. Η εξέλιξη δεν αποτελεί μια επιστημονικά βάσιμη θεωρία.	3,570	0,805	165
15. Ένα σημαντικό κομμάτι της επιστημονικής κοινότητας αμφιβάλλει για την ύπαρξη της εξέλιξης.	3,085	0,771	164
16. Η σύγχρονη εξελικτική θεωρία είναι το αποτέλεσμα έγκυρης επιστημονικής έρευνας και μεθοδολογίας.	3,509	0,786	165
17. Η εξελικτική θεωρία υποστηρίζεται από πραγματικά, ιστορικά και εργαστηριακά δεδομένα.	3,570	0,798	166
18. Οι άνθρωποι έχουν την ίδια μορφή που είχαν πάντοτε.	3,945	1,106	165
19. Η ηλικία της γης είναι περίπου 4-5 δισεκατομμύρια χρόνια.	3,349	0,737	166
20. Τα διαθέσιμα δεδομένα είναι διφορούμενα όσον αφορά εάν η εξέλιξη πραγματικά συμβαίνει.	2,691	0,770	165

Πίνακας 3 Η αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας – Η κλίμακα MATE (MO: μέσος όρος, TA: τυπική απόκλιση, EA: έγκυρες απαντήσεις)

	M.O.	T.A.	Min	Max	ΈΑ
Γνώση – Υποκλίμακα 1	3,681	1,294	1	7	163
Γνώση – Υποκλίμακα 2	1,870	0,906	0	4	131
ΓΝΩΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΑ	5,543	1,641	2	10	127
ΑΠΟΔΟΧΗ	66,642	6,388	43	86	151
ΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΓΟΝΕΩΝ	4,359	0,845	1	5	167

Πίνακας 4 Μέσες τιμές, τυπικές αποκλίσεις, μέγιστα και ελάχιστα σκορ των παραγόντων της εννοιολογικής οικολογίας της εξέλιξης

3.3 Η εννοιολογική οικολογία της εξελικτικής θεωρίας

Η συνολική γνώση και κατανόηση της εξελικτικής θεωρίας είναι ιδιαίτερα φτωχή, με M.O. 5,543 και καταγεγραμμένη μέγιστη τιμή 10, με πιθανή μέγιστη τιμή αντίστοιχα 4, και καταγεγραμμένη ελάχιστη τιμή 2 αρκετά κοντά στη δυνατή ελάχιστη τιμή 0. Καθώς η κλίμακα γνώσης που χρησιμοποιήθηκε δεν είναι αντίστοιχη με αυτές των άλλων ερευνών οι άμεσες συγκρίσεις δεν είναι δυνατές, αλλά αυτό δεν αναιρεί τη σημασία της χαμηλής καταγραφής στην παρούσα έρευνα.

Αντίθετα η αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας με συνολικό σκορ 66,642, εντάσσεται στην κατηγορία της μέτριας αποδοχής (Rutledge & & Sadler 2007) και είναι υψηλότερη από αυτήν που καταγράφουν έρευνες που πραγματοποιήθηκαν με το ίδιο ερευνητικό εργαλείο (Deniz et al. 2008). Το μορφωτικό επίπεδο των γονέων, όπως καταγράφηκε στην έρευνά μας είναι αρκετά υψηλό, παρ' όλο που δεν καταγράφονται, στην κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε, μεταπτυχιακές σπουδές. Μέση τιμή μορφωτικού επιπέδου 4,351 με μέγιστο το 5, ενώ το 53,3% του δείγματος τοποθέτησε το μορφωτικό επίπεδο των γονιών του στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και το 35,3 % στο Λύκειο. Όμως η συσχέτιση του μορφωτικού επιπέδου των γονιών με το επίπεδο αποδοχής δεν καταγράφεται σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο. Σ' αυτό το σημείο τα ευρήματά μας δεν συγκλίνουν με τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών (Deniz et al. 2008), ίσως ακριβώς της σημαντικής διαφοράς στο μορφωτικό επίπεδο των γονέων που καταγράφεται στις δύο έρευνες. Αντίθετα υπάρχει θετική συσχέτιση του επιπέδου γνώσης με το επίπεδο αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας ($r=0,185$, $p<0,05$), γεγονός που υποστηρίζει την ενίσχυση της συστηματικής διδασκαλίας της εξελικτικής θεωρίας ως σημαντικού παράγοντα για την αύξηση της αποδοχής της.

4 Συμπεράσματα

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας αναδεικνύουν, για μια ακόμη φορά, το σημαντικό ρόλο της εκπαίδευσης για την αποδοχή της εξελικτικής θεωρίας.

Επιπλέον διδασκαλία η οποία εκτός από εμπειρική θεμελίωση του φαινομένου της εξέλιξης και των μηχανισμών θα πρέπει να εστιάζει στην φύση της επιστήμης, και κατά συνέπεια της εξελικτικής θεωρίας, πράγμα το οποίο για την θεωρία της εξέλιξης φαίνεται να αποτελεί σημαντική προτεραιότητα.

Η παρούσα έρευνα αναδεικνύει και την ανάγκη της ένταξης της θεωρίας της εξέλιξης στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών όλων των βαθμίδων, καθώς το είδος των ερμηνευτικών αφηγήσεων για τη ζωή που χρησιμοποιούν σε ανύποπτα και φαινομενικά άσχετα σημεία είναι δυνατόν να επηρεάζει την προδιάθεση της σκέψης, παράγονται που αποτελεί μέρος της εννοιολογικής οικολογίας της εξελικτικής θεωρίας.

Τέλος θα είχε ενδιαφέρον να διερευνηθεί η συσχέτιση της αποδοχής της εξελικτικής θεωρίας με τον θρησκευτικό προσανατολισμό, στο ίδιο θεωρητικό πλαίσιο της εννοιολογικής οικολογίας. Όπως ισχυρίζεται ο Ernst Mayr (1982) η Δαρβινική θεωρία, μια σύνθεση πέντε επιμέρους θεωριών: του μη σταθερού και εξελισσόμενου κόσμου, της εξέλιξης με κοινή καταγωγή, της σταδιακής εξέλιξης, της εξέλιξης των πληθυσμών σε είδη και της φυσικής επιλογής, έχει κατ' ουσία προκαλέσει αμφισβητήσεις στους «τέσσερις πυλώνες του χριστιανικού δόγματος», δηλαδή τη πίστη σ' έναν σταθερό κόσμο, την πίστη σ' έναν κόσμο αποτέλεσμα δημιουργίας, την πίστη σ' έναν κόσμο σχεδιασμένο από έναν σοφό και αγαθό δημιουργό και την πίστη στην ξεχωριστή θέση του ανθρώπου στη δημιουργία. Όπως αναδεικνύει η παρουσιαζόμενη έρευνα η πρώτη απ' αυτές της πεποιθήσεις δεν φαίνεται να είναι αποδεκτή.

Βιβλιογραφία

- Βασιλοπούλου, Μ. & Λάκκα, Α. (2004) Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών του Λυκείου για την εξέλιξη. Πρακτικά 2^{ου} Συνεδρίου Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Ε.ΔΙ.Φ.Ε.) με τίτλο «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Οι προκλήσεις του 21^{ου} αιώνα. Καλαμάτα 18-20 Μαρτίου 2004, 159-161
- Bishop, B., & Anderson, C. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 415–427.
- 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, 181–206.
- Deniz, H., Donnelly, L. & Yilmaz, I. (2008) Exploring the Factors Related to Acceptance of Evolutionary Theory Among Turkish Preservice Biology Teachers: Toward a More Informative Conceptual Ecology for Biological Evolution. *Journal of Research In Science Teaching*, 45, 420–443.
- Gould, S.J. (2002). *The Structure of Evolutionary Theory*. Cambridge: Belknap of Harvard University Press.
- Colburn, A., & Henriques, L. (2006). Clergy views on evolution, creationism, science, and religion. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 419–442.

- Dagher, Z.R., & BouJaoude, S. (1997). Scientific views and religious beliefs of college students: The case of biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 429–445.
- Demastes, S.S., Good, R.G., & Peebles, P. (1995). Students' conceptual ecologies and the process of conceptual change. *Science Education*, 79, 637–666.
- Demastes, S.S., Settlage, J., & Good, R.G. (1995). Students' conceptions of natural selection and its role in evolution: Cases of replication and comparison. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 535–550.
- Donnelly, L.A. & Boone, W.J. (2007). Biology teachers' attitudes toward and use of Indiana's evolution standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 236–257.
- Kampourakis, K. & Zogza, V. (2007) Students' Preconceptions about Evolution: How Accurate is the Characterization as "Lamarckian" when Considering the History of Evolutionary Thought? *Science & Education*, 16, 393-422.
- Kampourakis, K. & Zogza, V. (2008) Students' intuitive explanations of the causes of homologies and adaptations. *Science & Education*, 17, 27-47.
- Lovely, E.C. & Kondrick, L.C. (2008) Teaching evolution: challenging religious preconceptions. *Integrative and Comparative Biology*, 48, 164–174
- Mayr (E. (1982). *The growth of biological thought: Diversity, evolution, and inheritance*. Cambridge, MA: Belknap Press
- Nehm, R.H. (2006). Faith-based evolution education? *Bioscience*, 56, 638–639.
- Nehm, R. H. & Schonfeld, I.S. (2008). Measuring Knowledge of Natural Selection: A Comparison of the CINS, an Open-Response Instrument, and an Oral Interview. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, 1131-1169.
- Prinou, L., Halkia, L. & Skordoulis, C. (2008) What Conceptions do Greek School Students Form about Biological Evolution? *Evolution Education Outreach*, 1, 312–317.
- Πρίνου, Α., Σκορδούλης, Κ. & Χαλκιά, Κ. (2004) Οι «Λαμαρκιανές» ερηννείες των μαθητών της Γ' Γυμνασίου εμπόδιο στην κατανόηση της φυσικής επιλογής. Σκέψεις και επιστημάνσεις. Πρακτικά 2^{ου} Συνεδρίου Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Ε.ΔΙ.Φ.Ε.) με τίτλο «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Οι προκλήσεις του 21^{ου} αιώνα. Καλαμάτα 18-20 Μαρτίου 2004, 158-9.
- Rutledge, M.L., & Mitchell, M.A. (2002). High school biology teachers' knowledge structure, acceptance, and teaching of evolution. *American Biology Teacher*, 64, 21–27.
- Rutledge, M.L. & Sadler, K.C. (2007) Reliability of the Measure of Acceptance of the Theory of Evolution (MATE) Instrument with University Students. *The American Biology Teacher*. 69, 332-5
- Rutledge, M.L., & Warden, M.A. (1999). Development and validation of the measure of acceptance of the theory of evolution instrument. *School Science and Mathematics*, 99, 13–18.
- Rutledge, M.L., & Warden, M.A. (2000). Science and high school biology teachers: Critical relationships. *American Biology Teacher*, 62, 23–31.
- Σαριγγέλης, Μ. (2007) Η θεωρία της εξέλιξης στην εκπαίδευση: αντιλήψεις μαθητών/-τριών Γ' Τάξης Γενικού Λυκείου (Συγκριτική Μελέτη: Καλαμαριάς – Θεσσαλονίκης – Σάμου) και πρωτοετών φοιτητών/-τριών Π.Τ.Δ.Ε. Α.Π.Θ. Διπλωματική Εργασία, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στις Επιστήμες της Αγωγής, Κατεύθυνση Φυσικών Επιστημών, Διδακτικής της Βιολογίας και Επιστημών του Περιβάλλοντος. Π.Τ.Δ.Ε. – Α.Π.Θ.
- Sinatra, G.M., Southerland, S.A., McConaughy, F., & Demastes, J.W. (2003). Intentions and beliefs in students' understanding and acceptance of biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 510–528.

Το γεγονός ότι έκανε λάθος καθιστά τον Kettlewell λανθασμένη επιλογή για τη διδασκαλία των επιστημών;

David Wÿss Rudge

Associate Professor, Department of Biological Sciences & The Mallinson Institute for Science Education
Western Michigan University

1 Εισαγωγή

Τα διδακτικά βιβλία της βιολογίας, σχεδόν δίχως καμία εξαίρεση, εισάγουν τους μαθητές στις έννοιες της εξελικτικής θεωρίας με το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού, το οποίο θεωρείτο για πολύ καιρό ως το κλασικό παράδειγμα φυσικής επιλογής. Η θεώρηση του ως αντιπροσωπευτικού παραδείγματος από τους καθηγητές βιολογίας και το κοινό έρχεται σε πλήρη αντίθεση με τις συνεχιζόμενες αντιπαραθέσεις μεταξύ των επιστημόνων που μελετούν το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού, αντιπαραθέσεις που αποκαλύπτουν ότι δεν είναι τόσο καλά κατανοητό όσο τα διδακτικά βιβλία μας κάνουν να πιστεύουμε. Το κεφάλαιο αυτό ξεκινά με μια υπενθύμιση προς τον αναγνώστη της «κλασικής» εκδοχής του φαινομένου του βιομηχανικού μελανισμού, που σχετίζεται με το έργο του H.B.D. Kettlewell (1955· 1956· 1958), όπως αυτό περιγράφεται σε βιβλία και μέσα ενημέρωσης. Στη συνέχεια προσδιορίζονται διάφορες σημαντικές αντιφάσεις που έχουν οδηγήσει κάποιους (π.χ. Coyne 1998) να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι η περιγραφή αυτού του φαινομένου θα πρέπει να αφαιρεθεί τελείως από τα διδακτικά βιβλία. Θα υποστηρίξω ότι τα προβλήματα αυτά στην πραγματικότητα αυξάνουν την αξία της συζήτησης για το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού, και ειδικότερα του έργου του Kettlewell, για τη διδασκαλία της εξελικτικής βιολογίας. Η «κλασική εκδοχή» έχει διάφορα πλεονεκτήματα που το καθιστούν ιδιαίτερα χρήσιμο για την εισαγωγή στην έννοια της φυσικής επιλογής. Επιπλέον, η συζήτηση ορισμένων

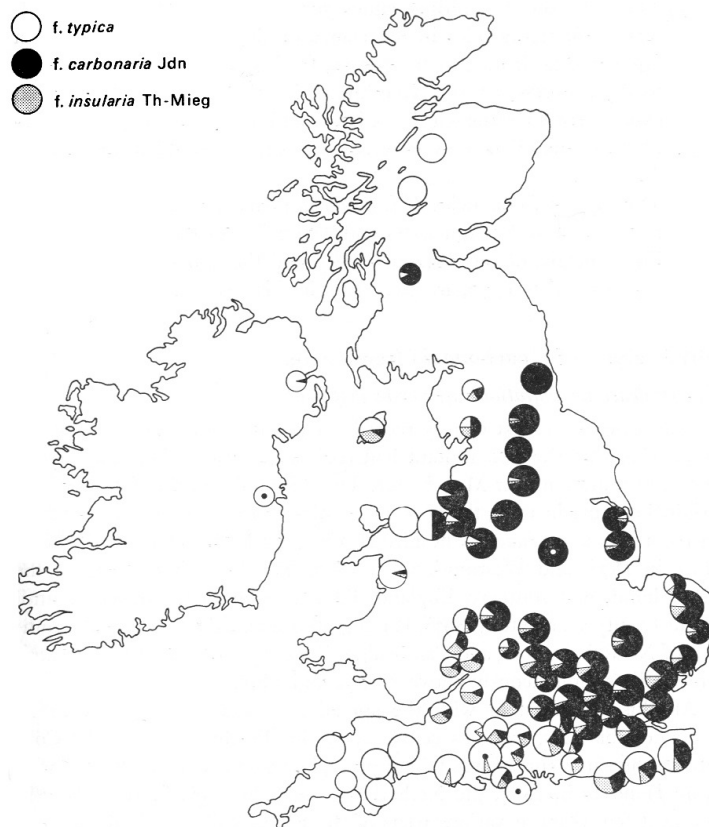
από τις λεπτομέρειες που συχνά λείπουν από τα βιβλία μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν τη φύση της επιστήμης ως διαδικασίας.

2 Η κλασική εκδοχή των διδακτικών βιβλίων

Σχεδόν όλα τα διδακτικά βιβλία εισαγωγής στη βιολογία περιγράφουν την έννοια της φυσικής επιλογής αναφερόμενα σε μια βασική εκδοχή του φαινομένου του βιομηχανικού μελανισμού στη στικτή νυχτοπεταλούδα, *Biston betularia* (π.χ. Beck, Liem and Simpson 1991· Campbell 1987· Campbell, Mitchell and Reece 1994). Για λόγους που θα γίνουν σύντομα προφανείς, είναι χρήσιμο να αναλύσουμε αυτή την εκδοχή με αναφορά σε τρεις συνιστώσες: 1) την περιγραφή του ίδιου του φαινομένου, 2) την εξήγηση του φαινομένου και 3) τα στοιχεία για την ορθότητα/εγκυρότητα αυτής της εξήγησης.

2.1 Το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού

Τα διδακτικά βιβλία γενικά παρουσιάζουν το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού, αναφερόμενα στο πως αυτό παρατηρήθηκε για πρώτη φορά στη στικτή νυχτοπεταλούδα, *Biston betularia*. Η στικτή νυχτοπεταλούδα έχει δυο μορφές: 1) μια ανοιχτόχρωμη μορφή, την *f. typica*, η οποία έχει μια απαλή στικτή εμφάνιση και 2) μια σκουρόχρωμη ή μελανική μορφή, την *f. carbonaria*, η οποία είναι σχεδόν μαύρη. Όπως δηλώνει και το όνομα της, η *typica* ήταν η πιο κοινή μορφή της νυχτοπεταλούδας στα Βρετανικά Νησιά και στην Ηπειρωτική Ευρώπη. Ωστόσο, περίπου στο μέσο του 19^{ου} αιώνα, η κατάσταση αυτή άρχισε να αλλάζει. Η εκτεταμένη καύση γαιάνθρακα, οπτάνθρακα και πετρελαίου που σχετίζονταν με τη βιομηχανική επανάσταση εξολόθρευσε τους λειχήνες που κάλυπταν την αρρύπαντη ύπαιθρο στις προσήνεμες περιοχές των βιομηχανικών ζωνών, καθιστώντας πιο σκουρόχρωμες τις επιφάνειες των δέντρων και των βράχων οι οποίες καλύπτονταν με ένα στρώμα αιθάλης. Προς τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, οι φυσιδίφες άρχισαν να παρατηρούν ότι οι παλαιότερα σπάνιες μελανικές (σκουρόχρωμες) μορφές πολλών ειδών νυχτοπεταλούδας, κυρίως η στικτή νυχτοπεταλούδα, άρχισαν να αυξάνουν πολύ σε συχνότητα στις περιοχές που είχαν γίνει πιο σκούρες από την αιθάλη. Το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού αναφέρεται σε αυτήν την ταχεία αύξηση της συχνότητας των μελανικών μορφών σε διάφορα είδη νυχτοπεταλούδας η οποία σχετίστηκε με την αύξηση της βιομηχανικής ρύπανσης. Η εικόνα 1, ένας χάρτης των συχνοτήτων των ανοιχτόχρωμων (*typica*) και των μελανικών (*carbonaria*, *insularia*) μορφών της στικτής νυχτοπεταλούδας από το άρθρο του Kettlewell του 1958, χρησιμοποιείται συχνά για να απεικονίσει τη σχέση μεταξύ των μελανικών μορφών και των προσήνεμων περιοχών στις βιομηχανικές ζώνες.



Εικόνα 1

Χάρτης συχνότητας της *Biston betularia* και των δυο μελανικών μορφών, *f. carbonaria* and *f. insularia* όπως προκύπτει από περισσότερες από 30.000 καταγραφές από 83 κέντρα στην Βρετανία (Αναπαραγωγή από Kettlewell (1973), με την άδεια των εκδόσεων του Πανεπιστημίου της Οξφόρδης).

2.2 Η εξήγηση

Οι συγγραφείς των διδακτικών βιβλίων επισημαίνουν ότι οι φαινότυποι *typica* και *carbonaria* της στικτής νυχτοπεταλούδας ελέγχονται από ένα γονίδιο, το *carbonaria*, το οποίο είναι επικρατές έναντι του υπολειπόμενου αλληλομόρφου *typica*. Στη συνέχεια εξηγούν την εξάπλωση του αλληλομόρφου *carbonaria* μέσω της φυσικής επιλογής και ειδικότερα μέσω της απόκρυψης, ή της προστατευτικής αξίας του χρώματος στο κρύψιμο της νυχτοπεταλούδας από τους θηρευτές της όταν αυτή ξεκουράζεται στο «σωστό» ή όμοιου χρώματος περιβάλλον. Σύμφωνα με αυτή τη βασική εκδοχή, οι στικτές νυχτοπεταλούδες πετούνε τη νύχτα, περνώντας το μεγαλύτερο μέρος της ημέρας ακίνητες στις επιφάνειες των κορμών των δέντρων σε ανοικτή θέα. Στα δάση όπου υπάρχει ρύπανση, η *carbonaria* πλεονεκτεί έναντι της *typica* διότι ο σκούρος χρωματισμός της παρέχει απόκρυψη στα σκούρα από την αιθάλη περιβάλλοντα. Αυτό της προσδίδει μεγαλύτερες πιθανότητες διαφυγής από τα πουλιά-θηρευτές και έτσι

μεγαλύτερες πιθανότητες επιβίωσης και αναπαραγωγής σε σχέση με τις ανοιχτόχρωμες μορφές οι οποίες δεν είναι τόσο προστατευμένες (βλ. Εικόνα 2). Στα αρρύπαντα περιβάλλοντα, ισχύει το αντίστροφο. Η ανοιχτόχρωμη μορφή της *typica* καμουφλάρεται στις καλυμμένες από λειχήνες επιφάνειες, γεγονός που της δίνει μεγαλύτερες πιθανότητες διαφυγής από τα πουλιά-θηρευτές σε σύγκριση με την *carbonaria*, η οποία είναι πολύ πιο ευδιάκριτη (βλ. εικόνα 3). Έτσι, με την πάροδο του χρόνου, (και δεδομένης της μετανάστευσης) μπορεί κανείς να αντιληφθεί γιατί η *typica* θα κυριαρχούσε σε πληθυσμούς που ζούσαν σε αγροτικές περιοχές και η *carbonaria* στις περιοχές με ρύπανση.



Εικόνα 3 (επάνω)

Φωτογραφία της *Biston betularia f. typica* και της μελανικής μορφής *f. carbonaria* σε κορμό βελανιδιάς καλυμμένο με λειχήνες (Dorset) (Αναπαραγωγή από Kettlewell (1973), με την άδεια των εκδόσεων του Πανεπιστημίου της Οξφόρδης)

Εικόνα 2 (αριστερά)

Φωτογραφία της *Biston betularia f. typica* και της μελανικής μορφής *f. carbonaria* σε κορμό βελανιδιάς με ρύπανση (Birmingham) (Αναπαραγωγή από Kettlewell (1973), με την άδεια των εκδόσεων του Πανεπιστημίου της Οξφόρδης)

2.3 Τα στοιχεία

Πολλά διδακτικά βιβλία δεν περιλαμβάνουν αναφορά στα στοιχεία που υποστηρίζουν την παραπάνω εξήγηση, προτιμώντας αντίθετα να παρουσιάζουν απλώς τη σχετική χρωματική αντίθεση χρησιμοποιώντας φωτογραφίες των δυο

μορφών σε περιβάλλοντα καλυμμένα από λειχήνες και σε περιβάλλοντα καλυμμένα από αιθάλη. Από τα βιβλία που κάνουν κάποια αναφορά, τα περισσότερα αναφέρονται σε μια σειρά πειραμάτων επισήμανσης-απελευθέρωσης-εκ νέου αιχμαλωσίας που πραγματοποίησε ο Dr. H.B.D. Kettlewell στις αρχές της δεκαετίας του 1950 (Kettlewell 1955· 1956). Εκεί αναφέρεται ότι απελευθέρωσε μεγάλους αριθμούς σκουρόχρωμων (*carbonaria*) και ανοικτόχρωμων (*typica*) νυχτοπεταλούδων σε περιοχές με ρύπανση και σε περιοχές χωρίς ρύπανση και προσπάθησε να τις αιχμαλωτίσει εκ νέου κατά τη διάρκεια πολλών νυχτών. Στις περιοχές με ρύπανση, μπόρεσε να αιχμαλωτίσει διπλάσιες *carbonaria* σε σύγκριση με τις *typica*, γεγονός που τον οδήγησε στο συμπέρασμα ότι περισσότερες *carbonaria* είχαν διαφύγει τη θήρευση από τα πουλιά από τη στιγμή της απελευθέρωσης τους. Στις αρρύπαντες περιοχές, ο Kettlewell βρήκε ότι ίσχυε το αντίστροφο. Ορισμένα διδακτικά βιβλία αναφέρουν ότι μετά την εφαρμογή της νομοθεσίας για την καθαρή ατμόσφαιρα, η συχνότητα της *carbonaria* ελαττώθηκε με προβλέψιμο τρόπο.

3 Τα προβλήματα της κλασικής εκδοχής

Σε μια πρόσφατη εκτενή ανασκόπηση της έρευνας πάνω στο μελανισμό, ο Michael Majerus (1998) αναφέρει διάφορες ατέλειες της παραπάνω «κλασικής» εκδοχής (βλ. επίσης Majerus 1989· Sargent, Millar and Lambert 1998). Επιπλέον, ενώ μερικές από τις απλοποιήσεις που υιοθετούν τα διδακτικά βιβλία μπορεί να θεωρηθούν ότι σχετίζονται με περιττές λεπτομέρειες (π.χ. παραλείπουν να αναφέρουν ότι ο στικτός χρωματισμός της *typica* αναπαριστά ένα πολύ περίπλοκο πρότυπο), εντούτοις άλλες είναι πιο σοβαρές.

3.1 Τα αμαρτήματα της παράλειψης

Αναφορικά με το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού, οι περιγραφές των διδακτικών βιβλίων παραλείπουν να αναφέρουν το γεγονός ότι οι μελανικές μορφές ήταν γνωστό ότι υπήρχαν σε πολλά είδη νυχτοπεταλούδας πριν από τη βιομηχανική επανάσταση. Αυτό είναι ιδιαίτερα παραπλανητικό διότι αφήνει να εννοηθεί ότι ο μελανισμός εξελίχθηκε σε όλα τα είδη νυχτοπεταλούδας με τον ίδιο μηχανισμό (Majerus 1989). Έτσι, παραλείπουν να αναφέρουν το γεγονός ότι η *Biston betularia* ήταν γνωστό ότι εμφάνιζε μια ομάδα μελανικών μορφών ενδιάμεσων μεταξύ της *carbonaria* και της *typica*, γνωστή ως *f. insularia*, της οποίας η γενετική και η κατανομή δεν ήταν τόσο καλά κατανοητές. (Ο Allchin, 2001, επισημαίνει ότι αυτή η παράλειψη μπορεί να ενισχύσει την τάση των μαθητών να αναζητούν απαντήσεις του τύπου ναι-όχι ή άσπρο-μαύρο). Επίσης, δεν

κάνουν καμία αναφορά στο γεγονός ότι στις αγροτικές περιοχές της East Anglia είχαν καταγραφεί συχνότητες της *carbonaria* που έφταναν το 80%.

Η εξήγηση που παρέχουν τα διδακτικά βιβλία δεν κάνει καμία αναφορά σε άλλες μη-επιλεκτικές εξηγήσεις του φαινομένου που υπήρχαν την εποχή της εργασίας του Kettlewell. Ούτε αναφέρουν τα γεγονότα ότι ο Kettlewell εργάστηκε με ένα μοντέλο που επικαλούνταν δυο επιλεκτικές δυνάμεις για τη αύξηση της συχνότητας του γονιδίου *carbonaria*, την απόκρυψη και ένα φερόμενο πλεονέκτημα στη φυσιολογία, από τα οποία ως πιο σημαντικό είχε προταθεί αρχικά το δεύτερο (Rudge 1999). Τέλος, δεν αφήνεται καν να εννοηθεί ότι θα μπορούσαν να υπάρχουν και άλλοι παράγοντες (π.χ. υπεροχή του ετεροζυγώτου, το ενδεχόμενο οι νυχτοπεταλούδες να διαλέγουν τις θέσεις ανάπαυσης τους).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι περιγραφές των διδακτικών βιβλίων γενικά δεν παρέχουν κανένα στοιχείο υπέρ της παραπάνω εξήγησης και όταν το κάνουν παραλείπουν πολλές από τις λεπτομέρειες. Για παράδειγμα, οι έρευνες του Kettlewell περιλάμβαναν πειράματα θήρευσης με χρήση αιχμαλωτισμένων πουλιών, επικουρικές μελέτες παρατήρησης, παράλληλα πειράματα προτιμήσεων και μια εκτεταμένη χαρτογράφηση των συχνοτήτων της *Biston betularia* σε όλα τα Βρετανικά Νησιά. Όσα διδακτικά βιβλία αναφέρουν τις λεπτομέρειες των φημισμένων πειραμάτων επισήμανσης-απελευθέρωσης-εκ νέου αιχμαλωσίας παραλείπουν τις λεπτομέρειες του τρόπου με τον οποίο ερμήνευσε τα αποτελέσματα του ως επαρκή τεκμήρια των ισχυρισμών για τη διαφορική θήρευση των νυχτοπεταλούδων από τα πτηνά, αποκλείοντας άλλες πιθανές εξηγήσεις. Τα περισσότερα βιβλία επικεντρώνονται στην εντυπωσιακή αντίθεση ανάμεσα στα αποτελέσματα των πειραμάτων πεδίου στις περιοχές με ρύπανση και στις αγροτικές περιοχές, τα οποία προέκυψαν από τις παρατηρήσεις της θήρευσης των νυχτοπεταλούδων από τα πουλιά που έκαναν καμουφλαρισμένοι ο Kettlewell και ο Niko Tinbergen και τα οποία οι άλλοι επιστήμονες βρήκαν τόσο συναρπαστικά. Ωστόσο, πολλά βιβλία αναφέρουν παραπλανητικά ότι τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στις αρρύπαντες περιοχές, έγιναν για την επαλήθευση των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν στις περιοχές με ρύπανση (Rudge 1999, αλλά βλ. Hagen 1999).

Όμως, το πιο επιζήμιο από όλα ίσως είναι το γεγονός ότι οι περιγραφές των διδακτικών βιβλίων δεν παρέχουν καμία ένδειξη για τις αντιπαραθέσεις γύρω από τις έρευνες και το επακόλουθο έργο του Kettlewell. Για παράδειγμα, η θεώρηση των πειραμάτων επισήμανσης-απελευθέρωσης-εκ νέου αιχμαλωσίας του Kettlewell ως στοιχείων για τη διαφορική θήρευση των νυχτοπεταλούδων από τα πτηνά, εξαρτάται από πολλές λεπτομέρειες σχετικές με τις οικολογία και τη συμπεριφορά των νυχτοπεταλούδων και των πουλιών της έρευνας του. Η ερμηνεία που έκανε ο Kettlewell για τα αρχικά του πειράματα υποθέτει ότι η θήρευση των νυχτοπεταλούδων από τα πουλιά αντανάκλα τη συμπεριφορά τους στη φύση, αντί να είναι τεχνητό αποτέλεσμα εξαιτίας του μεγάλου αριθμού

νυχτοπεταλούδων τις οποίες χρησιμοποίησε. Οι Clarke και Sheppard (1966) επανέλαβαν τα πειράματα του Kettlewell (με παρόμοια αποτελέσματα) κυρίως λόγω της ανησυχίας ότι πουλιά τα οποία κανονικά δεν θα θήρευαν ποτέ τις νυχτοπεταλούδες θα μπορούσαν να κάνουν κάτι τέτοιο όταν εκείνες υπήρχαν σε μεγάλη πυκνότητα. Οι έρευνες του Kettlewell (και το ακόλουθο ερευνητικό έργο πεδίου που πραγματοποίησε έκτοτε) βασίζονται επίσης στην υπόθεση, που σημειώθηκε παραπάνω, ότι οι νυχτοπεταλούδες όντως περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ημέρας τους στους κορμούς των δέντρων και σε άλλες θέσεις ανάπαυσης σε ανοικτή θέα. Η υπόθεση αυτή δεν έχει τεκμηριωθεί αξιόπιστα, παρά τα σχεδόν σαράντα χρόνια εντατικής προσπάθειας να μάθουμε περισσότερα για την οικολογία και τη συμπεριφορά της νυχτοπεταλούδας (Howlett and Majerus 1987). Μερικές πρόσφατες μελέτες θεωρούν ότι η νυχτοπεταλούδα θα μπορούσε στην πραγματικότητα να αναπαύεται στη σκιά ή στο κάτω μέρος των κλαδιών των δέντρων (Mikkola 1984). Ο Majerus περιλαμβάνει στο βιβλίο του (1998) φωτογραφίες ζωντανών νυχτοπεταλούδων στις θέσεις στις οποίες βρέθηκαν κατά τη διάρκεια της ημέρας, από τις οποίες μόνο σε μια ήταν πάνω στον κορμό ενός δένδρου. Εάν αυτό που πραγματικά συμβαίνει είναι ότι οι νυχτοπεταλούδες δεν αναπαύονται στους κορμούς των δέντρων σε ανοικτή θέα, υπονομεύεται σοβαρά η αξία των πειραμάτων του Kettlewell (και πολλών ακόλουθων μελετών) θέτοντας υπό αμφισβήτηση ακόμα και την ικανότητα των πουλιών να δουν τις σημαντικές χρωματικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων μορφών νυχτοπεταλούδας.¹

Συνοψίζοντας, οι παραπάνω προβληματισμοί οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι περιγραφές των διδακτικών βιβλίων μπορεί να είναι παραπλανητικές σε βαθμό που να εγείρονται σοβαρές ανησυχίες για τη συνεχιζόμενη χρήση του φαινομένου του βιομηχανικού μελανισμού ως παράδειγμα φυσικής επιλογής. Ο απλός και σαφής τρόπος με τον οποίο τα διδακτικά βιβλία αποδίδουν την ιστορία της ανακάλυψης και της μελέτης του βιομηχανικού μελανισμού από τον H.B.D. Kettlewell δίνει ξεκάθαρα την εντύπωση ότι η επιστημονική κοινότητα το θεωρεί ένα ιδιαίτερα καλά τεκμηριωμένο και κατανοητό παράδειγμα φυσικής επιλογής. Η επιλογή του ως ένα από τα ελάχιστα παραδείγματα που περιλαμβάνονται στα βιβλία δίνει επιπλέον την εντύπωση ότι είναι ένα από τα καλύτερα, αν όχι το καλύτερα τεκμηριωμένο παράδειγμα φυσικής επιλογής. Μάλιστα, πολλά διδακτικά βιβλία το αναφέρουν ρητά ως ένα τέτοιο παράδειγμα (π.χ. Campbell 1987 σελ. 426· Curtis and Barnes 1985 σελ. 530). Η απουσία λεπτομερειών σχετικά με τις αντιπαραθέσεις γύρω από το φαινόμενο αλλά και από το έργο του

¹ Ο Kettlewell γνώριζε ότι οι νυχτοπεταλούδες σπάνια μπορούσαν να βρεθούν να αναπαύονται εκτεθειμένες στους κορμούς των δέντρων στη φύση. Βλ. το Majerus (1998) για μια διεξοδική συζήτηση σχετικά με το αποτέλεσμα που θα είχε στην ιστορία η ανάπαυση των νυχτοπεταλούδων στο κάτω μέρος των πλευρικών κλαδιών ή στη σκιά των φυλλωμάτων.

Kettlewell ειδικότερα, δίνουν επιπλέον την εντύπωση ότι υπάρχει ευρεία συναίνεση μεταξύ των επιστημόνων που μελετούν το φαινόμενο αυτό σχετικά με την εξήγηση του και τα στοιχεία που την υποστηρίζουν. Ο Wells (1999), ένας εξωτερικός σχολιαστής αυτών των ζητημάτων, ασχολείται ειδικότερα με το πρόβλημα με τη συνεχή χρήση των φωτογραφιών των ανοιχτόχρωμων και των σκουρόχρωμων νυχτοπεταλούδων σε επιφάνειες καλυμμένες από αιθάλη και λειχήνες. Ο αναγνώστης δεν μαθαίνει ποτέ ότι οι συγκεκριμένες φωτογραφίες στην πραγματικότητα δείχνουν διατηρημένα δείγματα που καρφίτωθηκαν την αντίστοιχη επιφάνεια, ούτε του δίνεται καμία ένδειξη ότι η αναπαράσταση δείχνει απλώς την εικαζόμενη θέση ανάπαυσης της νυχτοπεταλούδας για την οποία υπάρχουν λίγα αξιόπιστα στοιχεία (Sargent, Millar and Lambert 1998).²

4 Τα προβλήματα που επιφέρει η κλασική εκδοχή

Είναι σαφές ότι οι διάφορες υπεραπλουστεύσεις της κλασικής εκδοχής την καθιστούν τεχνικά λανθασμένη. Όμως, ο αναγνώστης θα έπρεπε να γνωρίζει ότι υπάρχει μεγάλη διαφωνία μεταξύ των επιστημόνων σχετικά με τις επιπτώσεις των παραπάνω προβλημάτων. Ειδικότερα, ο Majerus (1998) τονίζει ότι κατά τη γνώμη του «ο μεγάλος πλούτος επιπρόσθετων δεδομένων που αποκτήθηκαν από την εποχή των εργασιών του Kettlewell (1955, 1956) δεν υποβαθμίζουν τα βασικά ποιοτικά παραγωγικά συμπεράσματα αυτού του έργου» (σελ. 116). Σχεδόν όλοι όσοι έχουν κάνει έρευνα στο βιομηχανικό μελανισμό συμφωνούν ότι το φαινόμενο αυτό είναι ένα καλά τεκμηριωμένο παράδειγμα εξελικτικής αλλαγής και επιπλέον ότι ως παράδειγμα κατευθύνουσας αλλαγής αναμφίβολα αντανακλά τη δράση της φυσικής επιλογής. Οι περισσότεροι θα ισχυρίζονταν

² Οι επικριτές της εξελικτικής θεωρίας έχουν ασχοληθεί με το συγκεκριμένο παράδειγμα πολύ πριν τα προαναφερθέντα προβλήματα που σχετίζονται με την κατανόηση του φαινομένου του βιομηχανικού μελανισμού γίνουν ευρύτερα γνωστά. Έτσι, έχουν κατ' επανάληψη ισχυριστεί ότι το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού δεν αποτελεί στοιχείο υπέρ της εξέλιξης διότι δεν έχει οδηγήσει στη δημιουργία νέων ειδών. Η κριτική αυτή υποδηλώνει μια παρανόηση: οι βιολόγοι χρησιμοποιούν τον όρο εξέλιξη για να αναφερθούν και σε μακρο- και σε μικρο-εξελικτικές διαδικασίες. Ενώ οι πρώτες αφορούν την προέλευση και την εξαφάνιση των ταξινομικών βαθμίδων, οι τελευταίες αφορούν αλλαγές στις γονιδιακές συχνότητες με την πάροδο του χρόνου. Το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού, χαρακτηριστικό παράδειγμα του οποίου αποτελεί η *Biston betularia*, σχετίζεται με την ταχεία αύξηση της συχνότητας του γονιδίου *carbonaria* σε προσηνήμες περιοχές των βιομηχανικών κέντρων. Είναι σαφέστατα ένα παράδειγμα μικροεξέλιξης και θα πρέπει να τονίσουμε ότι αυτό θα εξακολουθούσε να ισχύει ακόμα και εάν τελικά η αλλαγή δεν ήταν το αποτέλεσμα της διαδικασίας της φυσικής επιλογής. Επιπλέον, το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού, στο βαθμό που δείχνει πως ένα χαρακτηριστικό μπορεί να επικρατήσει σε ένα πληθυσμό, παρέχει λεπτομερή στοιχεία για το πώς μπορεί να διαμορφωθούν οι αναπαραγωγικοί φραγμοί που οδηγούν στην εμφάνιση νέων ειδών και συνεπώς να δώσει έμμεσα στοιχεία για την πιθανότητα μακροεξελικτικής αλλαγής.

περαιτέρω ότι έχουμε αξιόπιστα στοιχεία για την άποψη ότι η διαφορική θήρευση από τα πουλιά είναι ο πιο σημαντικός από τους επιλεκτικούς παράγοντες που ενεργούν (Cook 1998· Grant 1999· Majerus 1998· αλλά βλ. Sargent, Millar and Lambert 1998). Υπάρχουν στοιχεία που δείχνουν ότι η υπεροχή του ετεροζυγωτού, ή κάποιο πλεονέκτημα στη φυσιολογία που σχετίζεται με το γονίδιο του μελανισμού το οποίο επιτρέπει μεγαλύτερη ανοχή στις συγκεντρώσεις του SO₂, μπορεί να παίζουν σημαντικό ρόλο (Berry 1990). Υπάρχουν επίσης στοιχεία που δείχνουν ότι η μετανάστευση ήταν πιο σημαντική απ' ό,τι είχε προηγούμενα θεωρηθεί (Mani and Majerus 1993). Μια χαρακτηριστική, αν και μειοψηφούσα, άποψη επίσης επικρίνει την έλλειψη προσοχής στο ενδεχόμενο ο βιομηχανικός μελανισμός να προκαλείται από ρυπαντές που υπάρχουν στο περιβάλλον (Lambert, Millar and Hughes 1986· Sargent, Millar and Lambert 1998· αλλά βλ. Ford 1964 και Grant 1999 για κριτική αυτών των ισχυρισμών). Το τελικό συμπέρασμα φαίνεται να είναι ότι η εξήγηση της αύξησης της συχνότητας των μελανικών μορφών μπορεί να εξαρτάται σημαντικά από ειδικές λεπτομέρειες που σχετίζονται με κάθε ένα από τα είδη που επηρεάστηκαν (Majerus 1989). Με άλλα λόγια, ανεξάρτητα από τη συχνότητα με την οποία έχει εμφανιστεί στα διάφορα είδη νυχτοπεταλούδων (και σε άλλες ζωικές ομάδες), πιθανότατα δεν υπάρχει κάποια γενική εξήγηση για την αυξητική τάση σε όλες τις ομάδες και στην περίπτωση της *Biston betularia* μπορεί να απαιτούνται διαφορετικές εξηγήσεις για τους διαφορετικούς πληθυσμούς (π.χ. για τον πληθυσμό της East Anglia που αναφέρθηκε παραπάνω).

Έχοντας επίγνωση ότι η οριστική επίλυση της αντιπαράθεσης γύρω από το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού θα εξαρτηθεί από περαιτέρω επιστημονικές έρευνες, το ερώτημα παραμένει: τι συμπέρασμα πρέπει να βγάλουν οι εκπαιδευτικοί και οι συγγραφείς διδακτικών βιβλίων από όλα αυτά; Ο Majerus (1989) προτείνει ότι ορισμένα από τα αναπάντητα ερωτήματα για το βιομηχανικό μελανισμό αποτελούν εξαιρετικές ευκαιρίες για τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές προκειμένου να διεξάγουν πρωτογενή και πολύτιμη έρευνα, κυρίως με άλλα είδη, εκτός της *Biston betularia*, τα οποία δεν έχουν τύχει ιδιαίτερης επιστημονικής προσοχής. Κάτι σημαντικό με την προσέγγιση αυτή είναι η ευκολία με την οποία οι μαθητές μπορούν να συλλέξουν δεδομένα για τις συχνότητες χρησιμοποιώντας φθηνές παγίδες για νυχτοπεταλούδες, η σχετική ευκολία με την οποία μπορούν να σχεδιαστούν πειράματα θήρευσης και γενετικής και τη μεγάλη εξάπλωση του φαινομένου. Δύσκολα μπορεί να διαφωνήσει κανείς ότι η συμμετοχή σε επιστημονικές διαδικασίες είναι ο ιδανικός τρόπος για να μάθει για το σχεδιασμό, την εκτέλεση και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων των επιστημονικών ερευνών. Ωστόσο, κανείς μπορεί να αμφισβητήσει εάν η προσέγγιση αυτή αποτελεί μια ρεαλιστική εκδοχή, ιδιαίτερα για μαθητές Λυκείου, δεδομένων των χρονικών απαιτήσεων

πολλών από τα σχέδια εργασίας μαθητών που προτείνονται και της επιστημονικής κατάρτισης που θα πρέπει να έχουν οι εκπαιδευτικοί.

Στο κεφάλαιο αυτό η συγκεκριμένη αντιπαράθεση παρουσιάζεται ως μέρος ενός γενικότερου προβλήματος σχετικά με τον τρόπο που παρουσιάζεται η επιστήμη προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι διδακτικοί σκοποί. Θεωρώ ότι τα προαναφερθέντα προβλήματα που σχετίζονται με τον τρόπο παρουσίασης της επιστημονικής μελέτης του φαινομένου του βιομηχανικού μελανισμού αντανακλούν μια βασική αντίθεση ανάμεσα στην παιδαγωγική προσπάθεια να παρουσιαστούν στους μαθητές άγνωστες έννοιες και στην ανάγκη να αντικατοπτρίσουμε σωστά τη φύση της επιστήμης. Η προσφυγή στην ιστορία και στη φιλοσοφία της επιστήμης, αντί της απλής παρουσίασης της επιστήμης ως ένα σώμα κατεκτημένης γνώσης, παρέχει μια οδό μέσω της οποίας αυτή η αντίθεση μπορεί να μετριαστεί χωρίς να φορτώνουμε τους μαθητές με υπερβολικές λεπτομέρειες ή να μειώνουμε χωρίς λόγο την εμπιστοσύνη τους στις μεθόδους της επιστήμης.

5 Τα παιδαγωγικά πλεονεκτήματα της κλασικής εκδοχής

Ενώ μερικές απλοποιήσεις μπορεί να οφείλονται σε περιορισμούς χώρου και χρόνου, οι εκπαιδευτικοί και τα διδακτικά βιβλία παραλείπουν πολλές λεπτομέρειες εξαιτίας της ακλόνητης πεποίθησης τους ότι οι μαθητές δεν μπορούν να κατανοήσουν την επιστήμη σε όλη της την πολυπλοκότητα. Οι μαθητές που διδάσκονται τα αντίστοιχα θέματα για πρώτη φορά χρειάζονται απλές, σαφείς περιγραφές και εξηγήσεις προκειμένου να κατανοήσουν τους νέους όρους και τις άγνωστες έννοιες. Ενώ μέρος της απήχησης της κλασικής εκδοχής του βιομηχανικού μελανισμού αντανακλά την ιστορία³ και το γεγονός

³ Το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού θεωρήθηκε από τους J.B.S. Haldane (1924) και E.B. Ford (1960, 1964) ως ένα από τα ελάχιστα παραδείγματα εξελικτικής αλλαγής που είχαν παρατηρηθεί από τον άνθρωπο. Ο Ford και άλλα μέλη της Σχολής Οικολογικής Γενετικής της Οξφόρδης εστίασαν την προσοχή τους στο παράδειγμα αυτό στο πλαίσιο των συνεχιζόμενων αντιπαράθεσεων για την εξέλιξη των επικρατών γονιδίων και για το πόσο γρήγορα η φυσική επιλογή μπορεί να οδηγήσει σε εξελικτική αλλαγή (Hagen 1999). Παρά την αρχική του σημασία για τις επιστημονικές αντιπαραθέσεις, το γεγονός ότι το παράδειγμα αυτό έγινε τόσο κοινό οφείλεται στις παρασκηνακές προσπάθειες του ίδιου του Kettlewell. Ο Kettlewell στην πραγματικότητα έκανε μια δεύτερη καριέρα με την διάδοση του φαινομένου ως «του στοιχείου που έλειπε από τον Darwin» σε μια σειρά άρθρων, στην πραγματεία του (1973) με τίτλο *The Evolution of Melanism* και σε πολλές δημόσιες διαλέξεις. Ιδιαίτερα σημαντικές από αυτήν την άποψη ήταν δυο ταινίες αφιερωμένες στο θέμα της εξέλιξης εν δράσει που παρουσίαζαν το έργο του στο φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού, τις οποίες δάνεισε σε οργανισμούς σε όλο τον κόσμο.

ότι το νεότερα διδακτικά βιβλία συχνά υιοθετούν γνωστά παραδείγματα από παλαιότερα κείμενα, είναι δίκαιο να πούμε ότι η συχνή παρουσία του συγκεκριμένου παραδείγματος αντανακλά διάφορα παιδαγωγικά πλεονεκτήματα του.

5.1 Ευρετική αξία

Θα ήταν πολύ δύσκολο να βρει κανείς ένα άλλο παράδειγμα φυσικής επιλογής που να είναι τόσο σαφές όσο η κλασική εκδοχή του φαινομένου του βιομηχανικού μελανισμού που περιέχεται στα διδακτικά βιβλία και που αναφέρθηκε παραπάνω. Η κλασική εκδοχή είναι εύληπτη και αναφέρεται μόνο σε στοιχεία με τα οποία οι εκπαιδευτικοί μπορούν να θεωρήσουν ότι οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι (π.χ. τα πουλιά, οι νυχτοπεταλούδες, η ρύπανση και η θήρευση). Ο επιλεκτικός μηχανισμός (θήρευση από τα πουλιά) ταιριάζει με τη γενική αντίληψη της φυσικής επιλογής ως αγώνα για ύπαρξη. Επιπλέον, το παράδειγμα αυτό καθιστά εύκολη την απεικόνιση της εξάπλωσης των μελανικών μορφών και των διαφορών ανάμεσα στους δυο τύπους νυχτοπεταλούδας στις περιοχές με και χωρίς ρύπανση. Οι μαθητές μπορούν εύκολα να κατανοήσουν την οπτική αντίθεση ανάμεσα στα σκουρόχρωμες και στις ανοιχτόχρωμες νυχτοπεταλούδες στα περιβάλλοντα καλυμμένα με λειχήνες και αιθάλη, αντίστοιχα, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο τα πουλιά-θηρευτές θα μπορούσαν να αντιληφθούν τις διαφορές αυτές. Πολλά άλλα παραδείγματα φυσικής επιλογής είναι πολύ πιο δύσκολο να οπτικοποιηθούν (π.χ. η εξέλιξη μορφών ανθεκτικών στα εντομοκτόνα από τα έντομα).

Είναι σημαντικό να τονιστεί, με κίνδυνο να επιμείνουμε στα προφανή, ότι αυτά τα ευρετικά πλεονεκτήματα της κλασικής εκδοχής των διδακτικών βιβλίων προκύπτουν από την απλότητα της και τη μεγάλη αντίθεση των δυο μορφών όπως αυτή αποδίδεται από την παράθεση φωτογραφιών των νυχτοπεταλούδων σε διάφορες περιοχές. Η συμπερίληψη πληροφοριών για την *insularia* ή η αφαίρεση των φωτογραφιών από την περιγραφή θα περιόριζε σημαντικά την ευρετική αξία και τα πλεονεκτήματα αυτού του παραδείγματος.

5.2 Περιεχόμενο

Αντίστοιχα σχόλια μπορούν να γίνουν και για το περιεχόμενο. Η σχετική απλότητα και η απουσία ξένων ως προς το θέμα στοιχείων στην κλασική εκδοχή των διδακτικών βιβλίων το καθιστούν ένα ιδιαίτερα καλό μέσο για τη διδασκαλία της έννοιας της φυσικής επιλογής. Περιγράφει την αντικατάσταση μιας μορφής από μια άλλη μέσω της εξάπλωσης ενός μεμονωμένου γονιδίου και της επίδρασης αυτού στην αρμοστικότητα. Οι μαθητές μπορούν εύκολα να κατανοήσουν γιατί και πώς οι εμφανείς διαφορές ανάμεσα στις

νυχτοπεταλούδες στις περιοχές με ρύπανση και στις αρρύπαντες περιοχές θα προσέδιδαν πλεονέκτημα στην πρώτη περίπτωση στη σκουρόχρωμη μορφή και στη δεύτερη περίπτωση στην ανοιχτόχρωμη. Έτσι, είναι πολύ χρήσιμο στην αποσαφήνιση της σχετικής αρμοστικότητας ως συνάρτηση του «ταιριάσματος» ανάμεσα στον οργανισμό και στο περιβάλλον του παρά μια υπαρκτή ιδιότητα του οργανισμού (Brandon 1990). Τα περισσότερα από τα υπόλοιπα παραδείγματα αναφέρονται σε πιο πολύπλοκες διαδικασίες (π.χ. η υπεροχή των ετερόζυγων στην περίπτωση της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας) ή η αναφορά σε επιδράσεις του περιβάλλοντος στην αρμοστικότητα οι οποίες είναι λιγότερο προφανείς (π.χ. τα πρότυπα των κυκλικών ραβδώσεων στα σαλιγκάρια). Θα πρέπει επιπλέον να σημειώσουμε ότι εξαιτίας της απήχησης αυτού του παραδείγματος, πολλοί μαθητές είναι ήδη εξοικειωμένοι με αυτό από εμπειρίες εκτός της τάξης. Το πλεονέκτημα της χρήσης παραδειγμάτων με τα οποία οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι γίνεται προφανές όταν αποδεχθούμε ότι η ουσιαστική μάθηση είναι σε μεγάλο βαθμό συνάρτηση της ανασυγκρότησης της υπάρχουσας γνώσης. Και πάλι, μπορεί κανείς να υποστηρίξει ότι η προσθήκη περισσότερων λεπτομερειών, όπως το ενδεχόμενο ότι επενεργούν άλλοι επιλεκτικοί παράγοντες, υποβαθμίζει την αξία της κλασικής εκδοχής ως μιας ιδιαίτερα διαφωτιστικής εξιστόρησης μέσω της οποίας μπορεί να γίνει μια εισαγωγική παρουσίαση της έννοιας της φυσικής επιλογής.

Εκτός από την λεπτομερή επεξήγηση μιας έννοιας, οι εκπαιδευτικοί συχνά χρησιμοποιούν μια συγκεκριμένη εξιστόρηση για να διδάξουν τους μαθητές τους για αυτό το παράδειγμα. Και είναι αυτό ακριβώς το σημείο όπου η αντιπαράθεση μεταξύ των επιστημόνων που αναφέρθηκε παραπάνω έχει ιδιαίτερη σχέση. Το επιχείρημα του Coyne (1998) σχετικά με τη χρήση της κλασικής εκδοχής του φαινομένου του βιομηχανικού μελανισμού στα διδακτικά βιβλία εισαγωγής στη βιολογία φαίνεται να είναι ότι η παρουσίαση της φυσικής επιλογής σε αυτά θα πρέπει να αναφέρει ή να αναφέρεται μόνο στα παραδείγματα εκείνα που είναι καλά τεκμηριωμένα. Η συνέχιση της παρουσίασης του φαινομένου του βιομηχανικού μελανισμού ως του βασικού παραδείγματος της φυσικής επιλογής αποτελεί ένα σοβαρό λάθος, διότι περιλαμβάνοντάς το φαίνεται προς τους μαθητές να υπονοείται ότι είναι ένα καλά κατανοητό παράδειγμα ενώ στην πραγματικότητα δεν είναι.

Χωρίς αμφιβολία, υπάρχουν άλλα παραδείγματα φυσικής επιλογής που είναι καλύτερα κατανοητά (π.χ. η εξέλιξη του μεγέθους του ράμφους στους σπίνους των νησιών Galapagos (Grant & Grant 1989· βλ. Endler, 1986 για άλλα παραδείγματα). Είναι επίσης δίκαιο να πει κανείς ότι τα διδακτικά βιβλία και οι εκπαιδευτικοί που χρησιμοποιούν το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού θα πρέπει να επισημαίνουν ότι αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την επιλογή για άλλους παράγοντες εκτός από το χρώμα και ότι αυτό εξακολουθεί να είναι το αντικείμενο έρευνας. Είναι όμως αλήθεια ότι ένα διδακτικό βιβλίο δεν θα πρέπει

ποτέ να περιλαμβάνει επιστημονικούς ισχυρισμούς που τρέφουν υποψίες ή που είναι γνωστό ότι είναι εσφαλμένοι; Στην περίπτωση της φυσικής, η απάντηση είναι κατηγορηματικά όχι. Συνεχίζουμε να διδάσκουμε στους μαθητές μας Νευτώνεια μηχανική ενώ γνωρίζουμε ότι οι εξισώσεις του Newton είναι τεχνικά εσφαλμένες. Θα μπορούσε να υποστηριχθεί κανείς ότι στην περίπτωση της Νευτώνειας φυσικής, οι μαθητές μαθαίνουν εξισώσεις που είναι περίπου σωστές και επιπλέον ότι ένα τέτοιο βήμα είναι απαραίτητο προκειμένου να κατανοήσουν σε βάθος τα επιτεύγματα του ίδιου του Einstein αλλά και μετά από αυτόν. Όμως, το ίδιο θα μπορούσε να ειπωθεί και για την κλασική εκδοχή του βιομηχανικού μελανισμού. Ενώ είναι τεχνικά εσφαλμένη, η κλασική εκδοχή είναι μια περίπου αληθινή ιστορία για το πώς και το γιατί συνέβη το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού, που αναμφίβολα θα αποτελέσει το υπόβαθρο πάνω στο οποίο θα βασιστεί οποιαδήποτε πιο ακριβής εκδοχή. Η μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών του Λυκείου δεν θα ακολουθήσουν κάποια καριέρα στην εξελικτική βιολογία. Όσοι το πράξουν, θα έχουν αρκετό χρόνο κατά τη διάρκεια των σπουδών τους προκειμένου να μάθουν τις ιδιαιτερότητες αυτού του συγκεκριμένου παραδείγματος. Οι πολλοί περιορισμοί που επιβάλλονται στους εκπαιδευτικούς και στα διδακτικά βιβλία σχετικά με το χρόνο και τον χώρο που μπορούν αντίστοιχα να αφιερώσουν στο θέμα της φυσικής επιλογής, αλλά και τα ζητήματα που σχετίζονται με την ευρετική αξία, συνηγορούν ενάντια στην άποψη ότι οι εκδοχές που παρουσιάζονται στους μαθητές θα πρέπει να είναι αληθείς ή τουλάχιστον να απαιτούν τη συναίνεση μεταξύ των επιστημόνων. Το πρόβλημα δεν είναι εάν τα διδακτικά βιβλία και οι εκπαιδευτικοί διαιωνίζουν ψέματα σκοπίμως, αλλά μάλλον η στάση που οι μαθητές (και οι εκπαιδευτικοί) έχουν απέναντι στις πληροφορίες που παίρνουν από τέτοιες πηγές η οποία στερείται συνετής κρίσης και στοχαστικής διάθεσης. Αντί να παρουσιάζουν το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού σαν ένα θέμα που διευθετήθηκε από τρία πειράματα πεδίου που έκανε ο H.B.D. Kettlewell τη δεκαετία του 1950, τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές μπορούν να ωφεληθούν εάν θεωρούν ότι το φαινόμενο αυτό εξακολουθεί να αποτελεί αντικείμενο της προσοχής των επιστημόνων (Grant 1999).

5.3 Διαδικασία

Οι παραπάνω συλλογισμοί υποδεικνύουν ένα άλλο, συχνά αγνοημένο, πλεονέκτημα που προσφέρει η εξαιρετικά απλουστευμένη εκδοχή του βιομηχανικού μελανισμού που παρουσιάζεται στα διδακτικά βιβλία. Εδώ και καιρό έχει αναγνωριστεί ότι οι μαθητές πρέπει να μαθαίνουν για τη φύση της επιστήμης ως διαδικασίας (DeBoer 1991). Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν την αναλυτική περιγραφή του αρχικού έργου του Kettlewell που σχετίζεται με την κλασική εκδοχή προκειμένου να δείξουν στους μαθητές

πως αναπτύσσονται και ελέγχονται οι επιστημονικοί ισχυρισμοί. Τα πειράματα επισήμανσης-απελευθέρωσης-εκ νέου αιχμαλωσίας του Kettlewell είναι εξαιρετικά απλά και απαιτούν ελάχιστα μόνο μαθηματικά. Αυτό το απλό, σαφές παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο ερευνώνται οι επιστημονικοί ισχυρισμοί παρέχει μια θαυμάσια εισαγωγή στην διαδικασία της επιστήμης. Αντίθετα, η αναφορά στα πολλά προβλήματα ερμηνείας των πειραμάτων του Kettlewell περιορίζει την αξία του παραδείγματος ως εισαγωγή στη λογική της επιστήμης διότι κάνει το αποτέλεσμα διφορούμενο.

6 Ένας ρόλος για την Ιστορία και τη Φιλοσοφία της Επιστήμης

Οι εκπαιδευτικοί και οι συγγραφείς διδακτικών βιβλίων γνωρίζουν φυσικά την παραπάνω κατάσταση. Δυστυχώς, πολλοί την θεωρούν ως μια αντιπαράθεση που πρέπει με κάποιον τρόπο να διευθετηθεί: είτε θα πρέπει να εστιάσουμε στα παιδαγωγικά ζητήματα σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο η επιστήμη θα γίνει κατανοητή από τους μαθητές είτε θα πρέπει να παρέχουμε στους μαθητές μια ακριβή περιγραφή της φύσης της επιστήμης και των γνώσεων μας για τον κόσμο. Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί επιλέγουν το πρώτο και δεν μπορεί να τους κατηγορήσει κανείς δεδομένης της πίεσης για την προετοιμασία των μαθητών για τυποποιημένα τεστ σε μεμονωμένες έννοιες, των περιορισμών στο χρόνο και στους διαθέσιμους πόρους αλλά και τη δική τους έλλειψη επιστημονικής εκπαίδευσης. Τα διδακτικά βιβλία, τα οποία συνήθως προσδιορίζουν και το αναλυτικό πρόγραμμα για τα μαθήματα των επιστημών, επιτείνουν την αντίληψη ότι η εκμάθηση της επιστήμης είναι θέμα εκμάθησης ιδεατών ισχυρισμών και ορισμών. Ενώ οι εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν ότι το ιδανικό θα ήταν να διδάσκουν τους μαθητές για την πολυπλοκότητα της επιστήμης, μπορεί κανείς να καταλάβει γιατί αυτό αποτελεί για πολλούς μια πολυτέλεια.

Θα πρέπει ωστόσο να παραδεχτούμε ότι αυτό είναι ένα εσφαλμένο δίλημμα. Υπάρχουν τρόποι διδασκαλίας της επιστήμης που μπορούν και να δώσουν στους μαθητές απλές, κατανοητές περιγραφές των επιστημονικών εννοιών αλλά και να τους κάνουν να αντιληφθούν μέρος της πολυπλοκότητας της πρακτικής πλευράς της επιστήμης. Μέρος της λύσης εξαρτάται από την αναθεώρηση των τυποποιημένων τεστ ώστε να εστιάζουν λιγότερο στο περιεχόμενο και της βελτίωσης της εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών ώστε να περιλαμβάνει μεγαλύτερη εμπλοκή στην πραγματική πρακτική της επιστήμης. Όμως, ένα άλλο μέρος της λύσης θα εξαρτηθεί από την ανάπτυξη υψηλής ποιότητας διδακτικών μέσων και σχεδίων μαθήματος που δεν θα μένουν μόνο στη διδασκαλία των βασικών εννοιών. Σε αυτό ακριβώς το σημείο προτείνω ότι μπορεί να παίξει έναν καθοριστικό ρόλο η χρήση της ιστορίας και της

φιλοσοφίας της επιστήμης, όπως φαίνεται από τις μελέτες πάνω στο βιομηχανικό μελανισμό.

Έχει προ πολλού αναγνωριστεί ότι η συζήτηση επιστημονικών αντιπαραθέσεων με αναφορά στο ιστορικό και το φιλοσοφικό τους πλαίσιο παρέχει ένα ιδανικό μέσο με το οποίο μπορεί να προαχθεί η ενεργητική μάθηση για τον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσονται και αξιολογούνται οι επιστημονικοί ισχυρισμοί (Matthews 1994· Monk and Osborne 1997). Ειδικότερα, ο Joel Hagen (1993· 1996) περιγράφει πως οι έρευνες του Kettlewell μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προαγωγή της ενεργητικής μάθησης. Η συζήτηση της ιστορίας των μελετών πάνω στο φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού σε ένα ευρύτερο πλαίσιο μπορεί να βοηθήσει περαιτέρω τους μαθητές να μάθουν πώς ανακαλύπτονται κανονικότητες στη φύση, πώς χρησιμοποιούνται μοντέλα προκειμένου να εξηγηθούν αυτές οι κανονικότητες αλλά και πώς αυτά τα μοντέλα αξιολογούνται.

6.1 Κανονικότητες στη φύση

Όπως επισημάνθηκε παραπάνω στη σύντομη περιγραφή της κλασικής εκδοχής, η ιστορία των μελετών πάνω στο βιομηχανικό μελανισμό παρέχει στους μαθητές ένα θαυμάσιο παράδειγμα για το πώς μια παράξενη κανονικότητα ανακαλύφθηκε στη φύση από ειδικούς στα λεπιδόπτερα, φυσιδίφες και ερασιτέχνες συλλέκτες νυχτοπεταλούδων. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να συζητήσει με τους μαθητές πώς η ανακάλυψη σπάνιων σκουρόχρωμων μορφών ορισμένων νυχτοπεταλούδων όπως η *f. carbonaria* μεταξύ των στικτών νυχτοπεταλούδων *Biston betularia* θεωρήθηκαν αρχικά ως περιστασιακά λάθη της φύσης. Στη συνέχεια μπορεί να δείξει πως η αυξανόμενη συχνότητα με την οποία βρισκόνταν αυτές οι μορφές οδήγησε αυτούς που τις έβρισκαν να παρατηρήσουν μια κανονικότητα στην κατανομή τους: μια περίεργη συσχέτιση με τις προσήνεμες περιοχές στις βιομηχανικές ζώνες. Η ομορφιά αυτού του παραδείγματος έγκειται στο γεγονός ότι η διαπίστωση της κανονικότητας δεν απαιτεί κάποιο προϋπάρχον επιστημονικό πλαίσιο.

6.2 Μοντέλα

Η συζήτηση της ιστορίας των μελετών πάνω στο βιομηχανικό μελανισμό παρέχει επίσης στους εκπαιδευτικούς την ευκαιρία να συζητήσουν με ποιον τρόπο αναπτύσσονται και χρησιμοποιούνται τα μοντέλα στην επιστήμη. Από τη σκοπιά της εποικοδόμησης, η ουσιαστική μάθηση περιλαμβάνει την ανασυγκρότηση της πρότερης γνώσης (Novak and Gowin 1998 [1984]). Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να εκμιαεύουν οτιδήποτε γνωρίζουν ήδη οι μαθητές για κάποιο θέμα εάν θέλουν να διορθώσουν ότι οι μαθητές έχουν ήδη κατανοήσει

ή/και τις παρανοήσεις που ενδεχομένως έχουν. Οι μαθητές που δεν έχουν προηγούμενα διδαχθεί εξελικτική βιολογία συχνά έχουν ισχυρές διαισθητικές αντιλήψεις που συχνά μοιάζουν με τις απόψεις του Lamarck ή του Μεταλλακτισμού (Bishop and Anderson 1990). Στην περίπτωση του φαινομένου του βιομηχανικού μελανισμού, υπάρχουν εξαιρετικά ιστορικά προηγούμενα και για τις δυο αυτές απόψεις – τόσο Λαμαρκικές όσο και Μεταλλακτικές ερμηνείες του φαινομένου αντιμετώπιστηκαν σοβαρά ως πιθανές εξηγήσεις (π.χ. Cooke 1887· Heslop-Harrison 1927). Οι εκπαιδευτικοί μπορούν αντίστοιχα να συζητήσουν το φαινόμενο αυτό με αναφορά στη φυσική επιλογή και, όπως σημειώθηκε παραπάνω, το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο παράδειγμα ακριβώς γιατί παρέχει ένα σαφές και εύληπτο παράδειγμα αυτής της, κατά τα άλλα, άγνωστης και δυσνόητης έννοιας.

6.3 Η αξιολόγηση των μοντέλων

Διαθέτοντας τρία διακριτά μοντέλα ως εξηγήσεις της κανονικότητας, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να παροτρύνουν τους μαθητές να σκεφτούν εάν κάποιο από τα μοντέλα θα μπορούσε να αποτελεί καλύτερη εξήγηση από τα άλλα. Στο σημείο αυτό η πρόσβαση στα στοιχεία που στην πραγματικότητα οδήγησαν τον Kettlewell και άλλους βιολόγους να απορρίψουν τις θεωρίες του Lamarck και του Μεταλλακτισμού, είναι μια σημαντική οδός μέσω της οποίας μπορεί επιτευχθεί ουσιαστική μάθηση. Η συζήτηση για την ποικιλία μέσω παρατήρησης και πειράματος που χρησιμοποίησε ο Kettlewell για να απορρίψει άλλα μοντέλα και να υποστηρίξει το δικό του, μπορεί να δείξει στους μαθητές με ποιον τρόπο γίνεται έλεγχος των μοντέλων στην επιστήμη. Το σχεδόν μοναδικό πλεονέκτημα των πρώτων εργασιών στο φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού για τη διδασκαλία κατ' αυτόν τον τρόπο σχετίζεται με το γεγονός ότι οι έρευνες του Kettlewell (1955, 1956) ήταν εξαιρετικές ως προς την απλότητα του σχεδιασμού τους και περιλάμβαναν μόνο ένα ελάχιστο ποσό μαθηματικών συλλογισμών. Τα χαρακτηριστικά αυτά καθιστούν τη συζήτηση πάνω στο πειραματικό έργο σε αυτό το πλαίσιο πολύ πιο εύληπτη για τους μαθητές απ' ό,τι οι αντίστοιχες μελέτες παρατήρησης και πειράματος σε άλλα παραδείγματα.

Οι Monk και Osborne (1997) επισημαίνουν ότι η επιτυχής χρήση της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης στη διδασκαλία χρειάζεται την αίσθηση ότι η συζήτηση καταλήγει κάπου. Οι μαθητές του Λυκείου είναι γνωστό ότι σκέφτονται δυϊστικά και ότι έχουν ανάγκη να γνωρίζουν ποια είναι η «ορθή» απάντηση· κάτι που συμβαίνει και με μαθητές μεγαλύτερων ηλικιών. Οι εκπαιδευτικοί που είναι πεπεισμένοι ότι οι μαθητές τους έχουν τέτοιες περιορισμένες διανοητικές ικανότητες θα πρέπει, κατά τη γνώμη μου, να νιώθουν άνετα να κλείσουν τη συζήτηση επισημαίνοντας τα στοιχεία που

συνηγορούν υπέρ της ερμηνείας του Kettlewell και ότι οι λεπτομέρειες των σοβαρών προβλημάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω μπορούν να περιοριστούν ή και να παραλειφθούν. Το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού είναι χωρίς αμφιβολία ένα παράδειγμα εξέλιξης μέσω φυσικής επιλογής και η προτεινόμενη απαίτηση ότι οι μαθητές θα πρέπει να έχουν πλήρη γνώση όλων των αναπάντητων επιστημονικών ερωτημάτων γύρω από το συγκεκριμένο παράδειγμα είναι υπερβολική.

Το πρόβλημα με μια τέτοια προσέγγιση δεν είναι ότι αφήνει τους μαθητές σε άγνοια για την τρέχουσα γνώση μας γύρω από το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού. Το πρόβλημα είναι ότι διαιώνίζει ένα στερεότυπο της επιστήμης ως σώματος γνώσης. Θα ήταν καλύτερο για τους μαθητές εάν έφευγαν από τις τάξεις μας με μερικές ερωτήσεις να τους απασχολούν, παρά με μια συντεταγμένη απάντηση την οποία θα ξεχνούσαν μετά το τέλος των εξετάσεων. Η συζήτηση για ορισμένες από τις σημερινές αντιπαραθέσεις γύρω από το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού με τους μαθητές θα τους βοηθήσει να κατανοήσουν καλύτερα τη φύση της επιστήμης, τον προσωρινό χαρακτήρα της επιστημονικής γνώσης και την πολυπλοκότητα της επιστήμης ως διαδικασίας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτό που καθιστά το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού τόσο πολύτιμο για τη διδασκαλία των επιστημών είναι η ασυμφωνία ανάμεσα στην κλασική εκδοχή των διδακτικών βιβλίων και στο τι είναι πραγματικά γνωστό για αυτό. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εξαλείψουν τις διαφορές ανάμεσα στην επιστήμη όπως αυτή παρουσιάζεται στα διδακτικά βιβλία και στην πρακτική της πραγματικής έρευνας, αντιπαραθέτοντας την υπεραπλουστευμένη εκδοχή με μια πλουσιότερη περιγραφή της ιστορίας των μελετών του φαινομένου. Το γεγονός ότι η σημερινή κατανόηση του φαινομένου έρχεται σε εμφανή αντίθεση με την κλασική εκδοχή το καθιστά πολύ ενδιαφέρον. Μάλιστα, θα μπορούσε να υποστηρίξει κανείς ότι εάν υπήρχαν μόνο μικρές διαφορές ανάμεσα στις δυο εκδοχές, η διάκριση μεταξύ τους θα ήταν πολύ δυσδιάκριτη για τη μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών. Έτσι, οι σημερινές αντιπαραθέσεις γύρω από το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού όχι μόνο δεν υποβαθμίζουν τη σημασία του, αλλά στην πραγματικότητα συνηγορούν υπέρ της αξίας του για τη διδασκαλία της εξελικτικής βιολογίας.

Το παράδειγμα αυτό μπορεί επίσης να βοηθήσει τους μαθητές να απαλλαγούν από την πλάνη της θεώρησης των πειραματικών διαδικασιών ως του χαρακτηριστικού γνωρίσματος της επιστήμης. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αναδείξουν την πολύπλοκη αλληλεπίδραση που υπάρχει στις επιστήμες της ζωής ανάμεσα στις μελέτες παρατήρησης και πειραμάτων, επισημαίνοντας τα στοιχεία από την οικολογία και την ιστορία της ζωής των οργανισμών στις συνεχιζόμενες αντιπαραθέσεις για την εξέλιξη του μελανισμού.

7 Συμπεράσματα

Η ύπαρξη ασυμφωνιών ανάμεσα στην εκδοχή των διδακτικών βιβλίων και σε αυτά που είναι στην πραγματικότητα γνωστά για το φαινόμενο του βιομηχανικού μελανισμού, αποτελεί μια μόνο περίπτωση ενός γενικότερου προβλήματος στη διδασκαλία των επιστημών που σχετίζεται με τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να παρουσιάζεται η επιστήμη. Το συγκεκριμένο παράδειγμα αναδεικνύει πολύ καθαρά τη βασική αντίθεση ανάμεσα στην παρουσίαση των νέων εννοιών με εύληπτο τρόπο στους μαθητές που έχουν μικρό υπόβαθρο στην επιστήμη και στην παράθεση μιας ακριβούς εικόνας της επιστήμης σε όλη της την πολυπλοκότητα. Το κεφάλαιο αυτό αμφισβητεί την άποψη ότι η αντίθεση αυτή αντιστοιχεί σε ένα δίλημμα που θα πρέπει να απαντηθεί με τον ένα ή τον άλλο τρόπο. Με την ανασκόπηση της κλασικής εκδοχής και την ταυτόχρονη συζήτηση σχετικά με το γιατί και το πώς αυτή υπεραπλουστεύει ό,τι είναι γνωστό για το φαινόμενο και τις μελέτες του Kettlewell σε αυτό, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να αντιληφθούν την πολυπλοκότητα που ενυπάρχει στην επιστήμη ως διαδικασία η οποία συνήθως δεν παρουσιάζεται στις εκδοχές των διδακτικών βιβλίων.

Ευχαριστίες Ευχαριστώ τους Douglas K. Allchin, Robert Hafner, Joel Hagen, Eric Howe, Larry Oppliger, Dave Sandborg και δυο ανώνυμους κριτές για τις συμβουλές και τα σχόλια τους σε μια παλαιότερη εκδοχή του κειμένου αυτού.

Σημείωση Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί μετάφραση του άρθρου Rudge, D.W. (2000) Does Being Wrong Make Kettlewell Wrong for Science Teaching? *Journal of Biological Education* 35(1): 5-11. Ευχαριστώ τον κ. Alan D.B. Malcolm, αρχισυντάκτη του *Journal of Biological Education*, για την άδεια του να μεταφραστεί το αρχικό κείμενο στα Ελληνικά.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Allchin, D. K. (2001) Kettlewell's missing evidence, a study in black and white. *Journal of College Science Teaching*.
- Beck, W.S., Liem, K.F. and Simpson, G.G. (1991) *Life: An introduction to biology (Third edition)*. New York: Harper Collins Publishers.
- Berry, R.J. (1990) Industrial melanism and peppered moths (*Biston betularia* (L.)), *Biological Journal of the Linnean Society*, 39, 301-322.
- Bishop, B.A. and Anderson, C.W. (1990) Student conceptions of natural selection and its role in evolution, *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 415-427.
- Brandon, R.N. (1990) *Adaptation and environment*. Princeton: Princeton University Press.
- Campbell, N. (1987) *Biology*. Menlo Park, CA: Benjamin/Cummings Publishing Co. Inc.
- Campbell, N., Mitchell, L. G. and Reece, J. B. (1994) *Biology: Concepts and connections*. Menlo Park, CA: Benjamin/Cummings Publishing Co. Inc.

- Clarke, C.A. and Sheppard, P.M. (1966) A local survey of the distribution of industrial melanic forms in the moth *Biston betularia* and estimates of the selective values of these in an industrial environment, *Proceedings of the Royal Society of London B*, 165, 424-439.
- Cook, L. (1998) Melanism: evolution in action by M. E. N. Majerus, *Genetics Research, Cambridge*, 72, 73-75.
- Cooke, N. (1887) On melanism in lepidoptera, *The Entomologist's Monthly Magazine*, 10, 92-96, 151-153.
- Coyne, J.A. (1998) Not black and white, *Nature*, 396(5 Nov), 35-36.
- Curtis, H. and Barnes, N. S. (1985) *Invitation to biology (fourth edition)*. New York: Worth Publishers.
- DeBoer, G.E. (1991) *A history of ideas in science education*. New York: Teachers College Press.
- Grant, B. (1999) Fine tuning the peppered moth paradigm, *Evolution*, 53(3), 980-984.
- Grant, R.B. and Grant, P.R. (1989) *Evolutionary dynamics of a natural population: the large cactus finch of the Galapagos*. Chicago: University of Chicago Press.
- Endler, J.A. (1986) *Natural selection in the wild*. Princeton: University of Princeton Press.
- Ford, E.B. (1960) Evolution in progress, In *Evolution after Darwin vol. 1*, ed. Tax, S. pp. 181-196. Chicago: University of Chicago Press.
- Ford, E.B. (1964) *Ecological genetics*. London: Methuen & Co. Ltd.
- Hagen, J.B. (1993) Kettlewell and the peppered moths reconsidered, *Bioscene*, 19(3), 3-9.
- Hagen, J.B. (1996) H.B.D. Kettlewell and the case of the peppered moths. In *Doing biology*, eds. Hagen, J. B., Allchin, D. and Singer, F. pp. 1-20. Harper Collins: Glenview, IL. [See also <http://heg-school.awl.com/bc/companion/dobiol/dobiol.html> for a follow up web based activity associated with Hagen's case study.]
- Hagen, J.B. (1999) Retelling experiments: H.B.D. Kettlewell's studies of industrial melanism in peppered moths, *Biology and Philosophy*, 14, 39-54.
- Haldane, J.B.S. (1924) A mathematical theory of natural and artificial selection, *Transactions of the Cambridge Philosophical Society*, 23, 3-41.
- Heslop-Harrison, J.W. (1927) The induction of melanism in the lepidoptera, and its evolutionary significance, *Nature*, 119 (22 Jan), 127-129.
- Howlett, R.J. and Majerus, M.E.N. (1987) The understanding of industrial melanism in the peppered moth (*Biston betularia*) (Lepidoptera: Geometridae), *Biological Journal of the Linnean Society*, 30, 31-44.
- Jones, J.S. (1982) More to melanism than meets the eye, *Nature*, 300 (11 Nov), 109-110.
- Kettlewell, H.B.D. (1955) Selection experiments on industrial melanism in the lepidoptera, *Heredity*, 9, 323-342.
- Kettlewell, H.B.D. (1956) Further selection experiments on industrial melanism in the lepidoptera, *Heredity*, 10, 287-301.
- Kettlewell, H.B.D. (1958) A survey of the frequencies of *Biston betularia* (L.) (Lep.) and its melanic forms in Great Britain, *Heredity*, 12, 51-72.
- Kettlewell, H.B.D. (1973) *The evolution of melanism: the study of a recurring necessity*. Oxford: Clarendon Press.
- Lambert, D.M., Millar, C.D. and Hughes, T.J. (1986) On the classic case of natural selection, *Rivista di Biologia*, 79, 11-49.
- Majerus, M.E.N. (1989) Melanic polymorphism in the peppered moth *Biston betularia* and other lepidoptera, *Journal of Biological Education*, 23, 267-84.

- Majerus, M.E.N. (1998) *Melanism: evolution in action*. Oxford: Oxford University Press.
- Mani, G.S. and Majerus, M.E.N. (1993) Peppered moth revisited: analysis of recent decreases in melanic frequency and predictions for the future, *Biological Journal of the Linnean Society*, 48, 157-165.
- Matthews, M.R. (1994) *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. New York: Routledge Press.
- Mikkola, K. (1984) On the selective forces acting in the industrial melanism of Biston and Oligia moths (Lepidoptera, Geometridae and Noctuidae), *Heredity*, 52, 9-16.
- Monk, M. and Osborne, J. (1997) Placing the history and philosophy of science on the curriculum: a model for the development of pedagogy, *Science Education*, 81, 405-424.
- Novak, J.D. and Gowin, D.B. (1998 [1984]) *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rudge, D.W. (1999) Taking the peppered moth with a grain of salt, *Biology and Philosophy*, 14(1), 9-37.
- Sargent, T.D., Millar, C.D. and Lambert, D.L. (1998) The 'classical' explanation of industrial melanism. In *Evolutionary biology*, vol. 30, eds. Hecht, M. K., MacIntyre, R.J. and Clegg, M. T. pp. 299-322. New York: Plenum Press.
- Wells, J. (1999) Second thoughts about peppered moths, *The Scientist*, 13(11), 13.

Χρησιμοποιώντας την ιστορία της έρευνας πάνω στο βιομηχανικό μελανισμό προκειμένου να βοηθηθούν οι φοιτητές να εκτιμήσουν καλύτερα τη Φύση της Επιστήμης

David Wýss Rudge

Associate Professor, Department of Biological Sciences & The Mallinson Institute for Science Education
Western Michigan University

1 Εισαγωγή

Ενώ πολλοί εγκωμιάζουν τη χρήση της Ιστορίας των Επιστημών στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών για την προώθηση μιας πληθώρας διδακτικών στόχων (π.χ. Matthews 1994), το πρακτικό πρόβλημα για το πώς ακριβώς θα ενσωματωθεί η Ιστορία των Επιστημών στη σχολική τάξη προκαλεί δέος.¹ Σε προηγούμενη εργασία μου έστρεψα την προσοχή μου στα πολλά πλεονεκτήματα της χρήσης της Ιστορίας της Έρευνας πάνω στο Βιομηχανικό Μελανισμό στη διδασκαλία των θεμάτων που σχετίζονται με τη Φύση της Επιστήμης (Rudge 2000²). Τα τελευταία πέντε χρόνια έχω ενσωματώσει αυτό το θέμα σε ένα προπτυχιακό πρόγραμμα Βιολογίας που διδάσκεται σε μελλοντικούς δασκάλους δημοτικού σχολείου. Το παρόν κεφάλαιο περιλαμβάνει μια επισκόπηση του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιείται η συγκεκριμένη δραστηριότητα, μια

¹ Για γενικές συμβουλές για το πώς θα εισάγετε την ιστορία στην τάξη σας, βλέπε Rudge, D.W. & Howe, E.M. (2008).

² Βλ. το κεφάλαιο του David Rudge με τίτλο *Το γεγονός ότι έκανε λάθος καθιστά τον Kettlewell λανθασμένη επιλογή για τη διδασκαλία των επιστημών; στον παρόντα τόμο (ΣΤΕ).*

περίληψη των όσων έχουμε εντοπίσει ως πλεονεκτήματα και ως περιορισμούς της. Το κεφάλαιο καταλήγει σε ένα συγκεκριμένο σχέδιο μαθήματος για χρήση στην τάξη και σε ένα Παράρτημα όπου περιέχονται τα στοιχεία της αξιολόγησης.

2 Επισκόπηση

Τα μαθήματα διδάσκονται με ρητή και αναστοχαστική διδασκαλία της Φύσης της Επιστήμης (Akerson, Abd-El-Khalick & Lederman 2000· Khishfe & Abd-El-Khalick 2002). Κατά τη διάρκεια αυτής της διδακτικής ακολουθίας, όπως αναφέρεται παρακάτω, οι φοιτητές καλούνται ρητά να αναστοχαστούν για τις επιστημολογικές πτυχές που σχετίζονται με τη Φύση της Επιστήμης, τόσο σε σχέση με την έρευνα για το Μυστηριώδες Φαινόμενο όσο και γενικότερα. Τα σχέδια μαθήματος που χρησιμοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς περιλαμβάνουν μια σύνοψη των διδακτικών στόχων που οι φοιτητές πρέπει να κατακτήσουν, αλλά οι εκπαιδευτικοί δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να λένε στους φοιτητές τι θα πρέπει να σκεφτούν για τα συγκεκριμένα ζητήματα. Από τη στιγμή που το πρόγραμμα έχει αναπτυχθεί με μια καθορισμένη ατζέντα, με γνώμονα τη γνώση που μπορούν να κατακτήσουν οι φοιτητές, το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι αυτοί να πετύχουν τους συγκεκριμένους στόχους για τον εαυτό τους ως προϊόντα των δικών τους σκέψεων.

Κατά τη διάρκεια της πρώτης ημέρας (πρώτη διδακτική περίοδος) μιας σειράς τριών διδακτικών περιόδων, παρουσιάζονται στους φοιτητές παρατηρήσεις που έχουν γίνει από φυσιδίφες και ερασιτέχνες συλλέκτες λεπιδοπτέρων και παρακινούνται να παρατηρήσουν ένα πρότυπο στην κατανομή της σκουρόχρωμης μορφής της νυχτοπεταλούδας *Biston betularia*. Με τον τρόπο αυτό, ο προσδιορισμός του προβλήματος βρίσκεται στα χέρια των φοιτητών, με κάποια καθοδήγηση από τον διδάσκοντα, σε ό,τι αφορά τόσο τις συγκεκριμένες παρατηρήσεις όσο και τον τρόπο με τον οποίον αυτές παρουσιάζονται. Οι φοιτητές καλούνται να διατυπώσουν εξηγήσεις που μπορεί να αντιπροσωπεύουν το πρότυπο που έχουν ανακαλύψει, χωρίς να λένε εκ των προτέρων ποια εξήγηση είναι πράγματι «σωστή». Με τον τρόπο αυτό οι διαφορετικές και αντικρουόμενες απόψεις, που αυθόρμητα εκφράζουν οι φοιτητές, θεωρούνται όλες ως άξιες προσοχής. Οι φοιτητές αναγκάζονται να συζητήσουν τόσο για το τι σημαίνουν, αλλά και πως οι παρατηρήσεις ή/και άλλα στοιχεία τεκμηριώνουν την εξήγηση που διατύπωσαν. Οι φοιτητές στη συνέχεια βλέπουν και συζητούν μια ταινία που συνοψίζει τα βασικά επιχειρήματα στην *Προέλευση των Ειδών* του Darwin. Η διδακτική περίοδος κλείνει με τους φοιτητές να εργάζονται με μια προσομοίωση υπολογιστή που ονομάζεται BugHunt!™, που τους βοηθά να κατανοήσουν το συλλογισμό που μπορεί να οδηγήσει σε μια εξήγηση για το

Μυστηριώδες Φαινόμενο που βασίζεται στη Φυσική Επιλογή, θέτοντας τους εαυτούς τους στη θέση των πουλιών στα οποία παρουσιάζονται οι δύο μορφές νυχτοπεταλούδων στα δυο διαφορετικά περιβάλλοντα.

Στη δεύτερη διδακτική περίοδο, εφίσταται η προσοχή στον τρόπο με τον οποίο οι απόλυτα προβλέψιμες απόψεις των φοιτητών για το Μυστηριώδες Φαινόμενο μοιάζουν με αυτές που διατυπώθηκαν από επιστήμονες κατά το παρελθόν. Ο διδάσκων συνοψίζει εν συντομία τη Θεωρία της Επίκτητης Κληρονομικότητας του Lamarck, τη Θεωρία της Φυσικής Επιλογής του Darwin και τη Θεωρία των Μεταλλάξεων του De Vries, εφιστώντας την προσοχή στο πώς κάθε μία από αυτές τις θεωρίες εφαρμόστηκαν στο παρελθόν για να εξηγήσουν το Μυστηριώδες Φαινόμενο από τους Nicholas Cooke, E. B. Ford και John W. Heslop Harrison, αντίστοιχα. Στηριζόμενοι στη συζήτηση αυτή, οι φοιτητές καλούνται να συζητήσουν γενικότερα για το τι είναι οι επιστημονικές θεωρίες. Τους ζητείται να δώσουν παραδείγματα επιστημονικών θεωριών και σε άλλα πεδία, εξετάζοντας κατά πόσο υπάρχει διαφορά μεταξύ θεωρίας και πρόβλεψης, και να σχολιάσουν για το πώς οι επιστήμονες επιλέγουν μεταξύ αντικρουόμενων θεωριών. Σε αυτό το σημείο, η συζήτηση επιστρέφει πίσω στο Μυστηριώδες Φαινόμενο και μετατοπίζεται από την αξιολόγηση των ασαφώς διατυπωμένων απόψεων των φοιτητών (κάποιες στιγμές θα μπορούσε εύκολα να παρερμηνευθεί ως μια προσωπική επίθεση), σε μια πιο χαλαρή συζήτηση για τις ακριβείς απόψεις των Cooke, Ford και Heslop Harrison. Οι φοιτητές έχουν σκεφθεί με ποιον τρόπο θα μπορούσαν να σχεδιάσουν μια έρευνα που θα τους επιτρέψει να προσδιορίσουν αν κάθε μία από τις θεωρίες για τις οποίες ερωτώνται αποτελεί πράγματι μια ακριβή περιγραφή για το Μυστηριώδες Φαινόμενο. Ο εκπαιδευτής και πάλι στηρίζεται στις απαντήσεις των φοιτητών για να υποκινήσει μια συζήτηση πάνω σε απλοποιημένα αποτελέσματα πραγματικών ερευνών. Στους φοιτητές παρουσιάζονται στη συνέχεια, τα αποτελέσματα των ερευνών και των παρατηρήσεων στις οποίες βασίζεται η θεωρία του Cooke. Εργαζόμενοι σε ομάδες, καλούνται να εξετάσουν τον τρόπο με τον οποίον ο Cooke και στη συνέχεια οι Ford και Heslop Harrison θα ερμήνευαν τα ίδια αποτελέσματα. Αυτό ακολουθείται από μια συζήτηση των αποτελεσμάτων στα οποία βασίζεται η θεωρία του Ford και μια άλλη για τα αποτελέσματα στα οποία βασίζεται η θεωρία του Heslop Harrison. Σε κάθε περίπτωση, θα βρουν ότι τα αποτελέσματα είναι διφορούμενα. Η διδακτική περίοδος ολοκληρώνεται με την προβολή της ταινίας του Kettlewell, *Evolution in Progress*, η οποία παρέχει μια λεπτομερή περιγραφή των δικών του κλασικών πειραμάτων πεδίου και παρέχει ένα προσωρινό αίσθημα ολοκλήρωσης της ενότητας.

Κατά την έναρξη της τρίτης και τελευταίας διδακτικής περιόδου, στους φοιτητές υπενθυμίζεται για το που έχει φθάσει μέχρι στιγμής η δική τους διερεύνηση του Μυστηριώδους Φαινομένου και κυρίως, τα συγκεκριμένα

παραδείγματα των πειραμάτων που συνάντησαν κατά τη διάρκεια της τελευταίας διδακτικής περιόδου. Αυτό θέτει τις βάσεις για μια γενικότερη συζήτηση για το τι είναι τα πειράματα και για το ρόλο τους στην επιστημονική διαδικασία. Οι φοιτητές καλούνται στη συνέχεια να απαντήσουν για το αν τα πειράματα του Kettlewell, όπως απεικονίζονται στην ταινία του, τους έπεισαν ότι η θεωρία του Ford είναι πράγματι σωστή. Σε αυτό το σημείο, ο διδάσκων κάνει το φαινόμενο προβληματικό για μία ακόμη φορά, με την παρουσίαση στους φοιτητές των διάφορες αντιφάσεων στο έργο του Kettlewell σχετικά με το φαινόμενο, που έχουν προκύψει από την εποχή των ερευνών του (Majerus 1998). Οι φοιτητές είναι βέβαιοι ότι, παρά τα προβλήματα αυτά, οι εξηγήσεις του Ford δεν έχουν υπονομευθεί εντελώς. Μια τελική συζήτηση, καλεί τους φοιτητές (στη συγκεκριμένη περίπτωση ως μελλοντικοί δάσκαλοι), να συζητήσουν εάν και πώς να παρουσιάζουν την επιστήμη δεδομένου ότι συχνά είναι πολύ πιο περίπλοκη από ό,τι συνήθως παρουσιάζεται στα σχολικά εγχειρίδια.

3 Πλεονεκτήματα και περιορισμοί

Υπάρχει ένας αριθμός πλεονεκτημάτων και περιορισμών της εναλλακτικής προσέγγισης που σκιαγραφήθηκε παραπάνω για τον τρόπο χρήσης της Ιστορίας της Έρευνας σχετικά με το φαινόμενο του Βιομηχανικού Μελανισμού για να βοηθήσουμε τους φοιτητές να βελτιώσουν την κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης.

Ένα πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης είναι ότι καλεί τους φοιτητές να σκεφθούν όπως οι βιολόγοι για ένα μυστηριώδες φαινόμενο, αντί απλά να προβληματιστούν σχετικά με τη συλλογιστική των επιστημόνων του παρελθόντος. Όπως αναφέρεται παραπάνω, ορισμένες από αυτές τις γνώσεις θα προέρχονται από τους φοιτητές που προσπαθούν να κατανοήσουν το μυστηριώδες φαινόμενο, διατυπώνοντας δικές του απόψεις για τους λόγους για τους οποίους συμβαίνει αυτό, και σκέψεις που προκύπτουν από τις παρατηρήσεις και τα πειράματα που θα τους επιτρέψουν να δοκιμάσουν τις εξηγήσεις τους.

Ένα δεύτερο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι καλεί τους φοιτητές να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα που υποστηρίζουν ή όχι μια θεωρία από περισσότερες από μία οπτικές. Στρέφει την προσοχή σε ορισμένες πολύπλοκες πλευρές της επιστήμης, παίρνοντας υπόψη τις αντιφάσεις μεταξύ όσων αναφέρονται στο σχολικό εγχειρίδιο σε σχέση με το φαινόμενο και αυτού που πραγματικά γνωρίζουν, προκειμένου να βοηθηθούν για να εκτιμήσουν την αόριστη και προσωρινή φύση των επιστημονικών εξηγήσεων.

Ένα τρίτο πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι ενσωματώνει μια ρητή αναστοχαστική προσέγγιση για την κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης.

Εκτός από την κριτικό προβληματισμό σχετικά με τις απόψεις των επιστημόνων του παρελθόντος σχετικά με ένα συγκεκριμένο παράδειγμα, καλεί τους φοιτητές να σκεφτούν τι είναι οι θεωρίες και τι είναι τα πειράματα γενικότερα.

Οι φοιτητές καλούνται να βγάλουν τα δικά τους συμπεράσματα σχετικά με τα ζητήματα αυτά, ως αποτέλεσμα των δικών τους συζητήσεων, με κάποια καθοδήγηση από την πλευρά των εκπαιδευτών, με τη μορφή των απαντήσεων και νέων ερωτήσεων, και όχι με τη μορφή απαντήσεων που θα απομνημονευθούν και τελικά θα ξεχαστούν.

Υπάρχουν, φυσικά, πολλοί περιορισμοί για την προσέγγιση αυτή. Εκτείνεται σε τρεις διδακτικές περιόδους και απαιτεί ένα τεράστιο όγκο προετοιμασίας από την πλευρά των εκπαιδευτών, ιδίως στην ανάπτυξη της δεξιότητας να αποφεύγουν να πουν στους φοιτητές πως πρέπει να σκεφτούν γύρω από διάφορα θέματα Φύσης της Επιστήμης. Συγκριτικά με τη μέθοδο μελέτης περιπτώσεων, αυτή η εναλλακτική μέθοδος είναι λιγότερο αποτελεσματική στην παροχή ενός πλαισίου τόσο περιεκτικού όσο η ιστορική αφήγηση. Όλα αυτά που αναφέραμε η προοπτική της συμμετοχής φοιτητών στον επιστημονικό συλλογισμό, η κριτική επιστημονικών ισχυρισμών, και ειδικότερα, η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη Φύση της Επιστήμης, ως αποτέλεσμα των δικών τους συζητήσεων, κάνει αυτό το είδος της προσέγγισης άξιο εφαρμογής.

Σημείωση Η παρούσα εργασία αρχικά εμφανίστηκε στο Metz, D. (ed.) (2004) *Conference Proceedings for The Seventh International History, Philosophy & Science Teaching Conference, Winnipeg, Canada*. Ο συγγραφέας ευχαριστεί τον Dr Metz για την άδεια να μεταφραστεί μια σύντομη εκδοχή για χρήση στον παρόντα τόμο.

Βιβλιογραφία

- Akerson, V.L, Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. (2000) Influence of a Reflective Explicit Activity-based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.
- Khishfe, R., Abd-El-Khalick, F. (2002) Influence of Explicit and Reflective versus Implicit Inquiry-oriented Instruction on Sixth Graders' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching* 39(7), 551-78.
- Majerus, M.E.N. (1998) *Melanism: Evolution in Action*. Oxford University Press, Oxford.
- Matthews, M.R. (1994) *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. Routledge Press, New York.
- Rudge, D.W. (2000) Does being wrong make Kettlewell wrong for science teaching?' *Journal of Biological Education* 35(1), 5-11.
- Rudge, D.W. & Howe, E.M. (2008) Ενσωματώνοντας την ιστορία στα μαθήματα των φυσικών επιστημών ('Incorporating History into the Science Classroom'). In Koulaidis, V., Apostolou, A. & Kampourakis, K. (eds.). *The Nature of Sciences: Didactical Approaches*. Child Services Editions, Athens, pp. 265-274.

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

I. Θέμα/Αντικείμενο

Το μάθημα αυτό θα εισαγάγει το θέμα της Φυσικής Επιλογής με αναφορά στο φαινόμενο του Βιομηχανικού Μελανισμού, το οποίο θα παρουσιαστεί σε φοιτητές ως «Μυστηριώδες Φαινόμενο». Κατά τη διάρκεια τριών διδακτικών περιόδων οι φοιτητές θα διερευνήσουν μια μυστηριώδη συσχέτιση μεταξύ της συχνότητας των σκουρόχρωμων νυχτοπεταλούδων και της ρύπανσης, αναπτύσσοντας εξηγήσεις για το λόγο που αυτό συμβαίνει, θα ελέγξουν τις εξηγήσεις αυτές σε σχέση με τα αποτελέσματα των πειραμάτων που ιστορικά έχουν χρησιμοποιηθεί στη μελέτη του συγκεκριμένου φαινομένου, και θα εξαγάγουν τα δικά τους συμπεράσματα σχετικά με το ποια εξήγηση είναι καλύτερα τεκμηριωμένη. Κατά τη διάρκεια της τελευταίας διδακτικής περιόδου, οι φοιτητές παροτρύνονται να σκεφθούν για τις αλλαγές που έχουν συμβεί στον τρόπο με τον οποίον κατανοούμε το φαινόμενο, καθώς και για τις διαφορές μεταξύ αυτού που σήμερα γνωρίζουν για το φαινόμενο και του τρόπου με τον οποίο αυτό διδάχθηκε και παρουσιάζεται στα σχολικά εγχειρίδια.

II. Πλαίσιο

Το μάθημα αυτό διδάχτηκε σε περίπου είκοσι τέσσερις προπτυχιακούς φοιτητές, οι οποίοι παρακολουθούν το μάθημα της Βιολογίας που διδάσκω, ως μέρος της ενότητας «Εξέλιξη». Οι φοιτητές, οι περισσότεροι εκ των οποίων είναι λευκές γυναίκες μεταξύ των ηλικιών 18-22, προορίζονται να διδάξουν στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Κάθε διδακτική περίοδος διαρκεί για περίπου 2 ½ ώρες.

Κατά τη διάρκεια της ενότητας «Οικολογία» που προηγήθηκε, οι φοιτητές έχουν διδαχθεί τον τρόπο με τον οποίο οι αλληλεπιδράσεις θηρευτών-θηραμάτων μπορεί να οδηγήσουν σε διακυμάνσεις του πληθυσμού με την πάροδο του χρόνου, καθώς και το γεγονός ότι σε οποιαδήποτε κατάσταση της φύσης υπάρχει ένα όριο στον αριθμό των οργανισμών ενός είδους σε μία περιοχή λόγω των περιορισμένων πόρων και της παρουσίας των θηρευτών. Οι φοιτητές αναμένονται να έχουν ήδη κάνει μια επισκόπηση των βασικών εννοιών που αφορούν την ποικιλότητα των πληθυσμών στη φύση και ιδίως για το γεγονός ότι μέρος αυτής της ποικιλότητας έχει κληρονομική βάση.

III. Ειδικοί Στόχοι

Ένας ειδικός διδακτικός στόχος στη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης προέρχεται από το *Project 2061 Benchmarks On-Line The Nature of Science A. The Scientific Worldview: Grade levels 9-12*: “Από καιρού εις καιρόν, σημαντικές αλλαγές συμβαίνουν στις απόψεις της επιστήμης για το πώς λειτουργούν τα πράγματα. Πιο συχνά, ωστόσο, οι αλλαγές που λαμβάνουν χώρα στο σώμα των

επιστημονικών γνώσεων είναι μικρές τροποποιήσεις της πρότερης γνώσης. Η συνέχεια και η αλλαγή αποτελούν διαρκή χαρακτηριστικά της επιστήμης. 1A/H2” (<http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php?chapter=1#A4>)

Υπάρχουν αρκετοί άλλοι διδακτικοί στόχοι σε αυτό το σχέδιο μαθήματος οι οποίοι μεταξύ άλλων περιλαμβάνουν (1) την αντιμετώπιση των κοινών παρανοήσεων που έχουν οι φοιτητές μου γύρω από την εξέλιξη και την φυσική επιλογή και (2) την εστίαση της προσοχή τους (όλοι είναι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης) στους πολλούς τρόπους με τους οποίους το απλουστευμένο σχολικό εγχειρίδιο προκαλεί στρέβλωση της επιστημονικής διαδικασίας.

IV. Περιεχόμενο

Οι φοιτητές θα εστιάσουν στα εξής βασικά σημεία:

- Στην ύπαρξη ποικιλότητας ως προς το χρώμα των πτερυγών στους πληθυσμούς των νυχτοπεταλούδων που θα μελετήσουν και επιπλέον στο γεγονός ότι αυτό έχει κληρονομική βάση.
- Στις επιπτώσεις της παρουσίας θηρευτών, όπως τα πουλιά, σε σχέση με τη συνολική σύνθεση των μελετώμενων πληθυσμών ένας από τους οποίους διαβιώνει κατά κύριο λόγο σε αρρύπαντες περιοχές και ο άλλος σε μια περιοχή με ρύπανση
- Στην εξέταση των συνεπειών των βραχυπρόθεσμων αλλαγών που παρατηρήθηκαν στον πληθυσμό με την πάροδο του χρόνου στην ποικιλότητα του πληθυσμού.

V. Στρατηγικές και Δραστηριότητες

Πρώτη διδακτική περίοδος: Παράθεση του Πλαισίου

- Χρησιμοποιώντας μια παρουσίαση σε Powerpoint, εξέθεσα στους φοιτητές αναφορές από την ανακάλυψη μιας σπάνια σκουρόχρωμης νυχτοπεταλούδας και τα δεδομένα της δραματικής αύξησης του πληθυσμού του (τόσο όσον αφορά το εύρος όσο και τη συχνότητα) σε σχέση με τους τοπικούς πληθυσμούς κατά τη διάρκεια μόνο εκατό χρόνων.
- Οι φοιτητές θα κληθούν να παρατηρήσουν μια κανονικότητα στα δεδομένα (η αύξηση εμφανίζεται σχεδόν αποκλειστικά σε βιομηχανικά κέντρα).
- Θα κάνω μια επισκόπηση της βασικής βιολογίας της νυχτοπεταλούδας (π.χ. το γεγονός ότι υπήρχε η πεποίθηση ότι περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ημέρας πάνω σε κορμούς δέντρων, καθώς και των επιπτώσεων στο φυσικό του περιβάλλον της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μεγάλης κλίμακας που συνδέεται με τη βιομηχανική επανάσταση).

- Οι φοιτητές θα πρέπει στη συνέχεια να κληθούν να προβληματιστούν στο πλαίσιο των ομάδων τους, γιατί η σκουρόχρωμη μορφή αυξάνεται σε αυτές τις περιοχές και να σημειώσουν τις απαντήσεις τους στο Φύλλο Εργασίας 1³. Αυτό είναι ουσιαστικά μια προ-αξιολόγηση που αναπόφευκτα οδηγεί στην ανταλλαγή πολλών ιδεών μεταξύ των φοιτητών μου στην τάξη. Η εμπειρία μου είναι ότι ορισμένοι από τους φοιτητές μου θα κλίνουν προς Λαμαρκικές και/ή Μεταλλακτικές εξηγήσεις, οι οποίες σήμερα θεωρούνται ως παρανοήσεις. Ως εκ τούτου, ακόμη και εκείνοι οι φοιτητές που προσπαθούν να εξηγήσουν το φαινόμενο στο πλαίσιο της φυσικής επιλογής συχνά το κάνουν με συγκεχυμένους τρόπους.

Δεύτερη διδακτική περίοδος: Δοκιμές των προτεινόμενων εξηγήσεων των φοιτητών

- Κατά τη διάρκεια της δεύτερης ημέρας (διδακτικής περιόδου) η προσοχή της τάξης στρέφεται στο γεγονός ότι πολλές από τις ιδέες των φοιτητών είναι παρόμοιες με σοβαρές απόψεις που διατυπώθηκαν στο παρελθόν από επιστήμονες που μελέτησαν το φαινόμενο.
- Οι φοιτητές καλούνται να προβληματιστούν για το πώς θα μπορούσαν να επιλέξουν μεταξύ των διαφόρων θεωριών χρησιμοποιώντας το Φύλλο Εργασίας 2, και επίσης να αναστοχαστούν για τη φύση των επιστημονικών θεωριών.
- Η εμπειρία μου είναι ότι οι διατυπώσεις των φοιτητών στα Φύλλα Εργασίας είναι παρόμοιες με αυτές που επιστήμονες είχαν διατυπώσει στο παρελθόν, και με αυτό τον τρόπο μπορώ να χρησιμοποιήσω τις προτάσεις τους για να υποκινήσω την ανάλυση και ερμηνεία των ευρημάτων που διατυπώθηκαν στο παρελθόν από επιστήμονες (Φύλλα Εργασίας 3, 4 και 5). Οι φοιτητές καλούνται να εξετάσουν τα δεδομένα από την οπτική γωνία τόσο ενός επιστήμονα που στηρίζεται σε μια αποδεδειγμένη θεωρία, καθώς και από την οπτική γωνία ενός επιστήμονα ο οποίος έχει μια εναλλακτική εξήγηση για το λόγο για τον οποίον το φαινόμενο αυτό συμβαίνει. Οι φοιτητές καλούνται επίσης να εξετάσουν τι είναι σε γενικές γραμμές τα πειράματα και να απαντήσουν στο ερώτημα αν πάντα απαιτούνται πειράματα για να επιλέξουν μεταξύ διαφόρων επιστημονικών θεωριών.
- Η διδακτική περίοδος κλείνει με την προβολή της ταινίας του H. B. D. Kettlewell «*Evolution in Progress*», στην οποία αναφέρονται λεπτομερώς τα αποτελέσματα των κλασικών του πειραμάτων πεδίου, τα οποία συχνά

³ Οι ερωτήσεις που χρησιμοποιούνται στα Φύλλα Εργασίας δίνονται (χωρίς χώρο για απαντήσεις) στο Παράρτημα.

χαρακτηρίζονται ως η οριστική απόδειξη ότι το φαινόμενο αποτελεί πράγματι ένα παράδειγμα φυσικής επιλογής.

Τρίτη διδακτική περίοδος: Η συνέχεια της ιστορίας

- Κατά τη διάρκεια της τρίτης ημέρας (διδακτικής περιόδου) αποκαλύπτω τη συνέχεια της ιστορίας, λέγοντας ότι λίγο μετά την ολοκλήρωση της έρευνας του Kettlewell, ανακαλύφθηκαν πολλές ανακολουθίες όσον αφορά τόσο τις τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν από τον Kettlewell (π.χ. πώς απελευθέρωσε τις νυχτοπεταλούδες πάνω στους κορμούς των δένδρων) καθώς επίσης και για τις πολλές βασικές παραδοχές που έκανε σχετικά με τις νυχτοπεταλούδες (π.χ. ο ισχυρισμός ότι περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ημέρας ακίνητοι στους κορμούς των δέντρων).
- Δόθηκε προσοχή στο γεγονός ότι πολλές μελέτες που έγιναν στη συνέχεια και ασχολήθηκαν με αυτά τα προβλήματα έχουν επιβεβαιώσει το βασικό συμπέρασμα του Kettlewell, δηλαδή ότι η θήρευση από τα πουλιά είναι ο πρωταρχικός παράγοντας που οδήγησε στην αύξηση των σκουρόχρωμων νυχτοπεταλούδων και έτσι αυτοί παρατηρούνται όλο και πιο συχνές σε περιοχές με ρύπανση. Θέλω επίσης να επισημάνω ότι μετά την εφαρμογή της Νομοθεσίας *Clean Air* στη Βρετανία και την Ευρώπη, η σκουρόχρωμη μορφή έχει υποστεί μια προβλέψιμη ελάττωση.
- Οι φοιτητές διαβάζουν ένα σύντομο εγχειρίδιο που αναφέρεται στο φαινόμενο (Φύλλο Εργασίας 6), το οποίο σχεδόν δεν αναφέρει τον τρόπο με τον οποίον ο Kettlewell κατέληξε στα συμπεράσματά του ή τις διαμάχες γύρω από το έργο του. Πρακτικά σχεδόν κάθε ισχυρισμός στο εγχειρίδιο είναι κατά κάποιο τρόπο παραπλανητικός. Μπορούμε να συζητήσουμε τι πρέπει να κάνουμε σε γενικές γραμμές ως εκπαιδευτικοί σχετικά με το πρόβλημα που έθεσε αυτό το παράδειγμα, δηλαδή ο συστηματικός τρόπος με τον οποίον το εγχειρίδιο υπεραπλουστεύει την επιστημονική διαδικασία.

Διαχείριση της δραστηριότητας

- Οι φοιτητές θα εργαστούν αρχικά μόνοι τους και στη συνέχεια σε ζευγάρια πριν κληθούν να διατυπώσουν τις απόψεις τους στην τάξη, ώστε να σκεφτούν και το ίδιο το φαινόμενο και τη φύση και τη διαδικασία της επιστήμης.
- Οι φοιτητές που διατύπωσαν εναλλακτικές ιδέες για το πώς συμβαίνει το Μυστηριώδες Φαινόμενο δεν θα πρέπει να διορθωθούν. Το σημαντικό στα εν λόγω σχέδια μαθήματος είναι ακριβώς να διερευνήσουν οι φοιτητές τα όρια αυτών των εναλλακτικών αντιλήψεων και επίσης τα πλεονεκτήματα των διδακτικών στόχων (να αποκτήσει δηλαδή νόημα το φαινόμενο στο πλαίσιο της φυσικής επιλογής).

VI. Υλικά

- Τρεις παρουσιάσεις Powerpoint (Mystery Phenomenon I, II και III) που χρησιμοποιούνται για να διευκολύνουν την ανταλλαγή βασικών γνώσεων (πληροφοριών), παρατηρήσεων, κλπ.
- 6 Φύλλα Εργασίας (από ένα ανά φοιτητή) που πρέπει να χρησιμοποιείται, όπως αναφέρεται παραπάνω (V. Στρατηγικές και Δραστηριότητες: Διδακτική Περίοδος 1, 2 και 3).
- Το ερευνητικό εργαλείο VNOS προκειμένου να αξιολογήσει αντιλήψεις για τα θέματα που σχετίζονται με τη φύση της επιστήμης.

VII. Σχέδια για τις ατομικές διαφορές των φοιτητών

- Οι ομάδες δεν προκύπτουν από τυχαία επιλογή. Οι ομάδες θα επιλέγονται από τους διδάσκοντες με βάση τις ικανότητες των φοιτητών, διασφαλίζοντας έτσι ότι κάθε ομάδα έχει έναν ισχυρό ηγέτη. Αυτή η ομαδοποίηση θα συναρμόσει φοιτητές που μαθαίνουν με διαφορετικούς τρόπους και μειονεκτήματα (συμπεριλαμβανομένων γλωσσικών, μαθησιακών, σωματικών και συναισθηματικών μειονεκτημάτων), στο γεγονός ότι ο αρχηγός της ομάδας θα εξασφαλίσει ότι όλα τα μέλη της ομάδας συμμετέχουν και βοηθούν την ομάδα στη διεξαγωγή του πειράματος.
- Οι φοιτητές που φαίνεται να έχουν εναλλακτικές αντιλήψεις σχετικά με το κατά πόσον η επιστημονική γνώση αλλάζει και με το αν συμφωνούν με αυτό, θα κληθούν να μοιραστούν τις απόψεις αυτές με τους συμμαθητές τους κατά τη διάρκεια των γενικών συζητήσεων σχετικά με τις θεωρίες και τα πειράματα. Ο διδάσκων δεν θα διορθώνει τους φοιτητές, αλλά είναι καλύτερα να τους διευκολύνει με ερωτήσεις για να αναγνωρίσουν τους περιορισμούς των απόψεων τους.

VIII. Αξιολόγηση

- Φυσική επιλογή. Δύο χωριστά εργαλεία (δεν παρουσιάζονται σε αυτή την εργασία) θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση πριν και μετά τη διδασκαλία των αντιλήψεων των φοιτητών στα θέματα που σχετίζονται με τη φυσική επιλογή.
- Η φύση της επιστήμης. Ερωτήματα που τίθενται στην τάξη, στα Φύλλα Εργασίας και στα Διαγωνίσματα παρέχουν στους φοιτητές πολλές ευκαιρίες για να ανταλλάξουν τις απόψεις τους σχετικά με ζητήματα που σχετίζονται με τη φύση της επιστήμης πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας της σειράς των μαθημάτων. Για τους σκοπούς της έρευνας δράσης στην τάξη έχω επισυνάψει ένα εργαλείο (VNOS - Views on the Nature of Science) που έχω χρησιμοποιήσει για την αξιολόγηση πριν και μετά τη

διδασκαλία των απόψεων των φοιτητών σε θέματα που σχετίζονται με τη φύση της επιστήμης, συμπεριλαμβανομένου ή μη του φοιτητή που κατανοεί τον προσωρινό χαρακτήρα της επιστημονικής γνώσης, δηλαδή ότι μπορεί να αλλάζει με την πάροδο του χρόνου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

Πολλά είδη νυχτοπεταλούδων έχουν τόσο ανοιχτόχρωμες όσο και σκουρόχρωμες μορφές. Σε ορισμένους πληθυσμούς νυχτοπεταλούδων που παρατηρούνται σε προσήνεμες βιομηχανικές περιοχές υψηλής ρύπανσης, η σκουρόχρωμη μορφή έχει γίνει πιο συχνή. Αναπτύξτε μια θεωρία που μπορεί να εξηγεί αυτή την αλλαγή.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

Έχουμε τώρα τρεις θεωρίες που μπορεί να εξηγήσουν το μυστηριώδες φαινόμενο. Για κάθε θεωρία σχεδιάστε μια ερευνητική διαδικασία που θα σας επιτρέψει να καθορίσετε αν μια από τις υποθέσεις ή μία από τις προβλέψεις αυτής της θεωρίας είναι αληθής.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3

1. Η Θεωρία του Cooke

Ιστορικά, οι επιστήμονες ερεύνησαν τη θεωρία του Cooke με τρεις τρόπους, μερικοί ή όλοι από τους οποίους είναι παρόμοιοι με αυτό που πρότεινες.

A. Γενετιστές έθεσαν νυχτοπεταλούδες σε συσκοτισμένο περιβάλλον και προσπάθησαν να διαπιστώσουν εάν οι νυχτοπεταλούδες ή οι απόγονοί τους, γίνονται πιο σκουρόχρωμοι.

"Πήρα μια ομάδα είκοσι ανοιχτόχρωμων νυχτοπεταλούδων και την τοποθέτησα σε ένα ξύλινο δοχείο το εσωτερικό του οποίου ήταν βαμμένο μαύρο. Δεν φαίνεται κάποιος από τις 20 νυχτοπεταλούδες να σκουραίνει και κανένας απόγονός τους δεν γίνεται πιο σκούρος."

B. Φυσιολόγοι ερεύνησαν όλη τη Βρετανία για να δουν αν η σκουρόχρωμη μορφή είναι πιο κοινή σε μη προσήνεμες βιομηχανικές περιοχές.

Διαπίστωσαν ότι υπάρχουν ορισμένοι πληθυσμοί με υψηλές συχνότητες σκουρόχρωμων νυχτοπεταλούδων σε αγροτικές περιοχές, ιδιαίτερα κοντά στην Ανατολική ακτή της Βρετανίας, όπου η υψηλή υγρασία τείνει να μειώσει τη φωτεινότητα του περιβάλλοντος.

Γ. Φυσιολόγοι αναρωτήθηκαν αν είναι δυνατόν επίκτητα χαρακτηριστικά να κληροδοτούνται.

Ο August Weismann πραγματοποίησε ένα πείραμα χρησιμοποιώντας αρουραίους για να δει αν ήταν δυνατή η Λαμαρκική κληρονομικότητα. Ο Weismann ήταν πεπεισμένος ότι ο οργανισμός που αποτελείται από δύο τύπους κυττάρων, δηλαδή από κύτταρα που συνεισφέρουν στην αύξηση του σώματος (soma) και από κύτταρα που παράγουν γαμέτες οι οποίοι συνδυάζονται για να σχηματίσουν την επόμενη γενιά (germ plasm). Ο Weismann υποστήριξε ότι αν οι φυσιολογικές αλλαγές στα μέρη του σώματος κληρονομούνται, θα πρέπει αυτό να είναι δυνατόν να αποδειχθεί, εισάγοντας την ίδια αλλαγή και μετρώντας ποια τυχόν επίδραση θα είχε στους απογόνους. Στο πείραμά του χρησιμοποίησε αρουραίους. Έκοψε τις ουρές δεκάδων αρουραίων και τους άφησε να αναπαραχθούν για αρκετές γενιές, αλλά δεν κατάφερε να εντοπίσει κάποια προοδευτική μείωση στις ουρές των απογόνων.

Αν ήσουν ο Cooke πώς θα ερμήνευες αυτά τα αποτελέσματα;

Αν ήσουν ο Ford ή ο Heslop Harrison, πώς θα ερμήνευες αυτά τα αποτελέσματα;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4

2. Η Θεωρία του Ford

Ιστορικά, ο H.B.D. Kettlewell έλεγξε τη θεωρία του Ford κατά τρόπο παρόμοιο με αυτό που εσύ πρότεινες χρησιμοποιώντας ένα ζεύγος αιχμάλωτων Καλόγερων (Parus Major).

A. Σε μια προσπάθεια να ελέγξει τη θεωρία του Ford, ο Kettlewell τοποθέτησε νυχτοπεταλούδες που εκπροσωπούν τα δύο είδη σε ένα ξύλινο κλουβί όπου υπήρχαν κομμάτια φλοιού δένδρου σκούρα από την αιθάλη και καλυμμένα από ανοιχτόχρωμους λειχήνες. Τα πουλιά εισήχθησαν στο κλουβί, αλλά αγνόησαν τις νυχτοπεταλούδες για τις δύο πρώτες ώρες. Αργότερα έφαγαν σχεδόν όλους τις νυχτοπεταλούδες στο θάλαμο.

B. Ο Heslop Harrison προσπάθησε να μελετήσει κατά πόσον τα πουλιά προσέχουν το πόσο καλά ένας νυχτοπεταλούδα ταιριάζει με το φυσικό του περιβάλλον, μελετώντας νυχτοπεταλούδες που ζούσαν στην περιοχή γύρω από το σπίτι του. (Η συγκεκριμένη ποικιλία που χρησιμοποίησε (*Polia chi*) ΔΕΝ είναι ένα από τα είδη που παρουσιάζουν την τάση που έχουμε να αναφέρει ως το Μυστηριώδες Φαινόμενο.) Αυτός και η οικογένειά του έκαναν

προσεκτικές παρατηρήσεις ανοιχτόχρωμων και σκουρόχρωμων νυχτοπεταλούδων που έτυχε να βρεθούν σε τρεις τοίχους κοντά στο σπίτι τους. Οι τοίχοι αποτελούνταν από τρία διαφορετικά είδη πέτρας, ένα από τα οποία ήταν αισθητά πιο σκούρο. Δεν κατάφεραν να σημειώσουν μείωση του αριθμού των ανοιχτόχρωμων νυχτοπεταλούδων στο σκοτεινό τοίχο υπέρ της σκουρόχρωμης μορφής. Μάλιστα, υποστήριξαν ότι ποτέ δεν παρατήρησαν ένα πουλί που να τρώει μια μόνο νυχτοπεταλούδα!

Αν ήσουν ο Ford, πώς θα ερμήνευες αυτά τα αποτελέσματα;

Αν ο Cooke ή ο Heslop Harrison, πώς θα ερμήνευες αυτά τα αποτελέσματα;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 5

3. Η Θεωρία του Heslop Harrison

Ιστορικά, ο Heslop Harrison έλεγξε τη θεωρία του κατά τρόπο παρόμοιο με αυτό που εσύ πρότεινες.

A. Ο Heslop Harrison εξέθρεψε κάμπιες σε φύλλωμα (φυτικό υλικό) μολυσμένο με αιθάλη και προσπάθησε να διαπιστώσει εάν οι προκύπτοντες ενήλικες θα είναι πιο σκούροι από αυτούς που προκύπτουν από κάμπιες που εκτρέφονται σε μη μολυσμένο υλικό. Αυτό το πραγματοποίησε διασταυρώνοντας δύο ανοιχτόχρωμους ενήλικους νυχτοπεταλούδες του γένους (*Selenia bilunaria*) και στη συνέχεια χωρίζοντας τα 60 αυγά που προέκυψαν σε δύο σειρές των 30. Στη μία σειρά δόθηκαν καθαρά φύλλα κράταιγου (*Crataegus*), ενώ στην άλλη δόθηκαν φύλλα κράταιγου που έχουν μολυνθεί (με άλατα μολύβδου). Παρακολούθησε τα χρώματα ενηλίκων που προκύπτουν, τα οποία συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

	Αγωγή	
	Σειρά Ελέγχου (τροφή με καθαρά φύλλα)	Πειραματική Σειρά (τροφή με μολυσμένα φύλλα)
Αριθμός ανοιχτόχρωμων νυχτοπεταλούδων	21	11
Αριθμός σκουρόχρωμων νυχτοπεταλούδων	0	2

B. Ο Heslop Harrison ισχυρίστηκε ότι έδειξε παρόμοια αποτελέσματα σε πολλά άλλα είδη Λεπιδόπτερων, συμπεριλαμβανομένων της *Selenia tetralunaria* Hufn και *Ectropis bistortata* Goeze.

Γ. Όταν ο Hughes (1932) και οι Thomsen και Lemche (1933) προσπάθησαν ανεξάρτητα να αναπαράγουν αυτά τα αποτελέσματα με μεγαλύτερο αριθμό ατόμων, δεν τα κατάφεραν.

Αν ήσουν ο Heslop Harrison, πώς θα ερμήνευες αυτά τα αποτελέσματα;

Αν ήσουν ο Cooke ή ο Ford, πώς θα ερμήνευες αυτά τα αποτελέσματα;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 6

"Βιομηχανικός Μελανισμός"

Πριν από τη βιομηχανική επανάσταση στην Αγγλία, οι συλλέκτες μιας νυχτοπεταλούδας που ονομάζεται στικτή (*Biston betularia*) παρατήρησαν ότι οι περισσότεροι νυχτοπεταλούδες ήταν ανοιχτόχρωμοι, αν και μερικές φορές συλλαμβάνανε και σκουρόχρωμους. Πολλές δεκαετίες μετά τη βιομηχανική επανάσταση, όμως, οι σκουρόχρωμες νυχτοπεταλούδες, αποτελούσαν το 99% του συνολικού πληθυσμού στις μολυσμένες περιοχές. Μια εξήγηση για αυτή την ταχεία αλλαγή μπορεί να βρεθεί στη φυσική επιλογή. Το χρώμα του της νυχτοπεταλούδας, ανοικτό ή σκούρο, προκαλείται από το γενετικό τους υλικό: το μαύρο χρώμα οφείλεται σε μια μετάλλαξη που συμβαίνει με κάποια κανονικότητα. Οι νυχτοπεταλούδες βρίσκονται πάνω στους κορμούς των δέντρων κατά τη διάρκεια της ημέρας· αν γίνουν ορατοί από τα πουλιά θηρευτές τους, θα φαγωθούν. Όσο τα δέντρα στο περιβάλλον είναι ανοιχτόχρωμα, η ανοιχτόχρωμη νυχτοπεταλούδα ζει και αναπαράγεται. Αλλά όταν τα δέντρα έγιναν μαύρα λόγω των βιομηχανικών ρύπων, η φυσική επιλογή επέτρεψε στις σκουρόχρωμες νυχτοπεταλούδες να αποφεύγουν τους εχθρούς τους, να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν· ως εκ τούτου ο μαύρος φαινότυπος γίνεται πιο συχνός σε έναν πληθυσμό. Αυτή η εξήγηση έχει υποστηριχθεί από πειράματα στα οποία τόσο σκουρόχρωμες όσο και ανοιχτόχρωμες νυχτοπεταλούδες απελευθερώθηκαν σε βιομηχανικές και μη βιομηχανικές περιοχές. Στις βιομηχανικές περιοχές, οι ανοιχτόχρωμες νυχτοπεταλούδες υπέστησαν μεγαλύτερη φθορά· στις μη βιομηχανικές περιοχές, οι σκουρόχρωμες νυχτοπεταλούδες δεν επιβίωσαν. Αυτό δείχνει ότι ο φαινότυπος που είναι πιο προσαρμοσμένος στο περιβάλλον είναι αυτός που διατηρείται στη φύση. Ο Βιομηχανικός μελανισμός έχει επίσης σημειωθεί στις Ηνωμένες Πολιτείες· γύρω από τις μεγάλες πόλεις τα έντομα έχουν αποκτήσει πιο σκούρο χρώμα σε σχέση με την αρρύπαντη ύπαιθρο.

Mader, Sylvia S. (1988) *Inquiry into Life* (5th ed.), Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, σ. 520.

ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ (που χρησιμοποιείται τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία)

1. Συχνά στην επιστήμη ακούμε λέξεις όπως «θεωρίες» για να περιγράψει την επιστημονική γνώση.

(α) Τι είναι μια θεωρία;

(β) Πώς δημιουργούνται οι θεωρίες;

(γ) Δώστε ένα παράδειγμα μιας περίπτωσης που δημιουργήσατε ή χρησιμοποιήσατε μια θεωρία;

2. Από τη στιγμή που οι επιστήμονες έχουν αναπτύξει μια επιστημονική θεωρία (π.χ. ατομική θεωρία, θεωρία της βαρύτητας), πιστεύετε ότι αυτή η θεωρία μπορεί να αλλάξει;⁴

Αν πιστεύετε ότι οι επιστημονικές θεωρίες αλλάζουν:

- (α) Να εξηγήσετε γιατί.
- (β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας με παραδείγματα.

Αν πιστεύετε ότι οι επιστημονικές θεωρίες δεν αλλάζουν:

- (α) Να εξηγήσετε γιατί.
- (β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας με παραδείγματα.

3. Τι είναι ένα πείραμα;

4. Η ανάπτυξη των επιστημονικών γνώσεων απαιτεί πειράματα;

- Εάν ναι, να εξηγήσετε το γιατί και να δώσετε ένα παράδειγμα για να αιτιολογήσετε τη θέση σας.
- Εάν όχι, να εξηγήσετε το γιατί και να δώσετε ένα παράδειγμα για να αιτιολογήσετε τη θέση σας.

5. Πιστεύεται ότι πριν από περίπου 65 εκατομμύρια χρόνια οι δεινόσαυροι εξαφανίστηκαν. Από τις υποθέσεις που διατυπώθηκαν από τους επιστήμονες για να εξηγήσουν την εξαφάνιση, δύο τυγχάνουν ευρείας υποστήριξης. Η πρώτη, που διατυπώθηκε από μία ομάδα επιστημόνων, δείχνει ότι ένας

⁴ Οι ερωτήσεις 2-6 του εργαλείου προέρχονται από Lederman, N., Abd-El-Khalik, F., Bell, R., & Schwartz, R. (2002) 'Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science', *Journal of Research in Science Teaching* 39:497-521. Η ερώτηση 1 προέρχεται από Howe, E.M. (2004) *Using the History of Research in on Sickle-cell Anemia to Affect Preservice Teachers' Conceptions of the Nature of Science*. Unpublished doctoral dissertation, Western Michigan University, Kalamazoo, Michigan.

τεράστιος μετεωρίτης χτύπησε την Γη πριν από 65 εκατομμύρια χρόνια και οδήγησε σε μια σειρά από γεγονότα που προκάλεσαν την εξαφάνιση. Η δεύτερη υπόθεση, που διατυπώθηκε από μια άλλη ομάδα επιστημόνων, δείχνει ότι μαζικές και βίαιες ηφαιστειακές εκρήξεις ήταν υπεύθυνες για την εξαφάνιση. Πώς είναι δυνατόν να υπάρχουν αυτά τα δύο διαφορετικά πορίσματα, αν οι επιστήμονες και στις δύο ομάδες έχουν πρόσβαση και να χρησιμοποιούν το ίδιο σύνολο δεδομένων για να αποκομίσουν τα συμπεράσματά τους;

5. Οι επιστήμονες διεξάγουν πειράματα/έρευνες όταν προσπαθούν να βρουν απαντήσεις στα ερωτήματα που τίθενται. Χρησιμοποιούν οι επιστήμονες τη δημιουργικότητα και τη φαντασία τους κατά τη διάρκεια των ερευνών τους;

Εάν πιστεύετε πως ναι, οι επιστήμονες κάνουν χρήση της φαντασίας και της δημιουργικότητας,

- (α) Να εξηγήσετε γιατί, προσδιορίζοντας τα στάδια μέσω των οποίων συμβαίνει αυτό (προγραμματισμός και σχεδιασμός, συλλογή δεδομένων, μετά τη συλλογή δεδομένων).
- (β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας με παραδείγματα.

Εάν πιστεύετε πως όχι, οι επιστήμονες οι επιστήμονες δεν κάνουν χρήση της φαντασίας και της δημιουργικότητας,

- (α) Να εξηγήσετε γιατί.
- (β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας με παραδείγματα.

Η διδασκαλία της εξέλιξης και η Νέα Βιολογία

Γιώργος Θηραΐος

Ερευνητής, Διευθυντής του Κέντρου Βιολογίας Συστημάτων
Ίδρυμα Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών

1 Εισαγωγή

Η βιολογική εξέλιξη όχι μόνο προϋποθέτει αλλά και στηρίζεται στην αλλαγή. Η διδασκαλία της λοιπόν προσφέρει μοναδική ευκαιρία για την εξοικείωση του μαθητή με έναν φυσικό κόσμο που συνεχώς αλλάζει. Αυτή η εξοικείωση τον απαλλάσσει και από μια στατική και αναλλοίωτη εικόνα του κόσμου, μια εικόνα που στηρίζει μύθους, δοξασίες και αντιεπιστημονικές αντιλήψεις. Θα ήταν λοιπόν τουλάχιστον αντιφατικό να διδαχθεί η εξέλιξη χωρίς εκτενή αναφορά στην δικιά της ιστορική πορεία. Αυτήν την διαδρομή θα προσπαθήσω, έστω και επιγραμματικά να εκθέσω, μια διαδρομή που θα μας φέρει στην σημερινή εποχή αλλά ίσως μας επιτρέψει να ακουμπήσουμε ελαφρά και το μέλλον.

2 Στο όχι και πολύ μακρινό μέλλον

Το κλασικό σχολείο δεν υφίσταται πια. Έχει επικρατήσει η εκπαίδευση στο σπίτι μέσω υπολογιστικών προγραμμάτων εικονικής προσομοίωσης σε πραγματικό χρόνο: μια πλήρης αίθουσα διδασκαλίας που το μόνο πράγμα που λείπει είναι η σωματική γειννίαση (και οι ενοχλητικές μεταδοτικές αρρώστιες). Στο μάθημα της Βιονικής Μηχανικής διδάσκεται η ενότητα της βιολογικής εξέλιξης. Στην μετά-Δαρβινική της θεώρηση έχουν υποβαθμιστεί τα περί κοινής, στενά γονιδιακής, καταγωγής των ειδών και τα περί ανεπηρέαστης από το σώμα διαδρομής του γενετικού υλικού. Ζούμε στην εποχή της συνθετικής βιολογίας και οργανισμοί φτιάχνονται μέσω αυτό-οργάνωσης νανο-πρωτεϊνικών δομών,

Λιπιδομεμβρανικών κολλοειδών και ενσωμάτωσης συνθετικού DNA. Επί πλέον έχει επιταχυνθεί η διαδικασία της φυσικής επιλογής με την εφαρμογή της νέας ευγονικής όπου οι επίκτητες αλλαγές, μέσω σχεδιασμένων παρεμβάσεων στο DNA, κληρονομούνται. Τίποτε δεν αφήνεται στην τύχη.

Το πιο πιθανό είναι να αισθάνεστε αποστροφή για αυτό το μέλλον, ακριβώς όπως θα αισθανόταν ο παππούς σας αν κάποιος του περιέγραφε ένα μέλλον όπου η κοινωνικότητα θα περιοριζόταν σε εξουθενωτικά 5ωρα στο Facebook, στο Twitter ή στο αγαπημένο μας Blog roll. Χρησιμοποιώ λίγη επιστημονική μελλοντολογία (όχι φαντασία) για να τονίσω αυτό που θα προσπαθήσω να περιγράψω: την ρευστότητα και το εφήμερο της επιστημονικής «αλήθειας», μιας ρευστότητας που η διαπίστωσή της πρέπει να είναι ένας κύριος στόχος της εκπαίδευσης. Η βιολογική εξέλιξη αποτελεί ένα πολύ καλό παράδειγμα συνεχών αλλαγών σε ιδέες και δεδομένα που προκύπτει σαν λογική συνέπεια των συνεχών ανατροπών που συμβαίνουν στην επιστήμη της Βιολογίας εδώ και 150 χρόνια

3 Ο Δαρβινισμός

Θα θεωρήσουμε τον Δαρβινισμό σαν το ξεκίνημα της εξιστόρησης μας. Αυτός εμπεριέχει όλη την μέχρι τότε ιστορική μνήμη των απόψεων για την εξέλιξη, συμπεριλαμβανομένων βέβαια και αυτών του προγενέστερου Lamarck αλλά και του σύγχρονου με τον Δαρβίνο, Wallace. Ο Δαρβινισμός περιλαμβάνει πέντε διακριτές αρχές: Την εξέλιξη αυτή καθαυτή, την άποψη για την κοινή καταγωγή των ειδών, τον σταδιακό χαρακτήρα των αλλαγών, την ειδογένεση και την φυσική επιλογή. Πάνω σε αυτές τις βασικές αρχές της Δαρβινικής θεωρίας χτίστηκε τα επόμενα 150 χρόνια ένα οικοδόμημα που σήμερα το μόνο που διατηρήθηκε είναι η αρχή της εξέλιξης. Όλες οι υπόλοιπες αμφισβητήθηκαν και τροποποιήθηκαν, όχι όμως αμαχητί. Είναι αλήθεια ότι κανένας επιστήμονας δεν αμφισβητεί σήμερα την εξέλιξη σαν μία επιστημονικά αποδεδειγμένη βιολογική πραγματικότητα. Εκεί που συνήθως υπάρχει διαφωνία είναι για τους μηχανισμούς που οδηγούν στην εμφάνιση νέων ειδών. Ας παρακολουθήσουμε λοιπόν την πορεία της ανάπτυξης των ιδεών και των δεδομένων που κυρίως αφορούν αυτούς τους μηχανισμούς.

4 Νεο-Δαρβινισμός

Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα ο Γερμανός Ζωολόγος A. Weismann ανακάλυψε τα αναπαραγωγικά κύτταρα σαν τα υπεύθυνα για την δημιουργία του σπερματοζωαρίου και του ωοκυττάρου. Παράλληλα ανακάλυψε ότι τα σωματικά

κύτταρα δεν έχουν καμιά δυνατότητα επιρροής πάνω στα γαμετικά. Με αυτήν του την ανακάλυψη ο Weismann έδωσε το τελειωτικό κτύπημα στην άποψη των επίκτητων χαρακτηριστικών του Lamarck (που αποδεχόταν ο Δαρβίνος) και θεμελίωσε τον νέο-Δαρβινισμό. Η θεωρία της Δαρβινικής εξέλιξης εμπλουτίστηκε με την προσθήκη του σεξουαλικής αναπαραγωγής σαν την πηγή που παράγει την ποικιλότητα πάνω στην οποία δρα η φυσική επιλογή. Ο Wallace ήταν ο πρώτος που όχι μόνο ασπάσθηκε αλλά φρόντισε και για την διάδοση των νέων απόψεων του Weismann.

5 Η Νέα Σύνθεση

Τον Νεο-Δαρβινισμό διαδέχθηκε μία περίοδος 50 χρόνων πάνω στην οποία κτίστηκε η Συνθετική Θεωρία ή η Νέα Σύνθεση. Αυτή βασίστηκε στην ανακάλυψη των μονάδων κληρονομικότητας, στην ανάπτυξη της γενετικής αλλά και στην συνειδητοποίηση μιας εξέλιξης που δρα στους πληθυσμούς και όχι στο άτομο. Οι κύριοι συντελεστές της νέας θεώρησης ήταν οι Dobzhansky (1937), Huxley (1942), Mayr (1942), Simpson (1944), και ο Stebbins (1950). Αυτό που προέκυψε από τη συλλογική αυτή προσπάθεια ήταν πραγματικά μια σύνθεση αφού όχι μόνο πάντρεψε τον νεο-Δαρβινισμό με την γενετική των πληθυσμών, αλλά και με την ζωολογία, την βοτανική, και την παλαιοντολογία. Οι κυριότερες ιδέες της νέας σύνθεσης ήταν ότι (α) οι πληθυσμοί περιέχουν γενετική ποικιλότητα που προκύπτει από τον ανασυνδυασμό και την τυχαία μεταλλαγή, (β) το ότι οι πληθυσμοί εξελίσσονται μέσω αλλαγών στην συχνότητα στην ποικιλία γονιδίων που κυρίως καθορίζεται από την φυσική επιλογή, (γ) οι φαινοτυπικές αλλαγές γίνονται σταδιακά (δ) οι σταδιακές αυτές αλλαγές μπορούν να οδηγήσουν στην ειδογένεση που συντελείται μέσω αναπαραγωγικής απομόνωσης μεταξύ πληθυσμών και (ε) αν δοθεί αρκετός χρόνος αυτές οι αλλαγές οδηγούν σε τέτοιες διαφοροποιήσεις που απαιτούν τον ορισμό ανώτερων ταξινομικών επιπέδων.

Η Νέα Σύνθεση δεν αμφισβήτησε καμιά από τις βασικές αρχές του νέο-Δαρβινισμού. Αντίθετα τις ενίσχυσε, τις επέκτεινε και εισήγαγε νέες ιδέες και ερμηνείες για την δυναμική των πληθυσμών και τους μηχανισμούς της ειδογένεσης. Η ίδια, στην πρώιμη της φάση, αμφισβητήθηκε μόνο από τους γενετιστές που με τις αναγωγικές πεποιθήσεις τους πρότειναν ότι η εξέλιξη και η φυσική επιλογή δρα αποκλειστικά στα γονίδια. Ο ίδιος ο Mayr πολέμησε συστηματικά αυτές τις απόψεις υποστηρίζοντας την δράση της φυσικής επιλογής αποκλειστικά πάνω στον φαινότυπο. Επίπρόσθετα, η κυρίαρχη ιδέα της προσαρμογής υπονοούσε ότι οποιαδήποτε και αν είναι η φύση των γονιδίων δεν ήταν δυνατό αυτά να είναι συντηρημένα μεταξύ απομακρυσμένων εξελικτικά οργανισμών, δεδομένων μάλιστα των μεγάλων φαινοτυπικών

διαφορών. Η πεποίθηση αυτή του Mayr διαψεύστηκε με την ανακάλυψη της χημικής φύσης των γονιδίων και την σύγκριση των άμεσων γονιδιακών προϊόντων, των πρωτεϊνών. Οι Zuckerland και Pauling έδειξαν ότι πολλές παρόμοιες λειτουργικά πρωτεΐνες που βρίσκονται σε εξελικτικά απομακρυσμένα είδη είναι πολύ συντηρημένες. Αυτό τους επέτρεψε να προτείνουν την ιδέα του μοριακού ρολογιού που υποστήριζε ένα σχετικά σταθερό ρυθμό αλλαγών στα γονίδια στην πορεία τους στην εξέλιξη.

6 Η Μοριακή Εξέλιξη

Βρισκόμαστε πια στο ξεκίνημα της ανάλυσης της μοριακής βάσης της εξέλιξης, μιας βάσης που έμελλε να αμφισβητήσει σημαντικές αρχές της Νέας Σύνθεσης. Από το ξεκίνημα της αυτή η ανάλυση επιφύλασσε μια μεγάλη έκπληξη. Ο Carl Woese και οι συνεργάτες του διαπίστωσαν ότι ορισμένα γονίδια είναι ιδιαίτερα συντηρημένα σε βαθμό που να αποτελούν πολύ καλούς φυλογενετικούς δείκτες. Η χρήση αυτών των δεικτών αποκάλυψε ότι τα αρχαιοβακτήρια, προκαρυωτικοί οργανισμοί που συνήθως ζουν σε ακραία περιβάλλοντα, δεν έχουν φυλογενετική σχέση με τα βακτήρια αλλά αποτελούν ξέχωρη κατηγορία οργανισμών. Έτσι σήμερα αναγνωρίζονται τρεις επικράτειες (domains) της ζωής: Αρχαία, Ευβακτήρια και Ευκάρυα. Εκεί όμως που η μοριακή εξέλιξη θα συντάρασσε τα θεμέλια του Δαρβινισμού ήταν με την διατύπωση της θεωρίας της ουδέτερης εξέλιξης (ή θεωρίας της ουδετερότητας).

Η θεωρία της ουδέτερης εξέλιξης υποστηρίζει ότι η συντριπτική πλειοψηφία των εξελικτικών αλλαγών στο μοριακό επίπεδο δεν προκαλείται από την φυσική επιλογή θετικών χαρακτήρων, αλλά από την τυχαία σταθεροποίηση ουδέτερων μεταλλάξεων μέσω της διασποράς τους στον πληθυσμό. Ο κύριος εμπνευστής της ήταν ο Kimura που βασίστηκε στα μοριακά δεδομένα, στην σταθερότητα του μοριακού ρολογιού και στις σπάνιες εξαιρέσεις, επεισοδιακού χαρακτήρα, όπου διακρίνει κανείς θετικές επιλογές. Ήταν η πρώτη φορά που αμφισβητήθηκε η δύναμη της φυσικής επιλογής σαν ο κύριος μοχλός της εξέλιξης. Αντίθετα προτάθηκε ότι η κυρίαρχη δύναμη στην εξέλιξη είναι η απλή σταθεροποίηση τυχαίων ουδέτερων ή σχεδόν ουδέτερων αλλαγών, συνεπικουρούμενη με την σημαντική συνεισφορά της αρνητικής επιλογής (ξεκαθάρισμα) και πολύ λιγότερο της θετικής. Τελικά είναι η εξέλιξη τυχαία; Ο πόλεμος που ξέσπασε ήταν σφοδρός και όπως πάντα την λύση έδωσαν τα πειραματικά δεδομένα και κυρίως τα δεδομένα από την αποκρυπτογράφηση των γονιδιωμάτων. Καθώς τα μοριακά δεδομένα αυξάνονταν τόσο φαινόταν ότι οι σταδιακές αλλαγές στην εξέλιξη σταθεροποιούνται κυρίως μέσω θετικής φυσικής επιλογής. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχει ουδέτερη επιλογή. Αντίθετα όπως θα δούμε παρακάτω

οι ουδέτερες αλλαγές παίζουν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη καινοτόμων λειτουργιών.

Μαζί με την χιονοστιβάδα των ουδετεριστών εμφανίστηκε και μια άλλη τάση που επίσης αμφισβήτησε βασικές αρχές της Νέας Σύνθεσης. Ο κύριος εκφραστής της ιδέας του εγωιστικού DNA είναι ο Richard Dawkins. Η ιδέα αυτή προέκυψε προκειμένου να εξηγήσει το λεγόμενο παράδοξο της ποσότητας του DNA, δηλαδή της σημαντικής διαφοράς στη ποσότητα του DNA μεταξύ οργανισμών με παρόμοια φαινοτυπική πολυπλοκότητα. Έτσι η άποψη ότι όλο το DNA είναι χρήσιμο άρχισε να υποχωρεί και άρχισε να προωθείται η άποψη ότι η φυσική επιλογή δεν δρα μόνο στο επίπεδο του όλου οργανισμού, αλλά και στο επίπεδο του γονιδίου. Η σημαντική αυτή απομάκρυνση από την Νέα Σύνθεση, έγινε ακόμα πιο προκλητική όταν θεωρήθηκε ότι ο οργανισμός και το γονιδιώμα του δεν είναι παρά μόνο το μέσο για την επιβίωση του «εγωιστικού» γονιδίου. Τον ακραίο αυτόν αναγωγισμό ήρθαν να συνεπικουρήσουν και δεδομένα όπως αυτό του επαναλαμβανόμενου DNA καθώς επίσης και τα μεταθετά στοιχεία. Τα τελευταία μάλιστα έχουν και την ικανότητα του πολλαπλασιασμού τους μέσω εγκατάστασης τους και σε άλλες χρωμοσωμικές θέσεις και έτσι θεωρούνται το αποκορύφωμα της παρασιτικής και εγωιστικής επιβίωσης. Ταυτόχρονα αυτά τα δεδομένα κατέρριψαν και τον μύθο του στατικού γονιδιώματος και αντίθετα ανέδειξαν την δυναμικότητα και την πλαστικότητα του.

Λίγο πριν την είσοδο στην εποχή των γονιδιωμάτων, η μοριακή ανάλυση τοποθέτησε μέσα στην λογική της εξέλιξης ένα κλάδο της βιολογίας που είχε μείνει απέξω: την αναπτυξιακή βιολογία. Η εμβρυολογία αγνοήθηκε από τους διαμορφωτές της Νέας Σύνθεσης αλλά και οι εμβρυολόγοι της εποχής ήταν από ουδέτεροι μέχρι και πολέμιοι των νέων απόψεων για την εξέλιξη. Η ανακάλυψη συντηρημένων ρυθμιστικών γονιδίων που κωδικοποιούν για παράγοντες που καθορίζουν την ανάπτυξη των διαφόρων μερών του σώματος, από τα έντομα έως και τον άνθρωπο, έβαλαν για τα καλά την αναπτυξιακή βιολογία στην λογική της εξέλιξης. Η εξέλιξη των μηχανισμών της ανάπτυξης (evo-devo) αποτελεί σήμερα έναν από τους λίγες πειραματικά προσεγγίσιμες αναζητήσεις των μηχανισμών της εξέλιξης.

7 Η γονιδιωματική, τα εξελικτικά άλματα και η καινοτομία

Πριν μπούμε στην γονιδιωματική, ας δούμε τι αλλαγές στην Νέα Σύνθεση έχει επιφέρει η αναγωγική φάση της Βιολογικής έρευνας. Δεν έχουμε ακόμα δει τη μεγάλη ανατροπή αλλά αυτό που σίγουρα έχει καταρρεύσει είναι ο δογματισμός. Όπως πάντα τα δόγματα ανθίστανται αλλά ευτυχώς που η επιστήμη δεν βασίζεται στην πίστη αλλά στην διερεύνηση. Έτσι η φυσική επιλογή θετικών χαρακτήρων δεν είναι πια ο μοναδικός δρόμος για την εξέλιξη.

Η σταθεροποίηση ουδέτερων αλλαγών και το ξεκαθάρισμα αρνητικών αποτελούν επίσης σημαντικούς δρόμους. Η επιλογή δεν δρα αποκλειστικά στον φαινότυπο αλλά και στον γονότυπο. Οι πολλαπλές πτυχές του εγωιστικού DNA επιβεβαιώνουν αυτήν την συμμετοχή. Για να δούμε τώρα τι μας έμαθαν τα γονιδιώματα.

Μέχρις στιγμής γνωρίζουμε την ακριβή και πλήρη γονιδιακή πληροφορία για περισσότερους από 1000 οργανισμούς. Από παρασιτικά βακτήρια μέχρι τον άνθρωπο και από απλούς μονοκύτταρους μύκητες μέχρι και ολόκληρα φυτά. Για τους εραστές της μοριακής εξέλιξης υπάρχει διαθέσιμο ένα χρυσωρυχείο γονιδίων, γονιδιακής οργάνωσης, «άχρηστου» DNA. Υπάρχει επιτέλους η δυνατότητα έστω και επαγωγικής επαλήθευσης πολλών από τις απόψεις που εκφράστηκαν για την εξέλιξη τα τελευταία πενήντα χρόνια. Η κύρια συνεισφορά των γονιδιωμάτων είναι η δυνατότητα αντιμετώπισης δύσκολων και άλυτων μέχρι τότε προβλημάτων, όπως αυτό της καταγωγής των καινοτόμων λειτουργιών στην εξέλιξη. Καταρχάς αποκαλύφθηκε ότι υπάρχει ένας πυρήνας γονιδίων που είναι συντηρημένα σε όλους τους οργανισμούς. Τα περίφημα γονίδια του κυτταρικού νοικοκυριού (house keeping) έχουν μένει αναλλοίωτα και οι αντίστοιχοι μηχανισμοί που αυτά υποστηρίζουν πρέπει να είναι από τις πιο επιτυχής εφευρέσεις της εξέλιξης. Πέρα όμως από αυτά τα συντηρημένα γονίδια τα υπόλοιπα έχουν αφεθεί ελεύθερα να εξελιχθούν διατηρώντας για τις πρωτεΐνες που κωδικοποιούν τις αρχικές τους λειτουργίες αλλά εμπλουτίζοντας τις με νέες ιδιότητες και ενσωματώνοντας νέες ρυθμιστικές δυνατότητες. Αυτή η εξέλιξη είναι σταδιακή, ενώ η κύρια πηγή καινοτομιών λειτουργιών στην εξέλιξη γίνεται με άλματα. Στα βακτήρια τέτοια άλματα γίνονται μέσω της οριζόντιας μεταφοράς γονιδίων μεταξύ διαφορετικών ειδών, ενώ στα ευκαρυωτικά κύτταρα η κύρια πηγή καινοτομίας είναι ο διπλασιασμός γονιδίων.

Ο διπλασιασμός γονιδίων και πολύ περισσότερο ο διπλασιασμός ολόκληρου του γονιδιώματος αφενός μεν δείχνει την συνέργεια της ουδέτερης επιλογής στην γένεση καινοτομίας και αφετέρου αμφισβητεί την βασική Δαρβινική ιδέα της σταδιακής και αργής εξέλιξης. Ήδη από την δεκαετία του 1970 εξελικτικοί όπως ο Gould είχαν προτείνει την άποψη της αλματικής εξέλιξης, στηριγμένοι κυρίως στην έλλειψη ενδιάμεσων παλαιοντολογικών ευρημάτων. Η καταγωγή των ευκαρυωτικών κυττάρων μέσω της ενδοκυτταρικής συμβίωσης ή η γένεση της πολυκυτταρικότητας σίγουρα αποτελούν εξελικτικά άλματα. Αλλά και ολόκληρος διπλασιασμός γονιδιωμάτων δεν μπορεί να θεωρηθεί σταδιακός. Η ύπαρξη δε διπλασιασμένων γονιδίων δίνει μεγάλες δυνατότητες «πειραματισμού» στην εξέλιξη μέσω ουδέτερης σταθεροποίησης και τελικής θετικής επιλογής. Αυτά, αλλά και άλλα δεδομένα, τελικά υποστηρίζουν ότι η γονιδιωματική πολυπλοκότητα δεν είναι αναγκαστικά θέμα προσαρμογής αλλά σε πολλές περιπτώσεις απλά της απουσίας ξεκαθαρίσματος σε περιόδους πληθυσμιακής συρρίκνωσης. Τέλος, σημαντικές καινοτομίες στην εξέλιξη

δημιουργούνται μέσω αλλαγών στην ρύθμιση της χωροχρονικής αλλά και της ποσοτικής έκφρασης των γονιδίων.

8 Η νέα βιολογία και η νέα θεώρηση της εξέλιξης

Με την είσοδο στην μεταγονιδιωματική περίοδο της βιολογίας έχουν ήδη αλλάξει ή καλύτερα απο-δογματοποιηθεί και άλλες αρχές της Νέας Σύνθεσης. Η εξέλιξη αποδεσμεύτηκε από το δόγμα της σταδιακής της πορείας και συγχρόνως αμφισβητήθηκε η προσαρμογή σαν δύναμη που οδηγεί υποχρεωτικά στην επιλογή. Τι άλλο θα αμφισβητήσει η νέα εποχή της βιολογίας; Ας δούμε όμως τι καινούργιο ξεκίνησε τον εικοστό πρώτο αιώνα και πως αυτό « απειλεί» τον Δαρβινισμό. Αυτό που αλλάζει είναι η κυρίαρχη μεθοδολογία με τα οποία αντιμετωπίζονται τα προβλήματα της βιολογίας. Η αναγωγική μέθοδος και μαζί της η φιλοσοφική άποψη ότι όλα μπορούν να ερμηνευτούν μέσω κατανόησης των απλών δομικών και λειτουργικών μονάδων, αφού προσέφερε πολλά, αντικαθίσταται τώρα από μια πιο ολοκληρωτική προσέγγιση. Οι ολοκληρωμένες λειτουργίες αντιμετωπίζονται σαν συστήματα που τα μέρη τους συνδυάζονται και αλληλεπιδρούν με τρόπο που αναδύονται ιδιότητες μη προβλέψιμες από το απλό άθροισμα των μερών. Οι διάφοροι φαινότυποι μπορούν πια να αποτυπωθούν σαν δίκτυα αλληλεπιδρώντων μερών και ο τελικός στόχος είναι να μπορέσουμε από τον φαινότυπο να προβλέψουμε τα λειτουργικά δίκτυα και τον γονότυπο. Η ερμηνεία της εξέλιξης προσαρμόζεται ανάλογα.

Η νέα βιολογία και οι μεθοδολογίες των συστημάτων ερμηνεύουν καλύτερα την έννοια της βιολογικής ευρωστίας. Η κύρια φαινοτυπική έκφραση της πολυπλοκότητας που χαρακτηρίζει την ζωή είναι η ανθεκτικότητα των διαφόρων συστημάτων της στην περιβαλλοντική και γενετική μεταβολή. Ενώ επιλέγεται αυτή η σχετική σταθερότητα, η ίδια όμως ανθίσταται σε περαιτέρω εξέλιξη μέχρι ότου προκύψει ένα λειτουργικό αδιέξοδο. Η ευρωστία αποτυπώνει με τον καλύτερο τρόπο την μεγάλη συνεισφορά των ουδέτερων μεταλλαγών στην εξέλιξη αλλά και των αλματικών (μη σταδιακών) αλλαγών που πολλές φορές την χαρακτηρίζει. Έτσι, μαζί με τον διπλασιασμό γονιδίων πιθανά να αποτελεί την κύρια πηγή προέλευσης των καινοτόμων λειτουργιών στην εξέλιξη. Η ανθεκτικότητα στις αλλαγές επιτρέπει την συσσώρευση και σταθεροποίηση ουδέτερων μεταλλαγών μέχρις ότου προκύψει μία που συνδυαστικά αλλάζει ριζικά την συμπεριφορά του συστήματος. Πάνω σε αυτή θα δράσει η φυσική επιλογή με πιθανή εμφάνιση ενός εξελικτικού άλματος. Η νέα λοιπόν μεθοδολογία που παρατηρούμε την ζωή τεκμηριώνει καλύτερα τον ρόλο των ουδέτερων αλλαγών και τα άλματα στην εξέλιξη. Δεν αλλάζει ακόμα πολλά πράγματα. Εκεί που κατά την γνώμη μου πραγματοποιείται η

μεγαλύτερη αναθεώρηση του Δαρβινισμού είναι με την ανάπτυξη της συνθετικής βιολογίας.

9 Συνθετική ζωή και η αρχή της κοινής καταγωγής

Ένα από τα πιο φιλόδοξα προγράμματα της βιολογίας σήμερα είναι η κατασκευή νέας ζωής. Ήδη από τον περασμένο αιώνα σημαντικοί βιολόγοι όπως ο Sydney Brenner διατύπωναν την λογική άποψη ότι ο μόνος τρόπος να σιγουρευτούμε για το ότι γνωρίζουμε με ακρίβεια τους μηχανισμούς της ζωής, είναι να μπορούμε να την κατασκευάσουμε από πρώτες ύλες. Η προσπάθεια αυτή έχει ήδη ξεκινήσει. Όπως οι χημικοί ένα αιώνα πριν που αφού ανακάλυπταν μια φυσική ουσία μετά σχεδίαζαν και επιτύγχαναν την χημική της σύνθεση, έτσι και οι βιολόγοι σήμερα ξεκινούν προγράμματα συνθετικής ζωής. Βέβαια κάθε γενετική τροποποίηση που έχει γίνει σε οργανισμούς από τότε που ξεκίνησε η τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA θα μπορούσε να θεωρηθεί συνθετική ζωή. Σήμερα όμως οι στόχοι είναι πολύ πιο φιλόδοξοι. Ήδη έχει συντεθεί χημικά το DNA ενός βακτηριακού ιού, ενώ με συνδυασμό χημικών και βιολογικών μεθόδων έχει συντεθεί το χρωμόσωμα ενός βακτηρίου. Η σύνθεση του DNA ίσως είναι το πιο τετριμμένο βήμα για την συνθετική ζωή, δεν παύει όμως να εγείρει ιδιαίτερα ερωτήματα όπως αυτό της καταγωγής του. Δεν προέρχεται από βιολογικό πολλαπλασιασμό αλλά από μια μηχανή σύνθεσης. Ακόμα πιο σύνθετα ερωτήματα προκύπτουν από την λεγόμενη εξέλιξη σε δοκιμαστικό σωλήνα, όπου επιλέγονται νέες ιδιότητες σε προϋπάρχοντα γονίδια όχι για την επιβίωση του γονιδίου αλλά για την κατασκευή οργανισμών με νέες ιδιότητες. Τέλος, έχουν ξεκινήσει ήδη οι προσπάθειες για την κατασκευή απλών οργανισμών, τεχνητών δηλαδή κυττάρων ικανών να «φιλοξενήσουν» συνθετικό DNA και να υποστηρίξουν μεταβολισμό και αναπαραγωγή.

Είναι ακόμα δύσκολο να προβλέψουμε σε ποιο βαθμό πολυπλοκότητας θα φτάσει η ικανότητα μας για συνθετική ζωή. Το σίγουρο είναι ότι στο σχετικά άμεσο μέλλον θα έχουμε τη δυνατότητα να σχεδιάζουμε και να συνθέτουμε «οργανισμούς» που θα παράγουν τροφή, φάρμακα και ενέργεια. Τίνος απόγονοι θα είναι αυτοί οι οργανισμοί; Στον βαθμό βέβαια που θα χρησιμοποιούνται γονίδια που βρίσκονται ήδη στην βιόσφαιρα, η μόνη παρέμβαση θα είναι μια ταχεία εξέλιξή τους και έτσι θα μπορούσε κανείς να πει ότι οι καινούργιοι οργανισμοί έχουν φυσική καταγωγή. Φανταστείτε όμως να αρχίσουμε να σχεδιάζουμε και να συνθέτουμε εντελώς νέα γονίδια. Φανταστείτε ότι προσθέτουμε και νέα γράμματα (βάσεις) για να αυξήσουμε την πολυπλοκότητα. Ποιοι είναι οι πρόγονοι αυτών των οργανισμών; Απλά δεν υπάρχουν. Έτσι, αντί για φυσική καταγωγή, θα μιλάμε πια για νοητική καταγωγή, μιας και το ανθρώπινο μυαλό θα είναι στην ουσία ο πρόγονος τους. Ακόμα και αν λογικά

ισχυριστείτε ότι το ανθρώπινο μυαλό αποτελεί τη εκδήλωση πολύπλοκων δικτύων που η βάση τους είναι γονιδιακή, θα πρέπει να παραδεχτείτε ότι δεν μιλάμε πια για μια απλή συνεχή και σταδιακή καταγωγή. Σκεφθείτε τώρα σε ποιους δρόμους θα μπορούμε αν καταλάβουμε σε όλη τους την λεπτομέρεια τα λειτουργικά δίκτυα του νου και τις αλληλεπιδράσεις τους με το περιβάλλον.....

10 Η διδασκαλία της Εξέλιξης.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι προβλέψεις και η μελλοντολογία είναι παρακινδυνευμένες και παρεξηγήσιμες ενέργειες. Αποτελεί όμως ιστορικό κανόνα ότι κάθε απόπειρα δογματικής άρνησης της αλλαγής είναι καταδικασμένη. Ανεξάρτητα της κατεύθυνσης, η αλλαγή είναι δεδομένη. Ακόμα και σε επιστήμες όπως η φυσική που είναι τόσο ώριμες ώστε η πιθανότητα ριζικών αναθεωρήσεων θεωρούνται (κατά τους φυσικούς τουλάχιστον) απίθανες, η έκπληξη θα έρθει.

Η Βιολογία μόλις τώρα αρχίζει να γίνεται πραγματική επιστήμη, ποσοτική, πλούσια πια σε δεδομένα και με την δυνατότητα κάποιων προβλέψεων. Είναι σίγουρο ότι την εποχή που σάλπαρε το Beagle αν κάποιος μιλούσε για τα γονίδια όπως τα ξέρουμε σήμερα θα θεωρούνταν τρελός. Με τα δεδομένα λοιπόν που είχε στην διάθεσή του ο Δαρβίνος έφτιαξε μία ιδιοφυή θεωρία. Στα 150 χρόνια που ακολούθησαν τη δημοσίευση της *Προέλευσης των Ειδών* η βιολογία εξελίχθηκε ραγδαία και πολλές φορές με τεράστια άλματα. Οι εξελίξεις αυτές στην βιολογία αφενός συσώρευαν αποδείξεις για την εξέλιξη αλλά και αναπόφευκτα αναθεωρούσαν πολλές από τις αρχές του Δαρβινισμού, του νέο-Δαρβινισμού και της Νέας Σύνθεσης. Ανατροπές που ακριβώς επειδή υπήρχε έλλειμμα επιστήμης προκαλούσαν έντονες φιλοσοφικές διαμάχες. Έχουμε φτάσει όμως σε ένα σημείο που οι αναθεωρήσεις θα είναι πιο ριζικές αλλά και πιο αποδεκτές. Ξεκινάμε σήμερα με την βεβαιότητα ότι τα σημερινά είδη στην γη είναι προϊόντα της εξέλιξης, γνωρίζουμε την γενετική της βάση αλλά ξέρουμε επίσης ότι οι κατανόηση μας για τους μηχανισμούς που την καθοδηγούν σίγουρα θα αλλάξει, θα τροποποιηθεί ή θα αναθεωρηθεί.

Ας δούμε λοιπόν τι προκύπτει από όλα αυτά για την διδασκαλία της εξέλιξης. Παρά το ότι αναγνωρίζω την εκπαιδευτική αξία της μετάδοσης στερεής γνώσης, θεωρώ ότι η διδασκαλία της εξέλιξης προσφέρεται για την έκθεση των μαθητών στην ιδέα μιας συνεχώς μεταβαλλόμενης επιστημονικής γνώσης. Στερεή γνώση αποτελεί η μάθηση της εξέλιξης σαν ένα τεκμηριωμένο επιστημονικό γεγονός και οι μαθητές θα πρέπει να εκτίθενται στις σύγχρονες απόψεις για τους μηχανισμούς που την οδηγούν. Η μεταφορά όμως της εξέλιξης από τη σφαίρα της θεωρίας που την είχαμε συνηθίσει, στον κόσμο της επιστημονικής πραγματικότητας απαιτεί εξήγηση. Αυτή δεν μπορεί να γίνει παρά μόνο μέσα

από την παρουσίαση της εξέλιξης των ιδεών σε αυτόν τον κλάδο της βιολογίας αλλά και την παράλληλη καταγραφή της πορείας της βιολογίας προς τον χώρο των ώριμων επιστημών. Διπλό το μαθησιακό κέρδος μιας που δίνεται μία πρώτη τάξεως ευκαιρία για την αποτύπωση όχι μόνο της ιστορικής δυναμικής στην απόκτηση γνώσης αλλά και του εφήμερου χαρακτήρα της. Η διδασκαλία αυτού του εφήμερου όχι μόνο δεν δημιουργεί ανασφάλεια για την γνώση του σήμερα αλλά αντίθετα γεννά την ελπίδα, την προσμονή και τελικά την εύκολη αποδοχή για την καινούργια γνώση που έρχεται.

Βιβλιογραφία

- Dobzhansky T (1937) *Genetics and the origin of species*. Columbia University Press, New York
- Huxley J (1942) *Evolution: the modern synthesis*. Allen & Unwin, London,
- Koonin E.V (2009) Darwinian evolution in the light of genomics. *Nucl. Acids Res.* 37: 1011-1034
- Kutschera N. and Niklas K.J (2004) The modern theory of biological evolution: an expanded synthesis *Naturwissenschaften* 91:255-276
- Mayr E (1942). *Systematics and origin of the species*. Columbia, New York.
- Simpson GG (1944) *Tempo and mode in evolution*. New York: Columbia University Press, , New York
- Stebbins GL (1950) *Variation and evolution in plants*. Columbia University Press, New York
- Wagner, A. (2008) Neutralism and selectionism: a network-based reconciliation. *Nat. Rev. Genet.* 9, 965 -974
- Wagner, A. (2008) Robustness and evolvability: a paradox resolved. *Proc Biol Sci.* 275, 91-100

Η εξέλιξη του ανθρώπου μέσα από τα εκθέματα και τις επιστημονικές συλλογές του Ανθρωπολογικού Μουσείου του Πανεπιστημίου Αθηνών

Θεόδωρος Πίτσιος

Αναπληρωτής Καθηγητής, Ιατρική Σχολή
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

1 Εισαγωγή

Το Ανθρωπολογικό Μουσείο της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών ιδρύθηκε το 1886 και είναι ένα από τα αρχαιότερα Μουσεία του Ανθρώπου στην Ευρώπη. Η ίδρυσή του αποσκοπούσε στην προώθηση επιστημονικών στόχων του νεαρού τότε κλάδου της Φυσικής Ανθρωπολογίας και αποτελούσε πρωτοποριακή ενέργεια για τα ελληνικά δεδομένα. Πρέπει, επίσης, να σημειωθεί ότι από την ίδρυσή του είχε δημιουργηθεί με την προοπτική ολοκληρωμένης ερευνητικής και εκπαιδευτικής πανεπιστημιακής μονάδας, πέρα από τον μουσειακό και ευρύτερα ενημερωτικό του χαρακτήρα.

Σύμφωνα με τον Οργανισμό λειτουργίας του Ανθρωπολογικού Μουσείου, το γνωστικό του αντικείμενο είναι η Φυσική Ανθρωπολογία και η Συγκριτική Ανθρώπινη Βιολογία που ασχολείται με τη μελέτη της εξελικτικής πορείας του ανθρώπου και τη βιολογική ποικιλότητα των σύγχρονων ανθρώπινων πληθυσμών, καθώς και με τη διερεύνηση των συνθηκών και των διεργασιών που δημιούργησαν αυτή την ποικιλότητα.

Ειδικότεροι στόχοι του Ανθρωπολογικού Μουσείου είναι α) η πολύπλευρη ανθρωπολογική μελέτη του σύγχρονου πληθυσμού της χώρας, β) η μελέτη της ιστορικής εξέλιξης του Ελλαδικού πληθυσμού, βάσει σκελετικών συλλογών, και

γ) η διερεύνηση της συμμετοχής του Ελλαδικού χώρου στη βιολογική εξέλιξη του ανθρώπου.

Παιδαγωγικός στόχος της ανθρωπολογικής εκπαίδευσης είναι η ανάλυση θεμάτων που αφορούν τις αμοιβαίες σχέσεις των σύγχρονων ανθρώπινων πληθυσμών, και βοηθούν τόσο στον παραμερισμό –συχνά διαδεδομένων- προκαταλήψεων όσο και στην καλλιέργεια ανθρωπιστικής αντίληψης και οικουμενικής ηθικής.

2 Οι ιδρυτές του μουσείου

Η δημιουργία και η βασική σύνθεση του Ανθρωπολογικού Μουσείου όπως έφτασε μέχρι τις μέρες μας καθορίστηκαν από δύο επίμονους και αφοσιωμένους στο επιστημονικό τους έργο ανθρώπους, τον συριανό Κλώνο Στέφανο και τον λακεδαιμόνιο Ιωάννη Κούμαρη. Παρά τις αντίξοες συνθήκες που αντιμετώπισαν, αφιέρωσαν όλες τους τις δυνάμεις και τις προσπάθειές τους στη θεμελίωση ανθρωπολογικής παιδείας στη χώρα μας.

Ο Κλώνος Στέφανος (1854-1915), ιδρυτής του Μουσείου και διευθυντής του έως το 1915, δημιούργησε τον αρχικό πυρήνα παλαιοανθρωπολογικών συλλογών του Μουσείου και πραγματοποίησε τις πρώτες έρευνες για τη μελέτη των αρχαίων σκελετικών πληθυσμών του ελλαδικού χώρου. Επίσης, έδειξε μεγάλο ενδιαφέρον για τη μελέτη των σύγχρονων πληθυσμών του ανθρώπου και ιδιαίτερα του ελλαδικού πληθυσμού.

Ο Ιωάννης Κούμαρης (1879-1970), διευθυντής του Μουσείου από το 1915 έως το 1950, συνέβαλε αποφασιστικά στη σοβαρή ανάπτυξη των δραστηριοτήτων του Μουσείου και την επιστημονική καθιέρωσή του σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Επίσης, παράλληλα με την περαιτέρω ανάπτυξη της Σκελετικής ή Προϊστορικής Ανθρωπολογίας, καθιέρωσε ένα δεύτερο σημαντικό τομέα εργασίας του Μουσείου που αφορούσε στη διερεύνηση της παρουσίας του "παλαιοντολογικού ανθρώπου" και την ανάπτυξη της Παλαιοανθρωπολογίας στη χώρα μας.

Ο συνολικός αριθμός των ευρημάτων και εκθεμάτων των επιστημονικών συλλογών του Ανθρωπολογικού Μουσείου, όπως αυτό είχε συγκροτηθεί την εποχή του Ι. Κούμαρη έφτανε τις οκτώμισι χιλιάδες καταγραμμένα αντικείμενα. Τα τελευταία χρόνια οι ερευνητικές δραστηριότητες του Μουσείου από τη Θράκη μέχρι τη Κρήτη, πιο γνωστές από τις οποίες είναι αυτές στο Απήδημα της Μάνης και τον Καιάδα της Σπάρτης, έχουν πολλαπλασιάσει τον όγκο των επιστημονικών συλλογών του, έχοντας συγκεντρώσει περισσότερα από τριάντα χιλιάδες ταξινομημένα και αρχειοθετημένα παλαιοανθρωπολογικά και προϊστορικά ευρήματα.

3 Ο σκοπός του μουσείου

Σκοπός ενός μουσείου είναι η συγκέντρωση, διατήρηση και αξιοποίηση επιστημονικών συλλογών προς όφελος του κοινωνικού συνόλου. Η επιστημονική γνώση συνιστά το τελικό προϊόν της λειτουργίας κάθε μουσείου που οφείλει να προσφέρεται με κατάλληλα και επάλληλα διαρθρωμένα μέσα, έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι διαφοροποιημένες απαιτήσεις ενημέρωσης του ευρύτερου κοινού, από τους ειδικούς μέχρι τους μαθητές των σχολείων.

Τα τελευταία χρόνια δίνεται ιδιαίτερη σημασία στον εκπαιδευτικό ρόλο των μουσείων. Από την άποψη αυτή τα πανεπιστημιακά μουσεία πλεονεκτούν, αφού συγκροτήθηκαν εξ αρχής στη βάση της εκπαιδευτικής αντίληψης και της παρουσίας των δεδομένων ενιαίων γνωστικών αντικειμένων ή επιστημονικών κλάδων. Ακόμη τα πανεπιστημιακά μουσεία, λειτουργώντας στα πλαίσια ομόλογων εκπαιδευτικών και ερευνητικών πανεπιστημιακών μονάδων, διαθέτουν εν δυνάμει την ικανότητα του εκσυγχρονισμού και της προσαρμογής στο συνεχώς μεταβαλλόμενο επίπεδο των επιστημονικών γνώσεων.

Από την ίδια του τη φύση ένα μουσείο έχει έντονο εκπαιδευτικό χαρακτήρα. Στην περίπτωση των πανεπιστημιακών μουσείων, όπως είναι το Ανθρωπολογικό Μουσείο του Πανεπιστημίου Αθηνών, η εξυπηρέτηση εκπαιδευτικών και ερευνητικών στόχων υπήρξε ο γενεσιουργός παράγοντας ίδρυσής τους. Έτσι, απώτερος σκοπός της δημιουργίας τους ήταν κατά κανόνα η προαγωγή ενός γνωστικού αντικειμένου και η παραγωγή επιστημονικής γνώσης. Η επιστημονική γνώση συνιστά το τελικό προϊόν της λειτουργίας κάθε μουσείου που οφείλει να προσφέρεται με κατάλληλα και επάλληλα διαρθρωμένα μέσα, έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι διαφοροποιημένες απαιτήσεις ενημέρωσης του ευρύτερου κοινού, από τους ειδικούς μέχρι τους μαθητές των σχολείων.

Πολύ περισσότερο τα ίδια τα μουσεία αποτελούν προϊόντα κοινωνικών διεργασιών που αποτυπώνουν στο “σώμα” των συλλογών και των επιστημονικών πεπραγμένων τους την πορεία του ιστορικού τους περιγύρου. Σε αυτό δεν θα μπορούσε να αποτελέσει εξαίρεση το Ανθρωπολογικό Μουσείο, που εκτός των άλλων εκπροσωπεί καλύτερα από κάθε άλλον επιστημονικό φορέα την ιστορία της Ανθρωπολογίας στη χώρα μας.

Η βασική υποχρέωση ενός μουσείου για την προστασία των επιστημονικών συλλογών του δεν περιλαμβάνει μόνο την ευθύνη φύλαξης και συντήρησής τους, αλλά και τη διασφάλιση των πληροφοριών προέλευσης και τεκμηρίωσης των συλλογών αυτών, καθώς και τη συγκέντρωση των στοιχείων μελέτης και επιστημονικής ερμηνείας τους.

Η αξιοποίηση των επιστημονικών συλλογών ενός μουσείου επιτυγχάνεται με τη σωστή διαχείρισή τους που υπαγορεύεται από την εξασφάλιση μέσω πρόσβασης του κοινού στις συλλογές και τα αρχεία του μουσείου για ενημέρωση

ή μελέτη με τρόπους που να μη βάζουν σε κίνδυνο την ασφάλεια των συλλογών και την επίτευξη των γενικότερων επιστημονικών στόχων του μουσείου.

Απαραίτητες προϋποθέσεις για το σκοπό αυτό είναι η άρτια συγκρότηση και παρουσίαση των εκτεθειμένων συλλογών στη βάση αισθητικών και εκπαιδευτικών κριτηρίων, καθώς και η κατάλληλη οργάνωση των αποθηκευμένων συλλογών, έτσι ώστε να εξυπηρετούν τις ερευνητικές δραστηριότητες στο χώρο του μουσείου.

Στο σύνολό τους τα μουσεία του Πανεπιστημίου Αθηνών από τον τρόπο δημιουργίας τους, το ρόλο τους και τη σημασία των συλλογών τους μπορούν να χαρακτηριστούν εθνικά μουσεία. Η αξιοποίηση αυτού του σημαντικού μουσειακού δυναμικού θα μπορούσε να καθορίσει τις συντεταγμένες μιας ορθολογικής μουσειακής πολιτικής στη χώρα μας, όπου λόγοι συγκυρίας έχουν οδηγήσει σε ταύτιση της μουσειακής έννοιας με την αρχαιολογική ιδιότητα. Σ' αυτό το θέμα ήταν αποκαλυπτικές οι εισηγήσεις του καθηγητή Andrew Roberts (1990), προέδρου του Διεθνούς Συμβουλίου Μουσείων (ICOM), για την αναγκαιότητα μεταστροφής στη στάση της ελληνικής πολιτείας και την αποφασιστική ανάπτυξη μουσείων Φυσικών Επιστημών.

4 Το μάθημα της Φυσικής Ανθρωπολογίας

Κύρια εκπαιδευτική δραστηριότητα του Ανθρωπολογικού Μουσείου αποτελεί η διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής Ανθρωπολογίας και στα δύο εξάμηνα κάθε ακαδημαϊκού έτους, η οποία περιλαμβάνει παραδόσεις αμφιθεάτρου, εργαστηριακές ασκήσεις, πρακτικές εργασίες φοιτητών του μαθήματος, εκπαιδευτικές εκδρομές. Ιδιαίτερα επωφελείς είναι οι εκπαιδευτικές ανταλλαγές σπουδαστών και διδασκόντων ανάμεσα στο Ανθρωπολογικό Μουσείο της Ιατρικής Σχολής Αθηνών και το Ανθρωπολογικό Ινστιτούτο του Πανεπιστημίου Mainz της Γερμανίας, στα πλαίσια του ευρωπαϊκού εκπαιδευτικού προγράμματος Socrates/Erasmus. Την τελευταία δεκαετία μετακινήθηκαν για ένα εξάμηνο στο Πανεπιστήμιο του Mainz με υποτροφία του προγράμματος Socrates/Erasmus, τουλάχιστον τριάντα φοιτητές του μαθήματος της Φυσικής Ανθρωπολογίας.

Τέλος, η υποστήριξη από το Ανθρωπολογικό Μουσείο της διαδικασίας εκπόνησης μιας σειράς διδακτορικών διατριβών σε διαφορετικά επιστημονικά πεδία της Φυσικής Ανθρωπολογίας μπορεί να σηματοδοτήσει την ουσιαστική ερευνητική και εκπαιδευτική αναβάθμιση της ανθρωπολογικής επιστήμης στη χώρα μας.

Για την ευόδωση των πιο πάνω στόχων, τη διεύρυνση του επιστημονικού διαλόγου και τη διάδοση των ανθρωπολογικών γνώσεων είχε αποφασιστικό ρόλο η συστηματική διοργάνωση πλειάδας επιστημονικών εκδηλώσεων,

σεμιναρίων, συμποσίων και συνεδρίων τοπικού, πανελληνίου και διεθνούς ενδιαφέροντος, τα πρακτικά των οποίων δημοσιεύονται σταδιακά και είναι στη διάθεση του ευρύτερου κοινού.

Το Φεβρουάριο 2004 έγινε στη Στοά του Βιβλίου η παρουσίαση του πρώτου αναλυτικού συγγράμματος των σύγχρονων δεδομένων της Φυσικής Ανθρωπολογίας στην Ελλάδα. Στην παρουσίαση του συγγράμματος συμμετείχαν επιφανείς εκπαιδευτικοί και πανεπιστημιακοί δάσκαλοι, μεταξύ των οποίων ο Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, κ. Σταμάτης Αλαχιώτης, ο Αντιπρύτανης του Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Μιχάλης Δερμιτζάκης και ο Πρόεδρος της Ιατρικής Σχολής Αθηνών κ. Γεώργιος Κρεατσάς κ.α.

5 Η έρευνα

Συστηματικές παλαιοανθρωπολογικές έρευνες, πού πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή Αρεοπόλεως Λακωνίας, τη δεκαετία του 1980 από το Ανθρωπολογικό Μουσείο σε συνεργασία με συναφείς επιστημονικούς φορείς, αποκάλυψαν ένα σημαντικό και νέο για τα ελληνικά δεδομένα χώρο ανθρώπινης κατοίκησης, που χρονολογείται στην περίοδο 20.000-300.000 χρόνια πριν από την εποχή μας.

Οι παλαιοανθρωπολογικές έρευνες στη θέση Απήδημα της δυτικής Μάνης, είχαν αποτέλεσμα την ανακάλυψη στους ανώτερους στρωματογραφικούς ορίζοντες του χώρου ανθρώπινων απολιθωμάτων Κρο-Μανιόν (= *Homo Sapiens*) ηλικίας είκοσι έως τριάντα χιλιάδων χρόνων και στα παλαιότερα στρώματα του ίδιου χώρου ανθρώπινων ευρημάτων που ανήκουν σε προγονικές μορφές του *Homo neanderthalensis* (=Προ-Νεάντερταλ) και η ηλικία τους ξεπερνά τις διακόσιες πενήντα χιλιάδες χρόνια.

Ενώ, ο παλαιότερος μεσοπλειστοκαινικός πληθυσμός της Ευρώπης περίπου μεταξύ 600.000 χρόνων και 200.000 χρόνων πριν από την εποχή μας, αναγνωρίζεται ως ενδιάμεσο -χρονολογικά- βιολογικό είδος, ανάμεσα στον *H. Erectus* και τον *H. Neanderthalensis*, στο οποίο δίνεται, κατά κανόνα, η συστηματική ονομασία *Homo heidelbergensis* από το ομώνυμο και αρχαιότερο εύρημα της κάτω γνάθου της Χαϊδελβέργης.

Ευτυχής περίπτωση για την ελληνική Ανθρωπολογία υπήρξε η διοργάνωση Διεθνούς Συνεδρίου Ανθρωπολογίας το Νοέμβριο 2003, στην Αθήνα, του οποίου το κύριο βάρος της διοργάνωσης είχε αναλάβει το Ανθρωπολογικό Μουσείο της Ιατρικής Σχολής Αθηνών. Στο συνέδριο συμμετείχαν ανθρωπολόγοι από την Ευρώπη και τις ΗΠΑ με ανακοινώσεις που κάλυπταν όλο το φάσμα (Εξέλιξη του ανθρώπου, Σκελετική Ανθρωπολογία και Πληθυσμιακή Ανθρωπολογία) της ανθρωπολογικής θεματολογίας. Επιστημονικό θέμα που συγκέντρωσε το ιδιαίτερο ενδιαφέρον των μελών του Διεθνούς Συνεδρίου ήταν η παρουσίαση και

συζήτηση των νέων παλαιοανθρωπολογικών ευρημάτων από το Απήδημα της Μάνης.

Μετά τη διοργάνωση του Διεθνούς Συνεδρίου Ανθρωπολογίας προτάθηκε από τον καθηγητή Henry de Lumley η παρουσίαση των ευρημάτων της Μάνης σε ειδική για το σκοπό αυτό έκθεση στο Ανθρωπολογικό Μουσείο του Arago, στη Νότια Γαλλία. Ενώ υπήρχε ήδη παλαιότερη πρόταση της Οργανωτικής Επιτροπής διεθνούς έκθεσης αφιερωμένης στην εξέλιξη του ανθρώπου, στην πόλη Mannheim της Γερμανίας, αφιερωμένης στην επέτειο των εκατό χρόνων από την ανακάλυψη του πρώτου ευρήματος του *Homo heidelbergensis*, στην Ευρώπη.

6 Η έκθεση

Οι συλλογές του Ανθρωπολογικού Μουσείου είχαν αρχικά φιλοξενηθεί στο κτίριο της Ακαδημίας Αθηνών, απ' όπου μεταφέρθηκαν τη δεκαετία του 1930 στα νέα κτίρια της Ιατρικής Σχολής του πανεπιστημίου Αθηνών, στο Γουδί. Η αρχική διάταξη των εκθεσιακών χώρων του Ανθρωπολογικού Μουσείου παρέμεινε μέχρι πριν από δυο δεκαετίες ουσιαστικά αμετάβλητη και οι επιστημονικές συλλογές του τριμελή θεματική κατανομή σε ξεχωριστά τμήματα Φυσικής Ανθρωπολογίας, Προϊστορίας και Εθνολογίας.

Στη σύγχρονη μόνιμη έκθεση του μουσείου που εγκαινιάσθηκε το Σεπτέμβριο 1998, οι αρχικοί εκθεσιακοί χώροι ενοποιήθηκαν και η θεματική διάταξη του μουσείου αναπτύχθηκε σύμφωνα με την αρχή της χρονικής διαδοχής, καλύπτοντας δύο βασικούς άξονες ενημέρωσης των επισκεπτών του Μουσείου. Έναν άξονα που καλύπτει τα τελευταία πέντε εκατομμύρια χρόνια και καταγράφει το ευρύτερο πλαίσιο της βιολογικής εξέλιξης του ανθρώπου και ένα ειδικότερο πλαίσιο τεκμηρίωσης της συμμετοχής του γεωγραφικού μας χώρου στην εξέλιξη του ανθρώπου στον πλανήτη μας. Στη νέα αυτή έκθεση, κυρίως, οι προϊστορικές συλλογές του Μουσείου πλαισιώνουν τον κορμό των ανθρωπολογικών εκθεμάτων του μουσείου.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη των εκθεσιακών στόχων του Ανθρωπολογικού Μουσείου ήταν η άρτια συγκρότηση και η σωστή παρουσίαση των εκτεθειμένων επιστημονικών συλλογών του μουσείου, στη βάση αισθητικών και εκπαιδευτικών κριτηρίων. Οπωσδήποτε, η ανασυγκρότηση και ο εκσυγχρονισμός, σύμφωνα με τις σύγχρονες προδιαγραφές και απαιτήσεις, ενός πολυδιάστατου μουσείου όπως είναι το Ανθρωπολογικό, αποτελούν αναγκαστικά συλλογικό διεπιστημονικό έργο.

Στην περιοδική έκθεση του Ανθρωπολογικού Μουσείου με τίτλο «Παλαιοανθρωπολογία της χερσονήσου της Μάνης», που εγκαινιάσθηκε, επίσης, το Σεπτέμβριο 1998 με επιχορήγηση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής,

παρουσιάστηκαν για πρώτη φορά τα σημαντικά παλαιοανθρωπολογικά ευρήματα από το Απήδημα Λακωνίας.

Οπωσδήποτε, η πρόσφατη επαναλειτουργία του εκθεσιακού χώρου του Ανθρωπολογικού μουσείου και η άμεση ανταπόκριση του εκπαιδευτικού και του ευρύτερου κοινού έκαναν εμφανή την ευρύτερη έλλειψη ανθρωπολογικής παιδείας στη χώρα μας, ιδιαίτερα εκτός των "πανεπιστημιακών τειχών", καθώς και την περιστασιακή ενημέρωση του κοινού σε σχετικά θέματα, μέσω των ΜΜΕ.

7 Ο Αρχαίος Καιάδας

Το σπηλαιοβάραθρο του Καιάδα βρίσκεται στις δυτικές υπώρειες του Ταύγετου, σε λόφο με υψόμετρο 750μ και στην έξοδο του εντυπωσιακού φαραγγιού που συνδέει οδικά τη Σπάρτη με την Καλαμάτα.

Η διάνοιξη του σπηλαιοβαράθρου στο εσωτερικό του λόφου, σε οριζόντιο μήκος περίπου 50μ, πλάτους 1,5-3,5μ και ύψους των κατακόρυφων τοιχωμάτων της 18-25μ, οφείλεται σε κατακόρυφη τεκτονικής διάκλαση που διασχίζει το μητρικό πέτρωμα του λόφου, σε κατεύθυνση ΒΑ-ΝΔ, και στη διοχέτευση καρστικών υδάτων προς τα βαθύτερα στρώματα των ασβεστολίθων της περιοχής, που οδήγησαν στη διεύρυνση της διάκλασης στο βαθύτερο και κυρίως βάραθρο του σπηλαίου που χαρακτηρίζεται από τη μεγαλύτερη κατακόρυφη - δίκην πηγαδιού- ανάπτυξή του και συγκεντρώνει στον πυθμένα του τη μεγαλύτερη στρωματογραφική επίχωση με ανθρώπινα οστά.

Το 1983, με πρωτοβουλία του αρχαιολόγου Π. Θέμελη, προϊσταμένου της Εφορείας Σπηλαιολογίας και Παλαιοανθρωπολογίας, διοργανώθηκε ερευνητική αποστολή με συμμετοχή του Ανθρωπολογικού Μουσείου της ιατρικής Σχολής, για την εξερεύνηση σπηλαιο-βαράθρου, γνωστού ως Καιάδα, κειμένου στην περιοχή του οικισμού Τρύπη, περίπου 10χιλ βορειοδυτικά της Σπάρτης.

Το 2003, το υπουργείο Πολιτισμού ενέκρινε τριετές ερευνητικό και εκπαιδευτικό πρόγραμμα του Ανθρωπολογικού Μουσείου για τη διεξοδικότερη μελέτη του σπηλαιο-βαράθρου του Καιάδα με τη συνεργασία της εφορείας Σπηλαιολογίας-Παλαιοανθρωπολογίας και της Ε' Εφορείας Κλασικών και Προϊστορικών Αρχαιοτήτων της Σπάρτης.

Ιδιαίτερους στόχους του συγκεκριμένου ερευνητικού και εκπαιδευτικού προγράμματος του Ανθρωπολογικού Μουσείου και των φοιτητών του μαθήματος της Φυσικής Ανθρωπολογίας αποτελούν:

- α) η διερεύνηση των συνθηκών εναπόθεσης του ανθρώπινου σκελετικού υλικού στο εσωτερικό του σπηλαιο-βαράθρου,
- β) η περιουλλογή, η ανθρωπολογική μελέτη και η επιστημονική αξιολόγηση του σκελετικού υλικού του σπηλαιοβαράθρου.

Σύμφωνα με την παράδοση, οι Λακεδαιμόνιοι έριχναν στον Καιάδα τους καταδικασμένους σε θάνατο επίορκους προδότες, εγκληματίες και αιχμαλώτους πολέμου. Η μέχρι σήμερα διεξοδική διερεύνηση του ανθρώπινου σκελετικού υλικού του Καιάδα δεν μπόρεσε να επιβεβαιώσει την αυθαίρετη, προφανώς, μυθοπλασία για τη θανάτωση ασθενικών παιδιών στο σπηλαιοβάραθρο που συνεχίζει, παραδόξως, να διδάσκεται στους μικρούς μαθητές της στοιχειώδους εκπαίδευσης της χώρας μας.

Αντίθετα, στο εσωτερικό του σπηλαιοβαράθρου έχει εντοπιστεί μεγάλος αριθμός ανθρώπινων οστών, τα οποία ανήκουν κατά κύριο λόγο σε άνδρες βιολογικής ηλικίας ακμής, μεταξύ 18 και 35 ετών. Έτσι, είναι πιθανό το σπηλαιοβάραθρο της Τρύπης να χρησιμοποιήθηκε από τους σπαρτιάτες, κυρίως, στη διάρκεια των μεσσηνιακών πολέμων (8ος-5ος αι. π.Χ.) για την καταδίκη σε θάνατο των εχθρών της Σπάρτης.

8 Ο Κάρολος Δαρβίνος

Η επιστημονική έρευνα και η πανεπιστημιακή διδασκαλία της Φυσικής Ανθρωπολογίας είναι άμεσα συνυφασμένη με τη ζωή και το έργο του Κάρολου Δαρβίνου. Κορυφαίο επίτευγμα του Δαρβίνου υπήρξε η συγκρότηση της Εξελικτικής του θεωρίας, στηριγμένης στις αρχές της Φυσικής επιλογής και της προσαρμογής των βιολογικών ειδών, με συνέπεια την αέναη μεταβλητότητά τους μέσα στο χώρο και τη συνεχή τους ανέλιξη ή εξαφάνιση μέσα στο χρόνο.

Την περίοδο εκείνη εξελικτικές αντιλήψεις είχαν υποστηριχτεί και από άλλους σημαντικούς ερευνητές, όπως ο διακεκριμένος γιατρός και φυσιολόγος Έρασμος Δαρβίνος, παππούς του Κάρολου Δαρβίνου και ο φυσιολόγος Alfred Russel Wallace. Όμως ο Κάρολος Δαρβίνος ήταν εκείνος που μπόρεσε να συλλάβει με ιδιοφυή τρόπο και να διατυπώσει με σαφήνεια και απλότητα μια συνολική ερμηνεία για την τεράστια βιολογική ποικιλότητα των ζωντανών οργανισμών. Θεμελιώδεις παράγοντες της εξέλιξης και της δημιουργίας νέων ειδών, σύμφωνα με την εξελικτική θεωρία του Κάρολου Δαρβίνου, ήταν ή ποικιλότητα των βιολογικών πληθυσμών και η φυσική επιλογή των οργανισμών με την καλύτερη προσαρμογή στις συνθήκες του περιβάλλοντος, δηλαδή, με τη μεγαλύτερη ικανότητα επιβίωσης και μεταβίβασης των βιολογικών χαρακτήρων τους στις επόμενες γενιές.

Κρίσιμο σημείο της Εξελικτικής θεωρίας του Δαρβίνου συνιστά η κατανόηση της σημασίας των βιολογικών μηχανισμών της διαρκούς εξέλιξης και του μετασχηματισμού του οργανικού κόσμου που έχει μεγάλη σημασία όχι μόνο για την ερμηνεία των εξελικτικών μεταβολών βιολογικών ειδών που έζησαν πριν από πολλές χιλιάδες ή πολλά εκατομμύρια χρόνια πριν από την εποχή μας,

αλλά έχει εξίσου μεγάλη σημασία και για τα σημερινά οικοσυστήματα, όπως και για τους σύγχρονους ανθρωπίνους πληθυσμούς.

Βιβλιογραφία

Ξένη

- Bonis L. de, G.D.Koufos 1993: "The face and the mandible of Ouranopithecus macedoniensis. Description of new specimens and comparisons". *J. Hum. Evol.*, 24, 469-491
- Bonis L. de, I.Melentis 1977: "Les Primates hominoides du Vallesien de Macedoine, Grece. Etude de la machoire inferieur". *Geobios.*, 10, 849-885
- Braüer G. 1984: "The Afro-European sapiens-Hypothesis and Hominid evolution in east Asia during the late middle and upper Pleistocene". *Cour. Forsch. Inst. Seckenberg*, 69, 145-165
- Braüer G. 1992: "Africa's place in the evolution of Homo sapiens". In G.Bräuer, Fr.Smith "Continuity or Replacement", pp. 83-98
- Braüer G., Fr.H.Smith 1992: "Continuity or Replacement". Rotterdam
- Conroy G. 1990: "Primate Evolution". New York
- Coutselinis A., C. Dritsas, Th.Pitsios 1991: "Expertise Medico-Legale du Crane Pleistocene LAO 1/S 2 (Apidima II), Apidima, Laconie, Grèce". *L'Anthropologie*, 95, 2/3, 401-408
- Darwin C. 1859: "On the Origin of Species by Means of Natural Selection". Murray
- Darwin C. 1871: "The Descent of Man and Selection in relation to sex". Murray
- Gould St.J. 1981: "The Mismeasure of Man". New York
- Grimaud-Hervé D., Fr.Serre, J.-J.Bahain (Edit.) 1998: "Histoire d' Ancetres. La drande Aventure de la Prehistoire". Paris
- Henke W., H.Rothe 1999: "Stammesgeschichte des Menschen". Berlin
- Henke W., H.Rothe 1994: "Paläoanthropologie". Heidelberg
- HippokrateS 1994 "Ausgewählte Schriften". Übersetz. H. Diller. Stuttgart
- Hooton E. 1946: "Up from the Ape". Cambridge
- Howell F.C. 1952, "Pleistocene Ecology and the Evolution of "Classic Neandertal" Man". *Southw. J. of Anthropology*, 8, 377-410
- Hulse F.S. 1971: "The Human Species". New York
- Jahn IL., M.Schmitt (Hrsg.) 2001: "Darwin & Co. Eine Geschichte der Biologie in Portraits". München
- Jones St., R. Martin, D.Pilbeam (Edit.) 1994: "The Cambridge Encyclopedia of Human Evolution". Cambridge
- Pitsios Th. 1999: "Paleoanthropological research at the cave site of Apidima and the surrounding region (South Peloponnese, Greece)". *Anthrop. Anz.*, 57, 1, 1-11
- Pitsios Th. 2000: "The fossil hominid from Apidima and the evolution of Neanderthals in Europe". 4th Kongr. D. Gesell. F. *Anthropologie*, 25-28.9.2000. Berlin
- Tattersall I. 1995: "The Fossil Trail". New York
- Tattersall I. 1995: "The last Neanderthal". New York
- Tattersall I. 1998: "Becoming Human". New York
- Walter H. 1978: "Sexual- und Entwicklungsbiologie des Menschen". Stuttgart

Ελληνική

- Δεσμιτζάκης Μ. 1998: "Αναζητώντας τους προγόνους μας". Αθήνα
- Ιωάννου, Ι., Γρ. Παπαδόπουλος, Θ. Πίτσιος 1996:"Ανταλμπερτ Μάρκοβιτς 1931-32: Ανέκδοτος Σπηλαιολογικός Οδηγός της Ελλάδος". *Αρχαιολογία*, 61, 56-57
- Καφετζόπουλος Ε. 1999: "Ο σεξουαλικός πίθηκος". Αθήνα
- Κίττας, ΧΡ.-Θ. Πίτσιος 1999: "Πανεπιστημιακά Μουσεία. Το Ανθρωπολογικό Μουσείο του Πανεπιστημίου Αθηνών". *Επτάκυκλος*, τ. 10-11, σ. 71-77

- Κούμαρης Ι. 1951: "Πεντηκονταετηρίς". Αθήνα
- Κούμαρης Ι. 1954: "Ο Άνθρωπος και η Ιστορία του". Αθήνα
- Κουτσελίνης Α., Κ. Δρίτσας, Θ. Πίτσιος 1995: "Ιατροδικαστική διερεύνηση του κρανίου ΛΑΟ 1/Σ 2 από το Απήδημα Λακωνίας". *Acta Anthropologica (Athens)*, 105-117
- Κουφός Γ.Δ. 1995: "Σημειώσεις παλαιοντολογίας του ανθρώπου". Θεσσαλονίκη
- Λασκαράτος Ι. 1997: "Ο Μέγας Αλέξανδρος – Στα πεδία της Ιατρικής". Αθήνα
- Μανώλης Σ.Κ. 1999: "Βιολογική Ανθρωπολογία". Αθήνα
- Μαρκέτος Σ.Π. 1993: "Ιστορία της Ιατρικής". Αθήνα.
- Μελέντης Ι.Κ. 1983 "Παλαιοντολογία Σπονδυλωτών". Θεσσαλονίκη
- Πετρόχειλος Ι. 1958: "Σπηλαιολογικές έρευνες στην περιοχή Διρού Λακωνίας". *Δελτ. Ελλ. Σπηλ. Έτ., IV, τεύχος 5/6, 1958.*
- Πίτσιος Θ. 1979: "Παλαιοανθρωπολογικά ευρήματα της Μέσα-Μάνης. Προκαταρκτική ανακοίνωση". *Άνθρωπος, 6, 98-105*
- Πίτσιος Θ. 1983: "Παλαιοανθρωπολογικά ευρήματα της Μέσα Μάνης II". *Πρακτ. 1ου Συνεδ. Λακων. Σπουδών, 77– 83.*
- Πίτσιος Θ. 1984: "Παλαιοανθρωπολογικές έρευνες στη θέση Απήδημα της Μέσα Μάνης". *Αρχαιολογία και Παιδεία, 3ο Συνεδ. Συλλ. Ελλ. Αρχαιολ., Δελφοί 29.3 – 1.4.84.*
- Πίτσιος Θ. 1985: "Παλαιοανθρωπολογικές έρευνες στο Απήδημα της Μέσα-Μάνης". *Αρχαιολογία, 15, 26-33*
- Πίτσιος Θ., 1985: "Πλειστοκαινικές διακυμάνσεις της Μεσογείου και συμβολή της μεθόδου στη χρονολόγηση των παλαιοανθρωπολογικών ευρημάτων της Μάνης". *Άνθρωπολογικά, τ. 8, 23 – 32.*
- Πίτσιος Θ. 1993: "Απήδημα-Κρανίο ΛΑΟ 1/Σ 2" *Πρακτικά 4ου Διεθνούς Συνεδρίου Πελοποννησιακών Σπουδών, 400-404*
- Πίτσιος Θ. Κ. 1993: "Εκπαιδευτικό και ερευνητικό περιεχόμενο της Φυσικής Ανθρωπολογίας". *Άνθρωπολογία, 1, σ. 33-41*
- Πίτσιος Θ. 1994: "Σπήλαιο Arago - Ο άνθρωπος του Tautavel". *Άνθρωπολογία, 2, 39-43*
- Πίτσιος Θ. Κ. 1994: "Σημειώσεις Φυσικής Ανθρωπολογίας". Αθήνα
- Πίτσιος Θ. Κ. 1994: "Το Ανθρωπολογικό Μουσείο του Πανεπιστημίου Αθηνών. Ιστορικό και ανασυγκρότηση του Μουσείου". *Άνθρωπολογία, 2, σ. 5-17*
- Πίτσιος Θ. 1995: "Παλαιοανθρωπολογικές έρευνες στο Απήδημα - Πρόλογος". *Acta Anthropologica (Αθήνα), 1, σ. 9-14*
- Πίτσιος Θ. 1996: "Ο Ταινάριος .άνθρωπος". *Αρχαιολογία, 60, 68-72*
- Πίτσιος Θ. 1997: "Παλαιοανθρωπολογικές έρευνες στο Απήδημα Λακωνίας"- *Επιστημονική Συνάντηση ΔΕΠΑΚ. Καλαμάτα, 14-16.3.97*
- Πίτσιος Θ. 1997: "Παλαιοανθρωπολογικά ευρήματα της Μέσα Μάνης. Ο Ταινάριος άνθρωπος". *Πρακτικά Α' Συμποσίου Αρεόπολης, σ. 26-29*
- Πίτσιος Θ. 2000: "Ο Ταινάριος Άνθρωπος. Ανθρωπολογικές διαδρομές στη Μέσα Μάνη". Αθήνα
- Πίτσιος Θ. 2000: «Εξελικτική Ανθρωπολογία. Πορίσματα και βασικές έννοιες της σύγχρονης ανθρωπολογικής έρευνας». Αθήνα, Εκδόσεις Πασχαλίδη
- Πίτσιος Θ., Ι. Δαμίγος 1987: "Ο καθαρισμός απολιθωμένου κρανίου Παλαιοανθρώπου από το Απήδημα της Μέσα Μάνης". *Αρχαιολογία, τ. 22, 84 – 85.*
- Πίτσιος, Θ., Σ.Π.Μαρκέτος 1996: "Η Ζωή και το Έργο του Adalbert v.Markovits". *Αρχαιολογία, 61, 64-66*
- Πίτσιος, Θ., Μ.Δ. Δερμιτζάκης, 1998: "Παλαιοανθρωπολογική έρευνα στο Απήδημα. Τα ανθρώπινα ευρήματα". *Διεθνές Επιστ. Συμπόσιο "Παλαιοανθρωπολογία της χερσονήσου της Μάνης", Αθήνα-Αρεόπολη 25-28 Σεπτεμβρίου 1999*

Διδάσκοντας την εξέλιξη μέσα από το παιχνίδι και τις τεχνικές της βιωματικής μάθησης: μια διδακτική πρόταση Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης από το WWF Ελλάς

Ελένη Σβορώνου

Υπεύθυνη Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης
WWF Ελλάς

1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται η λογική σχεδιασμού του παιδαγωγικού υλικού του WWF για τη θεωρία της Εξέλιξης και για τη βιοποικιλότητα –υλικό που βρίσκεται στο τελικό στάδιο της επιστημονικής επιμέλειας και θα αναρτηθεί στην ιστοσελίδα του WWF (<http://www.wwf.gr>) ως το τέλος Νοεμβρίου του 2009. Ιδιαίτερα θα αναφερθούμε στους στόχους και τις προτεινόμενες διδακτικές στρατηγικές. Το εκπαιδευτικό αυτό υλικό αναπτύχθηκε με βάση τις αρχές της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Π.Ε.). Τα προγράμματα της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης έχουν ως γενικό στόχο τη διευκόλυνση απόκτησης περιβαλλοντικών αντιλήψεων και υπεύθυνων περιβαλλοντικών συμπεριφορών και συνεπώς πρέπει να παρέχουν στους μαθητές τους ευκαιρίες ώστε να αποκτήσουν γνώσεις, αξίες, στάσεις, αφοσίωση και δεξιότητες απαραίτητες για τη βελτίωση του περιβάλλοντος (Γεωργόπουλος, 2005, Φλογαΐτη, 2006, Λιαράκου, & Φλογαΐτη, 2007, Ballantyne & Packer 1996, WWF 2009). Αυτό σημαίνει ότι χρειάζεται να έχουμε δραστηριότητες που θα δομούνται με στόχο το γνωστικό τομέα, το συναισθηματικό τομέα και τη συμπεριφορά μέσω διαδικασίας λήψης απόφασης – δράσης. Όσον αφορά τις γνώσεις που σε μεγάλο βαθμό

επικαλύπτονται με γνώσεις των φυσικών και βιολογικών επιστημών τα προτεινόμενα μοντέλα διδασκαλίας βασίζονται στην εποικοδομητική αντίληψη για τη μάθηση ατομικού ή κοινωνικού τύπου.

Συνεπώς για όλα τα περιβαλλοντικά ζητήματα ξεκινάμε πάντα από τις αρχικές ιδέες – γνώσεις των μαθητών και με βάση αυτές οργανώνουμε τα μαθησιακά περιβάλλοντα για την ανάπτυξη των γνώσεων των μαθητών. Το επόμενο βήμα είναι ο σχεδιασμός της διδακτικής στρατηγικής όσον αφορά τους γνωστικούς στόχους. Ο συναισθηματικός τομέας θεωρείται ότι περιλαμβάνει ένα σύνολο νοητικών κατασκευών, όπως στάσεις, αξίες, πεποιθήσεις, γνώμες, ενδιαφέροντα και κίνητρα. Συστατικά στάσεων υπάρχουν σε πολλά, αν όχι στα περισσότερα σχέδια διδασκαλίας, είτε δηλώνονται ρητά είτε όχι (Miller, 2005).

Το πλαίσιο της Π.Ε. επιτρέπει την ενεργή συμμετοχή του μαθητή σύμφωνα με τα ενδιαφέροντά του και τα συναισθήματά του, παράγοντες που επιδρούν στην αποτελεσματικότερη μάθηση. Έτσι θεωρούμε ότι το πλαίσιο αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να προωθήσουμε τη μάθηση για τη θεωρία της εξέλιξης στην οποία διεθνώς, όπως και στη χώρα μας (<http://users.att.sch.gr/thanoscapsalis/form.htm>, Σουφλέρη, 2009) καταγράφεται μια υστέρηση ενώ παράλληλα να προωθήσουμε την ανάπτυξη στάσεων και συμπεριφορών στο σχετικό θέμα της βιοποικιλότητας. Άλλωστε φαίνεται ότι πολλά από τα σημερινά περιβαλλοντικά προβλήματα εξηγούνται με βάση τις αρχές της θεωρίας της εξέλιξης (Penn, 2003).

2 Το εκπαιδευτικό υλικό

2.1 Οι στόχοι

Με βάση τα παραπάνω οι στόχοι του υλικού είναι:

1. Στο επίπεδο των γνώσεων: Η εξοικείωση με βασικές έννοιες της θεωρίας της Εξέλιξης όπως (α) Κοινή καταγωγή (β) Δέντρο ζωής (γ) Επιβίωση- Φυσική επιλογή (δ) Κληρονομικότητα (ε) Ενότητα ζωής (στ) Βιοποικιλότητα, η γνωριμία με τον Δαρβίνο και τη θεωρία της Εξέλιξης που διατύπωσε, η εξοικείωση με τις σύγχρονες κατακτήσεις της Βιολογίας που επιβεβαιώνουν και διευρύνουν τη θεωρία του Δαρβίνου.

2. Στο επίπεδο των δεξιοτήτων: Η καλλιέργεια της ικανότητας παρατήρησης της φύσης με κριτικό πνεύμα, η ικανότητα διατύπωσης ερωτημάτων με βάση την παρατήρηση της φύσης και των έμβιων οργανισμών, η ικανότητα πραγματοποίησης συσχετισμών και διατύπωσης υποθέσεων σχετικά με τη μορφή και τη λειτουργία των έμβιων οργανισμών στο περιβάλλον τους, η ικανότητα συσχέτισης των σύγχρονων περιβαλλοντικών προβλημάτων με τους μηχανισμούς της εξέλιξης της ζωής στη Γη και συνακόλουθα η ικανότητα

αξιολόγησης των κινδύνων που εγκυμονεί η ανεξέλεγκτη ανάπτυξη, η υποβάθμιση των οικοσυστημάτων και των φυσικών λειτουργιών και η εξαφάνιση ειδών.

3. Στο επίπεδο των στάσεων και αξιών: Η καλλιέργεια σεβασμού απέναντι στο σύνολο των έμβιων όντων και των φυσικών λειτουργιών που απορρέει από την αντίληψη της λειτουργίας της ζωής στη Γη και όχι (μόνο) από μια επιφανειακή συναισθηματική επαφή με τα χαρισματικά είδη, ο έλεγχος της ανθρωποκεντρικής αντίληψης του κόσμου προς όφελος μιας πιο συνειδητοποιημένης στάσης ως προς την ιστορία της Γης και την εμφάνιση του ανθρώπου σε αυτήν.

4. Στο επίπεδο των συναισθημάτων: Η καλλιέργεια αισθήματος θαυμασμού για τη ζωή στη Γη και για τις άπειρες λύσεις που περιλαμβάνονται στις ιδιότητες των έμβιων όντων του πλανήτη, η καλλιέργεια αισθήματος αγάπης για το ανθρώπινο είδος ως μέρος των λύσεων της ζωής στη Γη. Η καλλιέργεια του αισθήματος του «ανήκειν» στον ιστό της ζωής. Η καλλιέργεια του ενθουσιασμού για την εξερεύνηση της φύσης, την παρατήρηση, τα πειράματα και την επιστημονική σκέψη.

Το υλικό απευθύνεται στα παιδιά της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, κυρίως, γίνεται επομένως μια προσπάθεια προσέγγισης της Εξέλιξης με παιγνιώδη τρόπο και σε συνέπεια με το επίπεδο επιστημονικών γνώσεων των παιδιών αυτής της ηλικίας. Ας σημειωθεί ότι μια αξιόλογη δουλειά για μεγαλύτερα παιδιά έχει κάνει το Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Καστοριάς (ΚΠΕ Καστοριάς, 2009) ενώ για τους μαθητές της πρωτοβάθμιας πιο πλούσιο υλικό και αντίστοιχος προβληματισμός αναπτύσσεται στην ξένη βιβλιογραφία (Chanet. & Lusignan, 2008). Ενδιαφέρον παιδαγωγικό υλικό προσφέρεται από φορείς μη τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης, όπως τα Μουσεία Φυσικής Ιστορίας, που αποτέλεσαν πηγή έμπνευσης για αρκετές από τις δραστηριότητες από σχεδιάστηκαν και από την παιδαγωγική ομάδα του WWF.

2.2 Οι δραστηριότητες

Το υλικό αποτελείται από δραστηριότητες και διδακτικές στρατηγικές (Ματσαγγούρας, 1997) που απευθύνονται σε παιδιά του δημοτικού, κυρίως, αλλά και του γυμνασίου και οργανώνεται στις ακόλουθες ενότητες.

Στάδιο 1: Έγερση ενδιαφέροντος για το θέμα – καταγραφή των αρχικών αντιλήψεων των παιδιών.

Προτείνεται ένας καταγισμός ιδεών για την έννοια της Εξέλιξης και στη συνέχεια η ανάγνωση ενός συγκεκριμένου βιβλίου για παιδιά με θέμα τον Δαρβίνο και τη ζωή του και η επεξεργασία της αναγνωστικής εμπειρίας μέσω

δραστηριοτήτων. Δίνεται έμφαση σε ερωτήσεις που αναδεικνύουν τον τρόπο με τον οποίο έφτασε ο Δαρβίνος στη σύλληψη της Εξέλιξης από τις παρατηρήσεις των απολιθωμάτων και των σπάνιων ειδών που συνάντησε στα νησιά Γκαλάπαγκος.

Άλλες δραστηριότητες που περιλαμβάνει αυτό το στάδιο είναι:

- Επίσκεψη στο Αττικό Ζωολογικό Πάρκο ή άλλο ζωολογικό κήπο και δραστηριότητες παρατήρησης των ζώων με πλάνο εργασίας βασισμένο στην εξελικτική άποψη.
- Θεατρικό παιχνίδι με θέμα τα ζώα που συνάντησε ο Δαρβίνος στο ταξίδι του και έπαιξαν σημαντικό ρόλο στη συγκρότηση της θεωρίας της Εξέλιξης, όπως οι σπίνοι στα Γκαλάπαγκος. Δίνεται έμφαση στην παρατήρηση της μορφής των ζώων. Μέσα από τα παραγγέλματα τα παιδιά που έχουν αναλάβει ρόλους διαφορετικών ζώων συνειδητοποιούν τις παραλλαγές τους και τη συσχέτιση με το περιβάλλον και την τροφή τους.
- Πειράματα στην αυλή του σχολείου εμπνευσμένα από τα πειράματα του Δαρβίνου όπως καταμέτρηση αρτίφυτρων σε μια οριοθετημένη περιοχή, παρακολούθηση σε βάθος χρόνου και καταγραφή των ειδών που τελικά επιβιώνουν και άλλα πειράματα κατανόησης μηχανισμών επιβίωσης φυτών (ηλιοτροπισμός) και εντόμων (στρατηγικές άμυνας).

Συγκεκριμενοποιείται το ερώτημα με το οποίο θα ασχοληθεί η ομάδα: «Η ζωή στον πλανήτη (τα ζώα, τα φυτά και οι άνθρωποι και το περιβάλλον τους) ήταν πάντα όπως την ξέρουμε σήμερα; Είχε δίκιο ο Δαρβίνος που μίλησε για εξέλιξη των ειδών δια μέσου των αιώνων; Συνεχίζει να εξελίσσεται η ζωή ακόμη και σήμερα; Τι ρόλο έπαιξε ο άνθρωπος στην εξέλιξη;»

Στάδιο 2: Εξοικείωση με την έννοια της κοινής καταγωγής και του δέντρου της ζωής

Μέσα από απλές δραστηριότητες παρατήρησης ειδών και σχετικά διατυπωμένα ερωτήματα αναδεικνύονται κοινά χαρακτηριστικά και κοινές λύσεις που έχουν δοθεί σε βιολογικές λειτουργίες ώστε να αρχίσουν τα παιδιά να βλέπουν με κριτική ματιά τη μορφή των οργανισμών (περιλαμβανομένου και του ανθρώπου) και να συνειδητοποιούν τις ομοιότητες αλλά και τις διαφορές τους. Αρχίζουν έτσι να ανιχνεύουν τα παιδιά την ιδέα του κοινού προγόνου για όλες τις μορφές ζωής. Οι μαθητές καλούνται να απεικονίσουν ένα δέντρο της ζωής με βάση τα ζώα που παρατήρησαν περιλαμβάνοντας και τον άνθρωπο. Αναρτώνται και σχολιάζονται τα δέντρα της ζωής.

Οι μαθητές εξοικειώνονται με την ιδέα της ταξινόμησης των οργανισμών σε μεγάλες «οικογένειες» με βάση κάποια χαρακτηριστικά. Καλούνται να βρουν οι ίδιοι διαφορετικά χαρακτηριστικά βάσει των οποίων θα οργανώσουν τα είδη που μελέτησαν. Ανάλογα με το κριτήριο που επιλέγουν προβαίνουν σε διαφορετικές

ταξινομήσεις. Μπορούν επίσης να φανταστούν, αν έχουν φτάσει στην ιδέα του κοινού προγόνου, τη μορφή του και τότε έζησε και να τον αναπαραστήσουν στον δέντρο της ζωής τους. Αυτές οι δραστηριότητες βοηθάνε τον εκπαιδευτικό να αξιολογήσει τις προσλαμβάνουσες και τις αντιλήψεις των μαθητών του για τη θέση του ανθρώπου στον ιστό της ζωής και τη σχέση μεταξύ των έμβιων όντων και προσφέρονται για τη δημιουργία γνωστικής σύγκρουσης κυρίως όσον αφορά τις συνηθισμένες παρανοήσεις για τη διαδικασία της Εξέλιξης (Καμπουράκης 2009).

Στάδιο 3: Προσέγγιση της έννοιας της φυσικής επιλογής.

Ειδικός στόχος εδώ είναι η λύση της παρεξήγησης περί τελεολογίας στη διαμόρφωση των χαρακτηριστικών των οργανισμών. Οι μαθητές καλούνται να συσχετίσουν συγκεκριμένα μέλη των ζώων (ράμφος, στόμια, νύχια, κλπ) με την τροφή που λαμβάνει και το περιβάλλον που ζει. Σε άλλη δραστηριότητα τα παιδιά εφοδιάζονται με ένα κυπελάκι στο ένα χέρι (το στομάχι τους) και ένα όργανο λήψης τροφής στο άλλο (το στόμα τους), που είναι διαφορετικό για τον καθένα (καλαμάκι, κουταλάκι παγωτού, οδοντογλυφίδα κ.λπ.). Σε άλλα κυπελάκια προσφέρονται ποικίλες τροφές: χυμός, ξηροί καρποί, γιαούρτι κλπ. Τα παιδιά προσπαθούν να λάβουν όση περισσότερη τροφή μπορούν από το κάθε κυπελάκι. Καλούνται να παρατηρήσουν στο τέλος ποιο όργανο λήψης τροφής ήταν πιο κατάλληλο για τη λήψη της κάθε μορφής τροφής. Γίνεται ο συσχετισμός με τον έμβιο κόσμο.

Με βάση αυτές τις δραστηριότητες ο εκπαιδευτικός συζητά με τους μαθητές για τον μηχανισμό απόκτησης αυτών των χαρακτηριστικών. Πιθανόν θα αναδειχθούν τελεολογικές εξηγήσεις που θα χρησιμεύσουν ως βάση για τη δημιουργία γνωστικής σύγκρουσης με βάση τις επόμενες δραστηριότητες που περιλαμβάνουν κόμικς με είδη ζώων που αφηγούνται την προέλευσή τους (όπως ένα πουλί που αφηγείται την καταγωγή του από τον Αρχαιοπτέρυγα) αλλά και ζώα που φαντάζονται πιθανή εξέλιξή τους στο μέλλον. Όπως μια χελώνα *Caretta* που προσπαθεί να φανταστεί τι θα συμβεί στο είδος της αν αντί για τους γλάρους ξαφνικά αρχίζουν να τις κυνηγάνε νυχτόβια αρπακτικά πουλιά. Οι μαθητές οδηγούνται να αντιληφθούν τη διαδικασία. Τα χελωνάκια τώρα γεννιούνται νύχτα από το αυγό τους κι έτσι αποφεύγουν τον φυσικό εχθρό τους στην παραλία, τον γλάρο. Αν ξαφνικά αρχίζουν οι κουκουβάγιες να τρώνε χελωνάκια, θα επιβιώσουν εκείνα τα χελωνάκια που θα τύχει να γεννηθούν πρώι. Αυτά θα καταφέρουν να επιβιώσουν και να δώσουν απογόνους και με το πέρασμα των γενεών το χαρακτηριστικό αυτό που βοηθάει στο είδος να επιβιώσει στο περιβάλλον. Η έννοια της τυχαιότητας περνάει στα παιδιά μέσω μιας εικόνας: πολλά χελωνάκια βγαίνουν από το αυγό βράδυ και δυο –τρία «παράταιρα» γεννιούνται πρώι. Είναι αυτά που επιβιώνουν και δίνουν απογόνους.

Άλλη δραστηριότητα είναι η κατασκευή ενός «τέρας» από τα παιδιά αφού με τη βοήθεια των ζαριών επιλέξουν σε ποιο περιβάλλον θα ζει το τέρας τους, τι κλίμα επικρατεί εκεί, ποιος είναι ο θηρευτής του και τι τρώει το ίδιο. Τα παιδιά πρέπει να τεκμηριώσουν τις επιλογές τους για τη μορφή που έδωσαν στο τέρας τους.

Στάδιο 4: Εξοικείωση με τον μηχανισμό της κληρονομικότητας.

Προκύπτει λογικά από τις παραπάνω δραστηριότητες το ερώτημα πως κληρονομούνται τα χαρακτηριστικά. Αρχικά κάνουμε συζήτηση ρωτώντας τα παιδιά τι πιστεύουν ότι έχουν κληρονομήσει από τη μαμά, τι από τον μπαμπά, τι από άλλους συγγενείς (στη συνέχεια ανατρέπουμε αυτή την ιδέα της κληρονομιάς χαρακτηριστικών απευθείας από άλλα μέλη της οικογένειας). Με το παιχνίδι «Bingo», οι μαθητές οργανώνουν τα κληρονομημένα χαρακτηριστικά τους συσχετίζοντάς τα με τα αντίστοιχα των συμμαθητών τους. Συζητάμε επίσης με τα παιδιά ποια χαρακτηριστικά τους φαντάζονται ή θα ήθελαν να κληρονομήσουν τα δικά τους παιδιά. Με άλλο παιχνίδι, κατά το οποίο τα χαρακτηριστικά αντιπροσωπεύονται από χρωματιστά μπαλάκια που τοποθετούνται σε κυπελάκια και μεταβιβάζονται τυχαία από παππούδες σε γονείς και από γονείς σε παιδιά παρατηρούμε τους δυνατούς συνδυασμούς τους και τα χαρακτηριστικά που έχουν μεταβιβαστεί από τους παππούδες στα εγγόνια. Αν έχει προκύψει, στη συζήτηση, ότι τα παιδιά αποκτούν χαρακτηριστικά που αποτελούν «το μέσο όρο» των γονιών τους, αυτό με το τελευταίο παιχνίδι ανατρέπεται.

Σε άλλο κινητικό παιχνίδι τα παιδιά αντιλαμβάνονται την κληρονομικότητα και την επικράτηση των χρήσιμων χαρακτηριστικών για την επιβίωση. Χρονομετράνε τους εαυτούς τους στο τρέξιμο μιας συγκεκριμένης απόστασης και το καθένα γράφει σε ένα χαρτί τον χρόνο που κατάφερε (εξηγείται ότι μια τέτοια πληροφορία στην πραγματικότητα είναι καταγεγραμμένη στο DNA. Πληροφορίες όπως το βάρος του σώματος και το μήκος των ποδιών τους θα είναι καταγεγραμμένο στο DNA.) Στη συνέχεια επιλέγονται τα τέσσερα παιδιά που πέτυχαν τους πιο αργούς χρόνους. Βρισκόμαστε στην αρχή της εξέλιξης ενός είδους. Τρέχουν την ίδια απόσταση και επιλέγονται οι νικητές. Καταγράφεται ο μέσος όρος των αρχικών του χρόνων. Τα δυο παιδιά αντιπροσωπεύουν τα ζώα που πιθανόν είναι αυτά που θα καταφέρουν να επιβιώσουν αφού είναι ταχύτερα από τα άλλα επομένως μπορούν να γλιτώσουν από τους εχθρούς ή να προλάβουν να λάβουν τροφή σε ένα περιβάλλον που διαθέτει περιορισμένη ποσότητα. Τα δυο αυτά παιδιά, οι νικητές, διαλέγουν τέσσερα άλλα παιδιά που έχουν καταφέρει χρόνους παραπλήσιους με τους δικούς τους αρχικούς χρόνους τρεξίματος. Διαλέγουν χρόνους λίγο καλύτερους και λίγο χειρότερους. Αυτή η νέα τετράδα αντιπροσωπεύει τους απογόνους των νικητών του πρώτου γύρου. Επαναλαμβάνεται η διαδικασία και καταγράφονται οι μέσοι όροι του χρόνου

κάθε ζευγαριού που νικάει. Στο παιχνίδι μπαίνουν και παιδιά με διαφορετικούς εντελώς χρόνους, και όχι παραπλήσιους με τους χρόνους των «γονέων». Αυτά αντιπροσωπεύουν τις τυχαίες μεταλλάξεις. Στο τέλος οι μαθητές κάνουν ένα γράφημα με τους μέσους όρους ταχύτητας των νικητών και συζητούνε τις τάσεις στην εξέλιξη του είδους.

Στάδιο 5: Εξοικείωση με την ιστορία της Γης και της ζωής στον πλανήτη.

Στο στάδιο αυτό προβλέπεται η εξοικείωση με τους γεωλογικούς χρόνους και την εμφάνιση, εξαφάνιση και εξέλιξη των ειδών και του ανθρώπου. Προτείνεται επίσκεψη στο Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας με τη βοήθεια ειδικού φυλλαδίου παρατήρησης. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη μελέτη των οπτικών αναπαραστάσεων της ζωής στον πλανήτη, στην εξέλιξη των ειδών, στον κοινό πρόγονο, τον μονοκύτταρο οργανισμό, στα απολιθώματα, ως τεκμήρια για την εξέλιξη της ζωής στον πλανήτη και στους δεινόσαυρους και τα μεγαθήρια που εξαπτούν ιδιαίτερα τη φαντασία των μαθητών. Έμφαση δίνεται και στην εξέλιξη του ανθρώπου και τη συσχέτισή του με άλλα πρωτεύοντα θηλαστικά στο δέντρο της ζωής. Στην τάξη οι μαθητές ανατρέχουν στα δέντρα της ζωής που είχανε φτιάξει και διορθώνουν ή φτιάχνουν ξανά τις αναπαραστάσεις τους. Σε αυτό το στάδιο προτείνονται και εντυπωσιακά παιχνίδια που προσφέρονται στο διαδίκτυο, παιχνίδια σχεδιασμένα από μουσεία φυσικής ιστορίας του εξωτερικού, για την κατανόηση της διαδικασίας της απολίθωσης και των εξαφανισμένων ειδών.

Στάδιο 6: Κατανόηση της συσχέτισης της Εξέλιξης με τα σύγχρονα περιβαλλοντικά ζητήματα.

Δίνεται ένα σώμα δημοσιευμάτων για σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα όπως την απώλεια βιοποικιλότητας, τους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς, τις «γρίπες» (των πουλερικών, των χοίρων) και τις συνεχείς μεταλλάξεις ιών. Οργανώνονται «debates» και παιχνίδια ρόλων όπου οι ομάδες πρέπει να αντλήσουν επιχειρήματα και από τις γνώσεις που απέκτησαν για την Εξέλιξη.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Ballantyne, R.R. και Packer, J.M. (1996) Teaching and learning in environmental education: Developing environmental conceptions. *Journal of Environmental Education* 27, (2), pp. 25-32.
- Chanet, B. & Lusignan, F. (2008) "Teaching Evolution in Primary Schools: An Example in French Classrooms", *Evolution: Education & Outreach* (2009) 2:136-140. Διαθέσιμο στο <http://www.springerlink.com/content/c0gj785386840868/fulltext.pdf>
- Γεωργόπουλος, Α.Δ. επιμ.(2005) *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Ο νέος πολιτισμός που αναδύεται*. Αθήνα: Gutenberg.

- Καμπουράκης Κ (2009). Η διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης: νοητικές παραστάσεις των μαθητών και προτάσεις διδασκαλίας. Στο Β. Ζόγκτζα *Θέματα Διδακτικής της Βιολογίας: Διδασκαλία και Μάθηση Βιολογικών Εννοιών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση*, 298-328, Εκδόσεις Μεταίχμιο, Αθήνα.
- Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Καστοριάς (2009), http://kpe-kastor.kas.sch.gr/gr_index.htm
- Λιαράκου, Γ. & Φλογαίτη, Ε. (2007) *Από την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στην Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη, Προβληματισμοί, τάσεις και προτάσεις*. Αθήνα: Νήσος
- Ματσαγγούρας, Η. (1997) *Στρατηγικές διδασκαλίας*. Αθήνα: Gutenberg.
- Miller, M. (2005). Teaching and Learning in Affective Domain. In M. Orey (Ed.), *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*. Retrieved from http://projects.coe.uga.edu/epltt/index.php?title=Teaching_and_Learning_in_Affective_Domain
- Penn, D. J. (2003) "The Evolutionary Roots of our Environmental Problems: Towards a Darwinian Ecology", *The Quarterly Review of Biology*, September 2003, vol. 78, no. 3.
- Σουφλέρη, Ι. (2009) «Πως θα 'χωνέψουμε' την εξέλιξη;», Βήμα Science, 17/05/09. Διαθέσιμο στο <http://www.tovima.gr/default.asp?pid=2&ct=33&artid=268534&dt=17/05/2009>
- Φλογαίτη, Ε. (2006) *Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία*, Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- WWF (2009) "WWF-Trade and Investment Programme. Mainstreaming Sustainable Development Principles". Διαθέσιμο στο <http://assets.panda.org/downloads/sdintegrationbrochure.pdf>
- <http://users.att.sch.gr/thanoscapsalis/form.htm> Ηλεκτρονικό ψήφισμα για την ένταξη της διδασκαλίας της Εξέλιξης στο ελληνικό σχολείο.

Η μεταβολή των αβιοτικών παραγόντων στον Κόλπο του Σαρωνικού κατά την τελευταία δεκαετία ως ρυθμιστικός παράγοντας μικροεξέλιξης

Αναστάσιος Ανέστης

International Baccalaureate DP

Εκπαιδευτήρια ΓΕΙΤΟΝΑ

1 Εισαγωγή

Η χημική ωκεανογραφία αποτελεί κλάδο της Ωκεανογραφικής επιστήμης, η οποία μελετά τις χημικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε όλα τα τμήματα του θαλάσσιου περιβάλλοντος καθώς και στις επιφάνειες επαφής της θάλασσας με ατμόσφαιρα – ξηρά – βυθό. Η χημική ωκεανογραφία είναι από τους κλάδους που παρουσίασαν εντυπωσιακά δεδομένα και απαντήσεις τα τελευταία χρόνια για την λειτουργία και τον έλεγχο των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στο σύστημα του Σαρωνικού Κόλπου.

Ο Κόλπος του Σαρωνικού που περιλαμβάνει και το κλειστό σύστημα της Ελευσίνας περιλαμβάνει μια έκταση 2.900 km² μεταξύ του γεωγραφικού πλάτους 37 30 και 38 05 βόρεια και μήκους 23 00 και 24 ανατολικά. Διαιρείται τυπικά σε δυο μέρη την χερσόνησο των Μεθάνων και τα νησιά Αίγινα και Σαλαμίνα. Η ευρύτερη περιοχή των Αθηνών αποτελεί μόλις το 1% της ελληνικής επικράτειας αλλά παρόλα αυτά περιέχει περίπου το μισό πληθυσμό της χώρας. Η πυκνοκατοικημένη περιοχή της Αττικής αποτελεί το ένα τέταρτο της επιφάνειας του νομού. Ο Κόλπος του Σαρωνικού είναι η κατάληξη εκατομμυρίων λίτρων

βιομηχανικών και αστικών λυμάτων ετησίως. Ο τρόπος ανανέωσης των υδάτινων μαζών δεν επιτρέπει όμως στον κυρίως κόλπο να καταστεί ανοξικός.

Ο Σαρωνικός είναι μάλλον ένα κλειστό σύστημα περιορισμένο νότια και νοτιοδυτικά από την χερσόνησο της Αργολίδας και βόρεια από την Αττική. Αυτός ο υδάτινος όγκος επικοινωνεί με το Αιγαίο Πέλαγος διαμέσου ενός ανοίγματος 50 km² στα νοτιοανατολικά του κόλπου. Το μέσο βάθος είναι περίπου 140m και το βαθύτερο σημείο φθάνει τα 428m. Η ένταση της παλίρροιας είναι πολύ μικρή.

2 Η εμπλοκή της εκπαίδευσης σε επίπεδο πρωτογενούς συλλογής ωκεανογραφικών στοιχείων

Με βάση την μελέτη του προγράμματος Comenius (Ρύπανση Θαλασσινού Νερού) που εκπονήθηκε από τους μαθητές των Εκπαιδευτηρίων Γείτονα για την ποιότητα των νερών του Σαρωνικού κόλπου και σε επιμέρους συζητήσεις γύρω από τα δείγματα που συλλέχθηκαν κατά τις δειγματοληψίες βγήκαν τα ακόλουθα αποτελέσματα. Αυτά αντιπαρατέθηκαν με αποτελέσματα προγενέστερων δειγματοληψιών από ερευνητές του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Χημείας, Εργαστήριο Χημείας Περιβάλλοντος) για την εξαγωγή συμπερασμάτων σε σχέση με την βιογεωχημική εξέλιξη του παράκτιου συστήματος του Σαρωνικού και κυρίως η περιοχή του Όρμου του Κερατσινίου. Ο όρμος του Κερατσινίου αποτελεί πεδίο διασποράς των λυμάτων του αποχετευτικού αγωγού των Αθηνών.

Η ομάδα των παιδιών των Εκπαιδευτηρίων Γείτονα συνέλλεξαν δείγματα και έλαβαν μέρος στην ανάλυση αιωρούμενων σωματιδίων σε προζυγισμένα φίλτρα (mg l⁻¹), στον προσδιορισμό θρεπτικών αλάτων (νιτρικών, NO⁻²) με φασματογραφική μέθοδο (μg l⁻¹), ακολουθώντας διεθνώς αναγνωρισμένα αναλυτικά πρωτόκολλα. Βάσει αυτών των μετρήσεων αλλά και μετρήσεων που έγιναν από το εργαστήριο του Πανεπιστημίου αναπτύχθηκε μια εκτίμηση φαινομένων που χαρακτηρίζουν ευτροφικά οικοσυστήματα σαν αυτό του Κόλπου του Κερατσινίου. Επίσης αναλύθηκαν οι διαταραχές της περιοδικότητας των εποχιακών κύκλων των περιβαλλοντικών παραμέτρων που οφείλονται σε ευτροφικές τάσεις σε βάθος χρόνου για την συσχέτιση τους με την εξέλιξη του συστήματος εν γένει. Η παρατηρηθείσα εποχικότητα μελετήθηκε παραπέρα με ανάλυση χρονοσειρών σε φυσικές, χημικές και βιολογικές παραμέτρους. Πιο συγκεκριμένα, συσχετίστηκαν η θερμοκρασία, η διαφάνεια και οι βιολογικές παράμετροι (π.χ. συσσωρεύσεις χλωροφύλλης a) και τα θρεπτικά άλατα.

3 Ευτροφισμός και οι διαστάσεις του πριν και μετά την κατασκευή του Κέντρου Βιολογικού Καθαρισμού στην Ψυττάλεια.

Ευτροφισμός νοείται σαν η ουσιώδη αύξηση των τιμών των βιογεωχημικών παραμέτρων που ορίζουν το τροφικό επίπεδο, πέρα από τις επικρατούσες συνθήκες, σε ένα δεδομένο υδατικό σύστημα. Αυτή η αυξητική τάση οφείλεται σ έναν ασυνήθιστα πλούσιο εφοδιασμό σε θρεπτικά άλατα στην ευφωτική ζώνη.

Το φαινόμενο του ευτροφισμού κυρίως συμβαίνει σε παράκτιες περιοχές οι οποίες τηρούν τις εξής προϋποθέσεις: α) μια σχετικά ρηχή και προφυλαγμένη λεκάνη με μικρή ανταλλαγή υδάτινων μαζών και η οποία να υφίσταται στρωμάτωση θερμοκρασίας ή πυκνότητας και β) μια πηγή μαζικής εισροής θρεπτικών (σημειακών ή και μη σημειακών, διεσπαρμένων). Οικιακά ή βιομηχανικά απόβλητα αποτελούν τις κύριες σημειακές πηγές θρεπτικών αλάτων ενώ οι εισροές θρεπτικών από γεωργικές δραστηριότητες, την ατμόσφαιρα ή ιζήματα (βακτηριδιακή δραστηριότητα, ανοργανοποίηση) ταξινομούνται ως μη σημειακές ή διεσπαρμένες λόγω της φύσης τους πηγές.

Σε συνδυασμό με τα παραπάνω, συνθετικές οργανικές ενώσεις, μέταλλα, και καθώς και άλλες κατηγορίες ρυπαντών όπως το πετρέλαιο και τα παράγωγα του βρίσκονται σε περίσσεια στον Σαρωνικό και ειδικότερα στο εσωτερικό του κόλπου. Επίσης μετρήσιμη είναι η θερμική και η πυρηνική ενέργεια που μπορεί να έχουν αρνητικές επιδράσεις για το οικοσύστημα. Ωστόσο πολλοί ερευνητές που ασχολούνται με την μελέτη του Σαρωνικού θεωρούν ότι το πιο επικίνδυνο είδος ρύπανσης μέλλον είναι ο ευτροφισμός.

4 Πιθανή εξέλιξη και ανθρωπογενείς δραστηριότητες που ενδέχεται να συμβάλουν στην υποβάθμιση των παράκτιων οικοσυστημάτων της Μεσογείου

Παράγοντες που επιτείνουν το συμπέρασμα ότι ο ευτροφισμός είναι ίσως το πιο επικίνδυνο είδος ρύπανσης είναι η αυξητική τάση του παράκτιου πληθυσμού στις ακτές της Μεσογείου, η αύξηση των αποβλήτων κοντά στις όλο και περισσότερες οστρακοκαλλιέργειες, την εξάντληση ή και την καταστροφή των φυσικών πηγών, η αύξηση της τουριστικής πίεσης στις ακτές μεταξύ άλλων.

Στις ακτές της Μεσογείου ζουν μόνιμα γύρω στα 150 εκατομμύρια άνθρωποι με πρόβλεψη της UNEP να διπλασιαστούν μέχρι το 2025 (UNEP 1983). Περίπου ίσως αριθμός επισκεπτών παραθερίζει στις ακτές κάθε χρόνο σε αναζήτηση αναψυχής ή και δεύτερης κατοικίας. Επιπλέον, η αυξημένη εισροή οικονομικών μεταναστών στα παράλια της βόρειας Αφρικής από τα ενδότερα για περαιτέρω προώθηση στα παράλια της Ευρωπαϊκής Μεσογείου είναι κάτι το οποίο δεν έχει συμπεριληφθεί στους υπολογισμούς προέκτασης του φαινομένου αύξησης του

παράκτιου πληθυσμού. Επίσης ένας παράγοντας που δεν έχει υπολογιστεί είναι η επιβράδυνση της οικονομικής ανάπτυξης των τελευταίων ετών.

Αν λοιπόν μεταξύ των πηγών ευτροφισμού τα αστικά απόβλητα επηρεάζουν παράκτιες περιοχές που είναι μάλλον τοπικού παρά ευρύτερου ενδιαφέροντος, προκαλούν ένα άμεσο κίνδυνο για μολύνσεις ανθρώπων σε μερικές ακτές (από βακτήρια ή τοξίνες κατά την εποχή των θερινών διακοπών. Επομένως η αύξηση του πληθυσμού μειώνει τις πιθανότητες για την εξασφάλιση ικανοποιητικής ποιότητας θαλασσινού νερού. Μέχρι το 1993 το 90% των αστικών αποβλήτων (στην χώρα μας και των νοσοκομειακών αποβλήτων) εκβάλλονταν σε ακατέργαστη μορφή εκθέτοντας τον πληθυσμό σε κίνδυνο μόλυνσης (Carrada *et al.*, 1993).

5 Ωφέλιμη χρήση παράκτιων οικοσυστημάτων τότε και τώρα στον Σαρωνικό

Αν συνδυαστούν οι καθαρά περιβαλλοντικές απόψεις του ανθρωπογενούς ευτροφισμού με τους πρακτικούς στόχους της ωφέλιμης χρήσης της θάλασσας, θα πρέπει να υποτεθεί ότι κάθε μορφή ανθρωπογενούς ευτροφισμού είναι κατά κύριο λόγο επιβλαβής για το οικοσύστημα κα άρα και στις ωφέλιμες χρήσεις του. Αν αφαιρεθεί η υποβάθμιση των θαλάσσιων βιοκοινωνιών υπάρχει ένας αριθμός φανερών βλαβερών επιδράσεων του ευτροφισμού επί των ωφέλιμων χρήσεων που μπορεί να περιλαμβάνουν:

- (α) μείωση της αξίας των παράκτιων νερών για τουρισμό και αναψυχή, λόγω ανεπαρκούς διαφάνειας και αποτρεπτικού χρωματισμού του νερού, φυτοπλανκτικών ανθίσεων και βλέννης
- (β) χάσιμο αλιευτικών αποθεμάτων
- (γ) επιπτώσεις επί της δημόσιας υγείας

Παρόλα τα στοιχεία που συλλέγονται τις τελευταίες τρεις δεκαετίες και πλέον και αποτελούν μια πολύτιμη βάση δεδομένων για την πρόβλεψη εξέλιξης του παράκτιου Μεσογειακού οικοσυστήματος.

6 Η εξέλιξη της έρευνας πεδίου και η προσαρμογή ευρημάτων στην νομοθεσία

Είναι φανερό ωστόσο ότι σύμφωνα με τα συμπεράσματα του προγράμματος «Comemius» αλλά και άλλων όπως το “Blue Plan” της UNEP (UNEP 1987), η προστασία της Μεσογείου δηλαδή παράκτιας ζώνης και των ακτών δεν είναι δυνατόν να εξασφαλισθεί μέσω ενεργειών που περιορίζονται στη θάλασσα. Η συνεισφορά των σχολείων από την Ιταλία και την Πορτογαλία υπήρξε πολύ

σημαντική στο πρόγραμμα “Comenius” μιας και τα παιδιά του σχολείου μας είχαν την ευκαιρία να ανταλλάξουν στοιχεία αλλά και απόψεις που βασίζονται σε αυτά τα στοιχεία για την εξέλιξη παράκτιων οικοσυστημάτων που βρίσκονται στις χώρες τους και να προτείνουν περιβαλλοντικές πολιτικές. Υπήρξε κοινό συμπέρασμα το ενδεχόμενο να στηρίζεται η προστασία των παράκτιων οικοσυστημάτων στην ανάπτυξη και σε περιβαλλοντικές πολιτικές που θα ακολουθήσουν όλες οι Μεσογειακές χώρες συνολικά σε εθνικό επίπεδο.

Επίσης η ανάπτυξη τέτοιων πολιτικών στηρίζεται στις οικονομικές και εμπορικές σχέσεις μεταξύ των Μεσογειακών κρατών συνολικά αλλά και με τον υπόλοιπο κόσμο, σε διάφορους τομείς οικονομικής δράσης, όπως ενδεχομένως η γεωργία, η βιομηχανία, ο τουρισμός, οι μεταφορές, η μεταναστευτική πολιτική, η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μεταξύ άλλων. Η διάθεση υπήρχε μεταξύ των συμμετεχόντων του προγράμματος σε επίπεδο μαθητών αλλά και καθηγητών. Αυτό ενδυναμώνεται με τα σενάρια που προβάλλει μέσω μοντέλων η UNEP για το έτος 2025, τα οποία υποδεικνύουν ότι είναι πιθανό η περιβαλλοντική κατάσταση των ευπαθών περιοχών της Μεσογείου να καταρρεύσει αργότερα εάν οι τρέχουσες περιβαλλοντικές πολιτικές δεν αντικατασταθούν από περισσότερη δραστηριότητα. Η διαφύλαξη και η προστασία των παράκτιων οικοσυστημάτων ακόμη και αν επικρατήσουν τα ευνοϊκότερα σενάρια περί συνεργασίας και περιορισμού της επιβάρυνσης κρίνεται εξαιρετικά δύσκολη κυρίως λόγω των αυξανόμενων ανθρωπογενών πιέσεων σε συνδυασμό με τον εύθραυστο χαρακτήρα του φυσικού περιβάλλοντος, κυρίως στα νότια και ανατολικά της λεκάνης.

Ο επίσημος συνολικός πληθυσμός της Μεσογείου στα τέλη της δεκαετίας του '80 ανερχόταν στα 360 εκατομμύρια κατοίκους περίπου, ενώ στα τέλη της δεκαετίας του '90 έφτασε τα 400, με πρόβλεψη για το 2025 να φτάσει τα 520-570 εκατομμύρια. Η άνιση κατανομή των κατοίκων επιδεινώνει τα δυσοίωνα σενάρια για την εξέλιξη του οικοσυστήματος μιας και το 1/3 του συνολικού πληθυσμού προβλέπεται να είναι συγκεντρωμένο στο βόρειο τμήμα της Μεσογείου ενώ τα 2/3 στο ανατολικό και νότιο τμήμα της μέχρι το 2025. Οι προβολές αυτές δυστυχώς δεν λαμβάνουν υπόψη τους τα ιδιαίτερα δημογραφικά χαρακτηριστικά των περιοχών μελέτης. Έτσι διαφαίνεται η Μεσόγειος να γίνεται σύνορο δύο περιοχών με τελείων διαφορετικά χαρακτηριστικά.

7 Οικονομική ανάπτυξη και εξέλιξη

Ανάλογα με την οικονομική ανάπτυξη ο αστικός πληθυσμός της Μεσογείου μπορεί να αριθμεί από 380-440 εκατομμύρια κατοίκους κατά το 2025 σε σύγκριση με τα 200 εκατομμύρια κατά το 1987. Στις χώρες της ανατολικής και νότιας Μεσογείου που δέχονται και τα μεγαλύτερα κύματα οικονομικών μεταναστών

χωρίς να έχει προβλεφθεί η κατάλληλη υποδομή υπάρχει το ενδεχόμενο να προκληθεί αύξηση των παράνομων κατοικιών-παραπηγμάτων) σε αντίθεση με την κατάσταση στον βορρά της Μεσογείου. Επιπροσθέτως, είναι δεδομένο ότι οι μεγάλες πρωτεύουσες μονοπωλούν το 30-60% του εργαζόμενου αστικού πληθυσμού και η τάση είναι η σφαίρα επιρροής τους να εκτείνεται σε όλη την επικράτεια. Η μέση ανάγκη οικιακής ύδρευσης του παράκτιου αστικού πληθυσμού της Αθήνας για παράδειγμα είναι $3-3500 \times 10^6 \text{ m}^3$. Ως αποτέλεσμα αυτού και ανάλογα με τον ρυθμό σύνδεσης στο αστικό σύστημα αποχέτευσης και του ρυθμού οικονομικής ανάπτυξης (ασθενής vs ισορροπημένη) τα απόβλητα στις παράκτιες περιοχές θα φτάσουν μεταξύ των 14 και $2000 \times 10^6 \text{ m}^3$ αντίστοιχα. Είναι ενδιαφέρον να αναφερθεί ότι ο τύπος της οικονομικής ανάπτυξης (ασθενής vs ισορροπημένη) επιδρά και στον τύπο επεξεργασίας των αποβλήτων. Η πρόβλεψη, βάσει των υφισταμένων νομοθετικών πλαισίων αλλά και των επιμέρους πραγματικών στοιχείων που συλλέγονται και αναλύονται, είναι ότι περισσότεροι από 2.1×10^6 τόνοι αιωρούμενου υλικού θα αποβάλλονται στην θάλασσα με ασθενή οικονομική ανάπτυξη ενώ λιγότερο από 1.6×10^6 τόνοι στην περίπτωση ισορροπημένης ανάπτυξης που αποτελεί και βασικό προεκλογικό επιχείρημα των περισσότερων κυβερνητικών σχηματισμών.

8 Τουριστική ανάπτυξη και εξέλιξη οικοσυστήματος

Η λεκάνη της Μεσογείου είναι η μεγαλύτερη τουριστική περιοχή παγκοσμίως και συγκεντρώνει περίπου το 35% του παγκόσμιου τουρισμού, ο οποίος στα μεσογειακά κράτη αποτελεί έναν από τους πλέον ενεργούς οικονομικούς τομείς και όλα τα κράτη ενδιαφέρονται να τον αναπτύξουν περαιτέρω. Ο παράκτιος τουρισμός στη χώρα μας και ειδικότερα γύρω από τον κόλπο του Σαρωνικού αναμένεται να αυξηθεί δραματικά μέχρι το 2025. Σε αυτή τη ραγδαία αύξηση φαίνεται να ξεχωρίζουν 3 επιμέρους χαρακτηριστικά: (α) υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση τουριστών στις ακτές του Αργοσαρωνικού η οποία μόνο θα αυξάνεται. Σε μερικές μεσογειακές χώρες (κυρίως τις Β. Αφρικής) αποτελεί το 90% συνολικά. (β) πρόκειται για έντονο εποχιακό τουρισμό, με ιδιαίτερη ένταση 2-4 εβδομάδες στα μέσα καλοκαιριού (γ) το 80% των διεθνών τουριστών στη χώρα μας μένει πάνω από 1 ημέρα στην Αθήνα. Η ασθενής οικονομική ανάπτυξη ενδεχομένως να έχει ευεργετικές επιπτώσεις για τον Σαρωνικό κόλπο και την Μεσόγειο γενικότερα. Από τα 380 εκατομμύρια τουριστών που υπολογίζεται να επισκεφθούν τα Μεσογειακά κράτη οι μισοί θα επισκεφθούν τις ακτές (σε αντιπαραβολή με τους 760 εκατομμύρια τουρίστες εκ των οποίων τα 350 εκατομμύρια θα επισκεφθούν τις ακτές σε περίπτωση ισχυρής οικονομικής ανάπτυξης).

Αυτό το είδος της τουριστικής ανάπτυξης στη Μεσόγειο θα έχει σημαντικές συνέπειες για το περιβάλλον και ειδικότερα μέσω της αύξησης της εκβολής αποβλήτων στις παράκτιες περιοχές σε σχέση με αυτά που αναλογούν στις αστικές ανάγκες κατά την διάρκεια των εποχών αιχμής αλλά και υποβάθμιση ευαίσθητων οικοσυστημάτων. Τα πολυάριθμα νησιά καθώς και το μεγάλο μήκος ακτογραμμής που σημειώνεται στον Σαρωνικό καθιστά το οικοσύστημα ιδιαίτερα ευάλωτο σε απότομες αυξήσεις του πληθυσμού. Ο πληθυσμός των παράκτιων περιοχών του Σαρωνικού αναμένεται να φτάσει τα 2 εκατομμύρια μέχρι το 2025 εκ των οποίων το μεγαλύτερο ποσοστό θα είναι αστικό. Για να φανεί η αυξητική τάση του παράκτιου πληθυσμού της Μεσογείου αρκεί να αναφέρουμε τις προβολές τις UNEP (UNEP 1987) για το 2025 που ενδέχεται να φτάσει τα 200-225 εκατομμύρια εκ των οποίων 150-175 θα είναι αστικός. Υπολογίζεται δε ότι τα 120 από τα 220 εκατομμύρια κατοίκων θα είναι κάτοικοι των κρατών της ΝΑ Μεσογείου.

9 Άλλες πιέσεις στο παράκτιο περιβάλλον

Εκτός από την πίεση που ασκείται στο περιβάλλον από την αστικοποίηση, την πληθυσμιακή αύξηση και τον τουρισμό για τον Σαρωνικό πρέπει να ληφθούν κι άλλα είδη οικονομικών δραστηριοτήτων που επιδρούν όπως: (α) οι εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας (β) οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις (ατσαλιού, λιπασμάτων, τσιμέντου κ.ά.) οι οποίες είναι ήδη εγκαταστημένες στις ακτές και προβλέπεται να αυξηθούν (γ) λιμάνια φόρτωσης εκφόρτωσης με κύριο αυτό του Πειραιά, (δ) δυλιστήρια (ε) θερμοηλεκτρικοί σταθμοί (ζ) ιχθυοκαλλιεργητικές μονάδες και παράκτια αλιεία. Η λίστα των παραπάνω πιέσεων υποδεικνύει ότι όσον αφορά το παράκτιο οικοσύστημα του Σαρωνικού οι περιοχές που μένουν ανέπαφες γίνονται όλο και λιγότερες καθώς η πίεση και η ρύπανση που ασκείται στις εύθραυστες θαλάσσιες ζώνες είναι συνεχώς αυξανόμενη χωρίς δείγματα μείωσης και προγραμματισμού. Συνεπώς είναι ακόμη πιο πιθανό η δυνατότητα εξέλιξης του οικοσυστήματος να περιορίζεται από την απρόβλεπτη και συστηματική συσσώρευση ανθρώπινου πληθυσμού στην ΝΑ Μεσόγειο με τις απόρροιες αυτής της μετακίνησης στα ευαίσθητα παράκτια οικοσυστήματα.

10 Επιπτώσεις για την εκπαίδευση

Τα παράκτια οικοσυστήματα στη Μεσόγειο και στη χώρα μας (όπως αυτό του Σαρωνικού Κόλπου) είναι μικρά και αντιμετωπίζουν διάφορα προβλήματα. Η μελέτη, η προστασία και η διαχείριση τους σύμφωνα με την αρχή της αειφορικής

διαχείρισης είναι δύσκολα εγχειρήματα. Δυστυχώς, οι προτεραιότητες για μια καλά πιστοποιημένη, χαμηλού κόστους περιβαλλοντική πολιτική δεν έχει ακόμη καθοριστεί. Η κοινωνική πίεση για καλύτερη ποιότητα περιβάλλοντος στην Αττική είναι ακόμη χαμηλή αν και οι πιέσεις που δέχεται το παράκτιο περιβάλλον γύρω από την Αττική και όχι μόνο είναι υψηλές. Επιπροσθέτως, πολλές οικονομικές δραστηριότητες είναι άμεσα εξαρτώμενες από την υποστήριξη και διατήρηση ενός καθαρότερου παράκτιου περιβάλλοντος. Οι προβλέψεις για την αύξηση του πληθυσμού της Μεσογείου γενικότερα, και του Σαρωνικού ειδικότερα σε συνάρτηση με την εξέλιξη του οικοσυστήματος αυτού προσδίδουν στην εκπαίδευση των μαθητών ακόμα σημαντικότερο χαρακτήρα.

Παρόλο που οι ωκεανογράφοι στην Ελλάδα παίζουν έναν ιδιαίτερο ρόλο στα περιβαλλοντικά ζητήματα της χώρας μας υπάρχουν προβλήματα που έχουν να κάνουν με τη διάχυση της πληροφορίας στα ευρύτερα στρώματα του πληθυσμού. Αυτό κατά τη γνώμη του γράφοντος ισχύει σε μεγάλο βαθμό στην ανυπαρξία σύνδεσης της επιστημονικής πληροφορίας με την εκπαίδευση του μαθητικού πληθυσμού έστω και σε αρχικό επίπεδο. Η παντελής απουσία αναλυτικών και δειγματοληπτικών μεθόδων στην ύλη των πειραματικών επιστημών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης είναι κάτι παραπάνω από αισθητή. Η σύνδεση της πρακτικής δειγματοληψίας, της προκαταρκτικής ανάλυσης από τους μαθητές με σκοπό την εξαγωγή έστω και απλοϊκών συμπερασμάτων βασιζόμενα στην στήριξη ή την απόρριψη μιας πειραματικής υπόθεσης απομακρύνει τους μαθητές, και σε λίγα χρόνια πολίτες, από την ενεργητική απαίτηση μιας «διαχειριζόμενης εξέλιξης» του παράκτιου οικοσυστήματος του Σαρωνικού και όχι μόνο.

Είναι γεγονός ότι η περιβαλλοντική εκπαίδευση στην Ελλάδα θεωρείται ανεπαρκής και δυστυχώς ανεπαρκής για τις σύγχρονες ανάγκες. Τις περισσότερες φορές επαφίεται στην προστακτική κλίση, χωρίς την πρακτική ενασχόληση των μαθητών και μελλοντικών πολιτών με απλές πρακτικές δειγματοληψιών και προβολών των περιβαλλοντικών μετρήσεων σε κανονικό χρόνο. Ίσως ο μόνος τρόπος για την ουσιαστική συμμετοχή των μελλοντικών πολιτών (αλλά και των τωρινών) στα κρίσιμα περιβαλλοντικά ζητήματα να είναι εκτός από την τυπική ενημέρωση και η υποχρεωτική πρακτική ενασχόληση με τη συλλογή δεδομένων πεδίου από την δευτεροβάθμια εκπαίδευση κιόλας.

Τα παραπάνω συμπεράσματα έρχονται σχετικά αβίαστα λόγω της συμμετοχής του γράφοντα στο πρόγραμμα 'Comenius' όπου είχε την ευκαιρία να παρακολουθήσει την ορμή και την όρεξη με την οποία οι μαθητές των Εκπαιδευτηρίων Γείτονα και των υπόλοιπων ευρωπαϊκών σχολείων ακολούθησαν αναλυτικά πρωτόκολλα και δειγματοληψίες. Η ομάδα των συμμετεχόντων μαθητών απέδειξε ότι μπορούσε να εργαστεί αποτελεσματικά σε κάτι τελείως καινούριο και το πιο σημαντικό να προσφέρει φρέσκιες

προτάσεις για την παρακολούθηση, προστασία και διαχείριση των παράκτιων περιοχών της Μεσογείου και του Σαρωνικού ειδικότερα.

Η συνεργασία των μαθητών μας με σχολεία της Ιταλίας και της Πορτογαλίας έδωσε την ευκαιρία εκατέρωθεν να αναδειξουν πτυχές του προβλήματος που αντιμετωπίζουν οι παράκτιες περιοχές της Μεσογείου που δεν είναι εύκολα ορατές από έναν επαγγελματία του χώρου. Η πίεση που θα δεχθούν αυτές οι ομάδες νέων όταν θα ενταχθούν στην επαγγελματική διαδικασία, δηλαδή κοντά στο 2020, όπου και αναμένεται να αυξηθούν και οι πιέσεις για δραστικές αποφάσεις θα είναι μεγάλη. Ένας τρόπος για την πραγματική αντιμετώπιση του προβλήματος της αύξησης αυτών των πιέσεων που αναπόφευκτα θα δεχθεί ο Σαρωνικός είναι να έχουν προϋδαστεί οι μαθητές για την αξία της δειγματοληψίας και ανάλυσης δεδομένων πεδίου καθώς επίσης και για την χρησιμοποίηση των δεδομένων αυτών στην την προώθηση συναφούς περιβαλλοντικής νομοθεσίας.

Η παραπάνω διατύπωση έχει βαρύνουσα σημασία στη χώρα μας όπου παραδοσιακά οι γονείς έχουν τοποθετήσει υψηλά στην ατζέντα των προτεραιοτήτων τους την εκπαίδευση των παιδιών τους. Η εκπαίδευση στην Ελλάδα έχει από καιρό αναγνωριστεί σαν το ισχυρότερο εφόδιο για την προσωπική εξέλιξη και οι Έλληνες επενδύουμε με ζήλο στην εκπαίδευση των παιδιών μας. Η εκπαίδευση όμως είναι μια δυναμική διαδικασία και σαν τέτοια χρειάζεται συνεχή και σύγχρονη στοχοθεσία.

Ιχνηλατώντας δαρβινικές έννοιες στη λογοτεχνία: ανάδειξη δομικών στοιχείων ιστολογίου (blog) για εκπαιδευτική χρήση

Μαρία Ξέστερνου

Τμήμα Φιλολόγων

Εκπαιδευτήρια ΓΕΙΤΟΝΑ

Όταν ο Κάρολος Δαρβίνος (Charles Robert Darwin) δημοσίευε το διάσημο έργο του *On the Origin of Species* το 1859, ίσως να μην είχε πλήρη συνείδηση του βάθους της επιρροής του στην επιστημονική εξέλιξη. Σίγουρα όμως, δε θα είχε φανταστεί την επίδραση του έργου του σε ποικίλες εκφάνσεις της ανθρώπινης ζωής, ιδιαίτερα στην Τέχνη. Για τους ιστορικούς της Τέχνης ο δαρβινισμός απέτέλεσε τον μεγαλύτερο διαμορφωτικό παράγοντα του νατουραλισμού, του καλλιτεχνικού κινήματος που έκανε την εμφάνισή του στο τέλος του 19ου αιώνα.

Τα μεγάλα επιστημονικά επιτεύγματα και οι ανακαλύψεις νέων φυτικών και ζωικών ειδών επηρέασαν τη θεώρηση του κόσμου, δίνοντας έμφαση στη σχολαστική παρατήρηση και ερμηνεία των γεγονότων με τις μεθόδους των θετικών επιστημών. Η καλλιτεχνική δημιουργία «ξεχνά» το ρομαντισμό και στρέφεται προς τη Φύση, με την οποία ο άνθρωπος συνδέεται πλέον αναπόσπαστα, ως μέρος της και προϊόν της. Οι νατουραλιστές υιοθετούν μια πιστή καταγραφή της ανθρώπινης κατάστασης στην οποία τα κίνητρα, οι ενέργειες και οι αποφάσεις, απογυμνωμένες από ηθικές κρίσεις, έχουν σχεδόν χαρακτήρα φαινομένων της Φυσιολογίας.

Η λογοτεχνία δεν υπολείπεται αυτών των χαρακτηριστικών. Ο Hippolyte Taine (Ιππόλυτος Τάιν, 1828-1893), φιλόσοφος, ιστορικός και κριτικός, έθεσε ως στόχο να ανακαλύψει τους νόμους που καθορίζουν σύμφωνα με το σχήμα αίτιο-αποτέλεσμα τη λογοτεχνία, όπως και κάθε ζωντανό οργανισμό. Έτσι, διατύπωσε

τη θεωρία ότι οι συνθήκες μέσα από τις οποίες αναδύεται μια λογοτεχνία, δηλαδή η φυλή (la race), το περιβάλλον-φυσικό, κοινωνικό, πολιτικό- (le milieu) και η στιγμή (le moment) προκαθορίζουν τα κυρίαρχα χαρακτηριστικά και την εξέλιξη της λογοτεχνίας αυτής (*Ευρωπαϊκά γράμματα*, 1999, σελ. 484). Για τον Taine, ένα λογοτεχνικό κείμενο πρέπει να θεωρείται έκφραση της ψυχολογίας του ατόμου, η οποία είναι αποτέλεσμα του περιβάλλοντος και της περιόδου στην οποία ζει το άτομο και του γένους στο οποίο ανήκει (Taine, 1880, σελ. 1-36). Επιπρόσθετα, στο έργο του *Η ιστορία της Αγγλικής Λογοτεχνίας* (1864) αναγνωρίζει πως η ανθρώπινη φύση έχει την τάση να εκδηλώνει ψυχικές λειτουργίες όπως φιλοδοξία, θάρρος, ειλικρίνεια, ακριβώς όπως υπάρχει τάση για την πέψη, την μυϊκή κίνηση, τη ζωική θερμότητα.

Λίγο αργότερα, το 1866, στη δεύτερη έκδοση του *Δοκιμίου Κριτικής και Ιστορίας* εξηγώντας το Δαρβίνο προσθέτει: «Το ανθρώπινο ζώο αποτελεί συνέχεια του πρωτόγονου ζώου...το αρχικό μόριο κληρονομείται, και το σχήμα που αποκτάει μεταδίδεται μερικά και βαθμιαία με την κληρονομικότητα...το μόριο εξελίσσεται μόνο κάτω από την επίδραση του περιβάλλοντος του».

Στην Ευρώπη, το έργο του Εμίλ Ζολά, *Thérese Raquin* (1867), θεωρείται το πρώτο νατουραλιστικό μυθιστόρημα: οι αντιδράσεις και οι επιλογές των πρωταγωνιστών παρουσιάζονται να προκαθορίζονται αναπόφευκτα από τυφλές εσωτερικές παρορμήσεις, από «το νευρικό σύστημα και το αίμα τους» που τους εξουσιάζουν και δεν αφήνουν κανένα περιθώριο στην ελεύθερη ανθρώπινη βούληση και ηθική. Ακολούθησαν, ανάμεσα σε άλλα, τα έργα *Νανά* (1880) και *Germinal* (1885). Ο Ζολά στα έργα του στόχευε να δείξει τον καθοριστικό ρόλο του περιβάλλοντος (φυσικού, κοινωνικού) και της κληρονομικότητας στη ζωή του ανθρώπου, του μόνου που δεν ευθύνεται τελικά για την ηθική εξαχρείωση του (*Ευρωπαϊκά γράμματα*, 1999, σελ. 485-486). Το 1880 στο δοκίμιό του *Το πειραματικό μυθιστόρημα* αναπτύσσει την άποψη ότι ο μυθιστοριογράφος δεν πρέπει να αρκείται στην απλή καταγραφή των φαινομένων, αλλά σαν θετικός επιστήμονας, να υποβάλλει σε εξαντλητικό έλεγχο το περιβάλλον και την κληρονομικότητα των ηρώων του, προκειμένου να προσδιορίσει και να περιγράψει τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν τους χαρακτήρες τους. Μάλιστα η πεποίθηση του αυτή τον οδηγούσε να εκτίθεται στις ίδιες συνθήκες με τους ήρωες των μυθιστορημάτων του, προκειμένου να περιγράψει το χαρακτήρα τους και να εξιστορήσει τα πάθη τους (λέγεται ότι πριν ολοκληρώσει το μυθιστόρημά του *Νανά*, μέτρησε τις διαστάσεις του δωματίου μιας πόρνης και επίσης ότι επισκέφθηκε επανειλημμένα τα ορυχεία, προκειμένου να συγγράψει το *Germinal*).

Οι θεωρίες του Δαρβίνου και οι ιδέες για την κληρονομικότητα επηρέασαν τους νατουραλιστές ως προς τη θεώρησή τους για τον άνθρωπο: θέλοντας να αντιταχθούν στην εξιδανικευμένη εικόνα του που είχε σχηματίσει ο ρομαντισμός, τόνιζαν υπερβολικά και εσκεμμένα την προέλευση του από

προγενέστερους ζωικούς οργανισμούς, προβάλλοντας ορμέμφυτα, που τον επέστρεφαν στη πρωτόγονη κατάσταση που λαθροβιούσε μέσα του. Για την τάση τους αυτή κατηγορήθηκαν (και ιδιαιτέρως ο Ζολά) για ανηθικότητα. Η απάντηση όμως που δόθηκε ήταν ότι το μυθιστόρημα αντιπροσωπεύει επιστημονική μελέτη και ως τέτοια ενδιαφέρεται μόνο για την καταγραφή και κατανόηση της ανθρώπινης κατάστασης, όπως στην πραγματικότητα είναι, και συνεπώς βρίσκεται πέραν των ηθικών κριτηρίων, και ως προς το περιεχόμενό του, και ως προς τον τρόπο γραφής¹.

Προκειμένου να ανιχνεύσουμε τους πόλους επιρροής του δαρβινισμού στην ελληνική λογοτεχνία, θα συνοψίσουμε πρώτα σε τρία διακριτά στάδια-επίπεδα τις βασικές αρχές του :

α. **Κληρονομικότητα**, ή η δυνατότητα ορισμένου αριθμού όντων δεδομένου πληθυσμού να αφήνουν αντίγραφα τους όντα, που θα έχουν επίσης την αυτή δυνατότητα -κληροδοτώντας έτσι τα βασικά χαρακτηριστικά τους από γενιά σε γενιά. Σε περίπτωση που τα όντα αναπαράγονται σεξουαλικά, τα βασικά κληρονομούμενα χαρακτηριστικά ανασυνδυάζονται κατά την διαδικασία.

β. **Ποικιλότητα**, ή η ύπαρξη ποικιλίας χαρακτηριστικών μεταξύ των διαφορετικών όντων εντός του πληθυσμού που τελικώς θα έχουν το αποτέλεσμα της διαφορετικής ποιότητας ανταπόκρισης στις περιβάλλουσες συνθήκες.

γ. **Επιλογή**, λόγω αυτής της διαφορετικής ποιότητας ανταπόκρισης -είτε σε επίπεδο απευθείας επιβίωσης, είτε σε επίπεδο ευκολίας ή δυσκολίας εύρεσης συντρόφου για αναπαραγωγή (ή και στα δύο επίπεδα).

Επειδή δηλαδή, δεδομένα χαρακτηριστικά ευνοούνται σε δεδομένο περιβάλλον, έπεται ότι τα όντα ενός πληθυσμού που τα διαθέτουν θα αφήνουν ανά γενεά περισσότερους απογόνους από αυτά που δεν τα διαθέτουν -ώστε αυτά τα χαρακτηριστικά να γίνουν τα κυρίαρχα. Έπεται επίσης, ότι τυχαίες μεταλλάξεις που δίνουν ευνοούμενα χαρακτηριστικά, με τον ίδιο τρόπο, οδηγούν σε διαφοροποιήσεις μεταξύ πληθυσμών -και ειδών².

Στη λογοτεχνία ο δαρβινισμός αξιοποιήθηκε για την ερμηνεία της τάξης, του γένους και της καταγωγής που ήταν καίρια θέματα στα τέλη του 19^{ου} και τις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Ο Νατουραλισμός θεωρεί ότι η εξήγηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς είναι νομοτελειακά προκαθορισμένη από την κληρονομικότητα, τον λεγόμενο βιολογικό ντετερμινισμό και ακολουθεί σύμφωνα με τον Δαρβίνο την εξέλιξη της φύσης. Όροι όπως «βιομορφές», «μεταβολή», «μεταμόρφωση» και «εξέλιξη» γεννήθηκαν τότε -μαρτυρώντας τη διεισδυτικότητα της δαρβινικής συλλογιστικής ακόμη και στο πεδίο της Τέχνης.

¹ Βλ. σχετικά: Δαρβινισμός και Τέχνη, hfr, [26 Ιανουαρίου 2009], ημερ. προσβ. [1-9-2009] από <http://www.biology4u.gr>

² βλ. *Οι Πόλεμοι του Δαρβίνου...* ημ. δημοσ. 2 Νοεμβρίου 2007, ημερ. προσβ. [1-9-2009] από <http://gerontas.wordpress.com>).

Στην Ελλάδα, η υιοθέτηση των δαρβινικών ιδεών έγινε καθυστερημένα. Το έργο του Δαρβίνου *Καταγωγή των Ειδών* εκδόθηκε το 1859. Μόλις 20 χρόνια αργότερα δημοσιεύεται το πρώτο κείμενο του Δαρβίνου στα ελληνικά. Πρόκειται για το *Βιογραφικό σχέδιασμα ενός μικρού παιδός* που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό ποικίλης ύλης *ΕΣΤΙΑ*, τεύχος 104, του 1879. Ο Θ. Χελδράϊχ αντάλλαξε ορισμένες επιστολές με τον Δαρβίνο στις οποίες τον πληροφορεί για την πρώτη μετάφραση του στα νέα Ελληνικά από ένα νέο Κρητικό γιατρό, τον Δρ. Σ. Μηλιαράκη. Η πρώτη μετάφραση της *Καταγωγής των Ειδών* που αποτελεί και το κύριο όχημα της θεωρίας της εξέλιξης, θα γίνει αρκετά αργότερα: μόλις το 1915, από τον Ν. Καζαντζάκη (Κουρουζίδης, 2009).

Στα ελληνικά γράμματα λοιπόν, εκείνοι που ήρθαν σε επαφή νωρίτερα με τις δαρβινικές θεωρίες ήταν όσοι μιλούσαν αγγλικά, γαλλικά ή γερμανικά. Γνωρίζουμε για παράδειγμα, ότι ο Γρηγόριος Ξενόπουλος είχε διαβάσει Δαρβίνο στα Γαλλικά, μάλλον γύρω στα 1880 κατά τη διάρκεια των πανεπιστημιακών του σπουδών. Οι υπόλοιποι περιοριζόνταν σε όποιο απόσπασμα του έργου του, βιογραφία ή κριτική δημοσιευόταν σε ελληνικές εφημερίδες και περιοδικά (Ζαρίμη, 2006). Η Ζαρίμη εντοπίζει ένα από τα πρώτα λογοτεχνήματα με θεματική αναφορά στο πρόσωπο του Δαρβίνου τη χρονιά του θανάτου του (1882) στο φιλολογικό περιοδικό *Μη χάνεσαι* και εικάζει ως δημιουργό του τον ποιητή και γιατρό Π. Νιρβάνα:

«Στροφή 1

Θέλω το μέγα πνεύμα σου Δαρβίνε να υμνήσω
 Όμως ο νους μου σταματά στο τόσο μεγαλείο:
 Αντί εμπρός, η πέννα μου ζητά να στρέψη οπίσω,
 Σαν άλογο που μυριστή στο δρόμο του θηρίου,
 Ή νοιώση άβυσσο εκεί π' ατάραχο βαδίζει,
 Και στέκεται, και χλιμαντρά κι αδιάκοπα αφρίζει!

Στροφή 7

- Μα πώς, ρωτούν, ο τέλειος επλάσθη τελευταίος ;
 - Και άλλοι - πώς ; ο άνθρωπος κατάγετ' από στρείδια ;
 - Και να ! θρησκευτικός αγών βγαίνει στη μέση νέος,
 - Και στο Δαρβίνο ρίχνονται οι ευλαβείς σαν φίδια!
 - Μα για σταθήτε μια στιγμή, θεοσεβείς, σταθήτε,
 - Αν αγαπάτε το θεό, τον Δάρβιν αν μισήτε !

Στροφή 12.

Χιλιάδες έτυχε φοραίς, να ιδήτε, πιο μεγάλη
 Μία σταλαγματιά νερού, τυριού κανένα θρίμμα ;
 Άι δεν γνωρίσατε εκεί του βίου μας την πάλη
 Στου κόσμου του αόρατου το κάθε ένα βήμα ;

Εκεί, εκεί θα νοιώσετε την αλληλοσφαγία,
Εκεί την μεταμόρφωση και τη δημιουργία...

Στροφή 13.

Όλα αλλάζουν, τίποτε αιώνιο δεν μένει,
Ημέρα - νύχτα γίνεται δημιουργία νέα,
Βαδίζουν' όλα, και κανέν το άλλο δεν προσμέναι
Κι όλα κρατούν την **πρόοδο**, στο χέρι τους σημαία...
Ναι, όλοι τρέχετε εμπρός, πάντοτε προχωρήτε,
Και μη σταθιθ' αν ο θεός δεν σας ειπή - Σταθήτε !!»

Στο ποίημα εμπεριέχονται τα κύρια σημεία της πρόσληψης της δαρβινικής θεωρίας: η έριδα θρησκείας και δαρβινισμού, η μεταμόρφωση μέσα από τον αγώνα για επιβίωση, η φυσική επιλογή και η έμφαση στη λέξη «πρόοδος» που μέχρι και τον 20^ο αιώνα ήταν συνώνυμη της «εξέλιξης». Ας σημειώσουμε επίσης λεκτικά σχήματα που υπαινίσσονται τη δαρβινική αντίληψη όπως «κατάγεται», «του βίου μας την πάλη», «μεταμόρφωση», «δημιουργία», «όλα αλλάζουν» κ.α.

Πέραν της ευρύτερης επίδρασης του κινήματος του νατουραλισμού, οι δαρβινικές θεωρίες έδωσαν το ιδιαίτερο στίγμα τους και στο έργο Ελλήνων λογοτεχνών στα τέλη του 19^{ου} και τις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Ξεχωρίζουμε ανάμεσα τους τον Εμμανουήλ Ροΐδη, το Γρηγόριο Ξενόπουλο, τον Αλέξανδρο Παπαδιαμάντη, τον Κωστή Παλαμά, τον Ανδρέα Καρκαβίτσα και τον Ιωάννη Κονδυλάκη.

Ο Ροΐδης μελετούσε τις φυσικές επιστήμες. Ανήκει στους εισηγητές και τους πρώτους οπαδούς του Δαρβίνου και τον κατατάσσει στους μεγαλύτερους σοφούς της ανθρωπότητας, μαζί με τον Αριστοτέλη, τον Νεύτωνα και τον Χέγκελ. Από την εποχή κιόλας της *Πάπισσας Ιωάννας* (1866) εκδηλώνει ζωηρό ενδιαφέρον για την πρόσφατη τότε δαρβινική θεωρία. Παρακολουθεί στενά το σκάνδαλο που προκάλεσε στην Ευρώπη. Μία από τις ιστορίες ζώων που συνέθεσε, η *Ιστορία ενός πιθήκου*, αποτελεί, κατά τον Σίμο Μενάρδο, σύνοψη του δαρβινισμού. Συνολικά η θεωρία-ορόσημο συνδυάζεται με ένα επίμονο θέμα του ροΐδειου έργου και θέμα προσφιλές στην παγκόσμια σάτιρα. Πρόκειται για τη σύγκριση του ανθρώπου με τα ζώα. (Γεωργαντάς, 2004). Γενικότερα, ο Ροΐδης είναι προκλητικός αμφισβητίας και αντισυμβατικός φορέας ενός λόγου –αντίλογου: ως συγγραφέας ενός αντι-μυθιστορήματος (*Η Πάπισσα Ιωάννα*, 1866) και μιας τριανταριάς αντι-διηγημάτων (κυρίως μετά το 1890) που υπονομεύουν το ρομαντισμό και την ηθογραφία. (Μουλάς, 2004).

Ο Ξενόπουλος έπαιξε επίσης, σημαντικό ρόλο στην πρόσληψη του νατουραλισμού στην Ελλάδα τόσο με το άρθρο του στην εικονογραφημένη *Εστία Αι περί Ζολά προλήψεις* το 1890 όσο και με ορισμένα μυθιστορήματά του. Το μυθιστόρημα του Ξενόπουλου *Πλούσιοι και Φτωχοί* κυκλοφόρησε σε συνέχειες στην εφημερίδα *Εστία* (1919) και εκδόθηκε ολόκληρο το 1926. Ο ήρωας του έργου,

Πόπος, αναπτύσσει μία «επιστημονική» θεωρία για τα μάτια των ανθρώπων την οποία στηρίζει σε φυσιογνωμιστικές παρατηρήσεις και στη θεωρία του Δαρβίνου για τη φυσική επιλογή. Χρησιμοποιεί τη θεωρία του για να εξηγήσει την ανισότητα των κοινωνικών τάξεων στις οποίες αναφέρεται ως «ράτσα των πλουσίων» και ράτσα των «φτωχών». Η δική του φτωχή οικογένεια και οι συγγενείς του έχουν χαρακτηριστικά των ματιών των αρνιών: «[...] ήμερα [...] γλυκά [και] αδύνατα μάτια [...] μάτια αρνιών». Αντίθετα, τα μάτια της οικογένειας του Ρουκάκη περιγράφονται με τα χαρακτηριστικά του γερακιού: «Το ίδιο άγρια, το ίδιο δυνατά, το ίδιο κοίταζαν σα να σε φάνε [...] Το σόι λοιπόν [...] Η ράτσα [...] Μήπως, αλήθεια, το γνώρισμά της, η σφραγίδα της, ήταν τ' αλλόκοτα αυτά μάτια;» (Ξενόπουλος, 1926: 39-40). Ο Πόπος επεκτείνει τη θεωρία του για να κατατάξει τους πάντες σε κοινωνικές τάξεις με την υποκειμενική θεωρία του. Αυτό ίσως να αποτελεί και παρωδία της Δαρβινικού έργου *Καταγωγή των ειδών (Origin of Species)*, κατά τη Ζαρίμη (2006). Ο ήρωας του πάντως, αντιλαμβάνεται τον εαυτό του ως κατώτερο λόγω της κληρονομιάς των ματιών του αρνιού και στον αγώνα του για επιβίωση αποτυγχάνει και πεθαίνει.

Το διπολικό σχήμα πλουσίων και φτωχών οδήγησε στην καλλιέργεια της ιδέας ότι ανήκουν σε χωριστές ράτσες. Η ξένη λογοτεχνία είχε ήδη κάνει μία τέτοια προσέγγιση κυρίως με τα έργα των H. G. Well, *The time machine* (1895) και *A modern utopia* (1905), του Jack London *People of the abyss* (1903), και του Francis Galton, *Kantsaywhere* (1910) (Henkin, 1963, σελ.242-246· Richardson, 2003, σελ.21· Pearson, 1897.)

Και στο μυθιστόρημα του Ξενόπουλου *Νικόλας Σιγαλός* (1890) αποκαλύπτεται ο διάλογος του συγγραφέα με το νατουραλισμό. Σε πολλά σημεία του κειμένου γίνονται συχνά αναφορές στο ρόλο της κληρονομικότητας. Επιπρόσθετα, ο αφηγητής-παρατηρητής δίνει λεπτομερή περιγραφή καθημερινών σκηνών με αντικειμενικότητα, ακρίβεια και πιστότητα σχεδόν φωτογραφική. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, το μάθημα φυσιολογίας για τα ούρα και τον ιδρώτα στο αμφιθέατρο της Ιατρικής που τυχαία παρακολουθούν οι ήρωες του μυθιστορήματος³.

Αξίζει να σημειώσουμε τη φυσιοκρατική ερμηνεία των πολιτικών πραγμάτων που δίνεται στη *Μαργαρίτα Στέφα, Ήθη επαρχιακά*. Η πολιτική μετεξέλιξη της αριστοκρατίας αντιμετωπίζεται και ως φαινόμενο φυσικό: «Μετά τήν πτώσιν τῆς μεγάλης Δημοκρατίας καὶ τήν ἔλευσιν τῶν Ἀγγλων, προπάντων δὲ μετὰ τήν ἐθνικὴν Ἐνωσιν, αἱ ἀριστοκρατικαὶ οἰκογένειαι, λείψανα τοῦ παρελθόντος, ἔχασαν μετὰ τῶν προνομίων, σχεδὸν πᾶσαν δύναμιν καὶ ἐπιρροήν. Καὶ ἐκ λόγων φυσιολογικῶν, καὶ ἐκ λόγων ἠθικῶν καὶ πολιτικῶν ἐξέπεσαν καὶ παρήκμασαν ὀλοτελῶς αἱ περισσότεραι καὶ πρὸ τοῦ ἀλαλάξαντος ἐπὶ τῇ ἐλευθερίᾳ του λαοῦ,

³ βλ. σχετικά ιστοσελίδα της Πύλης για την Ελληνική Γλώσσα, Ανθολογία νεοελληνικής λογοτεχνίας 19^{ος}-20^{ος} αιώνας, ημερ. πρόσβασης [1-9-2009], www.greek-language.gr

ἀπέκρουψαν κατησχυμέναι ράκη μεγαλείου καὶ ἐπιμονῆς. Εἶδον ἑαυτὰς ἀντικαθισταμένας ἐν τῇ ἀρχῇ καὶ τῇ δυνάμει καὶ τῇ ἐπιβολῇ ὑπὸ βλαστῶν νέων, ἀγενῶν, ἀλλὰ μεστῶν ζωῆς καὶ μέλλοντος, ἐκ τοῦ ζωοποιῦ χυμοῦ τῶν ὁποίων ἐδέησε νὰ μεταλάβουν καὶ νὰντλήσουν νέας δυνάμεις». Κι σε αὐτὸ το ἔργο παρατηρεῖται ἡ κληρονομικὴ διάκριση ἀνάμεσα σε αριστοκράτες καὶ φτωχοὺς. Ὁ ἥρωας τοῦ Ξενόπουλου, Τοκαδέλος, ἀν καὶ εἶναι πλέον πολὺ φτωχὸς δε χάνει τὸ κύρος τοῦ καὶ τὴν ἀναγνώριση ἀπὸ τοὺς ὑπόλοιπους πλουσίους ευγενεῖς: εἶναι ἓνας ἀπὸ αὐτούς: «ὁ πτωχότερος μὲν, ἀλλὰ τοῦ ὁποίου ἀρχαιοτάτη ἦτο ἡ εὐγένεια καὶ αἱ οἰκογενειακαὶ παραδόσεις ἐφέροντο πλήρεις ἰσχύος καὶ λαμπρότητος ὑψηλότεραι καὶ τυραννικώτεραι ὄλων. Ἐπειτα καὶ ἐκεῖνοι, μὲ τοὺς περισσοτέρους τῶν ὁποίων στενωῶς ἐσυγγένευε, δὲν ἔπαυσαν νὰ τὸν ἀναγνωρίζουν καὶ νὰ τὸν ἐκτιμοῦν. ὁ πτωχότερος μὲν, ἀλλὰ τοῦ ὁποίου ἀρχαιοτάτη ἦτο ἡ εὐγένεια καὶ αἱ οἰκογενειακαὶ παραδόσεις ἐφέροντο πλήρεις ἰσχύος καὶ λαμπρότητος ὑψηλότεραι καὶ τυραννικώτεραι ὄλων. Ἐπειτα καὶ ἐκεῖνοι, μὲ τοὺς περισσοτέρους τῶν ὁποίων στενωῶς ἐσυγγένευε, δὲν ἔπαυσαν νὰ τὸν ἀναγνωρίζουν καὶ νὰ τὸν ἐκτιμοῦν» (Ξενόπουλος, 1893:36-39).

Ἡ Φόνισσα τοῦ Ἀλέξανδρου Παπαδιαμάντη ἐγείρει πολλὰς ἀντικρουόμενες ἀπόψεις γιὰ τὴ σχέση της με τὶς δαρβινικὰς ἀντιλήψεις (Ζαρίμη, 2006). Ἡ Φραγκογιαννοῦ, ἡ Χαδούλα, σκοτῶνει συστηματικὰ ὅλα τὰ νεογέννητα κορίτσια τοῦ νησιοῦ της γιὰ κοινωνικοὺς καὶ οικονομικοὺς λόγους. Λειτουργεῖ ὡς δύναμη φυσικῆς ἐπιλογῆς γιὰ νὰ μειωθεῖ ὁ γυναικεῖος πληθυσμὸς. Ἡ Κίτση-Μιτάκου βλέπει στὴν ἡρώϊδα τὴν ἐνσάρκωση τοῦ δαρβινικοῦ καὶ τοῦ χριστιανικοῦ νόμου καὶ ἰσχυρίζεται ὅτι ὁ Παπαδιαμάντης ἐπηρεάστηκε ἀπὸ τὸ ἔργο τοῦ T.R. Malthus, *Essay on the principle of population* (1797), ποῦ ἐπέδρασε καὶ στὸ δαρβινικὸ ἔργο (Kitsi-Mitakou, 2005, σελ. 192-193). Ἀξίζει νὰ σημειωθεῖ πὼς ὁ Δαρβίνος πραγματεύεται τὸ θέμα τῆς θανάτωσης παιδιῶν θηλυκοῦ γένους σε πρωτόγονους πολιτισμοὺς ὡς μορφή τεχνητῆς ἐπιλογῆς γιὰ οικονομικοὺς λόγους (Darwin, 1871. σελ. 364).

Ἐχει υποστηριχθεῖ πὼς τὸ ποιητικὸ ἔργο τοῦ Κωστή Παλαμά ἀναδύονται στοιχεῖα ἐπιρροῆς τῶν θεωριῶν τῆς βιολογικῆς ἐξέλιξης, τοῦ νέο-δαρβινισμοῦ καὶ τοῦ Herbert Spencer (Ἀποστολίδου, 1992:94). Ἐνδεικτικὰ, ἐπιλέξαμε τὸ ἀπόσπασμα «Ἡ Ἀγάπη», στὸ ποιητικὸ ἔργο *Ὁ δωδεκάλογος τοῦ Γύφτου* (Λόγος Τρίτος) (Κ. Παλαμάς : 59-71):

«Γιατὶ κάτι ξέρω, κάτι
νὰ σοῦ δώσω ἔχω κι ἐγώ·
ἄδεια στέκεται μιὰ στάμνα
στὸ βαθὺ μπροστὰ νερό,

καὶ θὰ στὴ γιομίσω. Ξέρω
τὴν πανώρια μουσικὴ·

θὰ τὴ ζήσης θεῖα μαζί μου
στὸ δικό μου τὸ βιολί.

Σάρκα ἢ μουσικὴ θὰ γίνῃ
μὲ τὴν πλάστρα μας φωτιά,
κι ἀπὸ μᾶς θὰ γεννηθοῦνε
τὰ ψεγάδιαστα παιδιὰ,

πὸ ὅμοια τοὺς θὰ σπεύρουν κι
ἄλλα,
κι ὅ,τι γύρω τοὺς ἀχνό,
ἄρρωστο, ἄσκημο, θὰ ρέψη
στὸν ἀφανισμό.

Τῆς χαρᾶς θὰ λάμψη ὁ Νόμος
πὸ προστάζει, βασιλιᾶς
"φτάνει νὰ εἶσαι ἀπὸ ὑγεία
κι ἀπὸ δύναμη· νικᾶς!"

Κι ὁ ἄνθρωπος μέσα στὰ θάμψη
τῆς ἀκέριας νέας ζωῆς
θὰ εἶναι πάντα ἢ κυβερνήτης

ἢ τραγουδιστής.

.....
Ὡ φωλιές! Ὡ ἀηδόνια! Πᾶνε

.....
Περδικόστηθη Τσιγγάνα,
ὦ μαγεύτρα, πὸ μιλεῖς
τὰ μεσάνυχτα πρὸς τᾶστρα
γλῶσσα προσταγῆς!

Στὰ μεστὰ στὰ νικηφόρα
στήθια σου ἡῦρα μοναχὰ
τῆς γυναίκας τὴν ἀπάτη
καὶ τῆς σάρκας τὴ σκλαβιά,

Στο παραπάνω ποίημα του Παλαμά εμπεριέχονται αρκετά σημεία της πρόσληψης της δαρβινικής θεωρίας από τη λογοτεχνία: η κληρονομικότητα κι η επιλογή των θετικών χαρακτηριστικών στους απογόνους, η κυρίαρχη δύναμη του ενστίκτου.

Ακολουθώντας τα δαρβινικά-νατουραλιστικά μοτίβα, ο Α. Καρκαβίτσας δημιουργεί τον Ζητιάνο, ένα ζοφερό πίνακα της ελληνικής πραγματικότητας του καιρού του όπου το κακό όχι μόνο μένει ατιμώρητο, μα και θριαμβεύει. Ο συγγραφέας παρατηρεί αποστασιοποιημένος τα περιστατικά που ξεδιπλώνονται μπροστά του, (ξυλοδαρμός του ζητιάνου από τον τελωνοφύλακα) και διατυπώνει μια υπόθεση για τα αίτια του: «ο Βαλάχας περισσότερο δεν έχωνε τους ζητιάνους [...] Γυρίζει τα σπίτια και απλώνει το χέρι σε κάθε διαβάτη») και πειραματίζεται με τις συνθήκες που προκαλούν στους χαρακτήρες του τη συγκεκριμένη παθολογική συμπεριφορά ώστε να επαληθεύσει την αρχική του υπόθεση («και ο τελωνοφύλακας εξακολούθησε το νευρικό του περπάτημα [...] Τι θες μωρέ ψυχοβγάλη [...] Στην τόσην επιμονήν του ζητιάνου έχασε την υπομονήν του»).

Ταυτίζοντας την τέχνη του με την επιστήμη του ως ιατρού δίνει έμφαση στην κλινική μέθοδο και μελετά την ηθική συμπεριφορά των προσώπων για να δείξει ότι είναι δέσμια εξωτερικών δυνάμεων: «Η κόρη με το πρώτο ψέλλισμα των ονομάτων της οικογένειας έμαθε να ψελλίζει και του αντρός της το όνομα [...] και τόσον είχε τα αισθήματα συγχυσμένα μέσα της, ώστε δεν ημπορούσε να διακρίνη αν εξητούσε τούτο για να αποχτήση τον άπιστον εραστήν η για να τιμωρήση μισητήν αντίζηλο».

Οι άνθρωποι υφίστανται τις καταστροφικές συνέπειες της κληρονομικότητας. Ο ήρωας είναι ο διάδοχος της οικογενειακής παράδοσης στο επάγγελμα της

επαιτείας, γεννήθηκε κι ανατράφηκε γι' αυτό το σκοπό: «...εκοίταζεν αφαιρεμένος ένα μετά τ' άλλο τα κρεμασμένα τρόπαια και ο σεβασμός επλημμύριζε την καρδιά του.[...] Πόσα υπόφεραν οι δύστυχοι για να φέρουν εκεί που έφεραν την οικογένεια τους»). Κυρίως όμως οι γυναίκες, θύματα προλήψεων και δεισιδαιμονιών κουτοπόνηρες κι ευκολόπιστες ασφυκτιούν μπρος στην προκαθορισμένη μοίρα που τις κληροδότησε η μητέρα τους και θέλουν να δώσουν τέλος σ' αυτή την κληρονομική διαδοχή του κακού. «Θέλω σερνικό παιδί. Μπορείς να μου δώσεις σερνικό παιδί;».

Επιπλέον το κείμενο παρουσιάζει ένα πλήθος από εικόνες και λέξεις του ζωικού βασιλείου επιβεβαιώνοντας τη ρηξικέλευθη θέση του νατουραλισμού ότι τα είδη των ζώων από όπου κατάγεται ο άνθρωπος εξελίσσονται σύμφωνα με μια διαδικασία φυσικής επιλογής, κατά την οποία επικρατούν τα δυνατότερα. Το χαρακτηριστικότερο παράδειγμα αυτής της επιβολής του ισχυρού στον ανίσχυρο αποτελεί ο αποτρόπαιος φόνος των ανυπεράσπιστων βρεφών από τον ίδιο τους τον πατέρα (Ζαρίμη, 2006). Κάτω από τις επιδράσεις των αρχών του νατουραλισμού ο Καρκαβίτσας προχωρεί «εις την αντιγραφήν της φυσικής ζωής των ενστίκτων της ζωής της άξεστου φθάνει σχεδόν τον Ζολά με τόσην ευκολίαν χρωματίζει τας εικόνας του» (Κ. Παρρέν, *Ο Ζητιάνος*, στο Μαστροδημήτρης, 1980, σελ.51). Με τη χρήση ενός πλούσιου λεξιλογίου στη θεσσαλική διάλεκτο ο συγγραφέας αποδίδει πιστότερα τον κόσμο που αναπαριστά.

Νατουραλιστικά στοιχεία εντοπίζονται και στο μυθιστόρημα του Κονδυλάκη *Οι Άθλιοι των Αθηνών*, το οποίο όμως βρίθει από υπερβολές και ρομαντικά κατάλοιπα σε τέτοιο βαθμό ώστε να μοιάζει με λαϊκό ανάγνωσμα (Πολίτης 2003, σελ.216). Εδώ, η επιβολή του ισχυρού στον ανίσχυρο και η αφήγηση των πράξεων των ηρώων δίχως ηθικοπλαστικούς χαρακτηρισμούς εκ μέρους του αφηγητή προσδίδουν δαρβινικά ίχνη στη νατουραλιστική θεώρηση του συγγραφέα. Η φτωχή Μαριώρα έρχεται αντιμέτωπη με την υστερόβουλη προθυμία του αστυνόμου και του πολιτικού Σταρόπουλου να τη διευκολύνουν έναντι ανταλλαγμάτων. Τα ταπεινά κίνητρα τους βρίσκουν εξήγηση από την εν γένει ψυχογραφία των ηρώων. Το κακό μένει ατιμώρητο (η Μαριώρα δεν μπορεί να πείσει τη σύζυγο του πλούσιου κυρίου της για τους ανήθικους σκοπούς του) και οι δυνατοί επιβάλλονται. Από την άλλη, η σύζυγος του Σταρόπουλου, πλούσιου, υποκριτή και εκμεταλλευτή, «τον ηγάπα με την δειλήν αγάπην, ην εμπνέει η φυσική και η ηθική ισχύς εις τα ασθενή πλάσματα» (Κονδυλάκης, 1914: 79–115).

Ισχυρότερα στοιχεία επιρροής των δαρβινικών θεωριών θα αλιεύσει ο αναγνώστης στον Πατούχα του Ι. Κονδυλάκη. Όταν ο Πατούχας επιστρέφει στο πατρικό του σπίτι μετά από μακρά παραμονή στο βουνό, ο πατέρας του είναι πεπεισμένος πως κίνητρο του γιου του είναι η παντοδυναμία του γενετήσιου ενστίκτου: «Μωρέ, δε φεύγει, δεν ήρθε αυτός για να φύγη. Το πράμα που τον είχε τραβήξει αυτή τη φορά στο χωριό ήτονε πολύ δυνατό, παντοδύναμο». Στο

μυθιστόρημα γίνεται επίσης ξεκάθαρα λόγος για την κληρονομικότητα κοινωνικών και ψυχικών χαρακτηριστικών που κάνουν διακριτούς τους ραγιαδες από τους τούρκους: «Οί Χριστιανοί δὲν ἦσαν μὲν οἱ πρὸ τοῦ 21 ραγιαδες, εἶχον ὅμως ἀκόμη ὅπωςδῆπτε τὸ συναίσθημα τοῦ θέσει ὑποδεεστέρου, και τοῦ συναισθήματος τούτου ἢ ἀντανάκλασις ἐφαίνετο εἰς τὴν φυσιογνωμίαν αὐτῶν ὅσον και ἂν ἤθελον νὰ τὴν κρύψουν. Ἐκ τῆς γενεᾶς, ἣτις εἶχε γνωρίσει τοὺς «μαύρους χρόνους τῆς σκλαβιάς», ἔζων ἀκόμη τόσο πολλοί, ὥστε νὰ μεταδίδουν και εἰς τὴν φυσιογνωμίαν τῆς νεωτέρας γενεᾶς κάτι τι ἀπὸ τὴν κατήφειαν και τὴν συστολὴν τῆς ἐποχῆς ἐκείνης, μολονότι αὐτοὶ πάλιν ἦσαν οἱ πρῶτοι τολμήσαντες νὰ ἐξεγερωθῶσι κατὰ τοῦ φοβεροῦ δεσπότη και παρασκευάσωσιν εἰς τοὺς νεωτέρους τὴν σχετικὴν ἄνεσιν τὴν ὁποίαν εἶχον». Στην κληρονομικότητα ἐρχεται νὰ προστεθεῖ και ἡ περιβαλλοντικὴ επιρροή που διαμορφώνει το εἶδος, τῆ ράτσα: «Ὁ Μανώλης, ἂν ἐγνώριζεν ἀπὸ τὴν θρησκείαν ἐλάχιστα πράγματα, ἀπὸ τὴν ἱστορίαν ὅμως ἐγνώριζεν ἀρκετά, ὥστε νὰ ἐννοῇ αὐτὰ τὰ αἰσθήματα, τὰ ὁποῖα ἄλλως ἦσαν εἰς τὸ αἷμα του, ὅπως ἦσαν εἰς τὸ αἷμα ὄλων τῶν Κρητῶν. Μὲ τὸ γάλα τῆς μητρὸς του εἶχε θηλάσει τὸ μῖσος και τὴν ἐκδίκησιν κατὰ τῶν Τούρκων». Επιπρόσθετα, γίνεται σαφὴς υπαινιγμὸς στην κοινὴ καταγωγὴ του ἀνθρωπίνου εἶδους: «Ἀδύνατον νὰ φαντασθῆ ἄνθρωπος ὅτι εἰς τὸ εἰδύλλιον ἐκεῖνο ἐνήδρευε μῖσος θανάσιμον μεταξὺ δύο λαῶν, τοὺς ὁποῖους ἐχώριζεν ἢ θρησκεία, ἀλλ' ὄχι και ἡ καταγωγὴ, και οἵτινες εὐκαιρίαν ἐζήτουν ν' ἀλληλοφαγωθοῦν». (Κονδυλάκης, 1961: 74-89).

Απὸ τὴ δειγματοληπτικὴ μας ἐρευνα στα νεοελληνικά κείμενα, θα μπορούσαμε νὰ συνοψίσουμε τοὺς κεντρικοὺς πόλους επιρροῆς του δαρβινισμοῦ ὡς εξής:

A. Επιστημονικὴ ἀντίληψη για τὴ λογοτεχνία:

- σκηνές με ἀντικειμενικότητα, ἀκρίβεια και πιστότητα
- ο λογοτέχνης, σαν θετικὸς επιστήμονας, υποβάλλει σε ἐξαντλητικὸ ἐλεγχὸ το περιβάλλον και τὴν κληρονομικότητα των ηρώων του.

B. Ἡ παντοδυναμία τῆς φύσης και τοῦ περιβάλλοντος:

- έντονη παρουσία τοῦ ζωικοῦ και φυτικοῦ βασιλείου στα λεκτικά σχήματα και τις εικόνες
- φυσιοκρατικὴ ἐρμηνεία των πράξεων και των γεγονότων
- φυσιογνωμιστικὲς παρατηρήσεις και κατάταξη σε εἶδη, τάξεις, ράτσες
- κληρονομικότητα των χαρακτηριστικῶν, βιολογικὸς ντετερμινισμὸς
- ἡ ἐπιλογή των θετικῶν χαρακτηριστικῶν στους ἀπογόνους: ἐξέλιξη, μεταμόρφωση, πρόοδος
- κληρονομικὸ διπολικὸ σχῆμα πλούσιων και φτωχῶν
- ἡ περιβαλλοντικὴ ἐπίδραση διαμορφώνει το εἶδος
- ἡ φυσικὴ ἐπιλογή ὀρίζει τὴν ἐπιβίωση τοῦ εἶδους

Γ. Ζητήματα απουσίας ηθικής:

- τυφλές εσωτερικές παρορμήσεις, κυρίαρχη δύναμη του ενστίκτου
- σύγκριση του ανθρώπου με τα ζώα
- το κακό όχι μόνο μένει ατιμώρητο, μα και θριαμβεύει
- επιβολή του ισχυρού στον ανίσχυρο.

Οι παραπάνω πόλοι θα αξιοποιηθούν ως υποενότητες στην ανάρτηση ενός ιστολογίου στο πλαίσιο διαθεματικού μαθήματος για τη δαρβινική επίδραση στη λογοτεχνία. Η μαθητική τάξη λειτουργώντας ομαδοσυνεργατικά δημιουργεί ένα ιστολόγιο επικοινωνίας στο διαδίκτυο με στόχο την ανταλλαγή απόψεων για τα αναρτημένα λογοτεχνικά κείμενα που παρουσιάζουν δείγματα δαρβινικής επιρροής. Επιπλέον καλεί τους bloggers να προσφέρουν νέα παραδείγματα-αποσπάσματα από τα προσωπικά τους αναγνώσματα ώστε να διαμορφωθεί μία τράπεζα δεδομένων. Παράλληλα παραπέμπει τους αναγνώστες της σε άλλους δικτυακούς τόπους για περαιτέρω έρευνα. Προτείνονται για παράδειγμα, η Πύλη για την Ελληνική γλώσσα (<http://www.greek-language.gr>) που διαθέτει ανθολόγηση νεοελληνικής λογοτεχνίας του 19^{ου}-20^{ου} αιώνα, το Σπουδαστήριο του Νέου Ελληνισμού (<http://www.snhell.gr/>) που προσφέρει πλούσιο ψηφιακό υλικό κειμένων και αναγνώσεων νεοελληνικών έργων και η ψηφιακή συλλογή του Πανεπιστημίου του Cambridge μέσω του ιστοχώρου *Charles Darwin Online* (<http://darwin-online.org.uk/>) που περιλαμβάνει 20.000 ντοκουμέντα και 90.000 ψηφιακές εικόνες μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται το προσωπικό ημερολόγιο του Δαρβίνου, τα προσχέδια της θεωρίας της εξέλιξης, αποκόμματα εφημερίδων, κριτικές για τα βιβλία του κ.α.

Η εκπαιδευτική αυτή χρήση του ιστολογίου ακολουθεί τον βασικό επικοινωνιακό του χαρακτήρα: *writing is monologue; blogging is conversation* (W. Richardson)⁴. Ένα ιστολόγιο είναι μια διαδικτυακή έκδοση που θυμίζει πολύ προσωπικό ημερολόγιο. Ενημερώνεται συχνά και περιλαμβάνει σκέψεις και συνδέσμους με άλλες ιστοσελίδες. Οι έρευνες που έχουν γίνει αντιμετωπίζουν τα ιστολόγια είτε ως περιβάλλοντα που υποστηρίζουν τη γλωσσική διδασκαλία, είτε ως πρακτική γραμματισμού είτε ως κοινωνικές πρακτικές με τη διαμόρφωση εγγράμματων ταυτοτήτων (Παυλίδου, 2008). Ολοένα και περισσότεροι εκπαιδευτικοί σε όλο τον κόσμο δείχνουν ένα ενδιαφέρον για τα ιστολόγια και πολλοί είναι αυτοί που τα εντάσσουν στη σχολική τάξη εκμεταλλευόμενοι την παιδαγωγική τους αξία (ομαδική εργασία, επικοινωνία με άλλους) (Δαπόντες, 2007). Η έρευνα των εκπαιδευτικών ιστολογίων της δυτικής Ευρώπης από το Δαπόντε συνοψίζει τους λόγους δημιουργίας τους στα παρακάτω (Δαπόντες 2008): επικοινωνία με τους άλλους, βοήθεια στους μαθητές και υποστήριξη διδασκαλίας, δημόσια προβολή μιας συλλογικής εργασίας, προσωπική έκφραση,

⁴ βλ. σχετικά : <http://willrichardson.wikispaces.com/>

έκφραση δημόσιας διαμαρτυρίας, υποστήριξη από ειδικούς, ημερολόγιο μαθημάτων, ενημέρωση γονέων, αδελφοποίηση σχολείων και Ευρωπαϊκά προγράμματα, παρακίνηση μαθητών για μελέτη, κριτική των προγραμμάτων σπουδών και τέλος, διαφάνεια του σχολείου στην κοινότητα.

Όπως άλλωστε ανέδειξε ο Huffaker (2005), με τη χρήση των ιστολογίων προωθείται τόσο η ατομική όσο και η κοινωνική μάθηση, δεδομένου ότι τα παιδιά έχουν τη δυνατότητα της αυτοέκφρασης μέσω της συγγραφής κειμένων που δημοσιεύονται στο ιστολόγιο τους, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να σχολιάζουν τα κείμενα άλλων παιδιών, προσφέροντας έτσι ανατροφοδότηση στο γραπτό λόγο τους. Είναι δηλαδή, δυνατό να αναπτυχθούν οι γνωστικές και μεταγνωστικές δεξιότητες μέσα σε ένα πλαίσιο διαθεματικότητας. Αρκετοί ερευνητές όπως οι Duffy & Bruns (2006) έχουν ήδη στηρίξει την εκπαιδευτική χρήση των ιστολογίων παρουσιάζοντας ανάμεσα στις ποικίλες εκπαιδευτικές τους ωφέλειες, την κριτική και αναλυτική σκέψη, τη δημιουργική και συνεργατική μάθηση.

Για όσους αναρωτηθούν αν πρέπει να «αφήσουμε» το μάθημα της λογοτεχνίας στους χρήστες του διαδικτύου και την παντοδυναμία της εικόνας, αξίζει να αναφέρουμε την πρόσφατη έρευνα των Hering et al. (2006) οι οποίοι εξετάζουν τις αλλαγές που παρατηρούνται στο γραμματισμό με τη χρήση του νέου αυτού μέσου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας τους, ενώ αυξάνεται ο βαθμός της πολυτροπικότητας των κειμένων εξαιτίας του διαδικτύου, αυτό που παρατηρείται στα ιστολόγια είναι η αύξηση του γραπτού λόγου.

Σημαντικά σημεία που οφείλουν πάντως, να προσέξουν οι δημιουργοί του προτεινόμενου εκπαιδευτικού ιστολογίου με διαθεματική εφαρμογή στη λογοτεχνία και το δαρβινισμό είναι αφενός η συχνή ενημέρωση του ιστολογίου (διαφορετικά αυτοακυρώνεται η λειτουργία του ως διαδικτυακού ημερολογίου) και αφετέρου ο σεβασμός στο μορφωτικό αγαθό και τα ανθρώπινα δικαιώματα γενικότερα. Από το γαλλικό υπουργείο Παιδείας προτείνεται για παράδειγμα, να διαμορφώνουν οι μαθητές της δικής τους «Χάρτα Καλής Χρήσης του Διαδικτύου» η οποία θα αποτελεί και ένα είδος εσωτερικού κανονισμού⁵ που θα δεσμεύει τους χρήστες.

⁵ βλ. σχετικά: <http://educnet.education.fr/legamedia/faq.htm>
και <http://www2.educnet.education.fr/sections/lettres/pratiques5675/blogs/decouvrir8041>

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Αποστολίδου, Β. (1992). *Ο Κωστής Παλαμάς ιστορικός της νεοελληνικής λογοτεχνίας*, Αθήνα: Θεμέλιο.
- Γεωργαντά, Α.(2004). Από τον Αριστοτέλη στο Δαρβίνο. Εφημ. *Το Βήμα της Κυριακής*, 11 Ιανουαρίου 2004.
- Δαπόντες, Ν. (2007). Το ιστολόγιο (blog): μόδα ή «παιδαγωγικό εργαλείο»; [18-11-2007] στο *Εκπαιδευτική αρθρογραφία*, ημερ. προσβ. [1-9-2009] από <http://users.thess.sch.gr/salnk/arthra/arthra33.htm>
- Δαπόντες, Ν. (2008). Το ιστολόγιο (blog): μόδα ή «παιδαγωγικό εργαλείο»; (Μέρος II). [16-4-2008]. ημερ. προσβ. [1-9-2009] από <http://www.dapontes.gr>
- Darwin, Ch. (1859). *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*, London/ (1968). John Burrow. Penguin Group, Harmondsworth.
- Darwin, Ch. (1871). *The descent of Man*,... 2 vols., London : J. Murray.
- Δαρβίνος, Κ. (1915). *Περί της γενέσεως των ειδών*, μτφ. Ν. Καζαντζάκη. Αθήνα: Φέξης.
- Δαρβίνος, Κ. (1879). Βιογραφικό σχέδιασμα ενός μικρού παιδός. *ΕΣΤΙΑ*. τεύχος 104.
- Duffy P. & Bruns, A. (2006). The use of Blogs, Wikis and RSS in Education: A conversation of Possibilities. *Proceedings Online Learning and Teaching Conference*. Brisbane: OLT.31-38.
- Ευρωπαϊκά γράμματα, Ιστορία της Ευρωπαϊκής λογοτεχνίας* (1999). Διεύθυνση έκδοσης: A. Benoit-Dusauroy & G. Fontaine, τόμος Β'. Αθήνα: Σοκόλη.
- Dock (1882). Δαρβίνος, *Μη Χάνεσαι*, τόμος 3: 289: 1-10.
- Henkin, L. J. (1963). *Darwinism in the English novel 1860 -1910: the impact of evolution on Victorian fiction*, New York: Russell & Russell.
- Καρκαβίτσα, Α. (1897). *Θεσσαλικές εικόνες· Ο Ζητιάνος*. Αθήνα: Εστία/ (1925) (γ' εκδ., επιδιορθωμένη, Αθήνα: Κολλάρος.
- Kitsi-Mitakou, K. (2005). Aquatic spaces and women's places: a comparative reading of George Eliot's *The mill on the floss* and Alexandros Papadiamantis' *Η φόνισσα*. *Byzantine and Modern Greek Studies*, vol. 29: 2:187-202.
- Κονδυλάκης, Ι. (1895). *Οι Αθλιοι των Αθηνών*. Αθήνα: Ζανουδάκης. (1914). *Οι Αθλιοι των Αθηνών*. Αθήνα: Ιωάννη Τσορώνη.
- Κονδυλάκης, Ι. (1916). *Ο Πατούχας*. Αθήνα: Φέξης/ *Ο Πατούχας, Τα Άπαντα*, τόμος Β', Αθήνα: Αηδών, 1961 (β' έκδοση).
- Κορασίδου, Μ. (1995). Οι άθλιοι των Αθηνών και οι θεραπευτές τους: φτώχεια και φιλανθρωπία στην ελληνική πρωτεύουσα τον 19^ο αιώνα. *Ιστορικό Αρχείο Ελληνικής Νεολαίας: Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς*: 29. Αθήνα: Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών (Κέντρο Νεοελληνικών Ερευνών).
- Κουρουζίδης, Σ. (2009). Η υποδοχή της εξελικτικής θεωρίας στην Ελλάδα. Εφημ. *Η Αυγή*, 03/05/2009.
- Κριμπά, Κ. (1993). Ο Δαρβινισμός στην Ελλάδα. Τα πρώτα βήματα: η αλληλογραφία Χελδράιχ-Δαρβίνου, Μηλιαράκης, Νικολαΐδης, Ζωχιός, Σουγκράς. *Θραύσματα κατόπτρου*. Αθήνα: Θεμέλιο: 81-108.
- Κριμπά, Κ. (1984). Ο δαρβινισμός στην Ελλάδα, τα πρώτα βήματα: η αλληλογραφία Χελδράιχ - Δαρβίνου, περιοδικό *Τα ιστορικά*, τ. 2, Δεκ. 1984: 335-348.
- Μαστροδημήτρης, Π. Δ. (1980). *Ο Ζητιάνος του Καρκαβίτσα*, Αθήνα: Καρδαμίτσας.
- Μουλάς, Π. (2004). Ο δαίμων της μοιχείας. *Βιβλιοθήκη*, Εφημ. *Ελευθεροτυπία*, 4 Ιουνίου 2004.
- Μπακουνάκης, Ν. (2007). Το πνεύμα του Ζορμπά. Εφημ. *Το Βήμα*, *Βιβλία*, 1.7.2007 .
- Μπαλούμης, Ε. (1999). *Ανδρέας Καρκαβίτσας ο ανατόμος της λαϊκής κοινότητας*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

- Ξενόπουλος, Γρ. (1926). *Μια κοινωνική τριλογία: Πλούσιοι και φτωχοί, Τίμιοι και Άτιμοι, Τυχεροί και Άτυχοι*. Αθήνα: Κολλάρος.
- Ξενόπουλος, Γρ. (1890). *Νικόλας Σιγαλός*. Αθήνα: Κορίννης.
- Ξενόπουλος, Γρ. (1893). *Μαργαρίτα Στέφα*. *Εικονογραφημένη Εστία* 29. Ιούλιος–Δεκέμβριος:36–39./ (1906). *Μαργαρίτα Στέφα*. Αθήνα: Κολλάρος.
- Παπαδιαμάντης, Α. (1912). *Η Φόνισσα και πέντε άλλα διηγήματα*. Αθήνα: Φέξης.
- Παλαμάς, Κ. (1907). *Ο Δωδεκάλογος του Γύφτου*. Αθήνα: Εστία.
- Παπαθανασόπουλος, Θ. (1990). Ο αληθινός Ζητιάνος του Καρκαβίτσα. *Νέα Εστία*, τομ. 128: τεύχος 1517 (Σεπτέμβριος). Αθήνα.
- Παυλίδου, Μ. (2008). Πρακτικές ψηφιακού γραμματισμού και χρήση των ιστολογιών (blogs): Βιβλιογραφική επισκόπηση, 1^ο Εκπαιδευτικό Συνέδριο «Ενταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία»: Νάουσσα.
- Πολίτη, Τζ. (1996). Δαρβινικό κείμενο και Η φόνισσα του Παπαδιαμάντη. *Συνομιλώντας με τα κείμενα*, Αθήνα: Αγρα: 155-181.
- Pearson, K. (1897). *The life, letters, and labours of Francis Galton*, 4 τόμοι. London: Edward Arnold.
- Richardson, A. (2003). *Love and eugenics in the late nineteenth century: rational reproduction and the New Woman*. Oxford: Oxford University Press.
- Ροΐδης, Ε. (1866). Η Πάπισσα Ιωάννα. Αθήνα: τυπ. Ιωαν. Κασσανδρέως και Σίας./ (2005). *Η Πάπισσα Ιωάννα*. Εισαγωγή-επιμέλεια Δ. Δημηρούλης. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Ροΐδης, Ε. (1996). *Ιστορίες με ζώα*. Αθήνα: Επικαιρότητα.
- Taine, H. (1864). *Histoire de la littérature anglaise*, 4 vol. / (1880) *History of English Literature*, τόμ. 1, London: Chatto & Windus.
- Taine, H. (1857), 2^η εκδ/ (1874). 3^η εκδ. *Essais de critique et d'histoire*. Paris: Hachette.
- Υπουργείο Παιδείας Γαλλίας, *Χάρτα Καλής Χρήσης του διαδικτύου*, <http://educnet.education.fr/legamedia/faq.htm> [1-9-2009] και <http://www2.educnet.education.fr/sections/lettres/pratiques5675/blogs/decouvrir8041>
- Zarimi, M. (2006). Darwinism in modern Greek literature and a re-reading of Grigorios Xenopoulos' Πλούσιοι και φτωχοί. Γ' συνέδριο Της Ευρωπαϊκής εταιρείας Νεοελληνικών σπουδών ημερ. προσβ. [1-9-2009] από το <http://www.eens-congress.eu/>
- Zola, É. (1997). "Préface de la deuxième édition" *Thérèse Raquin*. Paris: Livre de Poche.
- Zola, É. (1880). *Germinal*. G.Charpentier. Paris: Les Rougon-Macquart.
- Zola, É. (1885). *Nana*. G.Charpentier. Paris: Les Rougon-Macquart.

Μέρος Δ

Η θεωρία της εξέλιξης
στην Ελληνική πραγματικότητα

Γιατί ο Δαρβίνος έχει θέση στα σχολεία μας

Λευτέρης Ζούρος

Ομότιμος Καθηγητής, Τμήμα Βιολογίας
Πανεπιστήμιο Κρήτης
Αντεπιστέλλον Μέλος της Ακαδημίας Αθηνών

Η εξέλιξη της ζωής είναι ένα γεγονός. Είναι το κύριο χαρακτηριστικό της ζωής και αποτελεί τη βάση της ενοποίησης όλων των κλάδων της βιολογίας και των επιστημών που στηρίζονται σ' αυτή, όπως η ιατρική, η γεωπονία και η οικολογία. Κάθε απόπειρα διδασκαλίας της βιολογίας που παραλείπει ή περιθωριοποιεί την εξέλιξη είναι λειπή και αποτυχημένη. Αν θεωρήσουμε ότι η βιολογία έχει θέση στα σχολεία μας τότε αυτομάτως η εξέλιξη είναι εκ των ων ουκ άνευ. Αυτός είναι ο πρώτος λόγος γιατί ο Δαρβίνος έχει θέση στα σχολεία μας.

Η σύγχρονη θεωρία της εξέλιξης, γνωστή ως Νεοδαρβινισμός, είναι μια επέκταση των βασικών ιδεών του Δαρβίνου που ενσωματώνει τα δεδομένα των φυσικών επιστημών. Δεν υπάρχει αντιπρόταση για την ερμηνεία του φαινομένου της ζωής που να επιδέχεται εμπειρική διάψευση ή να μη στηρίζεται σε κάποια υπερβατική θεώρηση. Είναι ανιαρό και σχεδόν κουραστικό να αναφέρεται κανείς σε «αποδείξεις» για το φαινόμενο της εξέλιξης. Παραδείγματα: Ο γενετικός κώδικας είναι ίδιος από τα βακτήρια μέχρι τα θηλαστικά. Η αλληλουχία του DNA του ανθρώπου διαφέρει μόνο κατά 1.3% από αυτή του χιμπατζή. Κάθε τόσο βρίσκουμε στα απολιθώματα και ένα κρίκο που έλλειπε από την αλυσίδα της κοινής καταγωγής των μορφών της ζωής γενικά και της γραμμής που έδωσε τον άνθρωπο, ειδικότερα. Το δεύτερο αξίωμα της Θερμοδυναμικής είναι τόσο συμβατό με το φαινόμενο της ζωής, όσο και με το ψυγείο μας. Και το μάτι μας, όσο και αν είναι αξιοθαύμαστο δεν είναι θαύμα: βρίσκουμε όλες τις ενδιάμεσες μορφές του σε άλλους οργανισμούς, όπου επίσης βρίσκουμε μάτια πολύ τελειότερα από τα δικά μας.

Γιατί, λοιπόν, όλη αυτή η δυσφορία με το φαινόμενο της εξέλιξης και τη θεωρία που το εξηγεί; Η απάντηση βρίσκεται στο γεγονός ότι η θεωρία της εξέλιξης, με πρωτοπόρο τον Δαρβίνο, έβαλε ορατικά και αμετάκλητα τον άνθρωπο, τόσο σαν φυσικό όσο και σαν κοινωνικό φαινόμενο, μέσα στο χώρο της επιστήμης, επιχειρεί να τον ερμηνεύσει χωρίς αναφορά σε κάτι το μεταφυσικό και μυστηριώδες. Στηρίζεται πρώτα στο γεγονός ότι το χημικό σφάλμα που δημιουργεί διαφορές στο γενετικό υλικό των διαφόρων μορφών της ζωής είναι αναπόφευκτο. Πρόκειται για το φαινόμενο της μεταλλαγής. Μπορούμε να το παρομοιάσουμε με τη διαδικασία της γένεσης των πετρωμάτων, όπου έχουμε τον σχηματισμό, σε διάφορα μέρη και κάτω από διάφορες συνθήκες, πετρωμάτων με διάφορα χρώματα και σχήματα. Μετά έρχεται ο τεχνίτης παίρνει κομμάτια από δω και από κει, τα συναρμολογεί και φτιάχνει ένα ψηφιδωτό. Στη περίπτωση της ζωής, ο τεχνίτης είναι η φυσική επιλογή που με υλικό την γενετική ποικιλότητα δημιουργεί τα ψηφιδωτά που ονομάζουμε οργανισμούς. Σαν τα ψηφιδωτά, είναι και αυτοί άξιοι θαυμασμού, αλλά όχι θαύματα. Και το σπουδαιότερο: ποτέ δεν είναι τέλειοι. Δεν μπορούμε να τους δούμε ως προϊόντα ενός ευφυούς σχεδιασμού, γιατί τότε θα πρέπει να δεχτούμε ότι η ευφυΐα του σχεδιαστή είναι περιορισμένη.

Το κύριο σημείο είναι ότι δεν χρειαζόμαστε ένα σχεδιαστή για τις μορφές της ζωής, γιατί πίσω από κάθε μορφή κρύβεται μια συνεχής και βραδεία διαδικασία μεταλλαγής - επιλογής δισεκατομμυρίων χρόνων. Η απομάκρυνση της ανάγκης του σχεδιαστή οδηγεί στην απαγκίστρωση από την τελεολογία, την ιδέα ότι υπάρχει σκοπός πίσω από κάθε τρεμούλιασμα κάθε φύλλου κάθε δέντρου. Η τελεολογική απάντηση στο γιατί τα φυτά ανθίζουν την άνοιξη είναι για να μη τα χτυπήσει ο παγετός του χειμώνα. Η εξελικτική απάντηση είναι ότι όσα φυτά ανθίζουν τον χειμώνα έχαναν τα άνθη τους και δεν άφηναν απογόνους, με αποτέλεσμα τώρα όλα τα φυτά να ανθίζουν την άνοιξη. Η πρώτη ερμηνεία εξηγεί το παρόν με αναφορά στο μέλλον, βάζει το αποτέλεσμα μπροστά από το αίτιο. Αντίθετα, η εξελικτική θεωρία εξηγεί το παρόν με αναφορά στο παρελθόν, προτάσσει το μηχανιστικό «πώς» έναντι του τελεολογικού «για να», αντικαθιστά το «γιατί είμαστε αυτό που είμαστε» με το «πώς έγινε και είμαστε αυτό που είμαστε». Μια παράδοση χιλιάδων χρόνων μας έχει συνηθίσει στο να βλέπουμε σχεδιαστή και σκοπό πίσω από κάθε μορφή και φαινόμενο (ο κεραυνός εκπορευόταν από τον Δία και είχε σκοπό να συνετίσει ή να τιμωρήσει κάποιον) και αυτό είναι στη ρίζα της δυσπιστίας μας με την θεωρία της εξέλιξης (ας μη ξεχνούμε ότι αν ζούσαμε το 1600 π.Χ. θα αμφισβητούσαμε τη «θεωρία» ότι η γη περιστρέφεται γύρω από τον ήλιο). Ο δεύτερος, επομένως λόγος για το γιατί ο Δαρβίνος έχει θέση στα σχολεία μας είναι γιατί είναι σημαντικό για το νέο πολίτη να μάθει να σκέπτεται αιτιοκρατικά και όχι τελεολογικά. Το εκπαιδευτικό μας σύστημα πρέπει να εισαγάγει από νωρίς τον μαθητή στη διαδικασία με την οποία χτίζουμε την γνώση μας, την επιστημολογία.

Η βιολογία θεωρείται από πολλούς ως η επιστήμη του 21^{ου} αιώνα. Η μοριακή βιολογία έχει αλλάξει την ιατρική, τα μεταλλαγμένα προϊόντα αλλάζουν τη διατροφή μας, η οικολογία αλλάζει τη στάση μας απέναντι στο περιβάλλον. Η βιοτεχνολογία τρέχει και αφήνει πίσω της την νομοθεσία, που δεν προλαβαίνει να πάρει θέση μπροστά στη πλημμυρίδα των νέων δυνατοτήτων που ανοίγονται (υποβοηθούμενη αναπαραγωγή, επιλογή φύλου, βλαστοκύτταρα, κλωνοποίηση). Η δε ηθική μας πανοπλία για την αντιμετώπιση των προκλήσεων του νέου αυτού κόσμου μοιάζει σαν στολή ευζώνου προορισμένη για αστροναύτη. Πώς μπορούμε να περιμένουμε από ένα μέλλοντα πολίτη με μια λειψή και στρεβλή γνώση της βιολογίας να είναι σε θέση να σχηματίσει άποψη για τα θέματα που αλλάζουν τη ζωή του; Δεν μπορούμε. Απλά τον παραδίδουμε δειλό, μοιραίο και άβουλο στα χέρια του οποιοδήποτε ημιμαθή ταλαντούχο της μικροπολιτικής, των ΜΜΕ και του φονταμενταλισμού. Και αυτός είναι ο τρίτος λόγος γιατί ο Δαρβίνος έχει θέση στα σχολεία μας.

Ο τέταρτος λόγος είναι η αναίρεση μιας παρεξήγησης (στην καλύτερη περίπτωση) ή μιας εσκεμμένης παραποίησης (στη χειρότερη) ότι ο εναγκαλισμός της θεωρίας της εξέλιξης οδηγεί στην αθεΐα και από εκεί στην κατάρρευση της ηθικότητας. Οι καταβολές αυτού του ισχυρισμού ανάγονται σε μια επί λέξει ερμηνεία των θρησκευτικών κείμενων, που πια δεν έχει θέση στις μέρες μας - για αυτό άλλωστε η θεωρία της εξέλιξης έχει γίνει αποδεκτή, είτε επισήμως είτε σιωπηρά, από πολλές μεγάλες θρησκείες. Σήμερα η ρίζα της παρεξήγησης βρίσκεται στη σύγχυση μεταξύ πίστης και θρησκείας – σύγχυση με τεράστιες συνέπειες. Θα πρέπει να τονιστεί, με όσο το δυνατό μεγαλύτερη έμφαση, το γεγονός ότι το να είναι κανείς «ένθροσκος», με την έννοια ότι ανήκει σε κάποια θρησκεία ή απλώς αποδέχεται τις αρχές και τις παραδόσεις κάποιας θρησκείας, δεν αποτελεί προϋπόθεση του να είναι «ένθεος», με την έννοια ότι δέχεται την ύπαρξη ή δεν αποκλείει την ύπαρξη μιας υπερφυσικής δύναμης. Δεν υπάρχει τίποτε στο φαινόμενο και στη θεωρία της εξέλιξης που να εμποδίζει κάποιον από το να είναι ένθεος. Αν υπάρχει κάτι το «ανήθικο» σε αυτό το επιχείρημα είναι ο ζήλος κάποιων ενθρόσκων να μονοπωλήσουν το δικαίωμα του να είναι κανείς ένθεος. Το αν η αποδοχή του φαινομένου της εξέλιξης ισοδυναμεί με αθεΐα ή όχι αποτελεί εσωτερική υπόθεση της όποιας θρησκείας συμβαίνει να έχει αυτή την άποψη, είναι μέρος του δόγματός της και επομένως δική της εσωτερική υπόθεση. Όμως μια θρησκεία που αρνείται την εξέλιξη πρέπει να δώσει απάντηση στο ερώτημα: Πόσο «ηθική» είναι η παρεμπόδιση ή, έστω, η παραποίηση της γνώσης του φυσικού κόσμου; Υπάρχει ή όχι εγγενές δικαίωμα στη γνώση του φυσικού κόσμου; Εδώ αξίζει να σημειώσουμε ότι ο Δαρβίνος ήταν αγνωστικιστής, ο Θεοδόσιος Ντομπζάνσκυ, κορυφαίος εξελικτικός του 20^{ου} αιώνα, δεχόταν την ύπαρξη Θεού, ενώ ο Φράνσις Κρίκ, ο συν-ανακαλυπτής της δομής του DNA μαζί με τον Τζέιμς Γουάτσον και πρωτεργάτης της αποκρυπτογράφησης του γενετικού κώδικα, ήταν άθεος. Τρεις

μεγαλοφυΐες, υπηρέτες και υποστηρικτές της εξέλιξης, με διαφορετικές απαντήσεις στο περί Θεού ερώτημα.

Αλλά ούτε το δεύτερο μέρος του συλλογισμού είναι σωστό, ότι η αθεΐα σημαίνει ηθική κατάρρευση. Η ρήση του Ντοστογιέφσκι ότι αν φύγει από τη μέση ο Θεός τα πάντα είναι επιτρεπτά, μπορεί να νοηθεί μόνο για μια κοινωνία στην οποία έχει εγκαθιδρυθεί στα μυαλά των ανθρώπων μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ θρησκείας και ηθικής. Πολλές θρησκείες έχουν ενσωματώσει στο δόγμα τους την έννοια της μετά θάνατον ζωής και στη συνέχεια έχουν συνδέσει αυτή την έννοια με μια άποψη για τη γήινη συμπεριφορά (την οποία ταυτίζουν με την «ηθική») ή, αντίστροφα, έχουν ενσωματώνει στο δόγμα τους μια άποψη για τη γήινη συμπεριφορά την οποία, στη συνέχεια, έχουν συνδέσει με τη μετά θάνατον ζωή. Άρα η σύνδεση μεταξύ θρησκευτικότητας και γήινης συμπεριφοράς είναι πάλι μέρος του δόγματος της κάθε θρησκείας και επομένως δική της εσωτερική υπόθεση. Γι' αυτό και η ηθική διαφέρει από θρησκεία σε θρησκεία. Η πραγματικότητα όμως αποφαίνεται ότι η αθεΐα δεν συνδέεται με την ηθική κατάρρευση. Αυτό ισχύει μόνο για όσους εκλαμβάνουν την ηθική όχι σαν ελεύθερη επιλογή αλλά σαν δογματική επιταγή. Κανείς δεν μπορεί να ισχυριστεί σήμερα ότι το επίπεδο ηθικότητας στις θεοκρατικές κοινωνίες είναι υψηλότερο απ' ό,τι στις εκκοσμικευμένες. Ακόμα, κανείς δεν μπορεί να ισχυριστεί ότι οι κοινωνίες που απορρίπτουν την εξέλιξη έχουν να επιδείξουν μεγαλύτερη ηθικότητα από αυτές που την αποδέχονται. Αντίθετα, οι πρώτες είναι συχνά εκείνες στις οποίες βρίσκουν εύφορο έδαφος οι κοινωνικές διακρίσεις και ο φονταμενταλισμός.

Ο πέμπτος λόγος είναι ουσιαστικά το επιστέγασμα των προηγούμενων. Οδεύουμε προς μια παγκοσμιοποιημένη κοινωνία, είτε το θέλουμε είτε όχι. Σε μια τέτοια κοινωνία δεν μπορεί να έχουν θέση ιδεολογικοί, εθνικοί και θρησκευτικοί «ιδιοκεντρισμοί». Δεν μπορεί να ισχύει το ότι η δική μου παράδοση και η δική μου εξ αποκαλύψεως αλήθεια είναι πιο σωστή ή έγκυρη από τη δική σου. Θα ισχύει ένα πρωτόκολλο συμπεριφοράς, ένας ηθικός κώδικας, που θα στηρίζεται σε αρχές που ισχύουν παντού και πάντοτε και δεν μπορούν να αμφισβητηθούν από κανένα. Τέτοια «διαχωροχρονική» ισχύ έχουν μόνο οι γνώσεις μας για τον φυσικό κόσμο, η επιστήμη και μέρος της επιστήμης, με ιδιαίτερη σημασία για την κοινωνική μας συμπίεση, είναι το γεγονός της εξέλιξης και η θεωρία που το ερμηνεύει. Μέσα από αυτή τη θεωρία μπορούμε να βρούμε τη σωστή θέση μας μέσα στον άβιο και έμβιο κόσμο του πλανήτη μας, γιατί μόνο αυτή η θεωρία μας πείθει με εμπράγματα αποδείξεις ότι είμαστε μέρος αυτού του κόσμου. Και μόνο όταν έχουμε πεισθεί για αυτό το γεγονός θα μπορέσουμε να φθάσουμε στην ουσιαστική ταπείνωση που τόσο την έχουμε ανάγκη. Αυτή η ταπείνωση είναι προϋπόθεση για να χαλιναγωγήσουμε την απληστία μας που απειλεί να καταστρέψει τη βάση της φυσικής μας υπόστασης, το περιβάλλον μας. Είναι ακόμα προϋπόθεση για να χαλιναγωγήσουμε την

ιδεολογική ή οποιασδήποτε άλλης μορφής τύφλωση μας που απειλεί να καταστρέψει τη βάση της κοινωνικής μας υπόστασης, την πολιτισμική μας διαφορετικότητα. Μέσα από τη επίγνωση του γεγονότος της εξέλιξης μπορούμε να δούμε τους φυσικούς, τους εμπράγματους λόγους, για την ανάγκη μιας πανανθρώπινης συνυπευθυνότητας έναντι του κοινού φυσικού και κοινωνικού μας πλούτου. Μέσα από τη επίγνωση του γεγονότος της εξέλιξης μπορούμε να δούμε ποιες ήταν οι δυνάμεις που μας έφεραν εκεί που είμαστε, να τις κατανοήσουμε και να τις τιθασεύσουμε, να συμφιλιωθούμε, τελικά, με τη φύση μας και με τη Φύση. Και αυτό είναι κάτι που τα παιδιά μας πρέπει να συνειδητοποιήσουν όσο το δυνατό γρηγορότερα.

Βιβλιογραφία

Ζούρος Λ. (2009) *Ας συμφιλιωθούμε με τον Δαρβίνο*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο

Γράφοντας για την εξέλιξη στα σχολικά βιβλία

Κώστας Κριμπάς

Ομότιμος Καθηγητής, Τμήμα Μεθοδολογίας, Ιστορίας και Θεωρία της Επιστήμης
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Μέλος της Ακαδημίας Αθηνών

Το έτος 1950, όταν απεφοίτησα από το οκταετές τότε Γυμνάσιο και έφυγα για Πανεπιστημιακές σπουδές στην Ελβετία, είχα διδαχθεί, το τελευταίο τούτο έτος ή ίσως το προηγούμενο, ένα μικρής διάρκειας (κρίνοντας από το μέγεθος του βιβλίου) μάθημα Βιολογίας. Το βιβλίο αυτό συνεγράφη από τον Θρασύβουλο Βλησίδη, καθηγητή Γενικής Βιολογίας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών από το 1939, και μάλιστα πρώτο καθηγητή της έδρας αυτής [Θ. Βλησίδου: *Βιολογία*, Ο.Ε.Σ.Β. 1950 (2^η έκδοση) 88 σελ.]. Αργότερα, το 1956 ο Γεώργιος Πανταζής δημιούργησε ζήτημα με την ηλικία του Βλησίδα, ήταν προφανώς μεγαλύτερος από ότι εδήλωνε στα επίσημα χαρτιά και είχε προφανώς υπερβεί το όριο συνταξιοδότησης. Τον ανάγκασε να παραιτηθεί. Ακολουθώντας με εσωτερική μετακίνηση ο ίδιος ο Πανταζής κατέλαβε την έδρα της Γενικής Βιολογίας μεταπηδώντας από την έδρα της Ζωολογίας, την οποία μέχρι τότε κατείχε. Στην έδρα της Ζωολογίας τον αναπλήρωσε αργότερα ο Βασίλης Κιόρτσος. Ο Βλησίδης ήταν δασολόγος, είχε σπουδάσει φυσιολογικά στην Αθήνα και ακολούθως για πέντε χρόνια, στην δεύτερη δεκαετία του αιώνα, είχε σπουδάσει στη Βιέννη. Γνώριζε καλά όσα έμαθε τον καιρό των σπουδών του στην Αυστρία. Το 1950, μετά τον δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, οι εν Ελλάδι Έλληνες επιστήμονες αποκόπηκαν από την Δύση, δεν παρακολούθησαν τι γινόταν στον Αγγλόφωνο κόσμο και κυρίως στις ΗΠΑ. Το βιβλιαράκι του Βλησίδα πρέπει να αποτιμηθεί υπό αυτές τις συνθήκες. Ήταν, με αυτούς τους περιορισμούς, ένα ευπρεπέστατο βιβλιαράκι, αποτεινόμενο σε εφήβους, όχι ιδιαίτερα τεχνικό αλλά με κάποιο προβληματισμό (ο Βλησίδης αρεσκόταν να ασχολείται με φιλοσοφικά θέματα και ήταν ιδεαλιστής και δυϊστής). Για την Εξέλιξη μιλούσε στο τελευταίο κεφάλαιο, ένα κεφάλαιο σύντομο αλλά επαρκές, όπου παρουσίαζε τα τότε κοινά

δεδομένα και για τον μηχανισμό, ανέφερε τις θεωρίες του Λαμάρκ, του Δαρβίνου και τον μεταλλακτισμό του de Vries, χωρίς όμως να παίρνει θέση. Δεν είχε πάρει μυρωδιά από την συνθετική θεωρία, που είχε ήδη παγιωθεί την δεκαετία του 1940 στις ΗΠΑ. Ακόμα και αργότερα στα μέσα της δεκαετίας του 1950 σε άρθρο του στην εφημερίδα *Καθημερινή* διατεινόταν ότι η σύγχρονη Γενετική, με την σταθερότητα των αλληλομόρφων, αντίκειται στον Δαρβινισμό και στην επιλογή, μια θέση που υποστηριζόταν από τον William Bateson και τους συν αυτώ στις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Ωστόσο, το θέμα αυτό είχε ήδη προ πολλού λυθεί χάρις στην εργασία του R.Fisher το 1918 και θεωρήθηκε οριστικά λυμένο το 1930, πριν από την σύνθεση του 1937-1945. Να μην κακίζουμε λοιπόν την έλλειψη ενημέρωσης, που σε μεγάλο βαθμό οφειλόταν στα πολεμικά γεγονότα (Βαλκανικοί πόλεμοι, Πρώτος και Δεύτερος Παγκόσμιος Πόλεμος, Μικρασιατική Καταστροφή). Τα μεταξύ πολέμων διαστήματα δεν ήταν πάντα ικανά να καλύψουν τα κενά ιδίως την παρακολούθηση όσων τεκταίνονταν στη Αγγλοσαξονία.

Το βιβλίο του Βλησίδα ήταν ενημερωτικό, γραμμένο απλά και λαγαρά. Βέβαια στο Πανεπιστήμιο της Λωζάννης, το 1951, στο δεύτερο δηλαδή έτος των σπουδών μου στη Βιολογία, βρέθηκα σε άλλο περιβάλλον. Η Ελβετία δεν είχε άμεσα υποστεί τις πολεμικές καταστροφές, υπήρχε μια πολιτισμική συνέχεια και ενημερότητα. Εκεί πρωτοέμαθα για την σύνθεση. Ο καθηγητής μου στη Ζωολογία, Robert Matthey, παρουσίαζε με γοητεία και σαφήνεια τα πράγματα, αν και διέκρινε κανείς μια ελαφρά επιφύλαξη, απότοκο των προκαταλήψεων των κεντροευρωπαίων. Συνάντησα τότε το όνομα του Dobzhansky, καθώς και αργότερα, το 1955, στο Παρίσι όπου σπούδασα Γενετική. Μετά από δύομιση χρόνια έρευνας στο Πανεπιστήμιο Columbia της Νέας Υόρκης κοντά στον Theodosius Dobzhansky, γυρνώντας το 1961 οριστικά στην Ελλάδα ως καθηγητής Γενετικής στην τότε Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών (τώρα Γεωπονικό Πανεπιστήμιο) άρχισα να διερωτώμαι για την κακή προετοιμασία των φοιτητών μου στη Βιολογία. Αν θυμάμαι καλά κυκλοφορούσαν τότε ένα ή περισσότερα βιβλία του Γυμνασίου γραμμένα από τον Στέλιο Σπεράντζα, καθηγητή της Οδοντιατρικής και ποιητή, που επίσης συνέγραφε βιβλία για παιδιά. Ήταν γεμάτα αγάπη και θαυμασμό για τη φύση, εικονογραφημένα με καλά ασπρόμαυρα σχέδια, αλλά στην καλύτερη περίπτωση απλοϊκά, μάλλον ανήκοντα στη Φυσική Θεολογία παρά στη Βιολογία. Ήταν φυσικό να θελήσω να διορθώσω την κατάσταση.

Βάλθηκα λοιπόν στην συγγραφή ενός απλού αλλά συνεκτικού βιβλίου που θα παρουσίαζε τη σύγχρονη βιολογία στους εφήβους του Γυμνασίου. Ένας διαγωνισμός που προκηρύχθηκε από το Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων ενήργησε πυροδοτικά για να ετοιμασθεί εγκαίρως το βιβλίο. Πολλοί δημοτικιστές μου υπέδειξαν να το γράψω σε απλή γλώσσα και να συμβουλευθώ κάποιον για να το κοιτάξει λεκτικά. Με παρέπεμψαν στον κ.

Μπρούσαλη, της Εταιρείας Προστασίας της Φύσεως που έμενε τότε στην οδό Σκουφά. Είτε εκείνος, είτε η γυναίκα του, μου επέστρεψαν το χειρόγραφο με πλήθος αλλαγές, όχι μόνο λεκτικές αλλά που μετέτρεπαν το κείμενο σε βιβλίο φυσικής θεολογίας, τόσο καταλάβαιναν! Θύμωσα πολύ και το υπέβαλα στην αρχική του μορφή στο Υπουργείο. Ενώ επίκειτο η κρίση, ήρθε το πραξικόπημα της 21^{ης} Απριλίου 1967. Ανεστάλη όλη η διαδικασία και ακυρώθηκε η προκήρυξη. Μετά σχεδόν τριάντα χρόνια μια γνωστή μου βρήκε στα υπό εκκαθάριση αρχεία του Υπουργείου δυο αντίτυπα του χειρογράφου αλλά δυστυχώς δεν μου φύλαξε ούτε ένα ενώ εγώ είχα χάσει το δικό μου αντίγραφο. Ο Βασίλης Κιόρτσος μου είπε αργότερα ότι ερωτηθείς υπέδειξε τον Δρ. Ιωάννη Οικονομίδα ως συγγραφέα βιβλίου Βιολογίας για τα Γυμνάσια και τούτο διότι ο Οικονομίδης ήταν πιστός και ενεργός Χριστιανός και έτσι η παρουσίαση της εξέλιξης θα μπορούσε να περάσει χωρίς προσκόμματα. Όντως ο Οικονομίδης, μετά το διδακτορικό του στη γενετική της κριθής υπηρετούσε στο Πανεπιστήμιο Αθηνών, στο Βοτανικό κήπο αν δεν κάνω λάθος. Ήξερε γράμματα. Κατ' επανάληψιν αρθρογραφούσε επιθετικά στο θρησκευτικού περιεχομένου περιοδικό *Ακτίνες* αντιμαχόμενος αντιθρησκευτικές εξελικτικές απόψεις [λ.χ. *Ακτίνες* 1941 σελ. 160-164, 1944 σελ. 157-162, 202-206, 270-274, 1949 σελ.65-73, 499-507, 549-556, 1950 σελ. 20-26, 1951 σελ. 404-409, 456-462, 1957 σελ.398-403, 454-459]. Το βιβλίο του Ι.Οικονομίδα *Μαθήματα Γενικής Βιολογίας* ΟΕΔΒ 1968, ήταν ένα ενημερωμένο βιβλίο που άνοιγε όμως διάπλατα τις πύλες της θρησκευτικής επεμβάσεως ενώ ακριβώς το επίτευγμα του Δαρβίνου ήταν να δείξει ότι υπάρχει δυνατότης σχεδίου χωρίς σχεδιαστή, άρα η θεϊκή επέμβαση δεν ήταν αναγκαία και έτσι η βιολογία καθίστατο μια αυτόνομη φυσική επιστήμη [σύμφωνα με το κριτήριο του Popper]. Δεν μπορώ να ισχυρισθώ ότι η εποχή της δικτατορίας ήταν η πιο εύκολη για την διδασκαλία του Δαρβινισμού, ο Δάκαρης, αρχαιολόγος και καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, απελύθη κατηγορούμενος ότι edίδασκε την εξελικτική καταγωγή του ανθρώπου (είχε έρθει σε ρήξη προχουντικά με τον τοπικό επίσκοπο) ενώ το 1960 το δημοσιευμένο στο ΦΕΚ περιεχόμενο της έδρας Γενετικής, που είχα καταλάβει από το 1961, προέβλεπε και την διδασκαλία του νεοδαρβινισμού! Το περιεχόμενο αυτό αποτελούσε μια αντιγραφή όσων εγίνοντο στην Αμερική. Πάντα υπήρχε η δυνατότητα καταφυγής στο τι γινόταν στις ΗΠΑ. Τα γινόμενα εκεί ήσαν προφανώς μη κομμουνιστικά, και αντιγραφόμενα εγίνοντο δεκτά.

Η επόμενη κίνηση έγινε μετά την πτώση της δικτατορίας. Το 1976 δημοσιεύεται το βιβλίο των Κ. Κριμπά, Ε. Ζούρου, Σ. Τσάκα και Κ. Χριστοδούλου *Μαθήματα Βιολογίας* (για την Γ' Γυμνασίου) ΟΕΔΒ [143 σελίδες]. Το βιβλίο ξανατυπώθηκε και διενεμήθη και τον επόμενο χρόνο. Μια πηγή εμπνεύσεως ήταν τα τρία βιβλία που εξεδόθησαν στις ΗΠΑ (τα ονομαζόμενα μπλέ, κίτρινο και πράσινο βιβλία αν θυμάμαι καλά) και τα οποία επιμελήθηκε μια επιτροπή βιολόγων [the Biological Sciences Curriculum Study] που δημιουργήθηκε το 1958 από το National Science Foundation το οποίο χρηματοδότησε αφειδώς η κεντρική

κυβέρνηση των ΗΠΑ όταν έγινε αντιληπτή η καθυστέρηση της διδασκαλίας των επιστημών στις ΗΠΑ σε σύγκριση με το τι γινόταν στην ΕΣΣΔ. Καταλυτικό ρόλο έπαιξε η επιτυχία των σοβιετικών με την εκτόξευση στο διάστημα του Σπούτνικ τον καιρό εκείνο. Τα βιβλία αυτά υπήρξαν μακρινή πηγή εμπνεύσεως, ήταν αδύνατο να αντιγραφούν διότι απευθύνοντο σε άλλο κοινό και ήταν ιδιαίτερος ογκώδη για τα ελληνικά δεδομένα. Το βιβλίο μας άλλωστε παρουσίαζε ορισμένες πρωτοτυπίες.

Στην εισαγωγή προσπαθούσαμε να καθορίσουμε τις διαφορές εμβίων και ανοργάνων σωμάτων, σε τι έγκειται εν τέλει η διαφορά. Δηλαδή προσεγγίζαμε το πρόβλημα του ορισμού της ζωής. Ορισμένα χαρακτηριστικά όπως η κίνηση προφανώς δεν διέκριναν τα έμβια από τα ανόργανα σώματα. Στο βιβλίο μας εστιάζαμε την προσοχή στην ανομοιομέρεια και στην οργάνωση που δείχνουν οι οργανισμοί, καθώς και στον μεταβολισμό και στην ομοιόσταση. Παρατηρούσαμε όμως ότι και μηχανές, όπως το ηλεκτρικό ψυγείο είχαν ομοιόσταση και ερεθιστικότητα και ότι οι μηχανές μπορούσαν να προκαλούν στο εσωτερικό τους χημικές αντιδράσεις. Ακόμα και ως προς την αναπαραγωγή δίναμε τις εικόνες των ξύλινων κατασκευών που είχε επινοήσει ο Άγγλος γενετιστής Lionel Penrose σε άρθρο του στο περιοδικό *Scientific American*, που παρουσίαζαν την ικανότητα αναπαραγωγής. Καταλήγαμε στο συμπέρασμα ότι ακόμα και αν δεν υπήρχε κάποια ποιοτική διαφορά, ένα χαρακτηριστικό που να ξεχωρίζει τα ανόργανα από τα έμβια, όλα όσα χαρακτηριστικά εξετάσαμε παρουσιάζοντο σε ένα πολύ μεγαλύτερο βαθμό στα έμβια από ότι στα άβια. Ο στόχος μας ήταν να παρουσιασθεί το έμβιο ως μια «λεπτή χημική μηχανή που αντί τροχούς μόρια κινεί».

Στο δεύτερο βιβλίο, που θα αναφέρω παρακάτω, έδωσα έναν χειριστικό ορισμό της ζωής βασισμένο πάνω σε αυτά τα χνάρια. Το δεύτερο κεφάλαιο του εν λόγω βιβλίου, τιτλοφορούμενο «Δομή», έδινε σχηματικά και απλά ορισμένες γνώσεις για τις οργανικές ενώσεις, τις χημικές αντιδράσεις και τα ένζυμα, εν ολίγοις στοιχειώδεις και απαραίτητες γνώσεις χημείας και βιοχημείας. Ακολούθως περιέγραφε το κύτταρο, την διαίρεσή του, την μίτωση και την διαφοροποίηση στο επίπεδο των ιστών. Το τρίτο κεφάλαιο «Λειτουργία» παρουσίαζε σε μέγιστη απλούστευση τις λειτουργίες των ανώτερων φυτών και των σπονδυλωτών. Το επόμενο κεφάλαιο «Περιβάλλον» παρουσίαζε στοιχεία αυτο- και συνοικολογίας, επιμένοντας σε φαινόμενα όπως η μιμικρία, συμβιώσεις και μεταναστεύσεις. Το τελευταίο κεφάλαιο «Αναπαραγωγή» περιείχε και στοιχειώδη Μενδελιανή γενετική και τον χρωμοσωμικό καθορισμό του φύλου. Στην εικονογράφηση περιελήφθη και εικόνα από τις δοκιμασίες του Ishihara για τον έλεγχο των δαλτωνικών. Αυτό απαιτούσε πολύ προσεκτική εκτύπωση των χρωμάτων, τόνων και αποχρώσεων. Ο Μενδελισμός δεν παρουσιαζόταν με την μορφή «νόμων του Μέντελ» αλλά προσπαθούσαμε να δώσουμε μια κατανόηση του μηχανισμού που γίνεται φανερός με τη διάσχιση.

Γι' αυτό προτιμήσαμε το παράδειγμα του χρώματος των νυχτολούλουδων στο οποίο δεν εμφανίζεται κυριαρχία, ώστε τα ετεροζυγωτά άτομα, με ρόδινα άνθη, να διακρίνονται φαινοτυπικά από τα δυο άλλα ομοζυγωτά, με κόκκινα άνθη και με λευκά άνθη. Αυτό το παράδειγμα και την εικόνα μας δανείστηκαν αργότερα στο βιβλίο τους οι Ε. Γκελτή-Δούκα, Θ. Παταργιάς και Ι. Αργύρης (1982), που όμως δεν κατάλαβαν και το μήνυμα, μιλούν και για τους «άχρηστους πια» από γνωσιακή άποψη, νόμους του Μέντελ!

Το 1977 εκδόθηκε το δεύτερο βιβλίο: Κ. Κριμπάς και Ι. Καλοπίσης *Μαθήματα Γενικής Βιολογίας* (Γ' Λυκείου) ΟΕΔΒ [σελ. 271]. Σε αυτό το βιβλίο γίνεται εκτεταμένος λόγος για την εξέλιξη, ουσιαστικά το συνολικό βιβλίο αποτελεί μια απλή για τους εφήβους έκθεση της εξέλιξης και της Σύνθεσης ή Νεοδαρβινισμού. Συγχρόνως ολοκληρώνει την προσπάθεια του πρώτου βιβλίου για τη αντιμετώπιση του οργανισμού ως χημικής μηχανής. Ο χειριστικός ορισμός της ζωής ή των εμβίων όντων δίνεται με το ακόλουθο κριτήριο. Τα έμβια όντα αναπαράγονται και ο μηχανισμός αναπαραγωγής των βασίζεται σε νουκλεϊκά οξέα. Όντως, εκτός των απλών κατασκευασμάτων του Penrose, τα οποία προανέφερα, υπάρχει και ένα θεώρημα του μαθηματικού J. von Neumann, που προβλέπει τα χαρακτηριστικά μηχανής με ικανότητα αυτοπολλαπλασιασμού της (τι είδους πολυπλοκότητα πρέπει να έχει, πολυπλοκότητα εκτιμώμενη σε bits πληροφορίας). Το χαρακτηριστικό των οργανισμών είναι ότι βασικό στοιχείο αυτοπολλαπλασιασμού βασίζεται σε νουκλεϊκό οξύ, είτε είναι τούτο DNA είτε RNA (όπως συμβαίνει σε ορισμένους ιούς). Νομίζω ότι και σήμερα αυτός ο χειριστικός ορισμός ευσταθεί παρά την ανακάλυψη των πρωτεϊνών. Σε αυτά μια πρωτεΐνη με ορισμένη τριτοταγή δομή μπορεί, δρώντας ως *chaperon*, να μεταβάλλει την τριτοταγή δομή άλλης πρωτεΐνης όμοιας προς αυτήν την ίδια, ως προς την διαδοχή των αμινοξέων, και να της επιβάλλει την τριτοταγή της δομή. Μια «κανονική» πρωτεΐνη μπορεί έτσι να μεταβληθεί σε «παθολογική» από μια «παθολογική» και με αυτήν την συνεχιζόμενη διαδικασία να καταστούν «παθολογικές» όλες οι τέτοιες πρωτεΐνες του κυττάρου ή του μέσου στο οποίο βρίσκονται (λ.χ. στο αίμα). Στο σχήμα αυτό οι «παθολογικές» πρωτεΐνες μπορεί να διαφέρουν από τις αρχικά «κανονικές» σε ένα αμινοξύ, και γι' αυτόν το λόγο έχουν μια διαφορετική πρωταρχική τριτοταγή δομή την οποίαν εντυπώνουν σε πρωτεΐνες κανονικής τριτοταγούς δομής και κανονικής διαδοχής σειράς αμινοξέων. Όμως τα προϊόντα για να υπάρξουν πρέπει να συντεθούν και ο πολλαπλασιασμός τους περιορίζεται από όσα αντίτυπα πρωτεΐνης είναι παρόντα. Ο μηχανισμός παραγωγής νέων μορίων πρωτεΐνης γίνεται μόνο με την εμπλοκή DNA και εντός κυτταρικού περιβάλλοντος. Δεν συνάντησα μέχρι τώρα την υιοθέτηση αυτού του ορισμού ή την απόρριψή του ή τέλος πρόταση άλλου περισσότερο ικανοποιητικού ορισμού.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό που διαχωρίζει ανόργανα και έμβια, το οποίον και συζητείται στο βιβλίο, είναι η τελεονομία: στα ανόργανα μηχανήματα ο στόχος

έχει εξωτερική προέλευση ενώ στα έμβια έχει εσωτερική. Έτσι εισάγεται στο κείμενο η εξελικτική διάσταση.

Όντως το βιβλίο αποτελεί ουσιαστικά μια έκθεση της εξελίξεως και της εξελικτικής βιολογίας για εφήβους με συνοδευτικά κεφάλαια αποσκοπούντα στην κάλυψη χημικών και βασικών βιολογικών γνώσεων (σελίδες 15-60: οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις, ATP ως ενεργειακό νόμισμα, ένζυμα, και τα περί κυττάρου, φωτοσύνθεσης, αναπνοής, αναπαραγωγής DNA και πρωτεϊνοσύνθεσης). Ακολουθεί το κεφάλαιο για την αναπαραγωγή που συμπεριλαμβάνει και την Γενετική (σελ. 61-108). Το κύριο τμήμα του βιβλίου ασχολείται με την εξέλιξη (σελ. 109-177) και το τελευταίο του κεφάλαιο με την Οικολογία (συμπεριλαμβάνοντας και την καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος, σελ.178-218). Ακολουθεί ένα γλωσσάρι (με 294 όρους) και μια εικονογραφημένη περιήγηση των μεγάλων συστηματικών ομάδων ειδών (στο επίπεδο περίπου του φύλου, συνολικά 34 ομάδες) και μια αναγραφή των κυριότερων ομάδων οργανικών χημικών ενώσεων.

Γίνεται προσπάθεια (και τούτο τονίζεται και στην προτροπή των συγγραφέων απευθυνόμενη στους Καθηγητές τυπωμένη στη σελίδα 5) να μην αναγκάζουν τους μαθητές τους να αποστηθίζουν τα δεδομένα πινάκων ή άλλα που παρουσιάζονται στο βιβλίο αλλά να προσπαθήσουν ώστε τα παιδιά να καταλάβουν τους μηχανισμούς. Με την κατανόηση θα οδηγηθούν σε μια μεγαλύτερη αγάπη για τη φύση. Δεν γνωρίζω σε ποιο βαθμό ακολουθήθηκε η προτροπή μας, το ευκολότερο για το δάσκαλο είναι το παιδί να απομνημονεύει: έτσι η αξιολόγηση των μαθητών καθίσταται ευχερέστερη και μηχανική, χωρίς να σκοτίζεται ο δάσκαλος. Είναι γεγονός ότι ορισμένοι μαθητές, τους οποίους σήμερα τους συναντώ, θυμούνται το όνομά μου από το βιβλίο της Βιολογίας του Λυκείου, που αγάπησαν και που τους προέτρεψε να ακολουθήσουν ένα βιολογικό επάγγελμα (ιατροί). Άλλοι πάλι το βρήκαν δύσκολο και υποπτεύομαι πως οι δάσκαλοί τους δεν ήταν αμέτοχοι σε αυτό, πιθανώς γιατί δεν ήταν σε θέση να το καταλάβουν οι ίδιοι, και ως εκ τούτου βρέθηκαν σε δυσκολία να το διδάξουν έχοντας άγνοια των βασικών εννοιών. Προφανώς δεν είχαν παρακολουθήσει στη διάρκεια της πανεπιστημιακής τους εκπαίδευσης ένα μάθημα σύγχρονης βιολογίας και εξελικτικής. Δεν θέλω να επεκταθώ περισσότερο στο περιεχόμενο αυτού του βιβλίου.

Υπήρξαν βέβαια και οι αναμενόμενες αντιδράσεις από θρησκευτικούς κύκλους ή άλλους φανατικούς φονταμενταλιστές. Αρχισαν να κατακλύζουν το Υπουργείο Παιδείας πανομοιότυπα τηλεγραφήματα με κείμενο «Ντροπή τα Ελληνόπουλα [όχι τα παιδιά άλλων λαών] να μαθαίνουν ότι κατάγονται από ένα κτήνος. Βάσει των συνταγματικών μου δικαιωμάτων ζητώ το κάψιμο του βιβλίου». Η αναφορά ήταν για τις εξής πέντε αράδες της σελίδας 158 στις δυο πρώτες εκδόσεις του (1977 και 1978):

«Ο άνθρωπος και οι ανώτεροι πίθηκοι συγγενεύουν πολύ στο φυλογενετικό δέντρο και πρέπει να είχαν ένα κοινό πρόγονο. Αυτός ο κοινός πρόγονος θα 'μοιαζε με πίθηκο αν τώρα ζούσε και τον εξέταζε ένας ειδικός στη συστηματική των θηλαστικών: αυτή τη γνώμη διατύπωσε ο αμερικανός Σίμσον (G.G.Simpson 1902 – ζει στις μέρες μας), ο σημαντικώτερος παλαιοντολόγος του καιρού μας.»

Δεν θυμάμαι τις λεπτομέρειες, αν δηλαδή μου ζητήθηκε η απάλειψη της παραγράφου ή αν έμαθα την γενομένη απάλειψη εκ των υστέρων. Σε κάθε περίπτωση προτίμησα, προκειμένου να διδαχθεί όπως έπρεπε η εξελικτική, να υποκύψω σιωπηλά (το βιβλίο διδάχθηκε περί τα 20 συνολικά χρόνια εκ των οποίων τα περισσότερα με την αριστοτεχνική απαλοιφή της εν λόγω παραγράφου. Και αυτά έγιναν επί Κυβερνήσεων Καραμανλή του πρεσβυτέρου.

Θεωρώ ότι την γλυτώσαμε πολύ φθηνά αν συγκρίνομε με το τι έγινε το 1984 και ειδικά το 1985 με την δημοσίευση ενός άλλου διδακτικού βιβλίου γραμμένου από τον Ελληνοαμερικανό καθηγητή ιστορίας (και εκτιμώμενο από τον τότε πρωθυπουργό Ανδρέα Παπανδρέου) Λ. Σταυριανό [Λ. Σταυριανού *Ιστορία του ανθρωπίνου γένους Α' Λυκείου ΟΕΔΒ, Αθήνα σελ.178 α' έκδοση*]: συνεχή γράμματα στις εφημερίδες, άρθρα καταγγελτικά και μαχητικά κατά του βιβλίου, συλλαλητήρια, ψηφίσματα, πορείες στις οποίες πλην θεοσεβούμενων πήραν μέρος και κληρικοί [παπάδες και καλόγεροι]. Όλο περίπου το έτος 1985 ήταν γεμάτο με επιθέσεις και αντεπιθέσεις. Νομίζω ότι η διαμάχη ξεσηκώθηκε λιγότερο ίσως εξαιτίας της εξελικτικής διάστασης που παρουσίαζε το βιβλίο και μάλλον περισσότερο λόγω της Μαρξίζουσας ερμηνείας της ανθρώπινης ιστορίας που το διέτρεχε.

Από το 1980 και εξής ευσχήμως υπήρξε μια προσπάθεια παραγκωνισμού του βιβλίου με την προσθήκη και άλλων βιβλίων παραπλεύρως, με την υποβάθμισή του βιβλίου και με την περιθωριοποίηση της διδασκαλίας της βιολογίας εν γένει και ειδικά της εξέλιξης. Το τι έγινε ακριβώς έκτοτε χρήζει προσεκτικής μελέτης και όχι αποσπασματικών πληροφοριών όπως αυτές που έχω συλλέξει και αναφέρω εδώ. Σχολικά βιβλία ανθρωπολογίας [Ι. Αργύρης, καθηγητού Μ.Ε. Δρ. Βιολογίας και Α. Κάβουρα σχολίατρου *Ανθρωπολογία Β' Γυμνασίου, ΟΕΔΒ, 1981*] ή Βοτανικής και Ζωολογίας [Πέτρου Γ. Βότση, Μαρίας Τσώνου-Πολάτου *Βοτανική-Ζωολογία Α' Γυμνασίου, ΟΕΔΒ, 1982*] δεν περιέχουν αξιόλογες γνώσεις για την εξέλιξη. Το πρώτο παρουσιάζει εξέλιξη του ανθρώπου χωρίς φυσική επιλογή, χωρίς προγονικό κλάδο, αφού στο φυλογενετικό δέντρο (στη σελίδα 144) διακόπτεται η σειρά που θα ένωνε τους «προγόνους του ανθρώπου» με τους ανθρωποειδείς πιθήκους. Πάλι καλά που αναφέρονται και οι αυστραλοπίθηκοι! Στο δεύτερο βιβλίο ούτε εξέλιξη υπάρχει ούτε φυσική επιλογή στο κείμενο αλλά στο λεξιλόγιο η εξέλιξη ορίζεται ως μια αλλαγή από το απλούστερο στο

πολυπλοκότερο! Είναι προφανές ότι οι συγγραφείς αγνοούν την εξελικτική διαδικασία κατά την οποία απλουστεύονται λειτουργίες και όργανα ορισμένων ενδοπαρασίτων, αυτήν την απλούστευση δεν την έχουν καν σκεφθεί. Ακόμα σκέφτονται με βάση την ανοδική κλίμακα των ειδών! Είναι σαφές ότι η πανεπιστημιακή τους παιδεία στην εξέλιξη ήταν αν όχι παντελώς απύσχα πάντως απλοϊκή και ατελής.

Τα βιβλία βιολογίας εκείνων των χρόνων που έχω υπόψη μου είναι δύο. Το πρώτο, Ε. Γκελτή-Δούκα, Θ. Α. Παταργιά, Ι. Αργύρη *Βιολογία Γ' Γυμνασίου*, ΟΕΔΒ, 1981 και 1982, περιέχει τα της εξέλιξης στις σελίδες 120-130 σε σύνολο 136 σελίδων. Την φυσική επιλογή την νοούν μονάχα ως επιβίωση και όχι γενικότερα ως διαφορική ικανότητα αναπαραγωγής, που δεν συνδέεται με θανάτους αλλά με γενετικούς θανάτους. Τούτο δείχνει άλλη μια φορά την έλλειψη σοβαρής εκπαίδευσης στην εξελικτική. Για τον ορισμό της ζωής οι συγγραφείς ανατρέχουν σε ορισμένες παρατηρήσεις του βιβλίου μας του 1976 και καταλήγουν στον εντοπισμό της διαφορετικότητας μεταξύ ανοργάνων και εμβίων στην παρουσία μεταβολισμού και αναπαραγωγής. Αποφαίνονται ότι καμιά μηχανή δεν είναι ικανή να φτιάχνει όμοιά της! Το δεύτερο βιβλίο είναι των Ι. Αργύρη, Ε. Κοτσιφάκη, Ν. Μάργαρη, Σ. Μάρκου Ν. Παπαδόπουλου, Α. Παφίλη Θ. Παταργιά και Κ. Σέκερη *Βιολογία Γ' Λυκείου*, Μέρος Α' και Μέρος Β', ΟΕΔΒ 1983. Το Μέρος Β' αφορά κατ' αποκλειστικότητα την ανατομία και φυσιολογία του ανθρώπου ενώ στο Μέρος Α' υπάρχουν τριάντα περίπου από τις 226 σελίδες του αφιερωμένες στην εξέλιξη και ειδικά σε εκείνη του ανθρώπου. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι πρώτες 150 περίπου σελίδες περιέχουν άλλη ύλη, έτσι που συνήθως να μην προφταίνουν οι δάσκαλοι να διδάσκουν την εξέλιξη και την οικολογία.

Για τα τέλη της δεκαετίας του 1990 έχω υπόψη μου τέσσερα βιβλία. Το πρώτο από μια ομάδα συγγραφέων [Α. Καστορινής, Μ. Κωστάκη-Αποστολοπούλου, Φ. Μπαρώνα-Μάμαλη, Β. Περάκη, Π. Πιάλογλου] *Βιολογία Θετικής Κατεύθυνσης Β' Τάξης Ενιαίου Λυκείου*, ΟΕΔΒ, 1998, που αποτελεί μια φυσιολογία του ανθρώπου και δεν περιέχει εξέλιξη, γενετική ή οικολογία. Το δεύτερο είναι των Α. Καψάλη, Ι-Ε Μπουρμπουχάκη, Β. Περάκη, Σ. Σαλαμαστράκη, *Βιολογία Γενικής Παιδείας Β' Ενιαίου Λυκείου*, ΟΕΔΒ, 1999, που περιέχει κυτταρολογία, μεταβολισμό, γενετική συμπεριλαμβανομένης και της γενετικής μηχανικής αλλά όχι εξέλιξη! Το τρίτο των Α. Καστορινή, Θ. Καστώρη, Ε. Μουτζούρη-Μανούσου, Γ. Παυλίδη, Β. Περάκη, Α. Σαπναδέλη-Κολόκα *Βιολογία Α' Γυμνασίου* ΟΕΔΒ, 1999 αποτελεί έκθεση της φυσιολογίας του ανθρώπου. Τέλος των Φ. Μπαρώνα-Μάμαλη, Ι. Μπότσαρη, Ι. Μπουρμπουχάκη και Β. Περάκη *Βιολογία Γενικής Παιδείας Γ' Τάξης Ενιαίου Λυκείου* ΟΕΔΒ, 1999, περιέχει και έκθεση της εξέλιξης σε 50 σελίδες με εκτενή αναφορά στην προέλευση του ανθρώπου καθώς και ένα ένθετο για την προέλευση της ζωής.

Για τις αρχές του αιώνα μας έχω υπ' όψη μου τρία βιβλία. Εκείνο των Α. Καψάλη, Ι. Ι-Ε. Μπουρμπουχάκη, Β. Περάκη και Σ. Σαλαμαστράκη, *Βιολογία Γενικής Παιδείας Β' Ενιαίου Λυκείου ΟΕΔΒ, 2004* δεν περιέχει εξέλιξη ή οικολογία, γενετική των Μέντελ και Μόργκαν, αλλά αντίθετα περιέχει γενετική μηχανική! Το άλλο των Β. Αλεπόρου, Α. Αργυροκαστρίτη, Α. Κομητοπούλου, Π. Πιάλογλου, Β. Σγουρίτσα *Βιολογία Θετικής Κατεύθυνσης Γ' Τάξης Ενιαίου Λυκείου, ΟΕΔΒ, 2004* περιέχει μοριακή γενετική, Μενδελιανή γενετική, μοριακές τεχνικές (PCR, FISH κ.α.) ακόμη και στοιχεία Βιοηθικής αλλά περιφρονεί την εξέλιξη και την οικολογία. Μόνο το βιβλίο των Μ. Ανδριώτη, Α. Γεωργούλη-Μαρκάκη, Μ. Γκούβρα, Θ. Κατσώρη και Γ. Παυλίδη *Βιολογία Γ' Γυμνασίου ΟΕΔΒ, 2003* περιέχει τα της εξέλιξεως (σελ.173-199) στην οποία περιλαμβάνει και εκείνη του ανθρώπου (χωρίς βέβαια πιθήκους αλλά με τον «αυστραλοπίθηκο» να μνημονεύεται), περιλαμβάνει και την οικολογία (σελ.127-168) σε σύνολο 200 περίπου σελίδων.

Το συμπέρασμα είναι θλιβερό. Υπάρχει μια περιθωριοποίηση της διδασκαλίας της εξέλιξης και μια τάση εξάλειψής της ενώ αναδεικνύονται τεχνικές και λεπτομέρειες εξειδικευμένες. Οι συγγραφείς στη καλύτερη περίπτωση αντιγράφουν σπασμωδικά αλλά σε περιορισμένη έκταση πολύ καλά ξενόγλωσσα εγχειρίδια αλλά φαίνονται οι ελλείψεις τους στην έκθεση των όρων και των μηχανισμών, τους οποίους δεν έχουν κατανοήσει εις βάθος. Νομίζω πως σε μεγάλο βαθμό τούτο πρέπει να αποδοθεί στην έλλειψη συστηματικής διδασκαλίας από το κεντρικό Ελληνικό Πανεπιστήμιο, εκείνο των Αθηνών ενώ στην συμπρωτεύουσα και στην περιφέρεια τα πράγματα αποδεικνύονται σαφώς καλύτερα από απόψεως διδασκαλίας και ερευνής σε αυτόν τον τομέα.

Οι αντιδράσεις της Εκκλησίας και της ακαδημαϊκής θεολογίας της Ελλάδος στη Δαρβινική θεωρία

Βασίλης Ευράφας

Τμήμα Θεολόγων

Εκπαιδευτήρια ΓΕΙΤΟΝΑ

1 Εισαγωγή

Η σημασία της θεωρίας της εξέλιξης είναι πασιφανής για την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα, είτε αυτή γίνεται αποδεκτή με σκεπτικισμό είτε με ενθουσιασμό από τους ειδικούς κάθε επιστημονικού κλάδου. Δεν θα αφιερώσω χρόνο στο να αναλύσω τη σημασία της στο χώρο της επιστήμης μιας και στον τόμο αυτό υπάρχουν κείμενα από διακεκριμένους επιστήμονες οι οποίοι είναι οι πλέον ειδικοί στο να αναδείξουν διαφορετικές παραμέτρους της θεωρίας της εξέλιξης καθώς και γενικότερα του έργου του Δαρβίνου στο παγκόσμιο γίγνεσθαι.

Στο παραπάνω πλαίσιο εντάσσεται και το παρόν κεφάλαιο που φιλοδοξεί να αναδείξει μία προσέγγιση στην υποδοχή της Δαρβινικής θεωρίας από την Εκκλησία και τη Θεολογία στον Ελλαδικό χώρο. Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να καταδείξει δύο βασικά πράγματα: α) τη θέση της ορθόδοξης προσέγγισης πάνω σε ένα τόσο σημαντικό επιστημονικό ζήτημα και β) την άρση των όποιων παρεξηγήσεων έχουν δημιουργηθεί μέχρι τώρα και την κατάδειξη μιας άλλης προοπτικής, εκτός αυτής της πολεμικής, που πραγματικά προτείνει με ξεκάθαρο τρόπο η θεολογική σκέψη της ορθοδοξίας.

Οι επιστημονικές μέθοδοι που ακολουθήθηκαν για τη συγγραφή της παρούσας εργασίας είναι η ιστορική, η θεολογική και η ιστορικοκριτική. Τα κείμενα που εκφράζουν κάποιες απόψεις της εκκλησίας της Ελλάδας πάρθηκαν από το περιοδικό *Εκκλησία* το οποίο και αποτελεί το επίσημο όργανό της.

Πριν ξεκινήσω την ανάλυση του θέματος θα ήθελα να διευκρινίσω κάποια ζητήματα, τα οποία έχουν παρεξηγηθεί ή για τα οποία έχει γίνει πολύς λόγος στο παρελθόν: α) Είναι αλήθεια ότι πολλές φορές κατά το παρελθόν κάποιες αντιδράσεις από τον χώρο της εκκλησίας έχουν οδηγήσει σε ακρότητες ή έχουν δημιουργήσει μια πολεμική η οποία έχει χωρίσει πολλούς ανθρώπους σε δύο αντίπαλα στρατόπεδα. Είναι γνωστή σε όλους η γνωστή έριδα μεταξύ των Δημιουργιστών και των Δαρβινιστών, ή καλύτερα αυτών που δέχονται τη φυσική επιλογή ως τρόπο ύπαρξης και εξέλιξης του ανθρώπου και αυτών που την απορρίπτουν ισχυριζόμενοι ότι όλα προήλθαν από τη θεία βούληση κατά τον τρόπο που περιγράφεται στο πρώτο κεφάλαιο του βιβλίου της Γενέσεως¹, ιδιαίτερα στις Η.Π.Α. Αυτή η έριδα, καθώς και τα επιχειρήματα εκατέρωθεν, δημιούργησε την εντύπωση ότι όσοι αποδέχονται την θεωρία της εξέλιξης δεν είναι δυνατό να αποδεχτούν τη διήγηση της δημιουργίας όπως αυτή περιγράφεται στο βιβλίο της Γένεσης στην Παλαιά Διαθήκη και όσοι αποδέχονται την τελευταία δε μπορούν να αποδεχτούν τη Δαρβίνεια θεωρία γιατί αρνείται τη Θεία δημιουργία². Είναι πασιφανές από τα παραπάνω ότι πρόκειται ουσιαστικά για μια σύγκρουση μεταξύ επιστημονικής προσέγγισης και μιας προσέγγισης πίστης ή επιστημονικότερα, μιας ιδεαλιστικής προσέγγισης. Το ζήτημα που πρέπει να απαντηθεί είναι εάν αυτή η έριδα απασχόλησε, ή απασχολεί τον ορθόδοξο χώρο και να δούμε τις διαφορετικές προσεγγίσεις στο ζήτημα αυτό.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να διευκρινιστούν δύο βασικά στοιχεία που αφορούν στη Θεολογία και ειδικότερα στην Ορθόδοξη Θεολογία:

α) Όπως θα καταδειχθεί παρακάτω οι πρώτες αντιδράσεις στη θεωρία του Δαρβίνου στον Ελλαδικό χώρο προήλθαν από τους θεολογικούς κύκλους της εποχής. Το παραπάνω έχει διττή σημασία και ανάγνωση. Οι όποιες αντιδράσεις και η πολεμική που αυτές προκάλεσαν με ηπιότερο ή και εντονότερο τρόπο από τη μια καταδεικνύουν την σχολαστική αντιμετώπιση των πραγμάτων εκείνη την εποχή, ενώ από την άλλη μας αποκαλύπτουν ότι οι πρώτες αντιδράσεις σε μια τόσο σοβαρή θεωρία προήλθαν από εκκλησιαστικούς κύκλους.

β) Επειδή δεν είναι σε όλους γνωστή η έννοια του σχολαστικισμού πρέπει να αναφερθεί ότι με τον παραπάνω όρο εννοούμε τη θεολογική προσπάθεια ώστε να συστηματοποιηθεί η μελέτη των ήδη διαμορφωμένων δογμάτων.³ Αυτή η θεολογική προσπάθεια, η οποία χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον από την προτεσταντική και ρωμαιοκαθολική θεολογία υιοθετήθηκε πολλές φορές άκριτα

¹ Οι παραπομπές μου που σχετίζονται με χωρία της Βίβλου αναφέρονται στην κριτική έκδοση της Septuaginta και στη Novum Testamentum Graece.

² Αναλυτικά για το ζήτημα αυτό έχει αναφερθεί ο Richard Dawkins στο " *Η περί του Θεού ανταπάτη*". Ακόμη ο Michel Onfray στο βιβλίο του " *Πραγματεία περί αθεολογίας, φυσική της μεταφυσικής*".

³ Β. Στεφανίδου, *Εκκλησιαστική Ιστορία*, Αθήνα 1959, σ. 333.

από την ορθόδοξη θεολογική σκέψη και την κατέστησε πολλές φορές μη παραγωγική, ιδιαίτερα μέχρι τη δεκαετία του '70 στον ελλαδικό χώρο.

2 Ο Δαρβίνος και η θεωρία της εξέλιξης στον ελλαδικό χώρο: μια σύντομη ανασκόπηση

Τις πρώτες πρώιμες αντιδράσεις πάνω στο δαρβινισμό τις συναντάμε στα 1874 από τον θεολόγο Ιγνάτιο Μοσχάκη και δύο χρόνια αργότερα από τον Σπυριδώνα Σούγκρα. Ο πρώτος μεταφράζει το βιβλίο του Σχέϊδερχμαχερ *Μελέται κατά του Υλισμού*⁴ ενώ ο δεύτερος, ο οποίος ήταν διδάκτωρ της φιλοσοφίας δημοσιεύει το έργο *Η νεότατη του υλισμού " φάσις ήτοι ο Δαρουίνισμός και το ανυπόστατον αυτού*.⁵ Τα δύο αυτά πολεμικά ως προς τον δαρβινισμό έργα αποτελούν ουσιαστικά και τις πρώτες προσεγγίσεις στο έργο του στον ελλαδικό χώρο. Ακολουθούν διάφορες αποσπασματικές αναφορές μέχρι το 1915 οπότε ο Ν. Καζαντζάκης κάνει την πρώτη επίσημη μετάφραση της *Καταγωγής των ειδών*. Σε αυτό το χρονικό σημείο πρέπει να θεωρήσουμε ότι η δαρβίνεια σκέψη γίνεται προσιτή στον απλό μελετητή στον ελλαδικό χώρο. Ακολουθούν σποραδικά κάποιες ακόμη μεταφράσεις όπως αυτές του Α. Πάγκαλου στα 1956 καθώς και κάποιες πιο πρόσφατες από τον Γ. Βιστάκη στα 1976 και τον Β. Βασιλείου στα 1977. Οι λιγοστές εκδοτικές προσπάθειες και γενικότερα οι ισχνές αντιδράσεις πάνω στη θεωρία του Δαρβίνου κάνουν τον Κώστα Κριμπά να σημειώσει: «αυτά δείχνουν το περιορισμένο ενδιαφέρον στην Ελλάδα για τις φυσικές επιστήμες και την έρευνα της φύσης γενικότερα...»⁶

3 Μύθος και αλήθεια: η διδασκαλία των δύο εννοιών στις ορθόδοξες Θεολογικές σχολές στην Ελλάδα

Για να γίνει κατανοητή η προσπάθεια διασαφήνισης των ιδεών στην ορθόδοξη Θεολογία πρέπει να διασαφηνιστεί στο κοινό η χρήση του μυθικού στοιχείου ακόμη και σε κείμενα τα οποία είναι ιερά για τους πιστούς των διαφόρων θρησκειών.⁷ Σε αυτό το σημείο πρέπει να γίνει κατανοητή η χρήση του όρου

⁴ Περισσότερα βλ. Δ.Σ. Μπαλάνος, *Ιστορία της Θεολογικής Σχολής*, Αθήνα 1937.

⁵ Κώστας Κριμπάς, *Ο δαρβινισμός στην Ελλάδα. Τα πρώτα βήματα: η αλληλογραφία Χελδράιχ-Δαρβίνου*, περ. "Τα Ιστορικά", τομ. 1^{ος}, τευχ. 2, σ. 337.

⁶ Στο ίδιο, σ. 347.

⁷ Στο σημείο αυτό θα ήθελα να διευκρινίσω ότι οι απόψεις και ιδέες που θα ακολουθήσουν περιλαμβάνονται μέσα στη διδασκαλία και την εξεταζόμενη ύλη των φοιτητών των Θεολογικών σχολών της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης. Με αυτή την παρατήρηση, θα ήθελα να καταδείξω ότι οι Θεολόγοι των ελληνικών πανεπιστημίων διδάσκονται με τρόπο επιστημονικό τα θέματα που αφορούν στη δημιουργία και την εξέλιξη του ανθρώπου. Επίτηδες, ενώ οι βιβλιογραφικές

μύθος από τη Θεολογική επιστήμη καθώς και από την επιστήμη της κοινωνιολογίας. Στη θρησκευτική σφαίρα ο όρος μύθος ουσιαστικά εξασφάλιζε την κάθοδο της αλήθειας των ιδεών και την ασφαλή πρόσληψή τους από το ακροατήριο ή από τους αναγνώστες της εποχής εκείνης. Ο μύθος στα θρησκευτικά κείμενα λειτουργεί απλουστευτικά με σκοπό πάντοτε την κατανόηση ιδεών, λέξεων και νοημάτων που υπό άλλες συνθήκες θα ήταν εντελώς αδύνατο να προσληφθούν από τους ανθρώπους της εποχής.

Συγκεκριμένα, στη Γένεση⁸, στην πρώτη διήγηση της δημιουργίας του κόσμου γιατί όπως θα δούμε παρακάτω ακολουθούν τουλάχιστο άλλες δύο⁹, ο συγγραφέας ενδιαφέρεται να διδάξει τη μεγάλη αλήθεια της δημιουργίας του κοσμικού σύμπαντος από το Θεό, δηλαδή να αναγάγει την κοσμολογική αρχή και λειτουργία του στον Δημιουργό. Γνωρίζει όμως ότι οι αντιληπτικές, νοητικές και κοσμολογικές δυνατότητες και γνώσεις του Εβραίου της εποχής του είναι περιορισμένες για να μην πούμε και παιδαριώδεις. Για αυτό επενδύει την αλήθεια που θέλει να καταδείξει, δηλαδή την “εκ Θεού Δημιουργία” με ένα απλό κατασκευαστικό μύθο. Η ασύλληπτη κοσμογονική αλήθεια, η οποία ακόμη και σήμερα ερευνάται και στις λεπτομέρειές της είναι ελάχιστα γνωστή, παρά την ανάπτυξη των ειδικών επιστημών και των εμπλουτισμό της γνώσης προσφέρεται με θαυμάσιο τρόπο που σέβεται τον αποδέκτη της. Οι ανθρωποκεντρισμοί, η γεωκεντρική αρχή, οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες και η χρήση των λέξεων είναι λογικά και επιστημονικά έξω από την αλήθεια αλλά νοητικά κοντά της για να την υπηρετήσουν και να προσφέρουν στον άνθρωπο.¹⁰

Το ίδιο σχήμα ακολουθείται και στη διήγηση της παρακοής των πρωτοπλάστων. Μέλημα του ιερού συγγραφέα είναι να γίνει κατανοητή η πτώση και οι συνέπειες της για τον συγγραφέα αποτελεί η επισημείωση του γεγονότος της παρακοής και οι συνέπειές της για την ανθρώπινη φύση, τις σχέσεις μεταξύ των ανθρώπων και κατ’ επέκταση οι σχέσεις μεταξύ των ανθρώπων και του Θεού. Η πλαισίωση της διήγησης είναι το μέσο μεταφοράς της αλήθειας του συγγραφέα προς τον αναγνώστη- ακροατή της εποχής λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη του τις αντιληπτικές και δεκτικές ικανότητές του.

Η χρήση του μύθου και ιδιαίτερα η σημαντική του και η σημειολογία του δεν μπορεί να διαχωριστεί από την εξέλιξη του ανθρώπου. Ο άνθρωπος εξελίσσεται δυναμικά με το πέρασμα των εποχών και συνάμα μεταβάλλεται διαρκώς η νοητική του και αντιληπτική του ικανότητα. Δεν πρέπει να μας διαφεύγει το

αναφορές είναι πολλές, παραπέμπω σε βιβλία που αποτελούν συγγράμματα των καθηγητών των Θεολογικών σχολών και εξεταστέα ύλη για τους φοιτητές.

⁸ Γεν, 1,1-2,4^α

⁹ Παρακάτω γίνεται αναλυτικά λόγος για τις διηγήσεις της δημιουργίας του κόσμου που περιλαμβάνονται στην Αγία Γραφή, ιδιαίτερα στην Παλαιά Διαθήκη γιατί δυστυχώς είναι άγνωστες στο ευρύ κοινό το οποίο γνωρίζει και στηρίζεται μόνο στην πρώτη κατά σειρά.

¹⁰ Β. Γιούλτση, *Κοινωνιολογία της Θρησκείας*, Θεσσαλονίκη 1996, σ. 213.

γεγονός ότι ο άνθρωπος μορφώνεται και παράλληλα η επιστημονική πρόοδος τον καθιστά καλύτερο δέκτη των μηνυμάτων και συνάμα αυστηρότερο κριτή. Κλασικό παράδειγμα της εξέλιξης του μύθου είναι η χρήση των παραβολών του Ιησού όπως αυτές παρουσιάζονται μέσα στα κείμενα των Μάρκου, Λουκά, Ματθαίου και Ιωάννη. Ο Ιησούς κατανοεί το αυτονόητο και απευθύνεται στον κόσμο της εποχής του λαμβάνοντας υπόψη τον κοινωνικό του περίγυρο, το κοσμοείδωλο της εποχής του και φυσικά το μορφωτικό επίπεδο του ακροατηρίου του. Οι συγκλονιστικές αλήθειες της αγάπης, της ειρηνικής συνύπαρξης, της δικαιοσύνης αλλά και ο ψόγος της ματαιοδοξίας, της μισαλλοδοξίας, του εγωισμού και της κακίας προσαρμόζονται στο πλαίσιο της εποχής και μεταφέρονται με εικόνες της καθημερινότητας, εκφρασμένες μέσα από σχήματα της καθημερινής ποιμενικής, αγροτικής αλλά και μεσοαστικής ζωής.¹¹

4 Το κείμενο της Γενέσεως και η διδασκαλία του στις ορθόδοξες θεολογικές σχολές στην Ελλάδα

Πολλά από τα προβλήματα που έχουν προκύψει στο παγκόσμιο γίγνεσθαι ξεκινούν από τις αντιλήψεις που έχει ο περισσότερος κόσμος για την κοσμολογική και οντολογική αντίληψη που παρουσιάζεται η δημιουργία μέσα ειδικά από το κείμενο και την ερμηνεία της Παλαιάς Διαθήκης. Είναι όμως γνωστός ο τρόπος της ερμηνείας του κειμένου από τους ειδικούς του χώρου ή μήπως επικρατούν διάφορες εκδοχές οι οποίες διαφέρουν από την πραγματικότητα;

Η ερμηνευτική επιστήμη, ιδιαίτερα των ιερών κειμένων,¹² έχει αυστηρούς επιστημονικούς κανόνες που καθορίζουν τον τρόπο και τη διάσταση που λαμβάνουν τα κείμενα αυτά. Ιδιαίτερα στη Θεολογική επιστήμη, πολλές άλλες επιστήμες συνεπικουρούν, ώστε να έχουμε ένα ενιαίο αποτέλεσμα. Η γλωσσολογία, η ιστορία, η φιλολογία, η λαογραφία, η γεωγραφία, η κοινωνιολογία και μια πλειάδα άλλων επιστημών βοηθούν ώστε τα εξαγόμενα συμπεράσματα να προσεγγίζουν το δυνατότερο την πραγματικότητα και να μην αφήνουν χώρο για παρερμηνείες.

Επιστρέφοντας στη ελληνική θεολογική σκέψη, πρέπει να ξεκαθαρίσουμε ότι ο πρωτοετής φοιτητής της Θεολογικής σχολής διδάσκεται ότι η Παλαιά Διαθήκη ως κείμενο αποτελεί ένα συμπλήρωμα τεσσάρων πηγών, του Γιαχβιστή, του Ελοχιμιστή, του Δευτερονομιστή και του Ιερατικού κώδικα. Πρόκειται ουσιαστικά για μια κατηγοριοποίηση πηγών που συναντάμε στο κείμενο και μας βοηθά να

¹¹ Στο ίδιο, σ. 214.

¹² Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ξεκαθαρίσω ότι ο όρος "ιερά κείμενα", δεν προκαθορίζει ή ουσιαστικά προδιαγράφει την ιερότητά τους. Χρησιμοποιείται έτσι από τη διεθνή βιβλιογραφία για να μας καταδείξει ότι αποτελούν για μεγάλο μέρος πιστών μέρος της Θείας Αποκάλυψης.

κατανοήσουμε με σαφέστερο τρόπο τις χρονικές περιόδους συγγραφής του κειμένου, τις ιστορικές συγκυρίες, τις επιρροές από τους γειτονικούς λαούς, τη γλώσσα και τη μορφή της καθώς και τις επιδράσεις της στην εκφορά του κειμένου.

Η παραπάνω διευκρίνιση ήταν απαραίτητη για να γίνει μια εκτενής αναφορά σε κάτι που ο πολύς κόσμος το αγνοεί και είναι μία από τις βασικές αιτίες διαμάχης μεταξύ των Δαρβινιστών και των Δημιουργιστών: το κείμενο της Παλαιάς Διαθήκης περιέχει τουλάχιστο¹³ τρεις διαφορετικές διηγήσεις δημιουργίας του κόσμου. Αυτό από μόνο του εκπληρώνει την ανάλυση περί συμβολικής γλώσσας που προηγήθηκε. Προκύπτει λοιπόν αυτονόητα το ερώτημα: για ποιο λόγο να προτιμηθεί ως κυριαρχούσα θεωρία η πρώτη που συναντάμε στο κείμενο της Γενέσεως και όχι η δεύτερη ή η τρίτη; Εάν δεχθούμε την κυριολεκτική ερμηνεία του κειμένου, και δεν εντάξουμε τις διηγήσεις αυτές στο πλαίσιο του συμβολισμού και της κοινής πορείας που δεν είναι άλλη από τη φανέρωση του προσώπου του Θεού ως δημιουργού του κόσμου με γλώσσα συμβολική, πρέπει να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι οι τρεις διαφορετικές διηγήσεις περιλαμβάνουν διαφορετικά πράγματα, άρα αντικρούει η μία την άλλη.

Αναλυτικά, στο πρώτο βιβλίο της Παλαιάς Διαθήκης, αυτό της Γενέσεως συναντάμε δύο διαφορετικές διηγήσεις δημιουργίας. Η πρώτη ενότητα είναι τα κεφάλαια 1,1-2, 4^α, κομμάτι που ανήκει στον Ιερατικό κώδικα και η δεύτερη 2,4β-25 που ανήκει στο Γιαχβιστή.¹⁴ Ενώ στη σειρά παρουσίασης στο βιβλίο η διήγηση του Ιερατικού κώδικα παρουσιάζεται πρώτη είναι επιστημονικά τεκμηριωμένο πως η διήγηση του Γιαχβιστή είναι αρχαιότερη.

Παρά τον διαφορετικό τρόπο παρουσίασης των πραγμάτων, οι δύο διηγήσεις καταλήγουν στη δημιουργία του ανθρώπου, του άνδρα και της γυναίκας. Όλος ο υπόλοιπος κόσμος τοποθετείται σε σχέση με τον άνθρωπο, ο οποίος θεωρείται ως η κορυφή της δημιουργίας. Ο κόσμος δεν είναι αποτέλεσμα διαμάχης που έγινε από δύο μυθικές προσωποποιημένες δυνάμεις, αλλά αποτελεί δημιούργημα της προσωπικής θέλησης του Θεού. Αυτό είναι και το κοινό στοιχείο των δύο διηγήσεων, που ενώ διαφέρουν στον τρόπο της δημιουργίας συντείνουν στο βασικό στοιχείο της διήγησης που δεν είναι άλλο από το ποιος δημιούργησε τον κόσμο.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να παρατηρηθεί ότι η διήγηση του Ιερατικού Κώδικα μας δίνει αρκετά στοιχεία για τον τρόπο δημιουργίας του κόσμου. Είναι φυσικό πως ο συγγραφέας προσπαθεί να εκθέσει τις κοσμολογικές γνώσεις της εποχής του και να τις προβάλλει στον αναγνώστη μέσω του κειμένου της Παλαιάς

¹³ Αναφέρουμε τρεις οι οποίες έχουν αναλυθεί από τους επιστήμονες του χώρου ενώ υπάρχουν και αναλύσεις για μια τέταρτη στο Β' Βασιλειών για την οποία δεν έχουμε ακόμη επαρκή βιβλιογραφία.

¹⁴ Δ. Καϊμάκη, *Θέματα Παλαιδιαθηκικής Θεολογίας*, Θεσσαλονίκη 1999, σ. 23.

Διαθήκης. Σε αυτό το σημείο δεν είναι υπερβολή να πούμε ότι η Θεολογία χρησιμοποιείται ως όχημα για να διοχετευτούν οι επιστημονικές γνώσεις της εποχής με απλό τρόπο στον αναγνώστη, χωρίς αυτό το πράγμα να σημαίνει ότι αυτές οι γνώσεις δεν ξεπεράστηκαν μερικά χρόνια αργότερα.

Μια τρίτη διήγηση δημιουργίας του κόσμου συναντάμε στο βιβλίο των ψαλμών, με γλώσσα διαφορετική αυτής της Γενέσεως και με απουσία της δημιουργίας του ανθρώπου. Δεν παύει όμως αυτή η διήγηση να έχει κοσμολογική αξία και να εντάσσεται στο πλαίσιο της δημιουργίας του κόσμου. Έτσι ο Θεός παρουσιάζεται ως ο νικητής με την πάλη των χαοτικών δυνάμεων¹⁵, αυτός που στρέωσε τον κόσμο σε θεμέλια ατράνταχτα. Ο Θεός αποτελεί τον αιώνιο νικητή, σταθεροποιεί τον κόσμο και κατατρόπωσε τα ύδατα που τάραζαν τα θεμέλια της γης.¹⁶ Οι παραστάσεις αντανακλούν τις πεποιθήσεις των Εβραίων της εποχής που πίστευαν ότι η γη στηριζόταν σε κολώνες¹⁷, θεμέλια και υποστυλώσεις.¹⁸ Εάν οι παραπάνω διηγήσεις ενταχθούν στο πλαίσιο της επιστημονικής αντίληψης της εποχής τότε σίγουρα αντιλαμβανόμαστε πως ο συγγραφέας λαμβάνει σοβαρά υπόψη του τα χρονικά δεδομένα και τη γνώση των ανθρώπων για το περιβάλλον τους. Η αφήγηση όμως, όπως και αυτές της Γενέσεως, δείχνουν ολοφάνερα ότι κύριο μέλημα των συγγραφέων ήταν να δείξουν την παντοδυναμία του Γιαχβέ στον κόσμο και πάνω στους ανθρώπους ιδιαίτερα.

Όλες οι παραπάνω διηγήσεις, μέσα σε ένα στενά επιστημονικό πλαίσιο αναλυμένες, δεν δίνουν χώρο για παρερμηνείες και άλλου είδους εκδοχές. Είναι θεωρώ ξεκάθαρο, ότι σε καμία περίπτωση η Θεολογική σκέψη, όπως αυτή εκφράζεται στον χώρο της ακαδημαϊκής θεολογίας, δεν αφήνει χώρο για αντιδικία με τον χώρο της βιολογίας, ιδιαίτερα με τη Δαρβίνεια θεωρία για την εξέλιξη των ειδών.

Συνεχίζοντας, αφού εκθέσαμε τις βασικές προσεγγίσεις του χώρου της κοινωνιολογίας της θρησκείας και της ερμηνείας της Παλαιάς Διαθήκης θα παρουσιάσουμε κάποιες σοβαρές προσπάθειες που έγιναν τις τελευταίες δεκαετίες στον θεολογικό χώρο ώστε να χρησιμοποιηθούν οι απόψεις του Δαρβίνου από τον χώρο της θεολογίας με τρόπο δημιουργικό και να λυθούν οι όποιες παρεξηγήσεις προέκυψαν κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα.

¹⁵ Ψαλμοί, 65,7-9.

¹⁶ Περισσότερα για το θέμα αυτό βλ. Δ. Καϊμάκη, *Σιών και Ιερουσαλήμ στο Δευτεροσηαία*, Θεσσαλονίκη 1984, σ. 58 εξ.

¹⁷ Ψαλμοί, 75,4.

¹⁸ Ψαλμοί, 18,16. 82,5.

5 Δαρβίνος και σύγχρονη Ορθόδοξη Θεολογία

Υπάρχει όμως πραγματικό πρόβλημα μεταξύ της χριστιανικής θεολογίας και επιστήμης; Ο καθηγητής Μπέγζος σε άρθρο του αναφέρει: «Ο ελληνογενής χριστιανισμός παραμένει αφετηριακά ξένος σε αυτήν την προβληματική. Με τη Δίκη του Γαλιλαίου εδραιώθηκε η πεποίθηση της δυτικοευρωπαϊκής νεωτερικότητας ότι θρησκεία και επιστήμη είναι ασύμβατες και ανταγωνιστικές. Το δεύτερο χρονολογικά πεδίο μάχης του ίδιου πολέμου ήταν το βιολογικό δίλημμα «δημιουργισμός ή εξελικτισμός» που τέθηκε από τη βιολογία τον 19ο αιώνα με πρωταγωνιστή τον Δαρβίνο και προγραμματική διακήρυξη το βιβλίο του *Η καταγωγή των ειδών* (1859) με τρόπο επιστημονικό και με το μεταγενέστερο έργο του *Η καταγωγή του ανθρώπου* (1871) σε επίπεδο κοσμοθεωρητικό πλέον. Μετά το δίλημμα για την κίνηση της Γης τίθεται επί τάπητος το δίλημμα για την καταγωγή της ζωής (θεολογικός δημιουργισμός ή βιολογικός εξελικτισμός) κι έτσι η εστία μετατίθεται από τον ανόργανο, άβιο κόσμο στην ενόργανη, έμβια φύση. Ο δημιουργισμός (creationism) προεσβύει μίαν τυπολατρική, φορμαλιστική, κατά γράμμα ερμηνεία της βιβλικής αφήγησης για την εκ του μηδενός (ex nihilo) δημιουργία του κόσμου από τον Θεό της Βίβλου αποκλείοντας τον εξελικτισμό (evolutionism) που προτείνει την άποψη ότι η ζωή εξελίσσεται από τα ατελέστερα στα τελειότερα είδη (species) ακολουθώντας ορισμένες αρχές (φυσική επιλογή των βιώσιμων ειδών, προσαρμογή στο φυσικό περιβάλλον, επικράτηση του ισχυροτέρου στον αγώνα της επιβίωσης)».¹⁹

Στο ίδιο άρθρο αναφέρεται σε τρεις σημαντικές μορφές της Θεολογίας, οι οποίοι έχοντας βαθιά γνώση της ελληνογενούς θεολογίας του ανατολικού χριστιανισμού (Ορθοδοξία), προσπάθησαν με τρόπο δημιουργικό να αξιολογήσουν την εξελικτική θεωρία και να αποδείξουν ότι όχι μόνο δεν έρχεται σε αντίθεση με τη χριστιανική αντίληψη για τη δημιουργία, αλλά τη συμπληρώνει με τρόπο ομαλά εξελικτικό. Πρόκειται για τους καθηγητές Ν.Νησιώτη, Ν. Ματσούκα και τον μητροπολίτη Περγάμου, Ιώαννη Ζηζιούλα. Θα επιχειρήσουμε μία αναλυτικότερη προσέγγιση στο έργο των παραπάνω καθηγητών, ιδιαίτερα σε αυτό του Ν.Ματσούκα, του οποίου και η προσέγγιση αποτελεί την πλέον αξιοπρόσεκτη πάνω στο ζήτημα της εξέλιξης σε σχέση με την Πατερική θεολογική σκέψη.

Ο Νίκος Νησιώτης στο σύγγραμμά του *Προλεγόμενα εις την Θεολογικήν Γνωσιολογίαν* (1965) αξιολόγησε θετικότερα τον εξελικτισμό αφιερώνοντάς του ιδιαίτερο κεφάλαιο με τίτλο «Η Θεωρία της Εξελίξεως και το σημείον Ωμέγα αυτής». Επίκεντρο των θεωρήσεών του είναι η συμβολή του γάλλου ρωμαιοκαθολικού θεολόγου και παλαιοντολόγου Pierre Teilhard de Chardin, ο

¹⁹ Μάριος Μπέγζος, "Βήμα Ιδεών" στις 6-2-2009.

οποίος στα τελευταία χρόνια της ζωής του εξαναγκάστηκε από τη βατικανή εξουσία σε φίμωση εξαιτίας του θεολογικού εξελικτισμού του και μετά την ανανεωτική Β' Βατικανή Σύνοδο (1962-1985) αποκαταστάθηκε ως ο εμπνευστής της πρωτοποριακής ρωμαιοκαθολικής «Νέας Θεολογίας» (Nouvelle Theologie).²⁰

Ο Μητροπολίτης Περγάμου στο έργο του «Η Κτίση ως Ευχαριστία» αντιπαρατίθεται στην ανθρωποκεντρική και λογικοκρατούμενη αντίληψη του κόσμου και θεωρεί ότι ο σύγχρονος δυτικός κόσμος κατάφερε να παρουσιάσει δύο αντισώματα, που δεν είναι άλλα από τη Δαρβίνειο θεωρία και τη θεωρία του Αϊνστάιν. Ο Ζηζιούλας αναφέρει ότι ο Δαρβινισμός τόνισε ότι το ανθρώπινο όν δεν είναι το μόνο διανοούμενο της δημιουργίας, πράγμα που είναι ράπισμα στην Σχολαστική άποψη ότι η εικόνα του Θεού στον άνθρωπο είναι η λογική και η νοημοσύνη του, ενώ ο ίδιος θεωρεί πως η ειδοποιός διαφορά μεταξύ ανθρώπου και των υπόλοιπων κτισμάτων δεν είναι η λογική αλλά η ελευθερία.

Τη συνείδηση και την αυτοσυνειδησία μπορούμε να τη συναντήσουμε ακόμη και στα ζώα τα οποία έχουν διαφορά βαθμού από τον άνθρωπο και όχι είδους. Η Δυτική Εκκλησία, κατά τον Ζηζιούλα απέτυχε να αντιδράσει δημιουργικά στην πρόκληση του Δαρβινισμού και προτίμησε είτε να εμπλακεί σε μια ανταγωνιστική διαμάχη μαζί του, είτε να υποκύψει δεχόμενη αυτή την κατωφερή ανθρωπολογία και όλα αυτά γιατί αρνήθηκε να αναζητήσει σε άλλες περιοχές, εκτός της λογικής, τη διαφορά των ανθρωπίνων όντων από τα ζώα. Ο ίδιος σε άλλο σημείο του βιβλίου του παραδέχεται ότι ο Δαρβίνος έχει κερδίσει την εμπιστοσύνη της επιστήμης της βιολογίας και προτείνει το ίδιο να κάνει και η Θεολογία, ιδιαίτερα στο πρόβλημα της οικολογικής κρίσεως.

Μία άλλη εξέχουσα μορφή της θεολογικής σκέψης είναι ο καθηγητής Νίκος Ματσούκας. Ο Ματσούκας σε διάφορα έργα του, όχι μόνο δεν αντικρούει τη Δαρβίνεια θεωρία, αλλά επιχειρεί και την ευθεία σύνδεσή της με τη θεολογική σκέψη, υποστηρίζοντας ότι οι βάσεις για τη θεωρία της εξέλιξης είχαν σκιαγραφηθεί τον 4^ο μ.Χ. αιώνα στα έργα του Μεγάλου Βασιλείου και του Γρηγορίου Νύσσης.

Πριν όμως περάσουμε σε μία αναλυτική περιγραφή της αναφοράς του Ματσούκα στον Δαρβίνο στο μνημειώδες έργο του <<Επιστήμη, φιλοσοφία και θεολογία στην Εξαήμερο του Μεγάλου Βασιλείου>>, πρέπει να γίνει μια εκτενής αναφορά σε ένα άλλο έργο του Ματσούκα που αποτελεί το βασικό εγχειρίδιο δογματικής και συμβολικής για την ορθόδοξη θεολογία. Ο συγγραφέας στο έργο του << Δογματική και Συμβολική Θεολογία>>, χρησιμοποιεί έναν οξύτατο λόγο για όσους αντιμάχονται τις επιστημονικές θεωρίες στο όνομα της θρησκείας, ενώ κάνει και ιδιαίτερα αυστηρή κριτική σε όσους αντιμάχονται τη θεωρία του Δαρβίνου στο όνομα της θεολογίας. Συνοψίζοντας τα γραφόμενα του αειμνήστου καθηγητή μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα:

²⁰ Μ. Μπέγζος, ο.π.

α) Θεωρεί απαράδεκτο τον καημό των νεότερων απολογητών²¹ όπως χαρακτηριστικά γράφει να βρουν την αρμονία επιστήμης και θρησκείας στην αιτία της γένεσης των όντων. Η σύγχυση μεταξύ του ποιος δημιούργησε τον κόσμο με το πώς, οδηγεί τους ανθρώπους σε τραγελαφικά αποτελέσματα αλλά και ζημιογόνα προβλήματα.²²

β) Θεωρεί πως στη δύση, οι περισσότεροι θεολόγοι και θεολογούντες δέχονταν την κατά γράμμα ερμηνεία και θεοπνευστία των γραφών, με αποτέλεσμα οι οπαδοί του Δαρβίνου όχι μόνο να διώκονται αλλά και να θεωρούνται και πλαστογράφοι της αληθινής επιστήμης. Αυτό οδήγησε τους θεολόγους από ανάγκη να σταματήσουν τον πόλεμο και την απολογητική γιατί πολλές φορές έφταναν σε αδιέξοδο. Έτσι, έγινε και η διάκριση μεταξύ του ποιος έκανε τον κόσμο (διδασκαλία της Βίβλου και της θεολογίας) και του πώς έγινε ο κόσμος (συμβολική γλώσσα της Βίβλου και έργο της επιστημονικής έρευνας).²³

γ) Ο Ματσούκας παρουσιάζει την ανατολική πατερική σκέψη ως πρωτοπόρα για την εποχή της και μάλιστα τολμάει να αναφέρει ότι ήταν ακόμη πιο σύγχρονη από πολλούς σύγχρονους θεολόγους. Αναφέρει μάλιστα ότι ο Μ. Βασίλειος και ο Γρηγόριος Νύσσης είχαν ήδη ξεφύγει από την παγίδα της επιστημονικής τεκμηρίωσης της ερμηνείας του κειμένου. Η θεολογία των Πατέρων της ανατολής κινήθηκε κατά τον Ματσούκα συνενωμένη λειτουργικά με την επιστήμη και σε καμία περίπτωση διαλεκτικά.²⁴

δ) Στη παραπομπή 140 του βιβλίου του, το οποίο αποτελεί και το βασικό εγχειρίδιο στο οποίο εξετάζονται οι φοιτητές του Α.Π.Θ. στη δογματική εδώ και χρόνια, ο Ματσούκας εκφράζει πραγματικά την οργή του για τον τρόπο που κάποιοι «χριστιανοί απολογητές» αρνούνται τη θεωρία της εξέλιξης. Γράφει χαρακτηριστικά: «Εδώ σε εμάς ακόμα συζητείται αν επιτρέπεται στα σχολεία μας να διδάσκεται η θεωρία της εξέλιξης. Ας αναλογιστούν λοιπόν την ευθύνη τους τα τελευταία ακόμα λείψανα των χριστιανών απολογητών, και ας δουν τι μεγάλο κακό προξένησαν στη θεολογία και στην εκκλησιαστική ζωή με αυτό τον τραγικό αποπροσανατολισμό».²⁵ «Για να τεκμηριώσει τη θέση του και να προκαταλάβει τις όποιες αντιδράσεις παραθέτει μια παραπομπή του Μεγάλου Βασιλείου η οποία αναφέρει ότι ο Θεός μας πολλά απεισιώπησεν για τη δημιουργία και για να τα κατανοήσουμε πρέπει να γυμνάσουμε το νου μας».²⁶ Και καταλήγει ο Ματσούκας ότι: «όσοι δεν έχουν γυμνασμένο το νου τους ή δεν

²¹ Ν. Ματσούκας, *Δογματική και Συμβολική Θεολογία 'Β*, Θεσσαλονίκη 1996, σ. 167.

²² Στο ίδιο, σ. 167.

²³ Στο ίδιο, σ. 167.

²⁴ Στο ίδιο, σ. 168.

²⁵ Ο.π., σ. 168.

²⁶ Ρ.Γ 29,33Β.

θέλουν να τον γυμνάσουν, για να βρουν τα λειπόμμενα, αρκούνται να κάνουν πύρινα ρητορικά σχήματα ως αυτόκλητοι προστάτες της Ορθοδοξίας».²⁷

ε) Χωρίς να θέλει να εισχωρήσει στο γνωστικό πεδίο της Παλαιάς Διαθήκης, αναφέρεται συνοπτικά και στις δύο διαφορετικές διηγήσεις του κειμένου της Γενέσεως, που περιγράψαμε παραπάνω, για τη δημιουργία του κόσμου και του ανθρώπου, επισημαίνοντας τη διαφορετικότητα στη σειρά και στον τρόπο δημιουργίας του κειμένου.²⁸

Ο Νίκος Ματσούκας στο βιβλίο του << Επιστήμη, Φιλοσοφία και Θεολογία στην Εξαήμερο του Μ. Βασιλείου>> σημειώνει ότι η εξέλιξη στην Εξαήμερο του Μ. Βασιλείου, όπως ακριβώς και κυρίως στην Εξαήμερο του Γρηγορίου Νύσσης, συναντάμε ένα μηχανισμό ανάλυσης του κειμένου που καταλήγει στην άποψη ότι οι δύο Πατέρες «δέχτηκαν την εξέλιξη σε έναν άρρηκτο συνδυασμό με τη δημιουργία».²⁹ Ο καθηγητής συνεχίζει στο έργο του με το να αναλύσει τη θεωρία της εξέλιξης, όπως αυτή διατυπώθηκε από το Δαρβίνο ώστε να καταδείξει τις σημαντικές ομοιότητες της θεωρίας αυτής με τις αντίστοιχες του Μ. Βασιλείου και του Γρηγορίου Νύσσης. Οτιδήποτε γίνεται και διαμορφώνεται μετά τη δημιουργία της άμορφης στόφας, συντελείται από καταβολές που υπάρχουν ευθύς εξαρχής και αναμένουν το «θείο κέλευσμα» για να ολοκληρωθεί η κυοφορία της δημιουργίας. Η φύση όμως κατά τον Μεγάλο Βασίλειο δεν έμεινε αργόν ή άμοιρον της δυναμικής πορείας της κτίσης, αλλά μέσα στα σπλάχνα του κινούσε και εκδήλωνε ανυπόμονα μια ορμή.³⁰

6 Η Εκκλησία και η θεωρία της εξέλιξης

Παραπάνω περιγράφηκε όσο πιο αναλυτικά γίνεται στα πλαίσια μιας εισήγησης, η αντίδραση της ακαδημαϊκής θεολογίας στην θεωρία του Δαρβίνου και όπως διαφάνηκε, η στάση της ιδιαίτερα στο δεύτερο μισό του εικοστού αιώνα κάθε άλλο παρά εχθρική μπορεί να χαρακτηριστεί.

Παρακάτω θα προσπαθήσουμε να προσεγγίσουμε τις αντιδράσεις της Εκκλησίας στη θεωρία του Δαρβίνου. Στο σημείο αυτό πρέπει να γίνει μια απαραίτητη διευκρίνιση: στην ορθόδοξη ανατολική εκκλησία, ο όρος εκκλησία περιλαμβάνει το σύνολο των πιστών που έχουν εισαχθεί στο σώμα της με το μυστήριο του βαπτίσματος. Αυτό σημαίνει ότι το σύνολο του σώματος, δηλαδή κλήρος και λαός αποτελούν την Εκκλησία. Όπως είναι αυτονόητο, στα πλαίσια ενός κεφαλαίου είναι αδύνατο να καλυφθεί όλη η βιβλιογραφία ή ακόμη και

²⁷ Ν. Ματσούκας, ο.π, σ. 168.

²⁸ Στο ίδιο,σελ. 168-169.

²⁹ Ν. Ματσούκας, *Επιστήμη, Φιλοσοφία και Θεολογία στην Εξαήμερο του Μ. Βασιλείου*,Θεσσαλονίκη 1990, σ. 99.

³⁰ Ρ.Γ 29,36 Β

κάποιες αυθαίρετες αντιδράσεις παραεκκλησιαστικών ομάδων κατά τη διάρκεια του εικοστού αιώνα, οι οποίες και απηχούν προσωπικές και δεν εκφράζουν την ιδεολογία της επίσημης εκκλησίας η οποία και λαμβάνει της αποφάσεις της μέσω του συνοδικού συστήματος.

Η εκκλησία, στο πρώτο μισό του εικοστού αιώνα συγκλονιζόταν από σοβαρά γεγονότα, πολέμους και εσωτερικά προβλήματα που δεν άφηναν χώρο για ιδιαίτερη ενασχόληση με θέματα όπως η Δαρβίνεια θεωρία. Λόγω των παραπάνω ιστορικών γεγονότων και της πολιτικής κατάστασης που επικρατούσε στον ελλαδικό χώρο η ανάπτυξη της θεολογικής σκέψης στηρίχτηκε σε εγκύκλια προγράμματα προερχόμενα από τη Δύση, ιδιαίτερα από τη Γερμανία, τα οποία όμως ήταν στηριγμένα σε μια ιδιαίτερα σχολαστική αντίληψη.

Εξετάζοντας τις ανακοινώσεις στο περιοδικό *Εκκλησία* που αποτελεί το επίσημο δελτίο της Εκκλησίας της Ελλάδος, παρατηρούμε ότι η πρώτη αντίδραση στη θεωρία του Δαρβίνου έρχεται πολλά χρόνια αργότερα από την διατύπωσή της και τη μετάφρασή της στα ελληνικά: στα 1934 συναντάμε ένα άρθρο του Θρ. Βλησίδου με τον τίτλο *Βιολογία και Φιλοσοφία*.³¹ Παρόλο που ο συγγραφέας δεν αναφέρεται ευθέως στο όνομα του Δαρβίνου ή στη θεωρία της εξέλιξης, θεωρεί ότι «είναι σφάλμα η εκάστοτε υπό πολλών διατυπούμενη αντίθεση μεταξύ της θετικής επιστήμης αφένος και της φιλοσοφίας και θρησκείας αφ' ετέρου, το οποίον οδήγησε πολλάκις εις επιβλαβείς υπερβολάς».³² Αναλύοντας ο συγγραφέας το αντικείμενο της έρευνας της βιολογίας από τη μια και της φιλοσοφίας και θεολογίας από την άλλη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι τα αποτελέσματα των πειραμάτων και η έρευνά τους τόσο από τελεολογική άποψη όσο και ως προς την αιτιώδη τους σχέση οδηγούν ασφαλέστερα το νου προς το δημιουργικό αίτιο, το οποίο αναζητά η φιλοσοφία και η θεολογία.

Λίγες σελίδες παρακάτω, στο ίδιο πάντα περιοδικό συναντάμε μία στήλη η οποία ψέγει τον έκτακτο καθηγητή ζωολογίας στο πανεπιστήμιο των Αθηνών ο οποίος έδωσε διάλεξη με επί της *εξελίξεως των όντων*. Η παρατήρηση του συγγραφέα είναι ότι πλέον έχει ξεπερασθεί η εν λόγω θεωρία και ότι είναι ανεπισημονικό στο μέσο του εικοστού αιώνα να συναντάμε τέτοιου είδους διαλέξεις. Είναι ουσιαστικά η πρώτη αρνητική αντίδραση στη θεωρία του Δαρβίνου από επίσημο όργανο της εκκλησίας της Ελλάδος.³³

Τρία χρόνια αργότερα στα 1937, συναντάμε πάντα στο ίδιο περιοδικό ένα άρθρο στην πρώτη σελίδα που επιγράφεται <<Το πρόσωπον του Ιησού, η δια της εξελίξεως εξήγησις>>,³⁴ στο οποίο γίνεται προσπάθεια να υποστηριχθεί ότι το πρόσωπο του Ιησού Χριστού δεν γίνεται να υπαχθεί στους νόμους που επιβάλλει

³¹ Θρ. Βλησίδου, *Βιολογία και Φιλοσοφία*, περ. Εκκλησία, τομος 12, 1934.σ.4-5.

³² Στο ίδιο,σ. 4.

³³ Στο ίδιο, σ. 31.

³⁴ Εκκλησία, 1937,σ. 169.

η θεωρία της εξέλιξης, διότι η ενσάρκωσή του έγινε με τρόπο θαυματουργικό και υπερφυσικό. Ο συγγραφέας σπεύδει βέβαια να επιχειρηματολογήσει για τυχούσες αντιρρήσεις από αυτούς που δεν πιστεύουν στον υπερφυσικό τρόπο της ενσάρκωσης, λέγοντας ότι η σοφία, ο τρόπος και η διδασκαλία του Ιησού δεν μπορούν να ακολουθήσουν τη θεωρία της εξέλιξης γιατί το περιβάλλον του και ο περίγυρός του δεν θα του επέτρεπαν να εξελιχθεί σε ένα πρόσωπο τέτοιας σημασίας. Είναι όμως αξιοσημείωτο ότι ο συγγραφέας δεν απορρίπτει τη θεωρία της εξέλιξης εν γένει και φαίνεται να έχει κάποια γνώση για αυτή. Δε διστάζει δε να αναφέρει και το όνομα του Henslow για τον οποίο αναφέρει ότι είναι πεπεισμένος της εξέλιξης οπαδός, και οι κρίσεις του είναι «ιδιαζούσης προσοχής άξια».

Τέλος, στα 1961 συναντάμε άρθρο του Βασιλείου Μουστάκη με τίτλο <<Ο προπρωτικός άνθρωπος και η θεωρία της εξελίξεως>>. Το άρθρο αυτό είναι σημαντικό γιατί μας αποκαλύπτει τρία πράγματα: α) την στροφή που γίνεται από την καθολική εκκλησία, η οποία για πρώτη φορά δέχονται τη δυνατότητα συνύπαρξης της Αγίας Γραφής με τη θεωρία της εξέλιξης.³⁵ β) Για ακόμη μία φορά, ενώ ο λόγος του συγγραφέα είναι εχθρικός προς τη θεωρία της εξέλιξης, γίνεται παραδεκτό ότι η Αγία Γραφή δεν εκφέρει επιστημονικές διατυπώσεις και γ) Η θεωρία της εξέλιξης δεν αμφισβητείται στην ουσία της παρά μόνο αντιπαραβάλλεται με το μήνυμα του εξορκισμού του θανάτου που έφερε ο Χριστός με την ενσάρκωσή του, την ταφή του και την Ανάστασή του.

Θα ήταν έλλειψη εάν δεν αναφερόμουν, έστω και επιδεσμικά σε διάφορες εκδόσεις που έγιναν από κατά τη διάρκεια του εικοστού αιώνα, οι οποίες στο μεγαλύτερο μέρος τους προέρχονται από τις λεγόμενες «οργανώσεις». Υπάρχουν κάποιες αναφορές στο περιοδικό *ο Σωτήρ* με αποκορύφωμα το βιβλίο που εκδόθηκε από τις ομώνυμες εκδόσεις στα 1990 με τίτλο <<Ο Δαρβίνος και η θεωρία της εξελίξεως>>, με συγγραφέα τον Νικόλαο Βασιλειάδη. Το βιβλίο αποτελείται από περικοπές άλλων επιστημόνων, ιδιαίτερα βιολόγων που ασκούν κριτική στη Δαρβίνεια θεωρία και προσπαθεί να αποδείξει ότι η θεωρία έχει ξεπεραστεί, παρόλο που αναγνωρίζει τη σπουδαιότητά της. Ακόμη, αναφέρεται αναλυτικά στις προσπάθειες που γίνονται στις Η.Π.Α για τη διδασκαλία της δημιουργίας όπως αυτή διατυπώνεται στο βιβλίο της Γενέσεως. Σε καμία πάντως περίπτωση δε μπορούμε να δεχτούμε ότι απηχεί τις επίσημες θέσεις της εκκλησίας της Ελλάδας.

Ο Καλλίνικος Καρούσος εκδίδει στα 1987 ένα φυλλάδιο με τίτλο <<Ο άνθρωπος από τον πίθηκο;>> με αφορμή την περίφημη διαμάχη που ξέσπασε με αφορμή το βιβλίο του Σταυριανού *Ιστορία του ανθρωπίνου γένους*. Σε κάθε περίπτωση, οι τεταμένες καταστάσεις που δημιούργησε το βιβλίο του

³⁵ Εκκλησία, 1961, σ. 282.

Σταυριανού, ώθησε κάποιους ιεράρχες σε οξείες αντιδράσεις, χωρίς πάντως να καταδικάζεται επίσημα η θεωρία του Δαρβίνου.³⁶

Τέλος, θα ήθελα να τονίσω ότι η υποδοχή της Δαρβίνειας θεωρίας από τον θρησκευτικό χώρο στην Ελλάδα πέρασε διάφορες φάσεις, με υποστηρικτές ή και αρνητές της θεωρίας. Είναι όμως προφανές ότι οι όποιες αντιδράσεις, για διάφορους λόγους ήταν σαφώς ηπιότερες από τις αντίστοιχες της Δυτικής Ευρώπης και της Δυτικής Εκκλησίας. Όπως συμβαίνει σε κάθε επιστημονικό χώρο, έτσι και στη θεολογική σκέψη πάντα υπάρχουν αντιδιαστελλόμενες απόψεις οι οποίες όμως κρατήθηκαν σε ένα επίπεδο πολιτισμού, με ελάχιστες εξαιρέσεις.

Πάντως, σύμφωνα με δήλωση του εκπροσώπου της Εκκλησίας της Ελλάδας, η τελευταία ουδέποτε καταδίκασε επίσημα τη θεωρία του Δαρβίνου.³⁷

Θα κλείσω με τη διαρκή υπενθύμιση του οικουμενικού Πατριάρχη Βαρθολομαίου: ο χριστιανισμός δεν έχει και δεν πρέπει να έχει καμία σχέση με το θρησκευτικό φανατισμό, τη μισαλλοδοξία και το φονταμενταλισμό.

Βιβλιογραφία

Πηγές

Septuaginta, Novum Testamentum Graece, PATROLOGIA GRAECA, Περιοδικό «Τα Ιστορικά», Περιοδικό «Εκκλησία», Βήμα Ιδεών, Εφημερίδα 'Τα Νέα'

Βιβλία

Richard Dawkins, « Η περί του Θεού αυταπάτη», Αθήνα 2007.

Michel Onfray , « Πραγματεία περί αθεολογίας, φυσική της μεταφυσικής». Αθήνα 2006.

Β. Γιούλτση, « Κοινωνιολογία της Θρησκείας», Θεσσαλονίκη 1996.

Κάρολος Δαρβίνος, «Η Καταγωγή των ειδών», μτφρ. Αν. Πάγκαλου.

Μητροπολίτης Περγάμου Ιωάννης Ζηζιούλας, «Η Κτίση ως Ευχαριστία»,

Δ. Καϊμάκη, « Θέματα Παλαιδιαθηκικής Θεολογίας », Θεσσαλονίκη 1999

Δ. Καϊμάκη, «Σιών και Ιερουσαλήμ στο Δευτεροσηαία», Θεσσαλονίκη 1984

Ν. Ματσούκας, «Δογματική και Συμβολική Θεολογία 'Β», Θεσσαλονίκη 1996

Ν. Ματσούκας, « Επιστήμη, Φιλοσοφία και Θεολογία στην Εξαήμερο του Μ. Βασιλείου», Θεσσαλονίκη 1990.

Δ.Σ. Μπαλάνος, « Ιστορία της Θεολογικής Σχολής», Αθήνα 1937.

Νίκος Νησιώτης , « Προλεγόμενα εις την Θεολογικήν Γνωσιολογίαν», 1965.

Β. Στεφανίδου, « Εκκλησιαστική Ιστορία», Αθήνα 1959

³⁶ Το βιβλίο του Σταυριανού δεν πολεμήθηκε από τη θεσμική εκκλησία μόνο για τις θέσεις του πάνω στη θεωρία της εξέλιξης, αλλά και για άλλες ιδέες που αυτό περιλάμβανε σε θέματα που αφορούν στο βυζάντιο, τις σχέσεις των δύο φύλων κ.α.

³⁷ Τα Νέα ,19/2/2009

Η παρουσίαση των εννοιών της θεωρίας της εξέλιξης στα σχολικά εγχειρίδια των θρησκευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης κατά την τελευταία εικοσαετία

Παναγιώτης Ραβανίδης

Τμήμα Θεολόγων

Εκπαιδευτήρια ΓΕΙΤΟΝΑ

Είναι σίγουρο ότι η θεωρία του Δαρβίνου στο χώρο γενικά της θρησκευτικής πίστης, δημιούργησε ισχυρές αναταράξεις. Στο τελευταίο κεφάλαιο του βιβλίου του, «Η προέλευση των ειδών», ο Δαρβίνος συνοψίζει τα επιχειρήματα με βάση τα οποία, κατά την γνώμη του, η εξέλιξη μέσω της φυσικής επιλογής πλεονεκτούσε έναντι της δημιουργίας διακριτών ειδών. Αντιπαραβάλλοντας τις δύο έννοιες έδωσε σε πολλούς αναγνώστες την εντύπωση ότι έκανε κατά μέτωπο επίθεση εναντίον ενός ουσιώδους στοιχείου της χριστιανικής θεολογίας. Ο Δαρβίνος όμως δεν είπε ποτέ ότι ήταν σε θέση να παρουσιάσει την προέλευση του σύμπαντος. Δεν αμφισβήτησε την ιδέα της δημιουργίας ως το πρώτο γενικό δόγμα στο οποίο αναφέρονται οι χριστιανοί, λέγοντας ότι το σύμπαν οφείλει την ύπαρξη του στο Θεό, αλλά την πολύ στενότερη ιδέα, ότι κάθε είδος είχε δημιουργηθεί ξεχωριστά με κάποιον τρόπο, είτε από θεϊκή παρέμβαση, είτε διαφορετικά.

Εξίσου αναγκαίο όμως είναι πριν από οτιδήποτε, να παρουσιάσουμε ξεκάθαρα την έννοια θρησκεία, διότι παρουσιάζονται πολλές απόψεις που υποστηρίζουν, άλλες με σφοδρότητα και άλλες λιγότερο, ότι η θρησκεία εναντιώνεται στην επιστήμη και η ύπαρξη θρησκευτικότητας αποκλείει την αποδοχή της Δαρβινικής Θεωρίας.

Το ερώτημα τώρα είναι: Η θρησκεία ταυτίζεται με μία διδασκαλία περί αθανασίας της ψυχής, καθώς και μία διδασκαλία περί υπάρξεως Θεού για τη μέλλουσα ζωή; Επίσης ταυτίζεται με την επικράτηση της πλήρους δικαιοσύνης; Δηλαδή πρέπει να έχουμε θρησκεία επειδή πρέπει να υπάρχει ένας δίκαιος θεός, ο οποίος θα κάνει και την τελική κρίση όλων των ανθρώπων, ώστε να τιμωρηθούν οι άδικοι και να βραβευτούν οι δίκαιοι;

Για να γίνει αυτό, θα πρέπει να υπάρχει ζωή μετά θάνατο, καθώς και ένας καλός και δίκαιος Θεός ο οποίος θα κάνει καλή και δίκαιη μοιρασιά. Αυτή ακριβώς είναι η αντίληψη του Μεσαίωνα, δηλαδή της Δυτικής Εκκλησίας. Όμως, σε σχέση με όλα αυτά, έρχεται η μοντέρνα ψυχολογία και τα ανατρέπει. Μας λέγει ότι αυτές οι αντιλήψεις είναι ψυχολογικές, διότι ο άνθρωπος έχει μέσα του το αίσθημα της δικαιοσύνης, το οποίο είναι εκείνο που απαιτεί να τιμωρηθούν οι άδικοι και να βραβευθούν οι δίκαιοι.

Και εφόσον αποτυγχάνει να πραγματοποιηθεί σ' αυτήν τη ζωή, προβάλλει η ανθρώπινη φαντασία και τονίζει ότι αυτά πρέπει να εκπληρωθούν σε μία άλλη ζωή και γι' αυτό ο αδύναμος άνθρωπος, καθώς και εκείνος που αγαπά τη δικαιοσύνη, γίνεται θρησκευόμενος και πιστεύει στα δόγματα της όποιας θρησκείας ακολουθεί. Οι λόγοι αυτοί δεν έχουν φιλοσοφικά και μεταφυσικά θεμέλια, αλλά μόνο ψυχολογικά.

Γι' αυτούς τους λόγους διαπιστώνει κανείς ότι πολλοί άνθρωποι στην Ευρώπη και στην Αμερική δεν παραδέχονται πλέον αυτά σαν θεμέλια της θρησκείας και πάρα πολλοί επιστήμονες έχουν απορρίψει τη θρησκεία και έχουν οδηγηθεί στον αγνωστικισμό.

Από την άλλη πλευρά υπάρχουν και οι θρησκευόμενοι, οι οποίοι συνεχίζουν να πιστεύουν στη μετά θάνατον ζωή, διότι όπως εξηγήσαμε, θέλουν να πιστεύουν, χωρίς να έχουν επιστημονικά επιχειρήματα για την στήριξη αυτών των πεποιθήσεων.

Ποια όμως είναι η θέση της Ορθοδοξίας για όλα αυτά; Οι Πατέρες της Εκκλησίας έχουν σαφείς θέσεις και διδασκαλία: δεν ενδιαφέρονται για το τι θα συμβεί στον άνθρωπο μετά θάνατον αποκλειστικά, αλλά εκείνο κυρίως που τους ενδιαφέρει είναι το τι θα γίνει ο άνθρωπος σ' αυτήν τη ζωή.

Για ποιο λόγο όμως συμβαίνει αυτό; Διότι όλοι οι άνθρωποι είτε είναι ορθόδοξοι, είτε είναι Βουδιστές, είτε Ινδουιστές, είτε Αγνωστικιστές, είτε «άθεοι», οτιδήποτε και αν είναι, είναι προορισμένοι να δουν τη δόξα του Θεού.

Οπότε το έργο της Εκκλησίας και των ιερέων είναι να μας βοηθήσουν να δούμε αυτή τη δόξα, διότι αυτό θα γίνει οπωσδήποτε. Το έργο της Εκκλησίας εστιάζεται στο πώς θα δει ο άνθρωπος τον Θεό. Και αυτός ο ίδιος ο άνθρωπος είναι εκείνος που θα αποφασίσει αν θα ακολουθήσει αυτήν την θεραπευτική αγωγή.

Αναφέρονται όλα αυτά για να γίνει ευδιάκριτος ο ρόλος και η προοπτική της ορθοδοξίας στην ζωή των ανθρώπων και να μην υπάρχει σύγχυση με τη

μακροχρόνια διαμάχη θρησκείας και επιστήμης και να ξεκαθαριστεί ο ουσιώδης λόγος της θεολογίας στη συνολική ζωή των ανθρώπων.

Είναι καταφανέστατο ότι στον Ελλαδικό χώρο δεν υπήρξε ποτέ εναντίωση της Εκκλησίας (επισήμως) στη θεωρία της εξέλιξης¹. Τα διλήματα «Θεός εναντίον Δαρβίνου» ή «Επιστήμη εναντίον Θρησκείας» είναι ανύπαρκτα ή καλύτερα υπάρχουν μόνο σε κατ' ιδίαν συζητήσεις ανθρώπων επιστημόνων και μη, με εμμονές και αγκυλώσεις και από τις δύο πλευρές ή σε τηλεοπτικές εκπομπές προς χάριν της ακροαματικότητας, όπου οι εμφανιζόμενοι διαγωνίζονται σε εντάσεις και «κραυγές», μόνο και μόνο για να δικαιολογήσουν την ένταξή τους σε ένα από τα δύο στρατόπεδα.

Είναι γνωστό άλλωστε, ότι η στράτευση και η ένταξη σε ομάδα κάνει τους ανθρώπους να αισθάνονται ισχυροί, χωρίς να ξεχωρίζουν τη μαζοποίηση από τη μοναδικότητα του κάθε προσώπου. Τα διλήματα αυτά υπάρχουν σε χώρες όπου άνθισε και διασπάστηκε τελικά η Ρωμαιοκαθολική Εκκλησία, ο Προτεσταντισμός και οι αμέτρητες παραφυάδες του και ακόμη οι χώρες όπου το μήνυμα του Ευαγγελίου αντικαταστάθηκε, «δια πυρός και σιδήρου» πολλές φορές, από το Κοράνι.

Δε θα αναλωθούμε λοιπόν σε παρουσιάσεις και αναλύσεις για το πως χωρίζονται σε στρατόπεδα οι «επιστήμονες» και οι «θρησκευόμενοι» σε άλλες χώρες και στους δικαστικούς - επιστημονικούς αγώνες στους οποίους επιδίδονται χωρίς τελειωμό. Είναι άλλωστε της μόδας, κατ' ευφημισμόν, να μεταφέρουμε – πολλές φορές άκριτα- ως επαρχιώτες, θεωρίες και πρότυπα του εξωτερικού.

Στα εκπαιδευτικά εγχειρίδια των θρησκευτικών λοιπόν του Γυμνασίου και Λυκείου στην ελληνική εκπαίδευση, συναντάμε τα εξής ενδιαφέροντα:

α) στην Α' Γυμνασίου είναι σημαντική η παρατήρηση των συγγραφέων κατά τη δεκαετία '80-'90 όπου διαβάζουμε:

«Μαθαίνοντας ορισμένες επιστημονικές απόψεις για τη δημιουργία του κόσμου, (ορισμένοι) πιστεύουν ότι αυτές συγκρούονται με την Παλαιά Διαθήκη. Πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι η Αγία Γραφή δεν ενδιαφέρεται να εξηγήσει επιστημονικά π.χ. από τι αποτελείται η ύλη για την οποία θα διδαχθούμε στο σχολείο από διάφορα μαθήματα, αλλά ποιος είναι ο δημιουργός της ύλης. Γιατί δεν ελαττώνεται ο θαυμασμός μας για τη δημιουργία, γράφει ο Μέγας Βασίλειος, όταν βρεθεί ο τρόπος, με τον οποίο γίνονται όλα ένα-ένα τα θαυμαστά του Θεού. Η δημιουργία του κόσμου σε έξι διαστήματα (μέρες) από τα απλούστερα στα συνθετότερα, καθώς και βιβλική φράση «λίαν καλώς», επιβεβαιώνουν την επιστημονική άποψη για την εξέλιξη των

¹ Για το θέμα αυτό βλ. το κεφάλαιο του Βασίλη Ευράφα με τίτλο *Οι αντιδράσεις ης Εκκλησίας και της ακαδημαϊκής θεολογίας της Ελλάδος στη Δαρβινική θεωρία* στον παρόντα τόμο (ΣτΕ)

ειδών για το σύμπαν. Η θεωρία για την εξέλιξη του ανθρώπου αποτελεί μία άποψη ανάμεσα σε πολλές θεωρίες...».

Σε εγχειρίδιο της Α' Γυμνασίου της δεκαετίας του '90 -'00, το οποίο είναι σε χρήση, γίνονται ακόμη πιο ξεκάθαροι οι συγγραφείς: «Στη διάρκεια όλων αυτών των αιώνων δημιουργήθηκαν μεγάλες διαμάχες. Από τη μία μεριά κάποιοι αρνούνταν τη Βίβλο, επειδή η εικόνα που δίνει για τον κόσμο (το κοσμοείδωλο της) δε συμφωνούσε με την επιστημονική αλήθεια. Κάποιοι άλλοι αρνούνταν τις επιστημονικές αλήθειες επειδή έρχονταν σε αντίθεση με την αλήθεια της Αγ. Γραφής. Σήμερα αυτή η διαμάχη έχει πια ξεπεραστεί. Και για τις περισσότερες είναι πλέον ξεκάθαρος ο σκοπός της επιστήμης: να ερευνά με επιστημονικούς τρόπους το σύμπαν και να διατυπώνει απόψεις για το πως δημιουργήθηκε και εξελίχθηκε. Από την άλλη, ο σκοπός της Π.Δ., από τότε που γράφτηκε έως και σήμερα, είναι να εκφράζει στα κείμενα της με παραστατικές εικόνες την πίστη ότι ο Θεός έδωσε στα πάντα τη ζωή και δε σταματάει να τη φροντίζει διαρκώς».

Ας προσέξουμε ότι ο Μέγας Βασίλειος ήδη από τον 4^ο μ.Χ. μεταφέρει την άποψη ότι η επιστήμη και η Αγ. Γραφή στην πραγματικότητα δε συγκρούονται. Γράφει: «Δε μειώνεται ο θαυμασμός μας για τα έργα του Θεού αν βρεθεί τρόπος με τον οποίο έγινε κάποιο από τα θαυμαστά αυτά έργα» (P.G 29,25).

β) Για το εγχειρίδιο της Β' Γυμνασίου και της Γ' δεν υπάρχουν ιδιαίτερες αναφορές για τον απλούστατο λόγο, ότι δεν υπάρχει καμία ανάγκη αναφοράς είτε αρνητικής, είτε θετικής για να παρατεθεί σχετικό κεφάλαιο-α και όλα τίθενται στην ορθή βάση αντιμετώπισης στο εγχειρίδιο της Α' Γυμνασίου.

γ) Για τα εγχειρίδια του Λυκείου και συγκεκριμένα της Α' Λυκείου: υπάρχει αναφορά σε ένα κεφάλαιο το οποίο περιγράφει τη δημιουργία του ανθρώπου, χωρίς όμως να υπεισέρχεται σε επιστημονικές αντιδικίες. Παρουσιάζει ξεκάθαρα το σκοπό της δημιουργίας του ανθρώπου κατά την άποψη τη Εκκλησίας: «Ο Θεός δημιούργησε τον άνθρωπο μ' έναν ιδιαίτερο σκοπό: να φτάσει σε βαθύτερη κοινωνία μαζί του. Κανένα άλλο δημιούργημα δεν πλάστηκε με παρόμοια δυνατότητα και προοπτική».

Άλλωστε η προοπτική της Εκκλησιαστικής πατερικής παράδοσης είναι να προβάλλει την Ενσάρκωση του Θεού Λόγου (ο Χριστός γίνεται άνθρωπος διότι μέσω και λόγω αυτής, έχουμε προσωπικές σχέσεις με το Θεό). Με τον Θεό όμως ως θεάνθρωπο (ως Υιό Θεού και υιό ανθρώπου), επειδή ο Θεός έγινε άνθρωπος.

Τα βιβλία της Β' Λυκείου προσεγγίζουν περισσότερο θέματα που άπτονται της συγκεκριμένης διαπραγματευόμενης θεματολογίας: αρχικά ξεκαθαρίζεται μια μεγάλη πλάνη πολλών ανθρώπων: «εσφαλμένα έχει αποδοθεί στην Εκκλησία ο λόγος πίστευε και μη ερεύνα. Η Εκκλησία πάντοτε διακηρύττει το πίστευε και μη, ερεύνα. Δηλαδή η έρευνα δεν απαγορεύεται, αλλά πηγαίνει παράλληλα με την πίστη.»

Και αλλού: στο κεφάλαιο «Αρχή και πορεία του κόσμου» παρατίθενται οι σπουδαιότερες επιστημονικές θεωρίες για τη δημιουργία του κόσμου και άλλοι συναφείς προβληματισμοί.

Είναι ανάγκη, σημειώνουν οι συγγραφείς όλων των εκδόσεων των εγχειριδίων της Β' Λυκείου να διευκρινιστεί ότι η επιστήμη περιορίζει την έρευνα της στο πότε και πώς δημιουργήθηκε ο κόσμος, στα ερωτήματα όμως ποιος και γιατί δημιούργησε τον κόσμο, αρμόδιες να δώσουν απάντηση και να εκθέσουν τις απόψεις-θέσεις τους είναι η φιλοσοφία και η θρησκεία.

Σημειώνεται επίσης από τους συγγραφείς, ότι καμία επιστημονική έρευνα δεν μπορεί να απορρίψει ή να υποστηρίξει την ύπαρξη δημιουργού του σύμπαντος, γιατί αυτό ξεφεύγει από τα όριά της. Επίσης απορρίπτεται ως παράλογη και αβάσιμη η άποψη της αυτόματης δημιουργίας του κόσμου και της ζωής.

Είναι δυνατόν από το μηδέν να προέλθει κάτι; Μπορεί από το μηδέν να παραχθεί τυχαία και αυτόματα το απέραντο και μεγαλειώδες σύμπαν; Γράφει άλλωστε και ο Μέγας Βασίλειος στην «Εξαήμερο» και τονίζει ότι: «είτε ημέρα πούμε, είτε αιώνα είναι το ίδιο», γιατί δεν πρόκειται κατά κυριολεξία για ημέρες της εβδομάδας αλλά για τεράστια χρονικά διαστήματα. Αφού η «μια ημέρα παρά Κυρίως ως χίλια έτη και χίλια έτη ως ημέρα μία» (Β' Πέτρου 3,8).

Η δημιουργία έχει δυναμικό χαρακτήρα και ακολούθησε μία εξέλιξη από τα ατελέστερα προς τα τελειότερα ενώ σε άλλο κεφάλαιο σημειώνεται: «Η σύγχρονη επιστήμη (βιολογία, ανθρωπολογία παλαιοντολογία κ.λπ.) ερμηνεύει την προέλευση του ανθρώπου ως αποτέλεσμα βιολογικής εξέλιξης από κατώτερα ζωικά είδη. Πρόκειται για τη θεωρία της εξέλιξης που πρωτοδιατυπώθηκε από τον Δαρβίνο (1809-1882) και με διάφορες βελτιώσεις υφίσταται μέχρι σήμερα ως βασική θεωρία. Θεωρήθηκε ότι συγκρούεται με τη διδασκαλία της Π. Διαθήκης και προκάλεσε γι' αυτό πολλές συζητήσεις. Όμως, όταν συγκρίνουμε τα πορίσματα της επιστήμης με την Γένεση δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι: τα γεγονότα της Γένεσης δεν είναι ούτε ιστορικά αλλά ούτε και μύθοι, εκφράζουν υπαρξιακές αλήθειες για όλο το ανθρώπινο γένος και τον κόσμο από την αρχή της ιστορίας (σε όποια εποχή και να την τοποθετήσουμε), επομένως ισχύουν για την ανθρώπινη ύπαρξη όλων των εποχών.

Η επιστήμη ερευνά τα επιμέρους γεγονότα και προσπαθεί να βρει τον τρόπο που εξελίχθηκε η δημιουργία από τα κατώτερα και τον άνθρωπο, χωρίς να μπορεί να δώσει απάντηση για το δημιουργό του. Συνεπώς δεν έχει νόημα να αντιπαραβάλουμε τα πορίσματα της με θεολογικές και υπαρξιακές αλήθειες τα κείμενα της Αγίας Γραφής δίνουν έμφαση όχι στο πώς αλλά στο γιατί και από ποιον δημιουργήθηκε ο άνθρωπος.

Πιο συγκεκριμένα οι ονομασίες των πρώτων ανθρώπων που είναι συμβολικές είναι και ενδεικτικές της δημιουργίας: Αδάμ – χωματένιος (σημαίνει συμβολικά ότι ο άνθρωπος είναι υλικός, η υπόσταση του η υλική έχει προέλευση τη γη),

Εύα-Ζωή (είναι η ιδιαίτερη σχέση με το Θεό, που συγκροτεί την ανθρώπινη ύπαρξη).

Όσο για τα εκπαιδευτικά εγχειρίδια της Γ' Λυκείου έχουν ευρύτατες αναφορές στην βιολογική διάσταση στη ζωή του ανθρώπου, στα συνειδησιακά προβλήματα στη ζωή του χριστιανού (σεβασμός ανθρώπινης ζωής, βιοϊατρική, ηθική παραβίαση και περιφρόνηση της ανθρώπινης ζωής, άρνηση και υποτίμηση της ανθρώπινης ζωής στην σχέση του ανθρώπου με την σύγχρονη τεχνολογία) αλλά δεν επικεντρώνονται ειδικά, για λόγους που εξηγήθηκαν προηγουμένα, στην θεωρία της εξέλιξης των ειδών.

Συνοψίζοντας, διαπιστώνουμε ότι ουδέποτε οι συγγραφείς των σχολικών εγχειριδίων στην Ελλάδα και κατά συνέπεια συνολικά η Ορθόδοξη Εκκλησία, δεν είχε ποτέ την ανάγκη απολογίας ή εναντίωσης γενικά με την επιστήμη και ειδικότερα με την θεωρία εξέλιξης των ειδών, όπως την παρουσίασε ο Δαρβίνος.

Οι λόγοι και οι αιτίες παρουσιάστηκαν αναλυτικά στο σύνολο του κεφαλαίου αυτού. Εξαιρετικός είναι ο γραπτός λόγος του Επισκόπου Διοκλείας Κάλλιστου Wear στο πόνημα του *Ο Ορθόδοξος Δρόμος, ο Θεός ως Δημιουργός*: «Συ εκ του μη όντος εις το είναι, υμάς παρήγαγες» (Λειτουργία του Αγίου Ιωάννου του Χρυσοστόμου).

Πώς μπορούμε να καταλάβουμε τη σχέση του Θεού με τον κόσμο που έχει δημιουργήσει; Τί εννοείται με την φράση «εκ του μηδενός», *ex nihilo*; Γιατί, αλήθεια, ο Θεός δημιούργησε; Οι λέξεις «εκ του μη όντος» δηλώνουν πρώτο και κύριο, ότι ο Θεός δημιούργησε το σύμπαν με μια πράξη της ελεύθερης θέλησης Του. Τίποτε δεν τον πίεσε να δημιουργήσει, γιατί τότε αποφάσισε να το κάνει;

Αν μπορούμε να δώσουμε μια απάντηση σ' αυτήν την ερώτηση, η απάντησή μας πρέπει να είναι: το κίνητρο του Θεού για τη δημιουργία είναι η αγάπη Του. Αντί να πούμε ότι δημιούργησε το σύμπαν από το μηδέν, θα έπρεπε να πούμε ότι το δημιούργησε από τον ίδιο Του τον εαυτό, που είναι Αγάπη. Δε θα έπρεπε να σκεφτόμαστε το Θεό σαν κατασκευαστή ή το Θεό σαν τεχνίτη, αλλά το Θεό σαν εραστή.

Η δημιουργία δεν είναι τόσο μία πράξη της Ελεύθερης Θέλησής Του, όσο της Ελεύθερης Αγάπης Του. Το να αγαπάς σημαίνει να μοιράζεσαι, όπως τόσο καθαρά μας έχει δείξει το Τριαδικό δόγμα: ο Θεός δεν είναι μόνο ένα αλλά ένας μέσα σε τρεις επειδή είναι μια κοινωνία προσώπων, που μετέχουν με αγάπη το ένα στο άλλο.

Ο κύκλος της θεϊκής αγάπης όμως δεν έχει παραμείνει κλειστός. Η αγάπη του Θεού είναι στην κυριολεκτική σημασία της «εκστατική»- μια αγάπη που κάνει το Θεό να βγαίνει από τον εαυτό του και να δημιουργεί πράγματα διαφορετικά από τον ίδιο. Από εκούσια εκλογή ο Θεός δημιούργησε τον κόσμο με «εκστατική» αγάπη έτσι ώστε να υφίστανται εκτός από τον ίδιο άλλες υπάρξεις για να μετέχουν στη ζωή και στην αγάπη που είναι δικά Του.

Δεν αγνοούμε επίσης επανάσταση που ξεκίνησε ο Γαλιλαίος και βρίσκουμε λογική, ακόμη και απαραίτητη, την απαίτηση του για διαχωρισμό της επιστημονικής σφαίρας από τη θρησκευτική: είχε δίκιο όταν υπενθύμιζε έπειτα από ένα καρδινάλιο και πολλούς άλλους χριστιανούς συγγραφείς, ότι η Βίβλος δε λέει πώς είναι ο ουρανός αλλά πώς θα πάμε εκεί.

Το να συγχέουμε τις δύο αυτές σφαίρες είναι σαν να εμποδίζουμε την ανθρωπότητα. Η προσφυγή μας σε έναν από μηχανής Θεό για να συμπληρώσουμε την άγνοια μας από αυτό, ονομάζεται σήμερα God-of-the-gaps και δε μας επιτρέπει να απελευθερωθούμε από τις προγονικές φοβίες που προκαλούν οι σκοτεινές και άγνωστες δυνάμεις της φύσης.

Το ερώτημα της προέλευσης περιλαμβάνει και τα ερωτήματα περί της αρχής και της δημιουργίας των όντων.

Το να μιλάμε για προέλευση σημαίνει και την επίκληση ταυτόχρονα της καταγωγής κάποιου όντος αλλά και αυτού που του δίνει την πρωτοτυπία του στο περιβάλλον του. Οι χριστιανοί συγκεκριμένα ομολογούν τη δράση του Δημιουργού Θεού, για τον δεσμό που συνδέει κάθε δημιούργημα με το Δημιουργό του.

Αυτός ο δεσμός έχει ένα όνομα, εκείνο του Χριστού. Όντας πλήρης άνθρωπος αλλά και πλήρης Θεός συμφιλιώνει, συγκεντρώνει μέσα του αυτήν τη δημιουργία, μέχρι τις πλέον κοσμικές ή τις πλέον αντιφατικές διαστάσεις της, αποκαλύπτεται μέσα από αυτήν και αποκαλύπτει αυτήν την ίδια.

Αυτό φυσικά μένει να το διηγηθούμε, να το κάνουμε θεολογία: δεν είναι ούτε διασκέδαση, ούτε κάποια επιλογή. Είναι μια αναγκαιότητα για τους πιστούς. Δε μπορούμε εδώ να κάνουμε λόγο και ακόμη λιγότερο να παρουσιάσουμε ή να κρίνουμε τις άλλες δαρβινικές θεωρίες της εξέλιξης.

Σε κάθε περίπτωση, είτε μιλούμε για τη λεγόμενη «θεωρία της ουδετερότητας» του Motoo Kimura, για τη «θεωρία της εστιγμένης ισορροπίας» των Stephen J. Gould και Niles Eldredge ή ακόμη για αυτήν του «εγωιστικού γονιδίου» του Richard Dawkins, δε θα πρέπει να δούμε σ' αυτές, όπως αρέσκονται να κάνουν οι Δημιουργιστές, την απόδειξη ότι οι βιολόγοι δεν συμφωνούν μεταξύ τους ή ακόμη ότι ο Δαρβίνος έσφαλε εντελώς.

Και ο άνθρωπος μετά σε όλα δεν ξεφεύγει από την ενοποιητική επίδραση της κατασκευής του «δένδρου της ζωής» από την επιστήμη, όποιες και να είναι οι «διακλαδώσεις» του. Έχει, όπως και όλα τα έμβια όντα που κατοικούν σήμερα από τον πλανήτη, έναν κοινό πρόγονο που ονομάζεται ποιητικά LUCA (από το last universal common ancestor), τον πρόγονο όλων των κυττάρων. Ο Homo sapiens δε θα σταματήσει ποτέ να αναρωτιέται ποιος είναι, ούτε από πού προέρχεται. Η αρχή του θα του διαφεύγει πάντα, χαμένη στη νύχτα του χρόνου και η προέλευση του θα είναι θέμα περισσότερο επιλογής παρά επιστημονικής απόδειξης....

Βιβλιογραφία

- Arnould J (2009) *Ο Θεός εναντίον Δαρβίνου*(μτφρ. Αιμίλιος Βαλασιάδης), εκδόσεις ΠΟΛΙΣ Αθήνα
- Brooke JH (2008) *Επιστήμη και Θρησκεία* Μία ιστορική προσέγγιση (απόδοση στα ελληνικά Βασιλική Βακάκη) Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο
- Burke D (1985) *Where Christians Differ: Creation and Evolution*, Leicester, IVP
- Darwin C (2006) *Η καταγωγή του ανθρώπου* (μτφρ. Βάσος Βασιλείου), εκδόσεις Γκοβόστη, Αθήνα
- Dembski, William, (1999) *Intelligent Design, The Bridge Between Science & Theology*, Downers Grove (IL), InterVarsity Press
- Morris HM (1966) *Studies in the Bible and Science. Christ and Creation*, Grand Rapids (MI), Baker Book House
- Plimer I (1994) *Telling Lies for God. Reason vs Creationism*, Random House, Sydney
- Van der Zee, W R (1994) [1978] *Ape or Adam? Our Roots According to the Book of Genesis*, North Andover (MA), Genesis Publishing Company,
- Βασιλειάδη, ΝΠ (1984) *Η Παλαιά Διαθήκη, μετά συντόμου ερμηνείας, τόμος 1ος*, Εκδόσεις Αδελφότητα Θεολόγων «Ο Σωτήρ», Αθήνα
- Αρχ. Παπουτσόπουλου Χ (1972) *Η Εξαήμερος Δημιουργία κατά τον Μέγαν Βασίλειον*, Εκδόσεις Αδελφότητα Θεολόγων «Ο Σωτήρ», Αθήνα
- Τρεμπέλα, ΠΝ (1976) *Απολογητικάί Μελέται* τόμος Β', Εκδόσεις Αδελφότητα Θεολόγων «Ο Σωτήρ», Αθήνα

ΣΧΟΛΙΚΑ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ

- «Ορθόδοξη Πίστη και Λατρεία»,
Α' Ενιαίου Λυκείου Ο.Ε.Δ.Β. Αθήνα 1996, 2002 και 2007.
- «Χριστιανισμός και Θρησκευτάματα», Β' Ενιαίου Λυκείου, Ο.Ε.Δ.Β. Αθήνα 1996, 2002 και 2007.
- «Θέματα Χριστιανικής Ηθικής», Γ' Ενιαίου Λυκείου, Ο.Ε.Δ.Β. Αθήνα 1996, 2002 και 2007.
- «Παλαιά Διαθήκη, Η προϊστορία του Χριστιανισμού», Α' Γυμνασίου Αθήνα 2006.
- «Προετοιμασία των ανθρώπων για τον καινούργιο κόσμο του Θεού», Αθήνα 1999.
- «Προετοιμασία των ανθρώπων για τον καινούργιο κόσμο του Θεού», Αθήνα 2004.

Η διδασκαλία της εξέλιξης στο Ελληνικό σχολείο: παρελθόν και παρόν

Λουκία Πρίνου

Αποσπασμένη Εκπαιδευτικός, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Κρυσταλλία Χαλκιά

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Κωνσταντίνος Σκορδούλης

Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

1 Εισαγωγή –Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

Η διεθνής εκπαιδευτική έρευνα¹ ασχολείται εδώ και χρόνια με καίρια ζητήματα που αφορούν την διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης (σε συντομία ΘΕ). Οι περισσότερες έρευνες αναφέρονται σε δυσκολίες που έχουν μαθητές (και φοιτητές) στην κατανόηση των διαφόρων εννοιών της ΘΕ και σε διδακτικές παρεμβάσεις και σειρές - αλληλουχίες για μια αποτελεσματική διδασκαλία εννοιών της.

Ήδη από το 1971 είχε δημοσιευθεί το άρθρο του Α. Lucas για τις δυσκολίες που ενδέχεται να εμφανίζονται στη διδασκαλία της έννοιας «προσαρμογή». Ο συγγραφέας του (παίρνοντας αφορμή από απαντήσεις μαθητών σε γραπτά Βιολογίας) αφού επεσήμανε τα διάφορα νοήματα που έχει η έννοια «προσαρμογή», αναφερόταν στην αδυναμία των μαθητών να διακρίνουν τις διαφορετικές χρήσεις της.

¹ Στην αγγλόφωνη βιβλιογραφία

Λίγα χρόνια μετά, ο Jungwirth (1977) αναφερόταν στο «πρόβλημα της τελεολογίας» ως ένα πρόβλημα της εκπαίδευσης στη Βιολογία και επεσήμανε ότι μία ανησυχητικά μεγάλη αναλογία μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης αποδέχεται τις ανθρωπομορφικές και τελεολογικές διατυπώσεις κυριολεκτικά και όχι μεταφορικά, με αποτέλεσμα τη διαστρέβλωση ή παραποίηση των γνώσεων τους για βιολογικές έννοιες, όπως η προσαρμογή και η εξέλιξη. Κατά τον συγγραφέα, «όσοι ασχολούνται με τη διδασκαλία ...πρέπει να είναι ενημερωμένοι για τους εγγενείς κινδύνους από τη χαλαρή χρήση των όρων αυτών».

Οι Deadman και Kelly (1978) υποστήριξαν μεταξύ άλλων, ότι η αντίληψη των μαθητών για την προσαρμογή, ήταν κεντρική στη συνολική αντίληψή τους για την εξέλιξη. Οι μαθητές θεωρούσαν – πριν τη διδασκαλία - ότι η φυσική επιλογή οδηγείται από φυσιοκρατικές δυνάμεις (π.χ. «ανάγκες», «επιθυμίες» ή κάποια απροσδιόριστη εσωτερική δύναμη των ζώων που τα βοηθά να «γίνουν καλύτερα») ή από περιβαλλοντικές επιδράσεις.

Η M. Brumby (1979α, 1979β), από τους πρωτοπόρους μελετητές που διερεύνησαν την κατανόηση της εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής, αποκάλυψε ότι μόνο ένα μικρό ποσοστό (18%) σπουδαστών (με υψηλό επίπεδο «απαιτούμενων» γνώσεων στη Βιολογία) που συμμετείχαν στην έρευνα της, ήταν ικανό να εφαρμόσει αυτή την έννοια σε συνηθισμένα περιβαλλοντικά προβλήματα. Στην ίδια έρευνα η πλειονότητα των σπουδαστών πίστευε ότι οι οργανισμοί «μπορούν βαθμιαία να προσαρμόζονται σε μια αλλαγή στο περιβάλλον», εάν αυτοί «το χρειάζονται», και ως εκ τούτου εξελίσσονται. Κατά την Brumby, τα ευρύτερα ζητήματα της «αντιπαράθεσης για την εξέλιξη» είχαν επισκιάσει τα προβλήματα που είχαν οι φοιτητές (και μαθητές) στην κατανόηση της φυσικής επιλογής. Σε επόμενη δημοσίευσή της, η Brumby (1984) επεσήμανε ότι πολλοί φοιτητές περιέγραφαν την προσαρμογή ως μια απώλεια λειτουργίας λόγω αχρησίας. Άλλοι έβλεπαν μια αλλαγή να προκύπτει «επηρεαζόμενη» από το περιβάλλον και στη συνέχεια βαθμιαία να «αναπτύσσεται» στους απογόνους. Κατά την Brumby στην ίδια δημοσίευση, οι εν λόγω αντιλήψεις φαίνεται ότι πηγάζουν από μια αφηρητική λανθασμένη αντίληψη ότι άτομα μπορούν να αλλάζουν τα χαρακτηριστικά τους κατά τη διάρκεια της ζωής τους, και ότι η αποκτημένη αλλαγή μεταβιβάζεται γενετικά. Τελικά, αν και η δαρβινική εξέλιξη με φυσική επιλογή – υποστήριξε η Brumby - είναι μια πυρηνική έννοια των προγραμμάτων Βιολογίας των σχολείων της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, οι περισσότεροι φοιτητές, αν και είχαν «διδασθεί πολλή» Βιολογία, διατηρούσαν τις εναλλακτικές τους αντιλήψεις.

Ο Halldén (1988) διαπίστωσε ότι πολλοί μαθητές της 11ης Βαθμίδας (Β' Λυκείου) μετά τη διδασκαλία στη Γενετική και την Εξέλιξη (30 μαθήματα κατά τη διάρκεια επτά εβδομάδων) χρησιμοποιούσαν τη δαρβινική εξήγηση για την εξέλιξη. Παράλληλα, όμως, ο Halldén διαπίστωσε ότι οι μαθητές αντί να αλλάξουν τις αντιλήψεις τους, απλώς προσέθεσαν στις εξηγήσεις τους, μια ακόμη. Φαίνε-

ται ότι, αν και η διδασκαλία της Γενετικής συνήθως προηγείται της Εξέλιξης, δεν συμβάλλει στην κατανόηση των μηχανισμών της.

Η μελέτη για το πώς μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης ερμήνευαν περιπτώσεις της βιολογικής προσαρμογής (Clough και Wood-Robinson 1985) παρουσίασε τις αντιλήψεις μαθητών ηλικίας 12-16 ετών για αυτό το θέμα. Στην εργασία τους οι συγγραφείς υποστήριξαν ότι υπάρχει πολύ ισχυρή τάση για τελεολογικές εξηγήσεις της «προσαρμογής». Οι μαθητές θεωρούσαν ότι οι προσαρμογές προκαλούνταν από κάποιο σχέδιο ή γίνονταν για κάποιο σκοπό ή εξηγούνταν με ανθρωπομορφικό τρόπο. Οι ερευνητές επίσης επεσήμαναν ότι το πλαίσιο της κάθε ερώτησης επηρέαζε ιδιαίτερα τη σκέψη των μαθητών. Οι μαθητές δεν «αντιλαμβάνονταν» ότι οι ερωτήσεις που τους είχαν θέσει διερευνούσαν το ίδιο φαινόμενο, και ότι απλώς είχαν διαφορετικό σενάριο.

Στις πολύ σημαντικές εργασίες τους οι Bishop & Anderson (1985, 1990) διαπίστωσαν ότι αν και οι περισσότεροι σπουδαστές που συμμετείχαν στην έρευνά τους, θεωρούσαν ότι είχαν μία βασική γνώση της διαδικασίας της εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής, διατηρούσαν αντιλήψεις που διέφεραν από την σύγχρονη εξελικτική θεωρία. Οι ερευνητές διαπίστωσαν μεταξύ άλλων ότι οι σπουδαστές θεωρούσαν ότι υπάρχει μία και μόνη διαδικασία με την οποία χαρακτηριστικά ενός είδους αλλάζουν βαθμιαία. Και επίσης ότι το περιβάλλον προκαλεί τις αλλαγές των γνωρισμάτων με το χρόνο. Οι ιδέες των σπουδαστών για το μηχανισμό με τον οποίο θεωρούσαν ότι το περιβάλλον ασκεί την επιρροή του περιλάμβαναν : i) Την επίκληση της ανάγκης, ii) της χρήσης και αχρησίας iii) Την προσαρμογή, δηλ. ότι τα άτομα αλλάζουν ανταποκρινόμενα σε «ερεθίσματα» από το περιβάλλον. Η διδασκαλία (σειρά μαθημάτων σε διάστημα δέκα εβδομάδων), κατά την οποία χρησιμοποιήθηκαν τα ειδικά σχεδιασμένα από τους Bishop & Anderson (1985) υλικά, ήταν πιο αποτελεσματική από την έως τότε (τυπική) διδασκαλία της Βιολογίας αλλά δεν αποδείχθηκε επαρκής για να βοηθήσει όλους τους σπουδαστές.

Τον ίδιο χρόνο δημοσιεύτηκε και η μελέτη του Greene (1990) για τις παρανοήσεις σπουδαστών που αφορούσαν τη διαδικασία της φυσικής επιλογής. Ο Greene διερεύνησε μεταξύ άλλων κατά πόσον η απάντηση του κάθε σπουδαστή «έδειχνε» πληθυσμιακή ή τυπολογική σκέψη κ.ά. Ο ερευνητής διαπίστωσε ότι μόνο το 3% των σπουδαστών κατανοούσε όντως τη φυσική επιλογή.

Οι Tamir & Zohar (1991) αναφέρθηκαν στις τελεολογικές εξηγήσεις, γενικά και ειδικότερα σε σχέση με την εξέλιξη, και διαπίστωσαν ότι αυτές χρησιμοποιούνταν από το 71% των μαθητών της 10^{ης} βαθμίδας (Α' Λυκείου) και από το 56% των μαθητών της 12^{ης} (Γ' Λυκείου). Οι συγγραφείς διαπίστωσαν επίσης ότι ο τελεολογικός συλλογισμός σχετίζεται με δύο παρανοήσεις: Η πρώτη σχετιζόταν με το χρόνο : μόνο ένας από τους μαθητές είχε συνειδητοποιήσει ότι η εξέλιξη μπορεί να διαρκεί εκατομμύρια χρόνια ενώ σχεδόν οι μισοί πίστευαν ότι οι εξελικτικές αλλαγές σε φυτά και ζώα απαιτούν λιγότερα από εκατό χρόνια. Η δεύτερη

αφορούσε τη φυσική επιλογή : μόνο το 7% των μαθητών της 10^{ης} βαθμίδας και το 33% της 12^{ης} καταλάβαιναν το «μηχανισμό» της.

Αποκορύφωμα του ενδιαφέροντος που υπήρχε και κατά τη δεκαετία του 1990 για την εκπαίδευση των μαθητών στην θεωρία της εξέλιξης, ήταν το Συνέδριο που διοργανώθηκε το 1992 στις ΗΠΑ με θέμα «Έρευνα στη Διδασκαλία της Εξέλιξης» (EER, Evolution Education Research). Στο Συνέδριο συμμετείχαν ερευνητές της εκπαίδευσης στις επιστήμες, εκπαιδευτικοί και επιστήμονες οι οποίοι συζητήσαν μια ατζέντα θεμάτων για την έρευνα στην εκπαίδευση στην εξέλιξη (Proceedings of the 1992 Evolution Education Research Conference, Good et al. 1992). Αφού έγινε μια ανασκόπηση στην (αγγλόφωνη) βιβλιογραφία προτάθηκε ότι θέματα που χρειάζεται να διερευνώνται (ή να συνεχίσουν να διερευνώνται) ήταν : α) Οι αντιλήψεις των μαθητών για την φυσική επιλογή, την προσαρμογή, τον γεωλογικό χρόνο κ.ά. β) Η σύγκριση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για την εξέλιξη με την εννοιολογική αλλαγή των μαθητών τους γ) Το περιεχόμενο των Αναλυτικών Προγραμμάτων και εγχειριδίων για την εξέλιξη δ) Οι αντιλήψεις που έχουν οι μαθητές σε διάφορες ηλικίες κλπ.

Το 1994 το έγκριτο περιοδικό *Journal of Research in Science Teaching* εξέδωσε ένα ειδικό τεύχος με θέμα «Evolution: Biological Education's Under-Researched Unifying Theme», στο οποίο παρουσιάστηκαν διάφορες ερευνητικές προσεγγίσεις και επιχειρήθηκε να δοθεί μια διεθνής προοπτική στη διδασκαλία και μάθηση της εξέλιξης (Cummins et al. 1994). Στην εισαγωγή του περιοδικού αναφερόταν η εκτίμηση του R. Good ότι παρά την κεντρική σημασία της εξέλιξης για τη Βιολογία, σχετικά μικρή έρευνα είχε (έως τότε) καταγραφεί για την εκπαίδευση στην εξέλιξη.

Στο διάστημα που πέρασε από τότε δημοσιεύτηκαν εργασίες που αφορούσαν: την μελέτη της μεταβολής των αντιλήψεων των μαθητών (Settlage 1994), τους παράγοντες που επηρεάζουν την εννοιολογική αλλαγή στην εξέλιξη (Demastes 1994 και Demastes et al 1996) την εννοιολογική οικολογία για την εξέλιξη (Demastes 1994· Demastes, Good & Peebles 1995), την αξιοποίηση της ιστορίας της επιστήμης στην διδασκαλία της εξέλιξης (Jensen & Finley 1995, 1996), την αδυναμία των μαθητών όλων των ηλικιών να κατασκευάζουν αιτιακές εξηγήσεις για τα βιολογικά φαινόμενα (Abrams et al. 2001· Southerland et al. (2001), την σύγκριση θεωριών (Paley, Lamarck και Δαρβίνου) και την εφαρμογή του μοντέλου του Δαρβίνου για τη φυσική επιλογή για τη διδασκαλία της Εξελικτικής Βιολογίας (Passmore & Stewart 2002), την αξιολόγηση των γνώσεων για έννοιες απαραίτητες για την κατανόηση της φυσικής επιλογής (Anderson et al. 2002), τη διατύπωση «θεωρίας για τη διδασκαλία της Βιολογικής Εξέλιξης» (Anderson & Wallin 2006), και αρκετές άλλες που είναι αδύνατον να παρουσιάσουμε αναλυτικά σε αυτό το άρθρο.

Στην Ελλάδα εκπονήθηκε μια διατριβή (Kampourakis & Zogza 2008, 2009) που εστιάστηκε στη μελέτη από φιλοσοφική σκοπιά των εξηγήσεων που χρησιμοποι-

ούσαν οι μαθητές. Διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές δεν χρησιμοποιούσαν παρόμοιους τύπους εξηγήσεων σε όλα τα προβλήματα που τίθεντο και ότι ο τύπος της εξήγησης των μαθητών βρέθηκε ότι επηρεάζεται από τη δομή και το περιεχόμενο κάθε προβλήματος τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία. Ειδικότερα, βρέθηκε ότι η τελεολογική αντίληψη της φύσης εκδηλώθηκε σε μεγάλο ποσοστό πριν από τη διδασκαλία, ακόμα και σε ένα πρόβλημα με πολλά διαθέσιμα δεδομένα, το οποίο για κάποιους μαθητές είχε προφανή εξήγηση που προέκυπτε εύκολα από τα δεδομένα της εκφώνησης. Ταυτόχρονα, η αντίληψη αυτή διατηρήθηκε ακόμα και μετά τη διδασκαλία σε ένα πρόβλημα με λίγα διαθέσιμα δεδομένα από μαθητές, οι οποίοι ωστόσο είχαν δώσει ταυτόχρονα εξελικτικές εξηγήσεις σε άλλα προβλήματα του ερωτηματολογίου. Παράλληλα διαπιστώθηκε ότι οι πρώιμες εξελικτικές εξηγήσεις, ένα προτεινόμενο εξηγητικό πλαίσιο το οποίο λαμβάνει υπόψη τα συμπεράσματα τόσο από την ιστορική και φιλοσοφική ανάλυση της εξελικτικής εξήγησης όσο και από τη μελέτη του αυθόρμητου τελεολογικού συλλογισμού των μαθητών, μπορεί να αποτελέσει ένα ελάχιστο εξηγητικό πλαίσιο για την εξέλιξη και ένα υπόβαθρο για αντίστοιχη μελλοντική διδασκαλία².

Είναι χρήσιμο επίσης να προστεθεί ότι οι έρευνες των Keil, Kelemen, Evans σε Ζόγκτζα και Καμπουράκη (2007) για τις αυθόρμητες τελεολογικές εξηγήσεις των μαθητών του Δημοτικού «τεκμηριώνουν την τάση τους να εξηγούν την προέλευση των βιολογικών χαρακτηριστικών με βάση τη λειτουργία που εξυπηρετούν, υπονοώντας ότι αυτά σχεδιάστηκαν κατάλληλα ώστε να επιτελούν τη συγκεκριμένη λειτουργία». Μάλιστα οι Ζόγκτζα και Καμπουράκης (2007) θεωρούν ότι η απουσία διδακτικής παρέμβασης που θα αποσταθεροποιούσε τον αυθόρμητο τελεολογικό συλλογισμό των μαθητών στις κρίσιμες ηλικίες που αυτός εκδηλώνεται έντονα, σχετίζεται σοβαρά με τις δυσκολίες που παρατηρούνται στην κατανόηση της εξέλιξης.

Παράλληλα δημοσιεύθηκαν μελέτες σχετικές με την παρουσίαση της ΘΕ σε Αναλυτικά Προγράμματα και σχολικά εγχειρίδια για διάφορες χώρες όπως π.χ. η Ισπανία (Barberá et al. 1999, Jiménez Aleixandre 1994), η Γαλλία (Quessada and Clement 2006), η Βραζιλία (Rocha et al. 2007) οι ΗΠΑ (Skoog 1984, 2005, Rosenthal 1985, Keown 1988, Jeffery & Roach 1994, Swarts et al. 1994, Lerner 2000, Skoog & Bilica 2002). Ένας αριθμός δημοσιεύσεων αναφέρεται στον τρόπο και τις συνθήκες διδασκαλίας της εξέλιξης και της αντιπαράθεσης με τον δημιουργισμό στις ΗΠΑ (Moore 1998 & 1999, 2000, 2004, 2007, Good 2003), στη Γερμανία (Kutschera 2008), καθώς και στο Ηνωμένο Βασίλειο (Williams 2008). Τέλος, έχουν παρουσιαστεί έρευνες που έχουν καταγράψει αντιλήψεις - στάσεις εκπαιδευτικών όπως των Jiménez-Aleixandre (1994 -Ισπανία), Zetterqvist (2003- Σουηδία) και στις ΗΠΑ

² Για το θέμα αυτό βλ. το κεφάλαιο των Κώστα Καμπουράκη και Βασιλικής Ζόγκτζα *Πρώιμες εξελικτικές εξηγήσεις: ένα βασικό πλαίσιο για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής κατά τη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης στον παρόντα τόμο (ΣτΕ)*

(Tatina 1989, Shankar & Skoog 1993, Osif 1997, Aguiard 1999, Meadows et al., 2000, Rutledge & Warden 2000, Rutledge & Mitchell 2002, Griffith & Brem 2004, Trani 2004) κλπ.

2 Ερευνητικά ερωτήματα

Στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αναφέρθηκαν οι δυσκολίες μαθητών (και φοιτητών) για διάφορες έννοιες της θεωρίας της εξέλιξης. Επίσης αναφέρθηκαν μελέτες για την παρουσίαση της ΘΕ σε Αναλυτικά Προγράμματα ή εγχειρίδια διαφόρων χωρών καθώς και για τις αντιλήψεις – απόψεις των εκπαιδευτικών. Τι συμβαίνει όμως ακριβώς στο ελληνικό σχολείο αναφορικά με τη διδασκαλία της εξέλιξης και τι συνέβαινε και κατά το παρελθόν; Η έρευνά μας στην ελληνική βιβλιογραφία έδειξε ότι δεν υπήρχε καμία μελέτη που να δίνει μια συνολική εικόνα που να παρέχει απάντηση σε αυτό το ερώτημα.

Α. Ένας καταρχήν τρόπος για να φωτιστεί το εν λόγω θέμα ήταν: να μελετηθεί πώς παρουσιάζονταν κατά το παρελθόν η θεωρία της εξέλιξης στα Αναλυτικά Προγράμματα και τα εγχειρίδια του ελληνικού σχολείου αλλά και πώς παρουσιάζεται στις μέρες μας.

Όμως η «εικόνα» για την διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης στο ελληνικό σχολείο σήμερα συνδιαμορφώνεται και από τι «σκέπτονται» για το θέμα οι εκπαιδευτικοί που εργάζονται σε αυτό, αλλά και οι μαθητές. Δηλαδή αναλυτικότερα ήταν χρήσιμο να διερευνηθεί:

Β. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (Π.Ε.) για την «προσαρμογή» (ένα θέμα που περιέχεται στα Α.Π. και εγχειρίδια του Δημοτικού σχολείου), τη θεωρία της εξέλιξης, καθώς και τη διδασκαλία της;

Γ. Τι αντιλήψεις διαμορφώνουν οι μαθητές του ελληνικού σχολείου αφού διδαχθούν ότι προβλέπεται από τα Αναλυτικά Προγράμματα, αφού μελετήσουν τα εγχειρίδια και παρακολουθήσουν τα μαθήματα των δασκάλων τους στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Δ.Ε.);

Δ. Ποιες είναι οι απόψεις και οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης όσον αφορά τη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης;

Με βάση τα προαναφερθέντα ερωτήματα η έρευνα ήταν σπονδυλωτή και συγκροτήθηκε από τέσσερις επιμέρους έρευνες.

(Λεπτομέρειες για τις έρευνες: τα Α.Π., Ω.Π., εγχειρίδια, τη μεθοδολογία, τα αποτελέσματα - στατιστική ανάλυση, τα συμπεράσματα κ.ά. σε Πρίνου (2008). Επίσης σε Prinou, Halkia, Skordoulis 2008, και υπό έκδοση).

3 Αποτελέσματα

3.1 Έρευνα στα Αναλυτικά Προγράμματα– εγχειρίδια του Ελληνικού σχολείου

3.1.1 Ερευνητικά ερωτήματα - Μεθοδολογία

3.1.1.1 Η ΘΕ στα Αναλυτικά Προγράμματα (Α.Π.) της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Κρίθηκε αναγκαίο αρχικά να μελετηθεί η «θέση» της Βιολογίας στα Α.Π. της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, μάθημα στο οποίο γίνεται η διδασκαλία της εξέλιξης δηλαδή: πότε η Βιολογία εισήχθη στο Αναλυτικό Πρόγραμμα, πόσες ώρες προβλεπόταν στα Ωρολόγια Προγράμματα (Ω.Π.) να διδάσκεται, ποια θέση είχε ανάμεσα στα άλλα μαθήματα. Και ειδικότερα για τη ΘΕ : Τί προέβλεπαν και προβλέπουν όλα τα Α.Π. της Βιολογίας για την διδασκαλία της ΘΕ κατά το παρελθόν, και τι προβλέπουν σήμερα ;

Για την απάντηση αυτών των ερευνητικών ερωτημάτων : εντοπίστηκαν όλα τα Α.Π. και τα Ω.Π. από την αρχή του 20^{ου} αιώνα έως σήμερα σε Διατάγματα (Βασιλικά και Προεδρικά) και από αυτά εκείνα που συμπεριελάμβαναν τη Βιολογία και καθόριζαν αλλαγές στο πρόγραμμα διδασκαλίας της, καθώς και των άλλων σχετικών μαθημάτων που προϋπήρχαν της Βιολογίας και για ένα διάστημα συνυπήρχαν (Φυσική Ιστορία κ.ά.). Τα Προγράμματα μελετήθηκαν ως προς α) τον σκοπό τους β) τη διδακτέα ύλη και γ) τον προβλεπόμενο χρόνο για τη Βιολογία και τα σχετικά μαθήματα. Επίσης υπολογίστηκε το εβδομαδιαίο ποσοστό των προβλεπόμενων ωρών διδασκαλίας για κάθε μάθημα σε σχέση με το συνολικό αριθμό ωρών του σχολικού προγράμματος. Εν συνεχεία αναλύθηκε ο τρόπος με τον οποίο εισαγόταν η «Εξέλιξη» σε κάθε Αναλυτικό Πρόγραμμα.

3.1.1.2 Η παρουσία εννοιών της ΘΕ: α. σε όλη την έκταση των εγχειριδίων Βιολογίας και β. ειδικότερα στο κεφάλαιο της «Εξέλιξης»

Τα ερευνητικά ερωτήματα που απαντήθηκαν ήταν τα ακόλουθα : α. Ποια ήταν τα εγχειρίδια Βιολογίας που εκδόθηκαν όλο τον αιώνα ; Ποια από αυτά περιλάμβαναν την Εξέλιξη; Σε ποια έκταση και σε ποια θέση των εγχειριδίων παρουσιαζόταν η Εξέλιξη: σε ένα κεφάλαιο ή υπήρχαν έννοιες εκτός του κεφαλαίου της εξέλιξης ; β. Ποια θέματα παρουσιάζονταν σε κάθε εγχειρίδιο στο κεφάλαιο για την Εξέλιξη, και ποια έμφαση δινόταν σε αυτά ;

Για την απάντηση αυτών των ερευνητικών ερωτημάτων: εντοπίστηκαν όλα τα εγχειρίδια Βιολογίας της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του 20^{ου} αιώνα έως σήμερα, διερευνήθηκε το περιεχόμενό τους ως προς την ύπαρξη εξελικτικών εννοιών και υπολογίστηκε ποσοτικά.

3.1.1.3 Οι Έννοιες - Προ-απαιτούμενες έννοιες για τη διδασκαλία της ΘΕ σε Α.Π. - εγχειρίδια της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Βρέθηκαν και διερευνήθηκαν τα σχετικά με βιολογικά θέματα Α.Π. - εγχειρίδια της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (Π.Ε.) ως προς την ύπαρξη (ή όχι) εννοιών σχετικών με την ΘΕ και προαπαιτούμενων εννοιών για μια μεταγενέστερη διδασκαλία της ΘΕ.

3.1.2 Αποτελέσματα

3.1.2.1 Η Θεωρία της εξέλιξης στα Α.Π. και εγχειρίδια της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης κατά το παρελθόν

α. 1931 -1952

Η θεωρία της εξέλιξης περιεχόταν σε ένα κεφάλαιο(τελευταίο) με τίτλο «Η εξέλιξις του οργανικού κόσμου», στο πρώτο εγχειρίδιο Βιολογίας το οποίο εκδόθηκε το 1933. Το περιεχόμενο του κεφαλαίου περιελάμβανε κυρίως τις ενδείξεις για την εξέλιξη, τις θεωρίες Λαμάρκ και Δαρβίνου, τη «θεωρία των ασυνεχών μεταβολών», κ.ά. Από την έκδοση του 1939 και μετά, στο εγχειρίδιο υποστηριζόταν ότι η φυσική επιλογή δεν είναι κατά τας νεωτέρας ερεύννας ορθή και ότι η βάση της Δαρβινείου θεωρίας προσκρούει εις τας σημερινάς πειραματικάς έρευννας, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι το πρόβλημα του τρόπου, κατά τον οποίον γίνεται η μεταβολή των ειδών παραμένει άλυτον. Οι απόψεις αυτές εμφανίζονταν και στη τελευταία έκδοση του 1951. Όπως αναφέρει ο κ. Κριμπάς η έλλειψη ενημέρωσης του συγγραφέα οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στα πολεμικά γεγονότα ενώ τα μεταξύ πολέμων διαστήματα δεν ήταν αρκετά για να καλύψουν τα κενά στην ενημέρωση³. Το κεφάλαιο για την εξέλιξη αποτελούσε το 21% του συνόλου των σελίδων του εγχειριδίου. Ο συγγραφέας του εγχειριδίου (καθηγητής Θ. Βλησιδής) ήταν ο πρώτος καθηγητής Βιολογίας του Πανεπιστημίου της Αθήνας. Το πρώτο εγχειρίδιο Βιολογίας εκδόθηκε, μέχρι το 1940 από ιδιωτικό εκδοτικό οίκο και στη συνέχεια (όπως και τα άλλα εγχειρίδια Βιολογίας) από κρατικό οργανισμό, τον Οργανισμό Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων (ΟΕΣΒ), που ιδρύθηκε το 1937 (από την δικτατορική κυβέρνηση Μεταξά. Το 1969 η δικτατορική κυβέρνηση της χούντας των συνταγματαρχών αποφάσισε επιπλέον και την δωρεάν διανομή ενός εγχειριδίου του ΟΕΔΒ σε κάθε μαθητή, που ισχύει μέχρι σήμερα).

Η Βιολογία είχε εισαχθεί στα Προγράμματα το 1931 συμπληρωματικά στα υπάρχοντα Φυσιογνωστικά μαθήματα Βοτανική, Ζωολογία και Ανθρωπολογία στο Β' Εξάμηνο της (τότε) Δ' Γυμνασίου. Η Εξέλιξη λοιπόν ήταν το τελευταίο κεφάλαιο του εγχειριδίου ενός μαθήματος του οποίου το εβδομαδιαίο ποσοστό των ωρών διδασκαλίας στο πρόγραμμα του 1931 ήταν 0.8%, (της Ανθρωπολογίας ήταν 0.8% και της Φυσικής ιστορίας ήταν τότε 3.3%). Σε αυτό το πρόγραμμα, το ποσοστό των ωρών διδασκαλίας - όχι μόνο της Βιολογίας - αλλά γενικότερα των

³ Κώστας Κριμπάς Γράφοντας για την εξέλιξη στα σχολικά βιβλία στον παρόντα τόμο (ΣτΕ)

Φυσικών μαθημάτων καθώς και των Μαθηματικών ήταν κατά πολύ μικρότερο των ωρών διδασκαλίας των Αρχαίων Ελληνικών, το οποίο άρχισε να μειώνεται σταδιακά στα προγράμματα μετά το 1966. Μεταξύ των σκοπών για την διδασκαλία των Φυσιογνωστικών μαθημάτων όλων των Προγραμμάτων από το 1931 έως και το 1969 ήταν και η ενίσχυσις του θρησκευτικού και ηθικού φρονήματος των μαθητών δια της κατανοήσεως της φύσεως, που ήταν και μεταξύ των σκοπών της διδασκαλίας του μαθήματος των Θρησκευτικών.

1952 -1976

Ενώ το Α.Π. και Ω. Π. της Βιολογίας παρέμεναν τα ίδια, το 1952 εκδόθηκε το δεύτερο εγχειρίδιο Βιολογίας (από τον κρατικό οργανισμό εκδόσεως). Ο συγγραφέας του ήταν και αυτός Πανεπιστημιακός (για την ακρίβεια ο ιατρός και καθηγητής της Ορθοδοντικής Σ. Σπεράντσας). Περιείχε και αυτό ένα τελευταίο κεφάλαιο για την εξέλιξη («Η εξέλιξις του οργανικού κόσμου») με παρόμοιο περιεχόμενο δηλαδή αναφερόταν στις ενδείξεις για την εξέλιξη, στις θεωρίες Λαμάρκ και Δαρβίνου και Ντε Βρις. Το εγχειρίδιο κυκλοφορούσε μέχρι το 1976 αναφέροντας ότι το πρόβλημα περί του πώς έγινεν η εξέλιξις των όντων δεν ελύθη ακόμη. Είναι μάλιστα πιθανόν, ότι κατά βάθος θα μείνει μυστήριο άλυτον, εις το οποίον, όπως και εις το μυστήριο της ζωής, ουδέποτε θα επιτραπή να εισχωρήσει ο άνθρωπος. Το κεφάλαιο για την εξέλιξη αποτελούσε το 19% του συνόλου των σελίδων του εγχειριδίου. Επίσης, στον επίλογο του εγχειριδίου, εκτός κεφαλαίου Εξέλιξης, υπήρχε η φράση: «Και ο κόσμος ολόκληρος μας αποκαλύπτεται, ως ένα θαυμάσιον αρμονικόν σύνολον, έργο απάραμιλλον της θείας Δημιουργίας, η οποία 'πάντα εν σοφία εποίησεν'».

1969 -1976

Το 1969 εισήχθη η διδασκαλία της Βιολογία και σε μία ακόμη τάξη, ενώ παράλληλα διδασκόταν και η Φυσική ιστορία (Φυτολογία και Ζωολογία) και η Ανθρωπολογία. Το εβδομαδιαίο ποσοστό των ωρών διδασκαλίας της Βιολογίας στο πρόγραμμα του 1969, ήταν περίπου το 1% των συνολικών ωρών του Ω.Π. Το 1969 εκδόθηκε το εγχειρίδιο Βιολογίας για την Στ' τάξη. Ο συγγραφέας του (Ι. Οικονομίδης), «στέλεχος της παραεκκλησιαστικής οργάνωσης Ο Σωτήρ» (Νίκας 1991, σ.17) ήταν συγγραφέας πολλών άρθρων στο περιοδικό «Ακτίνες» κ.ά.. Τελευταίο κεφάλαιο αυτού του εγχειριδίου ήταν το «Εξέλιξις – Ιστορία των οργανισμών», το περιεχόμενο του οποίου περιελάμβανε μεγαλύτερη ποικιλία θεμάτων από ότι τα προηγούμενα εγχειρίδια, αλλά με διάφορες επιστημονικές ανακρίβειες. Στο εγχειρίδιο αλλά και στο συγκεκριμένο κεφάλαιο υπήρχαν επίσης θρησκευτικές αναφορές όπως η ακόλουθη «την συνισταμένην (των αντιδράσεων των ζώντων οργανισμών) κατευθύνει ο Θεός - Δημιουργός, εφορεύων επί των πολυδαιδάλων φαινομένων της Εξελίξεως και τρέπων εκάστοτε αυτή προς την δυναμικήν εκείνην ισορροπίαν, που εξυπηρετεί κατά τον καλύτερον τρόπον τον τελικόν σκοπόν

της Δημιουργίας» κ.ά. Το κεφάλαιο για την Εξέλιξη αποτελούσε το 19.5% του συνόλου των σελίδων του εγχειριδίου.

Σε κανένα από τα προαναφερθέντα Α.Π. και εγχειρίδια δεν περιλαμβάνονταν η εξέλιξη του ανθρώπου.

Συνοψίζοντας ως προς τα εγχειρίδια αυτής της περιόδου: σε σύνολο 45 ετών εκδόθηκαν τρία εγχειρίδια Βιολογίας, στα οποία η Εξέλιξη αποτελούσε το τελευταίο κεφάλαιο.

β.1976 -1996

Η δεύτερη περίοδος για τα Αναλυτικά Προγράμματα και εγχειρίδια Βιολογίας άρχισε κατά την περίοδο της μεταπολίτευσης, το 1976 και διήρκεσε μέχρι το 1996 (που άρχισε να αλλάζει σταδιακά το πρόγραμμα της Α' και μέχρι το 1999 της Γ' Γυμνασίου). Το ποσοστό των ωρών διδασκαλίας για τη Βιολογία στα Προγράμματα από το 1978 μέχρι το 1996 ήταν και πάλι περίπου 1% (σύνολο 3% μαζί με την Ανθρωπολογία και τη Φυσική Ιστορία). Αυξήθηκε σε 3.6% μόνο για τους μαθητές της 2^{ης} Δέσμης).

Στα εγχειρίδια αυτής της περιόδου (που γράφονταν από ομάδες πανεπιστημιακών ή / και με εκπαιδευτικούς) παρουσιάζονταν οι επιστημονικές απόψεις για την εξέλιξη: Εκδόθηκαν δύο εγχειρίδια για τη Γ' Γυμνασίου (το πρώτο κατά το διάστημα 1976 - 81 και το δεύτερο κατά το διάστημα 1981 -99) στα οποία περιλαμβάνονταν και η ΘΕ. Στο εγχειρίδιο που διδασκόταν έως το 1999 υπήρχε κεφάλαιο (τελευταίο) για τη ΘΕ που αποτελούσε το 9% του συνόλου των σελίδων του. Σε αυτό το γενικά χρήσιμο κεφάλαιο δεν υπήρχαν αναφορές στον Κ. Δαρβίνο και το έργο του, εκτός από μία μόνο σύντομη στην οποία αναφέρονταν «οι θεωρίες Λαμάρκ, Δαρβίνου» σε παρένθεση ως οι υποστηρικτές της κληρονομικότητας των επίκτητων ιδιοτήτων.

Στο εγχειρίδιο της Γ' Λυκείου (των Κριμπά – Καλοπίση κατά το διάστημα 1977 – 83) και στη συνέχεια το ίδιο στην Β' Λυκείου (κατά το διάστημα 1983 – 99) υπήρχε εκτεταμένο κεφάλαιο για την εξέλιξη που δεν ήταν το τελευταίο, αλλά προτελευταίο με μεγάλο αριθμό θεμάτων. Το κεφάλαιο αυτό αποτελούσε το 32.5% του συνόλου των σελίδων του εγχειριδίου. Υπήρχαν αναφορές σχετικές με την εξελικτική θεωρία και σε άλλα σημεία εκτός αυτού του κεφαλαίου.

Στα τρία προαναφερθέντα εγχειρίδια δεν περιλαμβάνονταν η εξέλιξη του ανθρώπου. Από επιστολή που έστειλε ο καθηγητής και ένας εκ των συγγραφέων του εγχειριδίου Βιολογίας της Γ' Λυκείου) Κ.Κριμπάς στον τύπο το 1985 (εφημερίδα «Το Βήμα» 20/1/1985) πληροφορηθήκαμε ότι η παράγραφος που συμπεριλήφθη μόνο στις δύο πρώτες εκδόσεις του εγχειριδίου και αναφερόταν στις επιστημονικές απόψεις του παλαιοντολόγου G.G. Simpson για την καταγωγή του ανθρώπου, «απαλείφθηκε χωρίς τη συγκατάθεσή του και τη αγνοία του».

Κεφάλαιο – που δεν ήταν το τελευταίο - για την εξέλιξη αλλά και για την εξέλιξη του ανθρώπου υπήρχε μόνο στη Βιολογία της Β' Δέσμης της Γ' Λυκείου (από

το 1983 – 99). Τη Βιολογία της Β' Δέσμης παρακολουθούσε ένας μικρότερος αριθμός μαθητών – οι υποψήφιοι ιατρικών σχολών κλπ. Σε αυτό περιλαμβάνονταν και η υπόθεση για την προέλευση της ζωής. Το κεφάλαιο αυτό αποτελούσε το 13% του συνόλου των σελίδων του εγχειριδίου.

Στον σκοπό του μαθήματος δεν επιδιωκόταν πλέον «η ανάπτυξη της θρησκευτικής συνείδησης» αλλά η ανάπτυξη επιστημονικών γνώσεων.

Συνοψίζοντας ως προς τα εγχειρίδια αυτής της περιόδου: την περίοδο από το 1976 έως το 1996/99, σε ένα διάστημα δηλαδή 33 ετών εκδόθηκαν τέσσερα εγχειρίδια Βιολογίας (αυτά είχαν αναφορές - κεφάλαιο για την «Εξέλιξη»).

γ. 1996 – Σήμερα

Με τις τροποποιήσεις του Α.Π. του Γυμνασίου το 1996 : ο σκοπός του μαθήματος Βιολογία Ι της Α' Γυμνασίου - στο Διάταγμα με το τροποποιημένο Πρόγραμμα - περιελάμβανε μεταξύ άλλων, οι μαθητές να συγκρίνουν όργανα και λειτουργίες στις διάφορες βαθμίδες εξέλιξης (δεν υπήρχε σχετική αναφορά στο τεύχος με τις «Οδηγίες για τη διδακτέα ύλη και τη διδασκαλία των μαθημάτων στο Γυμνάσιο και το Ενιαίο Λύκειο», ούτε στο Βιβλίο του Καθηγητή).

Ο σκοπός του μαθήματος Βιολογία ΙΙ της Γ' Γυμνασίου περιελάμβανε μεταξύ άλλων, οι μαθητές να ενημερωθούν για την εξέλιξη των οργανισμών. Με βάση τα προαναφερθέντα το 1999 εισήχθη νέο εγχειρίδιο Βιολογίας στη Γ' Γυμνασίου, στο οποίο περιλαμβάνονταν το κεφάλαιο (τελευταίο) «Εξέλιξη» (το 14.8% του συνόλου των σελίδων του εγχειριδίου).

Για το Λύκειο: Στο Πρόγραμμα της Βιολογίας Γενικής Παιδείας (1999) της Γ' Τάξης Ενιαίου Λυκείου στους Γενικούς Στόχους αναφερόταν ότι στο τέλος της διδασκαλίας του αντικειμένου «Θέματα Βιολογίας» «Ο μαθητής θα πρέπει να: 1^ο: Γνωρίζει τις απόψεις της Βιολογίας για την εξέλιξη των ειδών. 2^ο: Είναι ικανός να τεκμηριώνει με επιστημονικά στοιχεία τις απόψεις της Βιολογίας για την καταγωγή και την εξελικτική πορεία του ανθρώπινου είδους». Στόχοι του Προγράμματος ήταν: «Ο μαθητής να είναι ικανός να αξιολογεί τη σημασία των απολιθωμάτων ..., να κατανοεί το μηχανισμό με τον οποίο η ποικιλομορφία μπορεί να οδηγήσει στην εξέλιξη ή την εξαφάνιση ενός είδους, να ερμηνεύει μέσα από συγκεκριμένα παραδείγματα το ρόλο των μεταλλάξεων, της φυσικής επιλογής και των γενετικών απομονώσεων στην εξέλιξη, να τεκμηριώνει με επιστημονικά δεδομένα τις απόψεις της Βιολογίας σχετικά με την καταγωγή και την εξέλιξη του ανθρώπου, να αιτιολογεί τη συμβολή χαρακτηριστικών που διαθέτουν άτομα διαφόρων φυλών, στην προσαρμογή και την επιβίωσή τους σε συγκεκριμένο περιβάλλον». Τα «Περιεχόμενα» του ίδιου Προγράμματος περιελάμβαναν ως Πρώτο Μέρος την Εξέλιξη με αντίστοιχα θέματα.

Η Θεωρία της εξέλιξης στα Α.Π και εγχειρίδια του Λυκείου από το 2002 έως σήμερα

Στο Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα της Βιολογίας Γενικής Παιδείας του Ενιαίου Λυκείου, όπως διαμορφώθηκε το 2002 και ισχύει έως σήμερα, στους σκοπούς περιλαμβάνεται μεταξύ άλλων το σκέλος, σύμφωνα με το οποίο «η διδασκαλία του μαθήματος θα πρέπει να εξασφαλίζει στο μαθητή τη δυνατότητα: να γνωρίζει ότι οι διαφορές μεταξύ των ατόμων του ίδιου είδους αυξάνουν τις πιθανότητες επιβίωσης του είδους» κλπ. Και επίσης «να γνωρίζει και να κατανοεί το ρόλο της φυσικής επιλογής, σε σχέση με τα κληρονομικά χαρακτηριστικά, για τη διατήρηση και την εξάπλωση των ειδών».

Το 1999 εισήχθησαν τα νέα εγχειρίδια Βιολογίας στο Λύκειο. Από αυτά, σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα, το εγχειρίδιο Γ' Λυκείου Γενικής Παιδείας περιελάμβανε ένα κεφάλαιο για την Εξέλιξη. Το πρώτο Εγχειρίδιο που εκδόθηκε και διανεμήθηκε το διάστημα 1999-2001 είχε ένα τελευταίο κεφάλαιο «Εξέλιξη» (που καταλάμβανε το 29.4% του συνόλου των σελίδων του εγχειριδίου). Το σχολικό έτος 2001 -2002 το προαναφερθέν εγχειρίδιο αντικαταστάθηκε από επόμενο που είχε ως πρώτο Κεφάλαιο την «Εισαγωγή στην Εξέλιξη των ειδών» (αποτελούσε το 31,5% του συνόλου των σελίδων του εγχειριδίου). Το τρίτο και τελευταίο μέχρι στιγμής εγχειρίδιο της Γ' Λυκείου Γενικής Παιδείας, που διανέμεται από το 2002 έως σήμερα στα σχολεία, αποτελεί «αναμόρφωση» του προηγούμενου, που καταργήθηκε, και σε αυτό υπάρχει ένα κεφάλαιο για την Εξέλιξη (καταλαμβάνει το 25.6% του συνόλου των σελίδων του εγχειριδίου). Το κεφάλαιο αυτό δε διδάσκεται και αφαιρείται από την ύλη, όπως αναφέρεται στην απόφαση που εκδίδεται κάθε χρόνο και με την οποία καθορίζεται η εξεταστέα - διδακτέα ύλη των Πανελλαδικά εξεταζόμενων μαθημάτων της Γ' τάξης του Γενικού Λυκείου».

Η Θεωρία της εξέλιξης στα Α.Π και εγχειρίδια του Γυμνασίου από το 2007 έως σήμερα

Στην εισαγωγή του προγράμματος, που είχε καταρτιστεί από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο το 2002 για τη Βιολογία (Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Σπουδών Υποχρεωτικής Εκπαίδευσης, 2002), αλλά άρχισε να «εφαρμόζεται» στην πράξη με την έκδοση και διανομή νέων εγχειριδίων (για την ακρίβεια διδακτικών πακέτων) το 2007 στο «Άξονες Γενικοί στόχοι, Θεμελιώδεις έννοιες Δ.Π. αναφέρεται (σ.445): «Σε όλα τα επίπεδα μελέτης των βιολογικών συστημάτων βασικό ρόλο παίζουν οι έννοιες της «μεταβολής» και της «προσαρμογής», ενώ σταδιακά εισάγονται οι «έννοιες της κληρονομικότητας» και της «εξέλιξης». Στη συνέχεια, στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (Α.Π.Σ.) Βιολογίας για την Γ' Γυμνασίου υπάρχει ο Στόχος: (Ο μαθητής) να συσχετίζει την ποικιλομορφία των οργανισμών με την ανάγκη προσαρμογής τους στο περιβάλλον που ζουν. Επίσης στο ίδιο Α.Π.Σ. (Βιολογίας για την Γ' Γυμνασίου) περιλαμβάνεται μία ενότητα, η τελευταία, με τον τίτλο Εξέλιξη (Βασικές αρχές, εξέλιξης του ανθρώπου).

Στους Στόχους της η ενότητα περιλαμβάνει: (Ο μαθητής) Να αναγνωρίζει ότι η σημερινή ποικιλομορφία των οργανισμών είναι αποτέλεσμα μιας εξελικτικής πορείας. Να αναφέρει και να εξηγεί τις μαρτυρίες που συνηγορούν υπέρ της κοινής προέλευσης των οργανισμών. Να συσχετίζει τις δομές και τις λειτουργίες των οργανισμών με τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος στο οποίο ζουν. Να ορίζει τη φυσική επιλογή και να περιγράφει το μηχανισμό με τον οποίο οι οργανισμοί εξελίσσονται. Να αναφέρει και να περιγράφει τα στάδια εξέλιξης του ανθρώπινου είδους. Μαρτυρίες υπέρ της εξέλιξης. Η προσαρμογή στο περιβάλλον που ζουν. Θεωρία της Φυσικής επιλογής. Εξέλιξη του ανθρώπου. Για τη διδασκαλία αυτής της Θεματικής ενότητας προτείνονται ενδεικτικά 2 ώρες.

Στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (Α.Π.Σ.) Βιολογίας για την Α' Γυμνασίου περιέχονται μεταξύ άλλων οι ακόλουθοι στόχοι:

• Στην θεματική ενότητα Προσαρμογές των οργανισμών – Σχέση μορφής - δομής των οργανισμών και αναγκών που τους δημιουργεί το περιβάλλον τους ο στόχος (Ο μαθητής) «να αναγνωρίζει ότι οι οργανισμοί «ταιριάζουν» με το περιβάλλον στο οποίο ζουν (προσαρμογή) και να περιγράφει συγκεκριμένα παραδείγματα». Επίσης οι στόχοι:

(Στο Κεφάλαιο Πρόσληψη ουσιών – πέψη,) : (Ο μαθητής) να διακρίνει μορφολογικά ή λειτουργικά χαρακτηριστικά που αφορούν τη πρόσληψη τροφής ή τη πέψη και να τα συσχετίζει με την εξέλιξη των οργανισμών.

(Στο Κεφάλαιο Μεταφορά και αποβολή ουσιών) : (Ο μαθητής) να διακρίνει τις βασικές διαφορές μεταξύ ανοιχτού και κλειστού κυκλοφορικού συστήματος και να αναγνωρίζει ότι το δεύτερο είναι προϊόν εξέλιξης.

(Στα Κεφάλαια Αναπνευστικό και μυοσκελετικό σύστημα): (Ο μαθητής) να διακρίνει ομοιότητες και διαφορές στις διάφορες κατηγορίες οργανισμών και να επισημαίνει αυτές που αποτελούν μαρτυρίες για την εξέλιξη...

Με βάση τα προαναφερθέντα Προγράμματα εκδόθηκαν, και από το 2007 διδάσκονται, δύο διδακτικά «πακέτα» (εγχειριδίων) στην Α' και Γ' Γυμνασίου. Στην Γ' Γυμνασίου το κυρίως βιβλίο περιέχει ένα (τελευταίο) κεφάλαιο για την Εξέλιξη (8% του συνόλου των σελίδων του εγχειριδίου). Από το 1997 (έως σήμερα) το ποσοστό των ωρών διδασκαλίας που προτεινόταν (και ισχύει σε Γυμνάσιο - Λύκειο) για τη Βιολογία ήταν 3% (καλύπτοντας το ποσοστό για την Ανθρωπολογία και τη Φυσικής Ιστορία), ενώ το ποσοστό της Βιολογίας της Θετικής Κατεύθυνσης είναι 1%.

Συνοψίζοντας ως προς τα εγχειρίδια αυτής της περιόδου: την περίοδο από το 1997 έως σήμερα, σε διάστημα 12 ετών εκδόθηκαν εννέα εγχειρίδια Βιολογίας.

Από αυτά σήμερα διδάσκονται τα πέντε: τα δύο είναι στο Γυμνάσιο (Α' και Γ' Γυμνασίου) και τα τρία είναι στο Λύκειο (Β' Λυκείου, Γ' Λυκείου και Γ' Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης). Τα δύο δεν περιλαμβάνουν τη ΘΕ (Β' Λυκείου και Γ' Λυκείου Θετικής Κατεύθυνσης). Το ένα (της Α' Γυμνασίου) αναφέρεται σε προσαρμογές και σε συγκρίσεις οργάνων και συστημάτων. Δύο περιλαμβάνουν τη ΘΕ

(στη Γ' Γυμνασίου και Γ' Λυκείου) αλλά όπως προαναφέρθηκε, στη Γ' Λυκείου αυτή αφαιρείται από την εξεταστέα και διδακτέα ύλη .

Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι το 2008 σε «Οδηγίες» για τη διδασκαλία όλων των μαθημάτων – μεταξύ των οποίων και της Βιολογίας Γυμνασίου και Β' Λυκείου, στο τέλος υπάρχει η «Σημείωση» που αναφέρει : «Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην ανάδειξη, κατά τη διδασκαλία όλων των εννοιών, της εξελικτικής διάστασης των διδασκομένων δομών και λειτουργιών, με παραδείγματα όπου είναι δυνατό και από την καθημερινή ζωή, τα οποία θα βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν την έννοια και τη σημασία της εξέλιξης της ζωής στον πλανήτη μας».

3.1.2.2 Οι Έννοιες - Προ-απαιτούμενες έννοιες για τη διδασκαλία της ΘΕ σε Α.Π. - εγχειρίδια της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης κατά το παρελθόν

Η αναζήτηση εννοιών σχετικών με την εξελικτική θεωρία και προαπαιτούμενων εννοιών για μια μελλοντική διδασκαλία της ΘΕ, έγινε στα Αναλυτικά Προγράμματα και εγχειρίδια των σχετικών μαθημάτων της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (καθώς και του Ελληνικού σχολείου⁴) τα οποία ήταν: α) Η Φυσική Ιστορία β) Η «Μελέτη Περιβάλλοντος, γ) Το μάθημα «Ερευνώ τον Φυσικό Κόσμο». Για μεγάλο διάστημα εφαρμοζόταν το Αναλυτικό Πρόγραμμα της Φυσικής Ιστορίας του 1913. Και με τη μεταρρύθμιση του 1929 το Πρόγραμμα που εφαρμόστηκε στο Δημοτικό σχολείο, ήταν το ίδιο με του 1913. Μέχρι το 1969 δεν παρατηρήθηκε καμιά ουσιαστική αλλαγή στο Πρόγραμμα της Στοιχειώδους Εκπαίδευσης και εφαρμόζοταν ακόμη το Πρόγραμμα του 1929 μέχρι την έναρξη αλλαγών στην μετά το 1976 περίοδο, όταν είχε αποκατασταθεί ξανά στη χώρα η δημοκρατία (Κλωνάρη 1997, Μπουζάκης 1991). Από το 1982 άρχισαν σταδιακά να αλλάζουν όλα τα προγράμματα των μαθημάτων του Δημοτικού.

α. Από την αρχή του αιώνα.... Έως τις αρχές της δεκαετίας του 1980

Αναλυτικά Προγράμματα - Εγχειρίδια Φυσικής Ιστορίας

Τα Αναλυτικά Προγράμματα Φυσικής Ιστορίας του 20^{ου} αιώνα περιελάμβαναν την εξέταση φυτών και ζώων (και του ανθρώπου).

Συγκεντρώθηκαν τριάντα πέντε εγχειρίδια Φυσικής Ιστορίας α) Τα επτά ήταν βιβλία του Ελληνικού σχολείου και β) τα είκοσι-οκτώ ήταν βιβλία Φυσικής Ιστο-

⁴ Σε αυτό το μέρος της μελέτης συμβατικά συγκαταλέγεται και το Ελληνικό σχολείο, που μπορούσε να ακολουθήσει ο μαθητής/τρια αφού είχε τελειώσει την Δ' Δημοτικού και πριν φοιτήσει στην Α' Γυμνασίου, δηλαδή μεταξύ 9 ετών και 13 ετών (Ευαγγελόπουλος 1984, τ.Α, σ.103). Το 1905 συγχωνεύτηκαν δημοτικά και ελληνικά σχολεία σε όλη τη χώρα, εκτός από τις μεγάλες πόλεις και τις πρωτεύουσες των νομών και το 1929 το ελληνικό σχολείο καταργήθηκε (Ν.4397) (Κυπριανός 2004).

ρίας της Ε' και Στ' Δημοτικού.⁵ Με βάση τα προαναφερθέντα Α.Π. τα εγχειρίδια της Φυσικής Ιστορίας περιελάμβαναν τη συστηματική εξέταση φυτών, ζώων και του ανθρώπου και την παρουσίαση ενός χαρακτηριστικού αντιπροσώπου από κάθε είδος. Όλα τα εγχειρίδια περιελάμβαναν τον άνθρωπο στα ζώα, όπως και στα εγχειρίδια του 19^{ου} αιώνα που συνέχισαν να υπάρχουν και στις αρχές, τουλάχιστον του 20^{ου} αιώνα. Αυτά τα εγχειρίδια Φυσικής Ιστορίας – Ζωολογίας αποτελούσαν αντιγραφές – μεταφράσεις ευρωπαϊκών εγχειριδίων. Στην Ευρώπη ο άνθρωπος έχει καταταχθεί στα σπονδυλωτά και για αυτό και στα ελληνικά βιβλία γινόταν το ίδιο (Σωτηριάδου 1990). Άμεσες αναφορές στην εξελικτική θεωρία δεν υπήρχαν γενικά. Σε εγχειρίδια του «ελληνικού σχολείου» υπήρχαν π.χ. αναφορές στην ομοιότητα οργάνων ανθρώπου - πιθήκου όπως (εγχειρίδιο του 1913), αλλά και διαφορές π.χ. «Από όλα τα θηλαστικά ο άνθρωπος έχει το τελειότερο σώμα. Ενώ μοιάζει με τα θηλαστικά και μάλιστα με τους πιθήκους, εντούτοις έχει διαφορές από αυτά. Οι διαφορές του ανθρώπου είναι σωματικές και πνευματικές» (εγχειρίδιο του 1937). Στα εγχειρίδια υπήρχαν θρησκευτικές αναφορές (σε 20 από τα 35 που συνελέχθησαν) που απέδιδαν «την δημιουργία των φυτών και ζώων και» ειδικότερα «του ανθρώπου στον Δημιουργό».

β1. Από το 1982 έως το 2006

«Μελέτη Περιβάλλοντος» Α' - Δ' Τάξης

Αναλυτικά Προγράμματα

Μετά το 1982 άρχισαν να αλλάζουν σταδιακά όλα τα Προγράμματα των μαθημάτων του Δημοτικού. Με Π.Δ., που δημοσιεύτηκαν σταδιακά, το μάθημα «Μελέτη Περιβάλλοντος» επεκτάθηκε μέχρι και τη Δ' Δημοτικού. Στα μαθήματα αυτά, που περιελάμβαναν μεταξύ άλλων τη γνωριμία των ανθρώπων με τους οργανισμούς – φυτά και ζώα – εισαγόταν μεταξύ άλλων η έννοια της «προσαρμογής». Π.χ.

Οι μαθητές κατανοούν την έννοια της προσαρμογής. Κατανοούν τους τρόπους προσαρμογής των ζώων (Τάξη Β'),

Πως προσαρμόζεται ένα φυτό ή ένα ζώο στο περιβάλλον – Κατανοούν με τη βοήθεια συγκεκριμένων παραδειγμάτων, την έννοια της προσαρμογής στα ζώα. ... (Τάξη Γ')

Δίνεται έμφαση στη μελέτη του τρόπου προσαρμογής τους (φυτών και ζώων) στο φυσικό περιβάλλον και τον αγώνα για βίωση, - στην κατανόηση των εξελικτικών μεταβολών εξαιτίας των φυσικών συνθηκών (Τάξη Δ')

Εγχειρίδια «Εμείς και ο κόσμος»

⁵ Αν και ιδρύθηκε ο ΟΕΣΒ το 1937, μέχρι το 1969 επιτρεπόταν η χρήση άλλου σχολικού βοηθήματος όταν δεν είχε εκδοθεί από τον ΟΕΣΒ διδακτικό εγχειρίδιο (σε Χρόνη 2003). Αυτό εξηγεί τον μεγάλο αριθμό βιβλίων Φυσικής Ιστορίας μέχρι τότε που άρχισε να τα εκδίδει μόνο ο ΟΕΣΒ.

Με οδηγό τα συγκεκριμένα Α.Π. ήταν δομημένο και το περιεχόμενο των εγχειριδίων των αντίστοιχων τάξεων του Δημοτικού σχολείου. Στο «Βιβλίο για το δάσκαλο» της Β' Δημοτικού υπήρχε ο στόχος «Να διαπιστώσουν (οι μαθητές) ...τον τρόπο με τον οποίο (τα ζώα που ζουν σε ξένους τόπους) προσαρμόζονται στο φυσικό τους περιβάλλον».

Στη Δ' Δημοτικού στο βιβλίο του μαθητή υπήρχε κεφάλαιο με τίτλο «Πώς προσαρμόζονται τα ζώα και τα φυτά;». Στο «Βιβλίο δασκάλου» αφιερωνόταν μεγάλη έκταση στο σχέδιο της διδασκαλίας αυτής της ενότητας. Παρουσιάζονται, λόγω της σημασίας που έχουν για την ανάλυση, μερικά χαρακτηριστικά αποσπάσματα από αυτή:

«Α. Στόχοι: Να παρατηρήσουν οι μαθητές χαρακτηριστικές αντιδράσεις φυτών και ζώων σε ορισμένους ερεθισμούς του περιβάλλοντος και να προσπαθήσουν να ερμηνεύσουν τη συμπεριφορά τους.....Να κατανοήσουν γιατί υπάρχουν διαφορές στο φυτικό και ζωικό κόσμο από τόπο σε τόπο και μεταξύ διαφορετικών εποχών (εισαγωγή στην έννοια της εξέλιξης).

Β. Περιεχόμενο - επίπεδο μάθησης : Στην τάξη αυτή επιχειρείται συστηματικότερη έρευνα του φαινομένου της προσαρμογής με μικρές πειραματικές δοκιμές από τα ίδια τα παιδιά και μια εισαγωγή στην έννοια της φυσικής επιλογής. Δε συζητούμε το θέμα της εξέλιξης των ειδών.

.....
Στο βιβλίο παρουσιάζονται χαρακτηριστικά παραδείγματα του φωτοτροπισμού, ...της προσαρμογής στη θερμοκρασία.

.....
Συνεχίζουμε τη διερεύνηση του ίδιου φαινομένου προσαρμογής με το ηλιοτρόπιο και το νυχτολούλουδο, όπου τα παιδιά ανακαλύπτουν ότι τα φυτά κινούνται κίονα, όταν χρειάζεται.....

ΘΕΜΑ: 2. Όπως εργαστήκαμε για τα φυτά, έτσι και για τα ζώα: αρχίζουμε με τις παρατηρήσεις σε ελεγχόμενα πειραματάκια και με αναγωγή σε ατομικές εμπειρίες ή γνώσεις των μαθητών ή παρέμβαση δική μας. Με όλα αυτά ελέγχεται η συμπεριφορά-αντιδράσεις των ζώων για άμυνα, για τροφή, για προστασία μητρική.

.....
Στη συνέχεια παρουσιάζεται το πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα αλλαγής χρώματος και παραλλαγής, καθώς και της αποδημίας, που σχολιάζονται...και με αναφορά σε σχετικές εμπειρίες και παραδείγματα (γιατί έχει μακρύ και πυκνό τρίχωμα το πρόβατο, γιατί έχει άσπρο χρώμα η αρκούδα των πάγων και πράσινο η σαλαμάνδρα ή το φίδι δεντρογαλιά,).

.....
Στο Βιβλίο του μαθητή ως παραδείγματα «προσαρμογής» των φυτών χρησιμοποιούνταν αρχικά οι τροπισμοί. Στη συνέχεια χρησιμοποιούνταν αντιδράσεις των ζώων σε ερεθίσματα. Στο βιβλίο υπήρχε η διαπίστωση πως «κάθε ζώο για να επιβιώσει αντιδρά στο περιβάλλον του».

«(Τα ζώα)...Διαθέτουν επίσης για τον ίδιο σκοπό κατάλληλα όργανα και ικανότητες. Έτσι κατορθώνουν και αντιμετωπίζουν τις ανάγκες της ζωής. Δηλαδή προσαρμόζονται στο περιβάλλον τους».

β2 .Από το 1985 ως το 2000

«Φυσικά» - «Ερευνώ τον Φυσικό Κόσμο» Ε' - Στ' Τάξης

Αναλυτικό Πρόγραμμα - Εγχειρίδια

Ε' τάξη: Το Α.Π. και τα βιβλία είχαν ελάχιστες αναφορές σχετικές με την εξέλιξη. Στην Ενότητα «Πετρώματα», *Απολιθώματα, Αναφορά σε γεωλογικούς αιώνες* και στο αντίστοιχο κεφάλαιο στο βιβλίο (δασκάλου και μαθητή) υπήρχαν αναφορές σε *προϊστορικά ζώα – μαμούθ – γεωλογικούς αιώνες*. Στο σημείο αυτό υπήρχε η διατύπωση: «Πρώτα εμφανίστηκαν στη γη οι απλοί οργανισμοί και σιγά-σιγά οι τελειότεροι».

Στ' τάξη : Στο Α.Π. δεν περιείχονταν γενικά αναφορές σχετικές με την εξέλιξη. Στο εγχειρίδιο υπήρχε η σύντομη αναφορά σε ζώα με *χαρακτηριστική μορφή και μέγεθος που ζούσαν πριν από 160 εκατομμύρια χρόνια περίπου στη γη. ...*

γ1 .Από το 2006 έως σήμερα

«Μελέτη Περιβάλλοντος» Α' - Δ' Τάξης

Αναλυτικά Προγράμματα

Στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για την Α', Β' και Γ' Τάξεις του Δημοτικού περιλαμβάνονται μεταξύ άλλων τα θέματα: ...*Προσαρμογή των φυτών στις εποχές και στο φυσικό περιβάλλον / προσαρμογή των ζώων στο περιβάλλον τους*. Στο Α.Π.Σ. για τη Γ' τάξη αναφέρεται μεταξύ άλλων ότι:

Οι μαθητές πρέπει: *Να κατανοήσουν ότι τα φυτά διαμορφώνουν τα χαρακτηριστικά τους ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο φύονται.*

Και στην αντίστοιχη «Θεματική ενότητα», οι μαθητές πρέπει: *Να κατανοήσουν ότι τα ζώα (όπως και τα φυτά) προσαρμόζονται στο περιβάλλον στο οποίο ζουν προκειμένου να επιβιώσουν.*

Εγχειρίδια «Μελέτη Περιβάλλοντος»

Παρατίθενται χαρακτηριστικά αποσπάσματα :

Τάξη Β' Βιβλίο Μαθητή : *Τα ζώα προσαρμόζονται στο περιβάλλον : Για να τα καταφέρουν τα ζώα να επιβιώσουν βρίσκουν διάφορους τρόπους προσαρμογής στο περιβάλλον. ... Τα ζώα βρίσκουν τρόπους προσαρμογής στο περιβάλλον τους, ώστε να επιβιώνουν. Μερικά όμως δυσκολεύονται.*

Τα φυτά : Τίποτα δεν είναι τυχαίο... στα φυτά.

Τα φυτά βρίσκουν έξυπνους τρόπους για να προστατεύουν τον εαυτό τους, να μεγαλώνουν, να πολλαπλασιάζονται και να προσαρμόζονται στο περιβάλλον.

Τα φυτά χρησιμοποιούν «έξυπνους» τρόπους για να τραφούν, να προφυλαχτούν από τους εχθρούς τους, να πολλαπλασιαστούν. Προσαρμόζονται, δηλαδή, στο περιβάλλον.

Τάξη Γ' Βιβλίο Δασκάλου : Να διαπιστώσουν ορισμένους τρόπους με τους οποίους τα φυτά προσαρμόζονται στο περιβάλλον όπου ζουν. Συζητούν επίσης για τον τρόπο προσαρμογής του ανθρώπου στις καιρικές συνθήκες.

Κεντρική έννοια είναι η προσαρμογή των φυτών στο περιβάλλον τους με τη βοήθεια ορισμένων μηχανισμών και ιδιαίτερα με τη μορφή τους, για να καταφέρνουν να επιβιώνουν.

Να ονομάσουν χαρακτηριστικά γνωρίσματα και μηχανισμούς προσαρμογής των ζώων της θάλασσας στο συγκεκριμένο φυσικό περιβάλλον. Στόχος της δραστηριότητας είναι να αναδειχθούν οι μηχανισμοί προσαρμογής τους στο φυσικό περιβάλλον (π.χ. ψάρια - ουρά, πτερύγια, σχήμα σώματος).

Τάξη Γ' Βιβλίο Μαθητή : Όταν οι άνθρωποι δεν μπορούμε να ζήσουμε σε ένα μέρος, αποφασίζουμε να φύγουμε. Όμως τα φυτά, που δεν μπορούν να κάνουν κάτι τέτοιο, κατορθώνουν με άλλους τρόπους να προσαρμόζονται στο περιβάλλον ώστε να καταφέρνουν να ζουν. Γι' αυτό παντού πάνω στη γη υπάρχουν φυτά.

Πώς οι άνθρωποι προσαρμοζόμαστε στο κρύο του χειμώνα και στη ζέστη του καλοκαιριού;

Πώς προσαρμόζεται στο περιβάλλον όπου ζει; ...Καθένα προσαρμόζεται στο περιβάλλον, δηλαδή έχει βρει τη δική του «λύση» για να ζει σ' αυτό.

γ2. Από 2001 έως Σήμερα

«Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο» Ε' - Στ' Τάξης

Πρόγραμμα Σπουδών - Εγχειρίδια

Στο Πρόγραμμα Σπουδών για τις «Φυσικές Επιστήμες» των δύο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού περιλαμβάνονταν από το 2001 μέχρι το 2006 στην Ε' τάξη, ο εξής στόχος: Ο μαθητής Να διακρίνει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μεγάλων θηλαστικών (ελέφαντας, λιοντάρι, καμήλα, φάλαινα) και πώς αυτά βοηθούν στην προσαρμογή τους στο περιβάλλον (τροφή, κλίμα, εχθροί).

Το ίδιο πρόγραμμα σε αυτό το θέμα από το 2006 ισχύει για την Στ' τάξη Δημοτικού.

Στο **Βιβλίο Δασκάλου** (Ερευνώ και ανακαλύπτω, σ. 142-143) η παράγραφος ξεκινά με την φράση «Κάθε ζώο για να επιβιώσει, προσαρμόζεται στο περιβάλλον στο οποίο ζει». Και συνεχίζει «Η προσαρμοστική ικανότητα του κάθε ζώου είναι αποτέλεσμα της δράσης της φυσικής επιλογής και φαινοτυπικά εκφράζεται στο χρώμα του ζώου, στο τρίχωμά του, στο σχήμα του, στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που διαθέτει, καθώς και στις ειδικές συμπεριφορές που αναπτύσσει». Εν συνεχεία αναφέρεται σε διάφορα παραδείγματα.

• Στις οδηγίες προς τους δασκάλους για το Φύλλο Εργασίας γράφεται: «Εισάγουμε τις έννοιες «προσαρμογή» και «επιβίωση» και τις εξηγούμε στους μαθητές», χωρίς επιπλέον εξηγήσεις.

. Στο βιβλίο για το μαθητή «Ερευνώ και ανακαλύπτω» (2001), το οποίο από το 2006 ονομάζεται Τετράδιο Εργασιών «Φυσικά Δημοτικού, Ερευνώ και ανακαλύπτω» περιέχεται το κεφάλαιο «Προσαρμογή των ζώων στο περιβάλλον» στο οποίο αναφέρεται ότι τα ζώα έχουν «*χαρακτηριστικά που τα βοηθούν να προσαρμόζονται σε αυτό και να επιβιώνουν*».

3.2 Διερεύνηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

3.2.1 Ερευνητικά ερωτήματα - Μεθοδολογία

Πώς «αντιλαμβάνονται» λοιπόν (πόσο γνωρίζουν, τι δυσκολίες έχουν κλπ.) και συνεπώς πώς διαχειρίζονται στη διδασκαλία οι εκπαιδευτικοί της Π.Ε. τις έννοιες που από το Πρόγραμμα Σπουδών της Π.Ε. - έχουν υποχρέωση να διδάξουν; Με βάση τα προαναφερθέντα, με αυτή την έρευνα επιδιώχθηκε να δώσουμε απάντηση στα ερωτήματα που ήταν : 1. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της Π.Ε. για την έννοια «προσαρμογή» – προσαρμογές; 2. Ποια είναι η γνώση τους για την εξελικτική θεωρία; Αλλά και επίσης 3. Ποια άποψη έχουν οι ίδιοι για την κατάρτισή τους στην εξελικτική θεωρία και την αναγκαιότητά της κατάρτισής τους σε αυτή; Το ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα ερωτηματολόγιο, από ανοικτές και κλειστές ερωτήσεις. Το δείγμα της έρευνας συγκροτήθηκε από 153 εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης.

3.2.2 Αποτελέσματα

- Από τους εκπαιδευτικούς ζητήθηκε να εξηγήσουν - απαντώντας σε υποθετική ερώτηση μαθητών τους - πώς αντιλαμβάνονται την έννοια «Προσαρμογή των ζώων», που περιλαμβάνεται στα Α.Π., εγχειρίδια του Δημοτικού, αλλά και στο βιβλίο του Δασκάλου. Σύμφωνα με αυτό «*Κάθε ζώο για να επιβιώσει προσαρμόζεται στο περιβάλλον στο οποίο ζει... (γεγονός που) ... είναι αποτέλεσμα της δράσης της φυσικής επιλογής*». Οι εκπαιδευτικοί καλούνται με βάση οδηγία που περιέχεται στο βιβλίο του Δασκάλου, να «*εισάγουν την έννοια προσαρμογή... και να την εξηγήσουν στους μαθητές*».

Τι θα έλεγαν λοιπόν σε μαθητές τους που ζητούν να τους εξηγήσουν πώς «*κάθε ζώο (για να επιβιώσει) προσαρμόζεται στο περιβάλλον στο οποίο ζει...*» ;

Μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό των εκπαιδευτικών (4.6%) απάντησαν χρησιμοποιώντας την επιστημονική εξήγηση, χρησιμοποιώντας με κάποιο τρόπο στην απάντησή τους, την έννοια της φυσικής επιλογής. Στην πλειονότητά τους απάντησαν: α. *Επικαλούμενοι παραδείγματα ζώων που αλλάζουν τα χαρακτηριστικά τους, χρησιμοποιούν μηχανισμούς προσαρμογής, χωρίς να εμπλέκουν στις απαντήσεις τους την έννοια της φυσικής επιλογής π.χ. «Θα χρησιμοποιούσαμε ... παραδείγματα ζώων που αλλάζουν τα χαρακτηριστικά τους» «έχουν μηχανισμούς*

προσαρμογής για να ...» και παρόμοιου περιεχομένου απαντήσεις (45.8 %). β. Χρησιμοποιώντας ανθρωποκεντρικές εκφράσεις «Τα ζώα αναγκάζονται να μεταβάλλουν / μαθαίνουν να...» (24.2 %). Οι υπόλοιποι δεν απάντησαν (18.3%) ή έδωσαν αταξινόμητες απαντήσεις (7.2%).

Η ανάλυση των απαντήσεων των εκπαιδευτικών σε αυτή την ανοιχτή ερώτηση, που αφορούσε ευθέως σε ένα θέμα που διδάσκουν, έδειξε ότι ένα πολύ μικρό ποσοστό εκπαιδευτικών εξηγεί τις προσαρμογές ή την «προσαρμογή» των οργανισμών (σύμφωνα με τα Α.Π. και σχολικά εγχειρίδια για το μαθητή και το βιβλίο του Δασκάλου) με τρόπο που συνάδει, έστω και ως ένα σημείο, με τον επιστημονικό και ότι είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει την έννοια της φυσικής επιλογής (χωρίς φυσικά να είναι αναγκαίο να την ονομάσει). Όπως φάνηκε από τις γραπτές απαντήσεις τους, οι εκπαιδευτικοί της Π.Ε. - στη μεγάλη τους πλειοψηφία - έχουν για την έννοια της «προσαρμογής» εναλλακτικές αντιλήψεις παρόμοιες με αυτές που εδώ και χρόνια η διεθνής έρευνα έχει επισημάνει ότι έχουν μαθητές όλων των ηλικιών και σπουδαστές (Lucas 1971, Deadman & Kelly 1978, Brumby 1979, 1984, Clough & Wood-Robinson 1985, Bishop & Anderson 1990, Jimenez – Alexandre 1996 κ.ά). Οι εκπαιδευτικοί δίνουν άλλο νόημα στην έννοια και περιγράφουν την «προσαρμογή» ως μια πορεία για την εκπλήρωση κάποιας θέλησης ή ανάγκης, ως μια αλλαγή των ατόμων σε ανταπόκριση προς στο περιβάλλον κ.ά., δίνουν στην έννοια το νόημα που έχει η λέξη «προσαρμογή» στην καθημερινή γλώσσα κλπ. Διαπιστώθηκε, επίσης, ότι οι εκπαιδευτικοί είναι εξοικειωμένοι με το φαινόμενο της «ομοιοχρωμίας με το περιβάλλον», που παρατηρείται σε ζώα και ονομάζεται και «χρωματική προσαρμογή» και που για περίπου μία δεκαπενταετία περιλαμβανόταν στο εγχειρίδιο της Στ' Δημοτικού. Φαίνεται λοιπόν, ότι έχουν συνδυάσει την «προσαρμογή» με αυτό το φαινόμενο, το οποίο και στη συνέχεια, και ταυτίζουν με την έννοια της προσαρμογής.

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο, τα βιβλία (και του Δασκάλου και του μαθητή), κυρίως αυτά που για μια εικοσαετία περίπου υπήρχαν στο Δημοτικό σχολείο στο μάθημα «Μελέτη Περιβάλλοντος» αλλά και τα νεότερα, που ίσχυσαν μετά το 2000, δεν έχουν βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να αποκτήσουν μια σαφή εικόνα για το θέμα «προσαρμογή».

Κατά συνέπεια, οι εκπαιδευτικοί που έχουν διδάξει σε κάποιες από αυτές τις τάξεις σε κάποια στιγμή της εκπαιδευτικής τους πορείας, έχουν περιοριστεί μόνο στις διφορούμενες, ασαφείς αλλά και με τελεολογική χροιά εξηγήσεις των βιβλίων και έχουν «παγιδευτεί» στο πλαίσιο τους.

Με ανάλογο τρόπο απάντησαν οι εκπαιδευτικοί και στην άλλη ανοιχτή ερώτηση. Σε αυτή κλήθηκαν να απαντήσουν πώς θα εξηγούσαν στους μαθητές τους μια είδηση του Δελτίου Ειδήσεων, που αναφερόταν στην παρατηρούμενη αναποτελεσματικότητα των εντομοκτόνων εξαιτίας της ανθεκτικότητας των εντόμων σε αυτά. Εκτός από πολύ ένα μικρό ποσοστό των εκπαιδευτικών (4.6%), που α-

πάντησε χρησιμοποιώντας στην απάντησή του την έννοια της φυσικής επιλογής οι υπόλοιποι απάντησαν ότι :

α. Τα έντομα – που θεωρούνται μεταξύ τους όμοια - «συνήθισαν τα εντομοκτόνα – παρήγαγαν αντισώματα – απέκτησαν ανοσία» και άλλα συναφή (32%).

β. Τα έντομα (που θεωρούνται μεταξύ τους όμοια) μπορούν να προσαρμόζονται - μεταλλάσσονται» – και ...«μαθαίνουν να ... καταφέρνουν να προσαρμόζονται» στα εντομοκτόνα (28.1%). Το 19.6% έδωσε ταυτολογικές απαντήσεις, το απέδωσε σε αλλαγή της ατμόσφαιρας, καταστροφή περιβάλλοντος κλπ. και το 15.7% δεν απάντησε καθόλου ή απάντησε «θα το ερευνήσουμε» κλπ.

Όπως φάνηκε η μεγάλη πλειοψηφία των εκπαιδευτικών της Π.Ε. δεν είναι σε θέση να χρησιμοποιεί την έννοια της φυσικής επιλογής, για να εξηγήσει ένα συνηθισμένο ερώτημα. Επίσης, επιβεβαιώνεται το συμπέρασμα ότι χρησιμοποιούν την επιστημονική έννοια «προσαρμογή» με «αυτοσχέδιο» ή υποκειμενικό τρόπο. Η μεγάλη πλειοψηφία των εκπαιδευτικών που απαντούν ότι οι οργανισμοί (στην συγκεκριμένη περίπτωση τα έντομα) «προσαρμόζονται» στο περιβάλλον (στην συγκεκριμένη περίπτωση στα εντομοκτόνα) και η μεγάλη πλειοψηφία όσων εξ αυτών θεωρούν ότι τα έντομα «συνήθισαν» τα εντομοκτόνα θεωρούν, επίσης, ότι νέα γνωρίσματα εμφανίζονται στους οργανισμούς, επειδή τα χρειάζονται, για να επιβιώσουν.

- Από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών σε άλλες ερωτήσεις διαπιστώθηκε ότι η μεγάλη πλειοψηφία τους θεωρεί (εσφαλμένα) ως αιτία εμφάνισης νέων γνωρισμάτων στους οργανισμούς, την ανάγκη. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή η αντίληψη εκφράζεται και από τη πλειοψηφία εκπαιδευτικών που κατείχαν ή όχι κάποιο μεταπτυχιακό τίτλο. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι η παρακολούθηση προγράμματος επιμόρφωσης δεν έχει συμβάλλει στη υιοθέτηση επιστημονικής αντίληψης από τους εκπαιδευτικούς σε αυτό το θέμα, αν και αυτό ανήκει στα αντικείμενα που έχουν να διδάξουν κάποια στιγμή του σε αρκετές από τις τάξεις του Δημοτικού σχολείου (τέσσερις). Είναι ένα θέμα που πρέπει να συμπεριλάβουν στο μέλλον τα επιμορφωτικά προγράμματα.
- Ενώ στη ΘΕ η φυσική επιλογή οδηγεί στην προσαρμογή και η διαδικασία αυτή δεν «εμπεριέχει» «προσπάθεια» εκ μέρους των οργανισμών, για τη μεγάλη πλειοψηφία των εκπαιδευτικών, η φυσική επιλογή γίνεται σε οργανισμούς που «προσπαθούν να προσαρμοστούν στις ανάγκες του περιβάλλοντος».
- Η μεγάλη πλειοψηφία των εκπαιδευτικών του δείγματος δεν συμφωνεί με αντιλήψεις που αναφέρονται στην ταυτόχρονη εμφάνιση των οργανισμών στη γη και στο ότι τα είδη που υπάρχουν σήμερα είναι όμοια με αυτά που υπήρχαν πριν εκατομμύρια χρόνια.
- Η μεγάλη πλειοψηφία των εκπαιδευτικών του δείγματος φαίνεται να αποδέχεται, επίσης, ότι η θεωρία της εξέλιξης αφορά και τους ανθρώπους.

- Ένα από τα ευρήματα της έρευνας είναι ότι ένα αξιοσημείωτο ποσοστό - οι μισοί περίπου - των εκπαιδευτικών του δείγματος διαφωνούν με την θεωρία της κοινής προέλευσης των οργανισμών.
- Επίσης, αν και οι δεινόσαυροι είναι ένα από τα αγαπημένα θέματα των μαθητών, ιδιαίτερος του Δημοτικού σχολείου, διαπιστώθηκε ότι μόνο οι μισοί των εκπαιδευτικών του δείγματος γνωρίζουν ότι αυτοί οι οργανισμοί εξαφανίστηκαν εκατομμύρια χρόνια πολύ πριν εξελιχθούν οι άνθρωποι.
- Οι μισοί των εκπαιδευτικών συμφωνούν, επίσης, ότι «η εξέλιξη αναφέρεται ως θεωρία, επειδή δεν είναι τεκμηριωμένη». Όταν η εξέλιξη αποκαλείται θεωρία, τότε εκπαιδευτικοί της Πρωτοβάθμιας θεωρούν ότι δεν είναι τεκμηριωμένη. Αυτό σχετίζεται επίσης με το ότι και στην καθημερινή ελληνική γλώσσα η λέξη «θεωρία» χρησιμοποιείται πολύ με την έννοια *εικασία*.
- Μόνο ένα ποσοστό των εκπαιδευτικών του δείγματος (λιγότεροι από τους μισούς εκπαιδευτικούς) θεωρεί ότι οι διαθέσιμες μαρτυρίες είναι επαρκείς, για να θεωρείται η θεωρία της εξέλιξης αξιόπιστη. Ένα μεγάλο ποσοστό των εκπαιδευτικών που συμφωνούν με το ότι οι μαρτυρίες είναι ανεπαρκείς, για να θεωρείται η θεωρία της εξέλιξης αξιόπιστη, συμφωνεί, επίσης, με το ότι η εξέλιξη αναφέρεται ως θεωρία, επειδή δεν είναι τεκμηριωμένη.
- Τέλος, η μεγάλη πλειοψηφία των εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης θεωρεί ότι είναι αναγκαίο να είναι ενημερωμένη για τη θεωρία της εξέλιξης, προκειμένου να πραγματοποιεί το έργο τους στο Δημοτικό σχολείο. Επίσης, οι εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν ότι η κατάρτισή τους (από τις σπουδές τους ή την επιμόρφωσή τους) στην εξελικτική θεωρία είναι ανεπαρκής, ώστε να χειρίζονται αναφορές σχετικές με την εξέλιξη των οργανισμών, όποτε χρειάζεται».

3.3 Διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

3.3.1 Ερευνητικά ερωτήματα – Μεθοδολογία

Η έρευνα που παρουσιάζεται έγινε με σκοπό να απεικονισθούν οι αντιλήψεις των μαθητών του ελληνικού σχολείου για μια σειρά από βασικά θέματα που αφορούν στη ΘΕ, ένα περίπου χρόνο μετά την προβλεπόμενη από το ισχύον Αναλυτικό Πρόγραμμα της Γ' Γυμνασίου διδασκαλία της (που είναι και η τελευταία φορά που οι μαθητές διδάσκονται τη συγκεκριμένη θεματική ενότητα). Το ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα ερωτηματολόγιο από ανοικτές και κλειστές ερωτήσεις. Στο τέλος του ίδιου ερωτηματολογίου οι μαθητές απάντησαν βαθμολογώντας σε κλίμακα από 1 έως 4 όπου (1) = Καθόλου και (4) = Πολύ, *Εάν έχουν διδαχθεί την εξέλιξη σε προηγούμενες τάξεις, Εάν έχουν κατανοήσει τη θεωρία της εξέλιξης*.

Το δείγμα απετέλεσαν 411 μαθητές της Α' Λυκείου από 12 διαφορετικά σχολεία της Αττικής και επαρχίας.

3.3.2 Αποτελέσματα

Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών και των συσχετίσεων τους οδήγησε σε διάφορα συμπεράσματα για τις αντιλήψεις που διαμορφώνουν οι μαθητές του ελληνικού σχολείου για τα θέματα που εξηγεί και περιγράφει η ΘΕ.

Συγκεκριμένα :

- *Για την εξέλιξη, για την προέλευση του ανθρώπου και για την κοινή καταγωγή των οργανισμών*

Όπως φάνηκε από τη διαφωνία της μεγάλης πλειοψηφίας των μαθητών με τις διατυπώσεις που υποστήριζαν την ταυτόχρονη εμφάνιση των οργανισμών στη γη και την απόλυτη ομοιότητα των φυτών και ζώων του μακρινού παρελθόντος με αυτά που υπάρχουν σήμερα, καθώς επίσης και από τη συμφωνία της μεγάλης πλειοψηφίας των μαθητών με τη διατύπωση «τα είδη που υπάρχουν σήμερα είναι αποτέλεσμα εξελικτικών διαδικασιών, που έχουν συμβεί εδώ και εκατομμύρια χρόνια» συμπεραίνεται ότι οι μαθητές διάκεινται θετικά ως προς την αντίληψη της εξέλιξης. Συμπληρωματικά, η πλειοψηφία των μαθητών αποδέχεται ότι είδη είχαν εξαφανισθεί πριν την εμφάνιση του ανθρώπου και περισσότεροι από τους μισούς μαθητές του δείγματος αναγνωρίζουν τη γνώση που μας προσφέρει η εξέλιξη για ό,τι συνέβη εκατομμύρια χρόνια πριν.

Επίσης ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό των μαθητών αποδέχεται την καταγωγή του ανθρώπου από «κατώτερες» μορφές ζωής. Περισσότεροι από τους μισούς μαθητές αποδέχονται την κοινή καταγωγή των οργανισμών.

- *Η εξέλιξη αφορά αλλαγές σε πληθυσμούς*

Μεγάλα ποσοστά μαθητών που δηλώνουν ότι έχουν διδαχθεί και κατανοήσει την θεωρία της εξέλιξης ικανοποιητικά, διαφωνούν με την επιστημονική άποψη: δηλαδή θεωρούν ότι η εξέλιξη «αφορά αλλαγές σε άτομα» και αγνοούν ότι η εξέλιξη «αφορά αλλαγές σε πληθυσμούς» και όχι σε άτομα.

- *Τα νέα γνωρίσματα και η επίκληση της έννοιας της «ανάγκης»*

Η πλειοψηφία των μαθητών αποδίδει την εμφάνιση των νέων γνωρισμάτων των οργανισμών στην ανάγκη, ή επιλέγει την απάντηση *δεν γνωρίζω/δεν απαντώ* για την αιτία της εμφάνισης των νέων γνωρισμάτων στους οργανισμούς.

- *Η φυσική επιλογή*

Με τις απαντήσεις τους στις ανοιχτές ερωτήσεις, οι μαθητές έδειξαν ότι δεν ήταν σε θέση να χρησιμοποιήσουν την φυσική επιλογή στις εξηγήσεις τους για τις αλλαγές των οργανισμών.

Αναλυτικότερα :

- Σε μια ανοιχτή ερώτηση οι μαθητές κλήθηκαν να εξηγήσουν μια είδηση του Δελτίου Ειδήσεων, που αναφερόταν στην παρατηρούμενη αναποτελεσματικότητα των εντομοκτόνων εξαιτίας της ανθεκτικότητας των εντόμων σε αυτά.

Ένα μεγάλο ποσοστό των μαθητών (41.4%) απάντησε ότι οι οργανισμοί (στην προκειμένη περίπτωση τα έντομα) δεχόμενοι την επίδραση ενός παράγοντα του περιβάλλοντος, στην προκειμένη περίπτωση του εντομοκτόνου, «αντέδρασαν» - όλοι μαζί - αποκτώντας μία καινούργια ιδιότητα π.χ. ανοσία, αντισώματα, άμυνα, μέσα προστασίας κ.ά. Ένα ποσοστό των μαθητών (20.2%) θεώρησε ότι οι οργανισμοί «μεταμορφώθηκαν» από μη ανθεκτικοί σε ανθεκτικούς, επειδή «συνήθισαν, προσαρμόστηκαν, εξοικειώθηκαν... , μεταλλάχθηκαν ... κλπ». Ένα ποσοστό (3.4%) των μαθητών αντιμετώπισε τους οργανισμούς με ανθρωπομορφικό τρόπο π.χ. Τα έντομα μαθαίνουν να..., γνωρίζουν...νοιώθοντας ότι απειλούνται, βρίσκουν τρόπους να προστατεύονται.... Το 15.6% επικαλέστηκε άλλους λόγους π.χ. ότι «τα εντομοκτόνα είναι λιγότερο αποτελεσματικά (π.χ. λόγω συμφερόντων των εταιρειών, για να είναι λιγότερο επικίνδυνα για τον άνθρωπο κλπ».

Το 19.4% των μαθητών έδωσε απαντήσεις επαναλαμβάνοντας στοιχεία της ερώτησης, δεν απάντησε καθόλου κλπ.

- Οι μαθητές επίσης κλήθηκαν να δώσουν την εξήγηση τους σε ανοιχτή ερώτηση που είχε άλλο εξελικτικό σενάριο: Συγκεκριμένα η ερώτηση αφορούσε τα «άφτερα» έντομα δηλ. έντομα με μικρά ατροφικά φτερά με τα οποία δεν μπορούν να πετάξουν, σε ένα νησί που φυσούν συνεχώς δυνατοί άνεμοι, ενώ τους δινόταν η «πληροφορία» ότι αυτό το χαρακτηριστικό τους, τα βοηθά να μη παρασύρονται από τον άνεμο στη θάλασσα, όπου θα πνίγονταν.

Οι απαντήσεις στη 2^η ερώτηση μας έδειξαν ότι οι μαθητές θεωρούν ότι όλοι οι οργανισμοί, ως ενιαίο σύνολο πανομοιότυπων ατόμων, έχουν διαμορφωθεί ή μεταμορφωθεί αποκτώντας ένα γνώρισμα με το οποίο ζουν στο συγκεκριμένο περιβάλλον α) είτε επειδή «το σώμα τους διαμορφώθηκε σύμφωνα με τις ανάγκες επιβίωσης στο χώρο τους, «έγινε» από τη φύση..., δημιουργήθηκαν έτσι για να..., κλπ.» (27.6%), β) είτε επειδή «τα έντομα προσαρμόζονται ανάλογα με το περιβάλλον για να ..., εξελίχθηκαν για να προσαρμοστούν,...κλπ» (22.1%), γ) είτε επειδή «ατρόφησαν τα φτερά τους, επειδή σταμάτησαν να τα χρησιμοποιούν κλπ.» (9.5%). Ένα μικρό ποσοστό (7.4%) των μαθητών απάντησε ότι «τα έντομα γεννήθηκαν έτσι – ζούσαν και έντομα με φτερά και χάθηκαν ...» ενώ ένα αξιοσημείωτο ποσοστό (33.3%) έδωσε απαντήσεις επαναλαμβάνοντας στοιχεία της ερώτησης, δεν απάντησε καθόλου, δε γνώριζε κλπ.

Στις εξηγήσεις τους, οι μαθητές δεν χρησιμοποιούν την ύπαρξη διαφορών ανάμεσα στα άτομα του πληθυσμού των οργανισμών και αντιμετωπίζουν τους οργανισμούς ως ενιαίο σύνολο πανομοιότυπων ατόμων, που αλλάζουν ταυτόχρονα εξαιτίας της ανάγκης. Οι μαθητές καθόλη τη διάρκεια της εκπαίδευσής τους στη Βιολογία δεν εξοικειώνονται με την έννοια της ενδό-πληθυσμιακής ποικιλοτητας και θεωρούν ότι η εμφάνιση των νέων «κατάλληλων» γνωρισμάτων γίνε-

ται (σε όλους τους οργανισμούς μαζί), για να τους διευκολύνει όποτε προκύπτει κάποια ανάγκη. Το ιδιαίτερο περιεχόμενο της απάντησής τους σε κάθε ερώτηση εξαρτάται από το σενάριο της κάθε ερώτησης.

Από τους ελέγχους στατιστικής σημαντικότητας που έγιναν ανάμεσα στις απαντήσεις στις ανοιχτές ερωτήσεις (και συγκεκριμένα στην 1^η ανοιχτή ερώτηση, που αφορούσε στην ανθεκτικότητα των εντόμων) και στις απαντήσεις που βαθμολογούσαν την κατανόηση της ΘΕ, προέκυψε ότι η πλειοψηφία των μαθητών που χρησιμοποιεί διάφορες εξηγήσεις – εναλλακτικές- για την αλλαγή των οργανισμών αναγνωρίζει ότι δεν έχει κατανοήσει τη θεωρία της εξέλιξης επαρκώς. Αντιθέτως, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών που χρησιμοποιούν για την εξήγηση τους στη συγκεκριμένη ερώτηση την έννοια «προσαρμογή» (που έχουν διδαχθεί σε διάφορες τάξεις) θεωρεί ότι έχει κατανοήσει «αρκετά» τη θεωρία της εξέλιξης. Επίσης, μεγάλα ποσοστά μαθητών, αν και δεν απαντούν με επιστημονικό τρόπο τις ανοιχτές ερωτήσεις, εν τούτοις, δείχνουν να αποδέχονται την εξέλιξη.

- «Η φυσική επιλογή ευνοεί τα δυνατότερα άτομα»

Η πλειοψηφία των μαθητών έχει εντελώς διαφορετική άποψη από την επιστημονική θεωρία για το πώς λειτουργεί η φυσική επιλογή, θεωρώντας απλοϊκά ότι φυσική επιλογή είναι η διαδικασία κατά την οποία ευνοούνται τα δυνατότερα άτομα. Ίσως πρόκειται για παρανόηση της διατύπωσης μέσα από την οποία συχνά συνοψίζεται η φυσική επιλογή ως «η επιβίωση του καλύτερα προσαρμοσμένου». Μεγάλα ποσοστά των μαθητών που απαντούν ότι έχουν διδαχθεί ικανοποιητικά την εξέλιξη συμφωνούν με την εναλλακτική αντίληψη – την μη επιστημονική.

- «Θεωρία»

Όταν η εξέλιξη αποκαλείται *θεωρία*, τότε οι μαθητές (το 42.1%) θεωρούν ότι δεν είναι τεκμηριωμένη. Ποσοστά - περίπου το 50% - των μαθητών που (αυτό) αξιολογούν ως ικανοποιητική την κατανόηση τους για τη θεωρία της εξέλιξης συσχετίζουν την λέξη *θεωρία* με την έλλειψη τεκμηρίωσης.

- «Αποδείξεις» -μαρτυρίες για την ισχύ της θεωρίας

Επίσης, μόνο ένα ποσοστό (το 29.9%) των μαθητών διαφώνησε με τη διατύπωση «οι διαθέσιμες αποδείξεις είναι ανεπαρκείς, για να θεωρείται αξιόπιστη η θεωρία της εξέλιξης». Οι υπόλοιποι μοιράστηκαν ανάμεσα σε όσους συμφώνησαν και σε όσους δήλωσαν την άγνοιά τους ή δεν απάντησαν.

- Η ιστορία της ζωής στη γη π.χ. «συνυπήρξαν οι άνθρωποι με τους δεινόσαυρους;»

Οι μαθητές (53.2%) έχουν άγνοια για ένα θέμα από την ιστορία της ζωής στη γη, την συνύπαρξη ή όχι ανθρώπων και δεινοσαύρων, που ερωτάται ενδεικτικά σε διάφορες έρευνες (Το 34.5% θεωρεί ότι συνυπήρξαν και το 18.7% επέλεξε την απάντηση «Δεν γνωρίζω – Δεν απαντώ».

- Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι οι μαθητές απάντησαν ως εξής σε δύο ερωτήσεις που υπήρχαν στο τέλος του ερωτηματολογίου :

Στην ερώτηση «Έχω διδαχθεί την εξέλιξη σε προηγούμενες τάξεις» το 18.3% απάντησε «Καθόλου» (1), το 44.5% έβαλε 2, το 29.4% έβαλε 3 και το 7.8% επέλεξε το «Πολύ».

Στην ερώτηση «Έχω κατανοήσει τη θεωρία της εξέλιξης» το 16.4% απάντησε «Καθόλου» (1), το 44.8% έβαλε 2, το 31% έβαλε 3 και το 7.8% επέλεξε το «Πολύ».

3.4 Διερεύνηση των απόψεων και αντιλήψεων των εκπαιδευτικών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

3.4.1 Ερευνητικά ερωτήματα - Μεθοδολογία

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η ΘΕ στη Δ.Ε. περιλαμβάνεται στο Α.Π. Βιολογίας της Γ' Γυμνασίου, ενώ δεν διδάσκεται σε καμία τάξη του Λυκείου, αφού μετά το 2000 αφαιρείται από την εξεταστέα ύλη της Βιολογίας της Γ' Λυκείου Γενικής Παιδείας, στο Α.Π. της οποίας περιλαμβάνεται. Για να ολοκληρωθεί η εικόνα της διδασκαλίας της εξέλιξης στο ελληνικό σχολείο ήταν αναγκαίο να διερευνηθεί - όπως περιεγράφη και στην Εισαγωγή - τι «σκέπτονται» και πώς «αντιμετωπίζουν» οι εκπαιδευτικοί της Δ.Ε. που διδάσκουν Βιολογία τη διδασκαλία της ΘΕ. 1. Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών Δ.Ε. για τη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης; 2. Πώς πραγματεύονται την έννοια της φυσικής επιλογής; Είναι σε θέση να εντοπίσουν τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών τους σε αυτό το θέμα; 3. Υπάρχουν λόγοι - δυσκολίες που θα έκαναν τους εκπαιδευτικούς να αποφεύγουν τη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης και ποιοι είναι αυτοί; Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν : α) ερωτηματολόγιο από κλειστές και ανοικτές. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 111 εκπαιδευτικοί που διδάσκουν Βιολογία. β) συνεντεύξεις .

3.4.2 Αποτελέσματα

Τα κυριότερα αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνα ήταν τα ακόλουθα:

- Η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών φαίνεται πρόθυμη να περιλαμβάνει την Εξέλιξη στη διδασκαλία της Βιολογία. Το συμπέρασμα αυτό προέκυψε από το γεγονός ότι οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στην έρευνα συμπεριέλαβαν την Εξέλιξη στις επιλογές τους για ένα υποθετικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία της Βιολογίας (χωρίς μάλιστα να γνωρίζουν (αρχικά) το ακριβές αντικείμενο της έρευνας στην οποία συμμετείχαν). Ένα μικρό ποσοστό δε συμπεριέλαβε καθόλου την Εξέλιξη στις επιλογές του. Η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών που συ-

μπεριέλαβαν την Εξέλιξη στις πρώτες επιλογές τους ήταν εκπαιδευτικοί Δ.Ε. που απάντησαν ότι είχαν διδάξει την Εξέλιξη – κατά το παρελθόν - στο Λύκειο.

Το ίδιο συμπέρασμα επιβεβαιώθηκε και από τα ευρήματα που προέκυψαν από τις συνεντεύξεις με τους εκπαιδευτικούς. Οι καθηγητές αυτοί ή τη συμπεριέλαβαν ως μια αυτόνομη ενότητα ή θεώρησαν ότι θα πρέπει να διαχέεται σε όλη την ύλη της Βιολογίας.

Υπέρ του αρχικού συμπεράσματος συνηγορούν και τα ευρήματα της έρευνας που δείχνουν ότι η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών του δείγματος διαφωνεί με την εξαίρεση της ενότητας της Εξέλιξης από την εξεταστέα και διδακτέα ύλη στο Λύκειο που συμβαίνει τα τελευταία χρόνια, και ότι θεωρεί απαραίτητη τη διδασκαλία της εξέλιξης στο μάθημα της Βιολογίας. Όπως παρατήρησε καθηγητής σε συνέντευξη, το ότι σταματά η διδασκαλία της εξέλιξης στο Λύκειο δημιουργεί την αίσθηση ότι το θέμα αυτό (της εξελικτικής θεωρίας) «αποσιωπάται» ή δεν είναι και τόσο σημαντικό για τη Βιολογία. Δεν είναι εφικτό, πάντως, όσο βγαίνει από την εξεταστέα ύλη, να διδάσκεται στο Λύκειο (Γ' Λυκείου Γενικής Παιδείας). Όπως ανέφερε άλλος εκπαιδευτικός σε συνέντευξη, ο ίδιος το επεχείρησε, αλλά μάλλον χωρίς επιτυχία, αφού οι μαθητές λόγω περιορισμένου χρόνου εστιάζουν τις προσπάθειές τους μόνο στα αντικείμενα που πρόκειται να εξετασθούν στις Γενικές εξετάσεις.

- Από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών σε ερώτηση που τους ζητήθηκε να αξιολογήσουν απάντηση μαθητών (που περιείχε εναλλακτικές ιδέες) διαπιστώθηκε ότι ένα αξιοσημείωτο ποσοστό εκπαιδευτικών δεν ήταν σε θέση να εντοπίσει τις εναλλακτικές ιδέες, που έχουν οι μαθητές γύρω από τη φυσική επιλογή. Έδειξαν εμμέσως, έτσι, κάποια αμηχανία ή άγνοια και ανεπάρκεια στη διαχείριση αυτής της έννοιας.

Το ποσοστό μάλιστα των εκπαιδευτικών που δεν εντόπισαν στην απάντηση των μαθητών τις εναλλακτικές ιδέες σχετικά με τη φυσική επιλογή, ήταν αρκετά μεγαλύτερο από όσους ήταν σε θέση να το κάνουν και ήταν ανεξάρτητο της ακριβούς ειδικότητας των εκπαιδευτικών. Παρόμοια διαπίστωση ως προς το τελευταίο εύρημα έχει γίνει και από τους Crawford et al (2005).

Ένα αξιοσημείωτο ποσοστό πάντως των εκπαιδευτικών απαντώντας στη σχετική ανοιχτή ερώτηση που ακολουθούσε (όπου θα τεκμηρίωναν την απάντησή τους) δεν αιτιολόγησε την επιλογή της απάντησης του, γεγονός που, χωρίς να είναι απόλυτο, ίσως επιβεβαιώνει την αμηχανία στο χειρισμό του θέματος.

- Ένα μεγάλο ποσοστό όσων εκπαιδευτικών θεωρούν ως αιτία, που θα δικαιολογούσε την προσωπική τους επιλογή να μη διδάσκουν την εξέλιξη, την ανάγκη τους για επιμόρφωση έδειξε ότι δεν ήταν σε θέση να εντοπίσει τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών γύρω από τη φυσική επιλογή.
- Εκτός αυτού όμως, ένα μεγάλο ποσοστό των εκπαιδευτικών σε ειδική ανοιχτή ερώτηση για τις εννοιολογικές δυσκολίες που έχουν οι μαθητές κατά τη διδασκαλία της ΘΕ : δεν ανέφεραν στην απάντησή τους συγκεκριμένες εννοιολογι-

κές δυσκολίες ή απάντησαν ότι δεν θυμούνται, δεν γνωρίζουν ή αναφέρθηκαν σε άλλου είδους δυσκολίες από τις εννοιολογικές, για τις οποίες διατυπώθηκε συγκεκριμένα αυτή η ερώτηση. Μόνο ένα (μικρότερο) ποσοστό καθηγητών ανέφερε στις απαντήσεις του πιθανές έννοιες, στις οποίες οι μαθητές θα είχαν δυσκολίες. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώθηκε και από τις συνεντεύξεις με τους εκπαιδευτικούς : διαπιστώθηκε δυστοκία από τους εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στην έρευνα στον προσδιορισμό εννοιολογικών δυσκολιών, που έχουν οι μαθητές για την Εξέλιξη.

- Πιθανοί λόγοι που εξηγούν την προαναφερθείσα αδυναμία ή αμηχανία είναι ότι οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν επεξεργαστεί – μελετήσει σε βάθος αυτό το θέμα, όπως άλλα θέματα, το έχουν δηλαδή «αφήσει» είτε γιατί, αν είναι καθηγητές του Λυκείου, έχουν αρκετά χρόνια που δεν το έχουν διδάξει (από τότε που η διδασκαλία του έχει περιοριστεί στη Γυμνασιακή βαθμίδα), ή γιατί το έχουν διδάξει ανεπαρκώς στο Γυμνάσιο.

Στη σύγχρονη ελληνική σχολική πραγματικότητα η μόνη - ή η κυριότερη - ευκαιρία που έχουν οι μαθητές να διδαχθούν την εξέλιξη, εφόσον αυτή δε διδάσκεται στο Λύκειο - η Γ' Γυμνασίου, δεν είναι σίγουρο ότι πάντα αξιοποιείται. Από ό,τι διαπιστώθηκε από την έρευνα, υπάρχουν κάποιοι εκπαιδευτικοί Βιολογίας στο Γυμνάσιο που δεν έχουν διδάξει καθόλου την ΘΕ ή δεν την διδάσκουν πάντοτε ή τη διδάσκουν με αμφίβολη αποτελεσματικότητα. Η έλλειψη χρόνου για τη διδασκαλία της ύλης και η θέση του κεφαλαίου στο τέλος του εγχειριδίου, πράγμα που σημαίνει ότι ο χρόνος της διδασκαλίας του συμπίπτει με το τέλος της σχολικής χρονιάς, είναι κάποιοι πιθανοί λόγοι υπεύθυνοι για αυτό. Εκπαιδευτικός σε συνέντευξη ανέφερε ότι συνήθιζε να αναθέτει εργασία για την εξέλιξη σε ομάδα μαθητών της Γ' Γυμνασίου στο τέλος της χρονιάς. Όπως όμως αναγνώρισε και η ίδια, η ανάθεση εργασίας σε ομάδα μαθητών ήταν αποδοτική και εποικοδομητική μόνο για τους μαθητές που ήταν στη συγκεκριμένη ομάδα και πολύ λιγότερο για τους άλλους μαθητές, που απλώς την παρακολουθούσαν.

Επίσης, παρότι περιλαμβανόταν στο Αναλυτικό Πρόγραμμα σχετικός στόχος, υπήρχαν εκπαιδευτικοί που από ό,τι φαίνεται δεν είχαν καν αντιληφθεί ότι και στη Βιολογία της Α' Γυμνασίου θα έπρεπε ή θα μπορούσαν οι μαθητές «να συγκρίνουν όργανα και λειτουργίες στις διάφορες βαθμίδες εξέλιξης». Μια εξήγηση που δίνεται για αυτό είναι ότι οι εκπαιδευτικοί «διδάσκουν» το σχολικό εγχειρίδιο και πολύ λίγο έχουν υπόψη τους ή στη διάθεσή τους το Αναλυτικό Πρόγραμμα του μαθήματος που διδάσκουν.

- Πρέπει να σημειωθεί επίσης, όπως εξηγήθηκε και κατά τις συνεντεύξεις από τους εκπαιδευτικούς, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται και βιολόγοι, ότι δεν είχαν διδαχθεί την ΘΕ στο Πανεπιστήμιο ή δεν την είχαν διδαχθεί επαρκώς. Έτσι όταν την δίδαξαν στο σχολείο συνάντησαν δυσκολίες, γεγονός που ισχύει και για άλλα αντικείμενα βέβαια. Είναι αξιοσημείωτη η επισήμανση εκπαιδευτικού σε συνέντευξη ότι η επιμόρφωση πρέπει να είναι ουσιαστική, να δίνεται η

ευκαιρία στον εκπαιδευτικό να μιλήσει, να εκφράσει τις σκέψεις του, τις ανησυχίες του, τους φόβους του και να έχει λιγότερο τη μορφή διάλεξης, που συνήθως δε δίνει αυτή την δυνατότητα στους συμμετέχοντες. Εκτός από την αναγκαιότητα για την επιστημονική κατάρτιση στη θεωρία φάνηκε ότι θα ήταν χρήσιμη η υποστήριξη των εκπαιδευτικών και σε επιστημολογικά θέματα / θέματα για «τη φύση της επιστήμης». Αυτό θα βοηθούσε σημαντικά όπως έχει διαπιστωθεί (Scharmann & Harris 1992, Nelson et al. 1998, Nickels et al. 1996) στη διαχείριση σχετικών θεμάτων κατά τη διδασκαλία.

4 Γενικά συμπεράσματα – Συζήτηση - Επιστημάνσεις

- Η παρουσίαση της ΘΕ έγινε στο πρώτο Α.Π. και εγχειρίδιο Βιολογίας του ελληνικού σχολείου, ενός μαθήματος όμως στο οποίο (όπως και στα άλλα Φυσικά μαθήματα) αφιερωνόταν πολύ περιορισμένος χρόνος διδασκαλίας συγκριτικά με τον χρόνο που αφιερωνόταν σε άλλα μαθήματα και ειδικότερα στα Αρχαία Ελληνικά. Επίσης σε όλα τα Προγράμματα από το 1931 μέχρι και το 1969 ως σκοπός του μαθήματος οριζόταν, μεταξύ άλλων, η κατανόηση της φύσης και ο θαυμασμός για την επικρατούσα τάξη και αρμονία, που θα έπρεπε να έχει ως αποτέλεσμα «την ενίσχυση του θρησκευτικού φρονήματος» του μαθητή. Παρεμφερής ήταν και ένας από τους σκοπούς της διδασκαλίας των Θρησκευτικών, ο χρόνος διδασκαλίας των οποίων στα Προγράμματα παρέμενε διαχρονικά σταθερός και μεγαλύτερος από τον χρόνο για την διδασκαλία των Φυσικών μαθημάτων.

Τα προαναφερθέντα γνωρίσματα δηλαδή ο κλασικιστικός προσανατολισμός (Δημαράς 1974) και η καλλιέργεια της θρησκευτικότητας μέσα από τη διδασκαλία όλων των μαθημάτων συμπεριλαμβανομένων και των Φυσικών (Κουλούρη 1988) χαρακτήριζαν τα Α.Π. του ελληνικού σχολείου από την δημιουργία του ελληνικού κράτους τον 19ο αιώνα. Η εκπαίδευση στα σχολεία του νέου ελληνικού κοινωνικού σχηματισμού (που υπήρχε εντός αλλά και εκτός συνόρων) χρησιμοποιούταν για την συγκρότηση εθνικής ταυτότητας, συστατικό στοιχείο της οποίας ήταν η θρησκεία.

Αυτή η αντίληψη δεν περιορίστηκε τον 19ο αιώνα αλλά συνεχίστηκε και χαρακτηρίζει και τα Α.Π. του 20ου αιώνα (και τουλάχιστον μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1960). Μέσω της εφαρμογής αυτών των Α.Π. επιδιωκόταν – όπως και κατά το παρελθόν - η σύνθεση και αναπαραγωγή προτύπων βασισμένων στις «εθνικές παραδόσεις» και στις αξίες ενός ορισμένου παρελθόντος και όχι η ανάπτυξη των σχέσεων του ανθρώπου με τη φύση ή στις κοινωνικές αξίες του παρόντος (Τσουκαλάς 1992, Νούτσος 1999).

Έτσι, μέσα στο προαναφερθέν πλαίσιο η εισαγωγή ενός νέου μαθήματος επιστημών, της Βιολογίας και η ταυτόχρονη εισαγωγή της εξελικτικής θεωρίας στο νεοεισαγόμενο εγχειρίδιο Βιολογίας το 1933, έστω και ως τελευταίο κεφάλαιο,

εκτιμάται ως θετικό γεγονός. Οφειλόταν στο ότι ο συγγραφέας του ήταν πανεπιστημιακός καθηγητής, το Πανεπιστήμιο ήταν ο κατεξοχήν χώρος της ελληνικής επιστημονικής κοινότητας και οι διδάσκοντες σε αυτό ήταν οι φορείς της ενδεχόμενης διάχυσης του επιστημονικού τρόπου σκέψης (Κρητικός 1995). Η εισαγωγή της Εξέλιξης στο πρώτο εγχειρίδιο, δημιούργησε «θετικό προηγούμενο» και έτσι και το επόμενο εγχειρίδιο Βιολογίας (που ανατυπωνόταν μέχρι το 1976) περιείχε μεν ένα κεφάλαιο για την Εξέλιξη, χωρίς όμως εκσυγχρονισμό του περιεχομένου του.

- Κατά τα μέσα της δεκαετίας του 1960 άρχισαν κάποιες αλλαγές στα Α.Π. και για πρώτη φορά μειώθηκαν οι ώρες διδασκαλίας των Αρχαίων Ελληνικών και αυξήθηκαν και οι ώρες διδασκαλίας των Φυσικών μαθημάτων. Μεταξύ των αλλαγών και στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση ήταν ότι ιδρύθηκε στην Ελλάδα το πρώτο αυτόνομο τμήμα Βιολογίας το 1967. Τότε και η Βιολογία, άρχισε να διδάσκεται και σε μία επιπλέον τάξη, και για αυτό εκδόθηκε και νέο εγχειρίδιο Βιολογίας (1969 μέχρι το 1976). Σε αυτό να μεν περιεχόταν η «Εξέλιξη», αλλά με ανεπαρκή επιστημονικά τρόπο και με θρησκευτικές αναφορές.

Ολοκληρωμένη παρουσίαση των επιστημονικών απόψεων για την ΘΕ έγινε κατά την περίοδο της μεταπολίτευσης με την εισαγωγή εγχειριδίων, που είχαν εκτενή κεφάλαια για την Εξέλιξη, που δεν ήταν τα τελευταία (κυρίως του Λυκείου). Για το γεγονός της αφαίρεσης από το εγχειρίδιο Βιολογίας (των Κριμπά – Καλοπίση) μετά τις δύο πρώτες εκδόσεις του (1977-1978) της παραγράφου για την εξέλιξη του ανθρώπου, μας ενημέρωσε ο Πανεπιστημιακός καθηγητής κ. Κ. Κριμπάς με την προαναφερθείσα επιστολή του στον τύπο : όταν εκδόθηκε το βιβλίο προέκυψαν έντονες αντιδράσεις από «θρησκευτικούς κύκλους ή άλλους φανατικούς φονταμελιστές»⁶ για την σύντομη αναφορά του εγχειριδίου στην εξέλιξη του ανθρώπου.

Παρά ταύτα την περίοδο αυτή, που διήρκεσε μέχρι το τέλος του 20^{ου} αιώνα, δινόταν μία ευκαιρία στους εκπαιδευτικούς Δ.Ε. του ελληνικού σχολείου να διδάσκουν τη θεωρία της εξέλιξης σε όλους τους μαθητές, κυρίως στο Λύκειο και στο Γυμνάσιο (που όμως ήταν τελευταίο κεφάλαιο) και την εξέλιξη του ανθρώπου - μετά το 1983 - μόνο στους μαθητές της τελευταίας τάξης του Λυκείου, που ήταν υποψήφιοι ιατρικών κλπ. σχολών. Εκπαιδευτικοί της Δ.Ε. που είχαν διδάξει την ΘΕ κατά το παρελθόν στο Λύκειο ήταν η πλειοψηφία των καθηγητών που συμπεριέλαβαν την Εξέλιξη στις πρώτες επιλογές τους σε ερώτηση της έρευνάς μας, σχετικά με τις απόψεις και τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών. Γεγονός που δείχνει ότι η διδασκαλία ΘΕ στο Λύκειο τους είχε εξοικειώσει με το θέμα ή τους έκανε να αναγνωρίσουν τη σημασία της.

⁶ Κώστας Κριμπάς Γράφοντας για την εξέλιξη στα σχολικά βιβλία στον παρόντα τόμο (ΣΤΕ)

• Στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και κατά τη διάρκεια του παρελθόντος και σήμερα, το θέμα της εξέλιξης και έννοιες που έχουν σχέση με την εξέλιξη απουσίαζαν / απουσιάζουν (εκτός μόνο από ελάχιστες αποσπασματικές αναφορές). Η μόνη έννοια που αναφερόταν και αναφέρεται είναι η «προσαρμογή» ζώων ή φυτών που παρουσιάζεται με ασαφή τρόπο, χωρίς να διευκρινίζεται και να εξηγείται ούτε στους εκπαιδευτικούς το ακριβές νόημα που έχει. Έτσι, ενώ στην εισαγωγή του συνοδευτικού Βιβλίου του Δασκάλου προτεινόταν η «εισαγωγή στην έννοια της εξέλιξης» και εν συνεχεία «και μία εισαγωγή στην έννοια της φυσικής επιλογής», δηλαδή αναγνωριζόταν το εξελικτικό πλαίσιο ως πλαίσιο για τον ορισμό της «προσαρμογής», στα ίδια τα εγχειρίδια η έννοια «προσαρμογή» αναφερόταν με πολλά διαφορετικά νοήματα: είτε ως (συνειδητή ή όχι) αντίδραση σε κάποιο ερέθισμα, είτε ως οι τροπισμοί των φυτών, είτε ως διαδικασία εγκλιματισμού, είτε ως μια αλλαγή των ατόμων σε εναρμόνιση προς το περιβάλλον, π.χ. καμουφλάζ κλπ. Δεν αναφερόταν πάντως ότι οι προσαρμογές είναι ιδιότητες (δομές, γνωρίσματα, συμπεριφορές) που αποκτήθηκαν ή διατηρήθηκαν με τη φυσική επιλογή επειδή παρείχαν στα άτομα που τις είχαν, καλύτερες πιθανότητες επιβίωσης ή /και αναπαραγωγικής επιτυχίας στον ανταγωνισμό με τα άλλα άτομα σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον (Mayr 2001). Τελικά, η αντίληψη που διαμορφωνόταν στα Βιβλία Δασκάλου και μαθητή για την «προσαρμογή» ήταν ασαφής και συγκεχυμένη.

Τα νέα Α.Π. (και κατά συνέπεια τα εγχειρίδια) των μαθημάτων με έννοιες Βιολογίας που εκδόθηκαν το 2001 (για τις δύο τελευταίες τάξεις του Δημοτικού) και το 2006 (για τις υπόλοιπες τάξεις) δεν παρουσίασαν στο θέμα που μελετάμε ουσιαστική αλλαγή. Έννοιες και προαπαιτούμενες έννοιες της ΘΕ δεν περιλαμβάνονται σε αυτά, πλην της «προσαρμογής» και πάλι.

Για την «προσαρμογή» ο καθηγητής κ. Κ. Κριμπάς (1986) έχει γράψει «για να αποφευχθούν οι συγχύσεις τόσο στη γλωσσική έκφραση όσο και στη σκέψη θα προτείνω να εξοβελιστεί αυτός ο όρος από τα επιστημονικά κείμενα». Ωστόσο, όπως δείξαμε (στην ανασκόπηση της Βιβλιογραφίας), υπάρχει πληθώρα αναφορών και επισημάνσεων των δυσκολιών της και στα κείμενα που πραγματεύονται την εκπαίδευση των μαθητών. Φαίνεται ότι οι συντάκτες των Α.Π. της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης και οι συγγραφείς των βιβλίων δεν έλαβαν ούτε κατά το παρελθόν ούτε και προσφάτως υπόψη τους τις έρευνες στη διδασκαλία των επιστημών, ειδικά της Βιολογίας, που αναφέρονταν στο συγκεκριμένο θέμα. Μοιάζει σαν να υπάρχει κάποιο χάσμα ανάμεσα στα χρήσιμα συμπεράσματα της έρευνας για την εκπαίδευση και την πραγματικότητα στα σχολεία.

Στις διατυπώσεις των εγχειριδίων «Μελέτη Περιβάλλοντος» η έννοια «προσαρμογή» φυτών και ζώων παρουσιάζεται ως μια ενεργητική διαδικασία εκ μέρους των οργανισμών για να επιτύχουν το στόχο τους. Στα αντίστοιχα Βιβλία του Δασκάλου δεν αποσαφηνίζεται ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιείται η έννοια «προσαρμογή», σαν να είναι κάτι το αυτονόητο. Επιπλέον η έννοια «φυσι-

κή επιλογή» δεν αναφέρεται πλέον καθόλου σε αυτά, ως να μην έχουν σχέση αυτές οι έννοιες.

Και στις δύο τελευταίες τάξεις του Δημοτικού η μόνη έννοια που έχει σχέση με τη ΘΕ είναι η προσαρμογή. Στην τελευταία έκδοση του Α.Π. αναφέρεται η λέξη «προσαρμογές» χωρίς όμως να εξηγείται. Στην ανάπτυξη του θέματος «Η προσαρμογή των ζώων» στο Βιβλίο Δασκάλου και μαθητή δεν αποσαφηνίζεται η διαφορά ανάμεσα στο νόημα που έχει η λέξη στην καθημερινή ζωή και στο νόημά της στο συγκεκριμένο πεδίο της Βιολογίας. Η έννοια χρησιμοποιείται ως διαδικασία και όχι ως χαρακτηριστικό γνώρισμα ή ιδιότητα των ζώων («οι προσαρμογές»), όπως αναφέρεται στο Α.Π. Άλλες έννοιες της εξελικτικής θεωρίας δεν περιέχονται στα εγχειρίδια αυτών των τάξεων.

Ο τελεολογικός τρόπος σκέψης, ο οποίος σύμφωνα με τη βιβλιογραφία είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος στους μικρούς μαθητές, όχι μόνο δεν αποσταθεροποιείται (Ζόγκτζα & Καμπουράκης 2007) αλλά αντίθετα ενισχύεται, με τον τρόπο που το παρουσιάζεται το θέμα στα εγχειρίδια. Ούτε όμως και τα Βιβλία Δασκάλου ενισχύουν και συμβουλεύουν τον εκπαιδευτικό προς αυτήν την κατεύθυνση. Οι μαθητές «μεταφέρουν» αυτό τον τρόπο σκέψης και στο Γυμνάσιο.

- Για να διαπιστώσουμε στη συνέχεια ακριβώς πώς αντιλαμβάνονται οι εκπαιδευτικοί της Π.Ε. τις έννοιες όπως παρουσιάζονταν στα Α.Π., Βιβλία Δασκάλου και εγχειρίδια για τον μαθητή, προχωρήσαμε στη διεξαγωγή της έρευνας στις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών. Όπως έδειξε η έρευνα αυτή, οι εκπαιδευτικοί διδάσκουν το θέμα «Προσαρμογή» δίνοντας στην έννοια όχι το επιστημονικό νόημα που έχει σε αυτό το πλαίσιο, αλλά εξηγώντας την σύμφωνα με το νόημα που έχει στην καθημερινή ζωή κλπ.

Όμως, «η κατανόηση των βιολογικών εννοιών και ο βιολογικός συλλογισμός επιτυγχάνονται μόνο μέσω της εκπαίδευσης. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της εξέλιξης· η δαρβινική ιδέα της εξέλιξης είναι δύσκολη για τα παιδιά (και για τους μεγάλους). Σύμφωνα όμως με την αφελή Βιολογία, που διαθέτουν δέχονται ότι τα έμβια όντα, σε αντίθεση με τα άβια, είναι ικανά να προσαρμόζονται στον τόπο που ζουν. Αυτό αποτελεί τη βάση, για να δεχτούν στη συνέχεια οποιεσδήποτε βαθμιαίες αλλαγές προσαρμογής, που γίνονται σε διαδοχικές γενιές και έτσι να αναπτύξουν μια λαμαρκική ιδέα για την εξέλιξη. Καθώς τα παιδιά μαθαίνουν αυτές και άλλες επιστημονικές έννοιες στη σχολική Βιολογία, οι τρόποι κατανόησης του βιολογικού κόσμου αλλάζουν επίσης. *Με άλλα λόγια, όχι μόνο η βιολογία μαθαίνεται ουσιαστικά με την αφομοίωση των νέων εννοιών της σε προϋπάρχουσα γνώση αφελούς βιολογίας, αλλά επίσης, όπως υποστηρίζεται από τον Vygotsky (1978), αναδιοργανώνεται η αφελής βιολογία με την προσθήκη, ας πούμε, των φυσιολογικών μηχανισμών και της εξελικτικής άποψης και προοπτικής, έτσι ώστε το αναδιοργανωμένο σώμα της γνώσης να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά ως βάση για την απάντηση μιας ευρύτερης ποικιλίας βιολογικών ερωτήσεων»* (Hatano και Inagaki, 1997 σε Ζόγκτζα 2006, σ.σ. 72 -73).

Μια τέτοια διαδικασία δεν αρχίζει στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Οι μαθητές τελειώνουν το Δημοτικό σχολείο, χωρίς να έχουν γίνει εκείνες οι προσπάθειες ούτε σε επίπεδο Αναλυτικών Προγραμμάτων ούτε, όπως έδειξε η έρευνα, εκ μέρους των εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, για να αρχίσει να αναδιοργανώνεται η αφελής βιολογία που διαθέτουν. Όμως, οι εκπαιδευτικοί της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης διάκεινται θετικά και απέναντι στην αντίληψη της βιολογικής εξέλιξης και στην αναγκαιότητα να γνωρίζουν την εξελικτική θεωρία (κατά τις σπουδές τους και την επιμόρφωσή τους), για να μπορούν να διδάσκουν με συνεπή επιστημονικά τρόπο ό,τι τους «αναλογεί» σύμφωνα με την ηλικία των μαθητών τους.

- Την τελευταία δεκαετία, για την ακρίβεια μετά το 2000 έως σήμερα, ενώ και στους στόχους των Αναλυτικών Προγραμμάτων Βιολογίας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση συμπεριλαμβάνεται η διδασκαλία της ΘΕ, στην πράξη αυτή η διδασκαλία είναι δύσκολο να θεωρηθεί επαρκής.

«...Σε καμία περίπτωση δεν γίνεται σύνδεση των αρχών (της εξέλιξης) με τα βιολογικά φαινόμενα που διδάσκονται οι μαθητές. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η Βιολογία της Γ' ΓυμνασίουΑξίζει να σημειωθεί ότι - η ενότητα της εξέλιξης - στη Γ' Γυμνασίου- είναι πολύ πιθανό να μη διεξαχθεί λόγω έλλειψης χρόνου» (Καμπουράκης σε Ζόγκτζα 2009).

Αν όμως αποδεχθούμε ότι στο Γυμνάσιο η διδασκαλία της θεωρίας μπορεί να διεξαχθεί, όπως και τα προηγούμενα χρόνια, στο τέλος της Γ' Γυμνασίου, στο Λύκειο δεν διεξάγεται σε καμία τάξη ακυρώνοντας έτσι στην πράξη τους ίδιους τους στόχους του Αναλυτικού Προγράμματος για τη Βιολογία Γενικής Παιδείας. Αν και το Εγχειρίδιο Γενικής Παιδείας της Γ' Λυκείου περιέχει ποικιλία εξελικτικών θεμάτων και η διδασκαλία του θα μπορούσε να συμβάλει στη γνώση των μαθητών για την ΘΕ, εντούτοις οι μαθητές στερούνται τη δυνατότητα να το διδάσκονται αφού αφαιρείται κάθε χρόνο από την ύλη, «διευκολύνοντας» έτσι τους μαθητές, που έχουν να «μάθουν» λιγότερη ύλη για τις εξετάσεις τους. Δεδομένου όμως ότι με τον τρόπο αυτόν οι μαθητές «απαλλάσσονται» από ένα κεφάλαιο, που κάθε χρόνο είναι η «Εξέλιξη» είναι πιθανό να θεωρούν ότι δεν έχει και τόση μεγάλη σημασία για τη Βιολογία. Παρόμοια παρατήρηση έχει κάνει και η Chuang (2003, σ. 673). Όπως σημειώνει σε έρευνα που έλαβε χώρα σε Πανεπιστήμια και Κολέγια των Η.Π.Α. (στο Πρόγραμμα των οποίων δεν συμπεριλαμβάνονταν η ΘΕ) οι σπουδαστές μπορεί να ελάμβαναν το μήνυμα ότι η εξέλιξη δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη Βιολογία.

Συνεπώς οι μαθητές για όλο το διάστημα της φοίτησής τους στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση έχουν μόνο μία ευκαιρία να διδαχθούν τη θεωρία της εξέλιξης, αφού αυτή περιορίζεται στο τέλος της Γ' Γυμνασίου, χωρίς να είναι βέβαιο ότι αυτή πάντα αξιοποιείται.

Η έρευνα στις αντιλήψεις των μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης έδειξε ότι τελικά αυτή η μία ευκαιρία, που έχουν οι μαθητές να διδαχθούν τη θεωρία, δεν είναι αρκετή, για να περάσουν από μια θετική στάση απέναντι στην ιδέα της εξέλιξης, της εξέλιξης του ανθρώπου και της κοινής καταγωγής των οργανισμών, σε μια ουσιαστική γνώση και κατανόησή της.

Διατηρούν πολλές εναλλακτικές αντιλήψεις, οι κυριότερες εκ των οποίων αφορούν: α) στο τι θεωρείται ότι είναι η εξέλιξη για τη Βιολογία β) στον κύριο μηχανισμό των εξελικτικών αλλαγών, τη φυσική επιλογή, κ.ά. Οι μαθητές συνολικά δεν χρησιμοποιούν την φυσική επιλογή στις εξηγήσεις τους και οι απαντήσεις τους δείχνουν άγνοια για τον μηχανισμό με τον οποίο οι αλλαγές συμβαίνουν. Καθόλη τη διάρκεια της εκπαίδευσής τους στη Βιολογία δεν εξοικειώνονται με την έννοια της ενδό-πληθυσμιακής ποικιλότητας και αντιμετωπίζουν τους οργανισμούς ως ενιαίο σύνολο πανομοιότυπων ατόμων, που αλλάζουν ταυτόχρονα εξαιτίας της ανάγκης ή μάλλον «αναγκάζονται» να επικαλούνται έννοιες όπως αυτή της ανάγκης. Ακόμη και μετά το τέλος των Γυμνασιακών τους σπουδών, οι μαθητές σε αυτό το θέμα διατηρούν γνώσεις αφελούς βιολογίας με τις οποίες έρχονται στο Γυμνάσιο από το Δημοτικό σχολείο, τις οποίες θα διατηρούν και μετά την αποφοίτησή τους από το Λύκειο, εφόσον δεν ξανά - διδάσκονται την εξέλιξη.

Θα μπορούσε κάποιος να ισχυριστεί ότι η εξέλιξη (χωρίς όμως να υπάρχουν συγκεκριμένες αναφορές στα εγχειρίδια) μπορεί να αναδεικνύεται καθόλη τη διάρκεια διδασκαλίας της Βιολογίας σε όλες τις τάξεις. Αυτό όμως προϋποθέτει περισσότερες ώρες διδασκαλίας του μαθήματος, λιγότερη ύλη προς διδασκαλία συγκεκριμένο επιμορφωτικό υλικό για τους εκπαιδευτικούς κ.ά.

- Όπως έδειξε η έρευνα, που έγινε για να διερευνήσει τις απόψεις και τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών θέλουν να περιλαμβάνουν την Εξέλιξη στη διδασκαλία της Βιολογίας στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, και διαφωνούν με την εξαίρεση της Εξέλιξης από την εξεταστέα ύλη και στην πράξη τη διδακτέα ύλη στο Λύκειο.

Ωστόσο, ένα αξιοσημείωτο ποσοστό εκπαιδευτικών δεν ήταν σε θέση να εντοπίσει τις εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι μαθητές σε ένα καίριο θέμα, αυτό της φυσικής επιλογής δείχνοντας αμηχανία ή και ανεπάρκεια στην διαχείριση αυτής της έννοιας. Μάλιστα μεγάλα ποσοστά εκπαιδευτικών που δεν εντόπισαν εναλλακτικές αντιλήψεις στην απάντηση των μαθητών, αναγνωρίζουν την έλλειψη γνώσης τους για την ΘΕ, και την αναγκαιότητα της επιμόρφωσης. Γεγονός που πάλι οφείλεται στο ότι δεν έχουν επεξεργαστεί «ασχοληθεί» με το θέμα, δεν είναι εξοικειωμένοι με αυτό, όπως είναι με όλα τα υπόλοιπα θέματα που διδάσκουν σε τακτική βάση. Οι εκπαιδευτικοί εξαιτίας της περιθωριοποίησης της διδασκαλίας της ΘΕ - και παρά την προτροπή που γίνεται προς αυτούς με τη Σημείωση στο τέλος των Οδηγιών για τη διδασκαλία του μαθήματος - είναι πιθανόν να μην είναι πάντοτε έτοιμοι να κάνουν τις παρεμβάσεις εκείνες που θα

αναδεικνυαν την θεωρία της εξέλιξης ως ενοποιητική εξήγηση ανάμεσα στις τεμαχισμένες γνώσεις που «συλλέγουν» οι μαθητές κατά τη διδασκαλία της Βιολογίας. Ας σημειωθεί επιπλέον ότι η Εξελικτική Βιολογία είναι η μόνη ενότητα στην οποία δεν εξετάζονται οι υποψήφιοι καθηγητές Βιολογίας στις εξετάσεις για τον διορισμό τους στην δημόσια εκπαίδευση, ενώ εξετάζονται στην Μοριακή, Κυτταρική Βιολογία κλπ.

Τέλος, στην βάση των προαναφερθέντων συμπερασμάτων αυτής της μελέτης και σε μια κατεύθυνση βελτίωσης ή συμπλήρωσης της διδασκαλίας της ΘΕ στο ελληνικό σχολείο μπορεί ίσως να είναι χρήσιμες οι ακόλουθες επισημάνσεις :

Θα μπορούσαν να εισαχθούν σταδιακά και με συστηματικό τρόπο στα Α.Π. και εγχειρίδια της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης οι προαπαιτούμενες έννοιες για τη μελλοντική διδασκαλία σε μεγαλύτερες τάξεις της ΘΕ. Παράλληλα θα ήταν χρήσιμο να επανεξεταστεί ο τρόπος που είναι διατυπωμένες οι έννοιες που αναφέρονται χωρίς σαφήνεια ή προκαλούν σύγχυση σε εκπαιδευτικούς και μαθητές όπως π.χ. η προσαρμογή.

Θα μπορούσε επίσης να «τονωθεί» ή ενισχυθεί η διδασκαλία της ΘΕ στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Θα ήταν χρήσιμες συγκεκριμένες αναφορές που να αναδεικνύουν την ενοποιητική σημασία της, στα βιβλία για τον εκπαιδευτικό και τον μαθητή όλων των τάξεων. Η διδασκαλία ενός κεφαλαίου για την ΘΕ μόνο σε μία τάξη του Γυμνασίου, δεν αποδεικνύεται αποτελεσματική στο να βοηθήσει τους μαθητές να αποκτήσουν λειτουργική γνώση της θεωρίας (Beardsley 2004). Πόσο μάλλον όταν αυτή εξετάζεται ως τελευταίο κεφάλαιο στο τέλος της σχολικής χρονιάς. Και βέβαια είναι χρήσιμο να επανέρχεται η διδασκαλία της ΘΕ σε τάξεις της Λυκειακής Βαθμίδας.

Όπως φάνηκε από την έρευνα, είναι αναγκαίο να υποστηριχθούν οι εκπαιδευτικοί στο έργο τους έτσι ώστε να μπορούν να διαχειρίζονται τις βασικές έννοιες της εξελικτικής θεωρίας. Εν συνεχεία θα πρέπει οι εκπαιδευτικοί να «μάθουν» αυτό που η έρευνα της Διδακτικής των Επιστημών της φύσης και της ζωής εδώ και δεκαετίες έχει αναδείξει : πόσο χρήσιμο είναι για την αποτελεσματικότητα της διδασκαλία τους, να «χρησιμοποιούν» κατάλληλα τις αντιλήψεις που η έρευνα έχει δείξει ότι έχουν οι μαθητές τους. Αυτή δεν είναι μια εύκολη διαδικασία όπως έχει δείξει η πείρα όσων έχουν ασχοληθεί με το θέμα (Hewson et al., 1999). Θα ήταν χρήσιμο η μαθητεία των εκπαιδευτικών σε αυτό το θέμα αυτό να αρχίσει να γίνεται κατά την εκπαίδευση στο Πανεπιστήμιο.

Για τους εν ενεργεία εκπαιδευτικούς στην κατεύθυνση αυτή μπορούν να αξιοποιούνται οι επιμορφώσεις, που γίνονται ή θα μπορούσαν να γίνονται, από τα Πανεπιστήμια. Επίσης θα μπορούσε να αρχίσει να γεφυρώνεται το χάσμα που υπάρχει ανάμεσα στην έρευνα και τη σχολική πράξη και να αλληλεπιδρούν οι δύο χώροι. Σε αυτή την κατεύθυνση θα βοηθούσε να καταπολεμηθεί μια τάση που - σύμφωνα με τον Duit (2002) - υπάρχει από την επιστημονική κοινότητα να αποξενώνει τους εκπαιδευτικούς. Θα ήταν χρήσιμο να δοθούν οι ευκαιρίες

στους εκπαιδευτικούς στις επιμορφώσεις τους να συζητούν ό,τι τους προβληματίζει και να δοκιμάζουν εμπράκτως αυτά που «ακούν» και θεωρείται ότι «μαθαίνουν».

Ίσως με την συστηματικότερη διδασκαλία της ΘΕ να αντιμετωπισθεί μελλοντικά ο «εξελικτικός αναλφαβητισμός» των Ελλήνων πολιτών (Σουφλέρη 2009⁷, Πρίνου, Χαλκιά, Σκορδούλης. 2009⁸) που διαπιστώνεται σε έρευνες. Μόνο ένα ποσοστό των συμπολιτών μας – το 54%- θεώρησε «σωστή» την πρόταση «Τα ανθρώπινα όντα, όπως τα γνωρίζουμε, εξελίχθηκαν από προγενέστερα είδη ζώων». Στην ίδια έρευνα (των Miller κ.ά που είχε δημοσιευθεί στο περιοδικό Science το 2005) είχαν απαντήσει πολίτες από 34 χώρες και η Ελλάδα είχε καταλάβει την 28^η θέση.

Ενώ το 45% των συμμετεχόντων σε άλλη έρευνα⁹ απάντησε ότι «δεν έχει προβληματιστεί ποτέ για την προέλευση του ανθρώπου», το 35% απάντησε «αρκετές φορές» και το 19% «πολλές φορές». Στην ίδια έρευνα το 52% των ερωτηθέντων είχε απαντήσει ότι δεν έχει ιδέα για την εξέλιξη των ειδών και για τον εκφραστή της σχετικής θεωρίας, στην ερώτηση «έτυχε ποτέ να ακούσετε, να δείτε ή να διαβάσετε κάτι σχετικό με τον Δαρβίνο και τη θεωρία του;». Αλλά και στην ερώτηση «εσείς αποδέχεστε την επιστημονική θεωρία του Δαρβίνου;» οι απαντήσεις - μόνο όσων έχουν ακούσει, δει ή διαβάσει κάτι σχετικό με τον Δαρβίνο και τη θεωρία του, το 50% απάντησε ότι την αποδέχεται εν μέρει, το 13% ότι την αποδέχεται πλήρως, και ότι το 27% την απορρίπτει εξ ολοκλήρου.

Ίσως η συστηματικότερη διδασκαλία θα μπορούσε να βελτιώσει τα προαναφερθέντα ποσοστά και να ενισχύσει τον βιολογικό εγγραμματισμό των Ελλήνων πολιτών, που άλλωστε είναι από τα ζητούμενα της διδασκαλίας της Βιολογίας στο σχολείο.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Abrams E, Southerland S. & Cummins C. (2001) The How's and Why's of Biological Change: how Learners Neglect Physical Mechanisms in their Search for Meaning, *International Journal of Science Education*, 12, 1271-1281.
- Aguillard D. (1999) Evolution Education in Louisiana Public Schools: A Decade Following Edwards v Aguillard, *The American Biology Teacher*, 61(3), 182-188.
- Andersson B. & Wallin A. (2006) On Developing Content-oriented Theories taking Biological Evolution as an Example, *International Journal of Science Education*, 28(6), 673-695.
- Anderson D.L., Fisher K.M. & Norman G. J. (2002) Development and Evaluation of the Conceptual Inventory of Natural Selection, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol.39, No 10, 952-978.

⁷ «Ο Δαρβίνος και το πικρό ποτήρι της εξέλιξης» Βήμα Science 11-1-2009

⁸ «Ο Δαρβίνος και ο εξελικτικός αναλφαβητισμός των Ελλήνων», Ο Δαίμων της Οικολογίας – Η Αυγή, 3-5-2009

⁹ Κυριακάτικη Ελευθεροτυπία, 18-3-2007

- Barberá O., Beatriz Z. & Pérez-Pla J.F. (1999) Biology Curriculum in Twentieth-Century Spain, *Science Education*, 83, 97–111.
- Beardsley P.M. (2004) Middle School Student Learning in Evolution: Are Current Standards Achievable? *The American Biology Teacher*, 66(9), 604-612.
- Bishop B. & Anderson C.W. (1985) Evolution by natural selection: A teaching module (Occasional Paper No. 91). East Lansing, MI: Institute for Research on Teaching, Michigan State University
- Bishop B. & Anderson C. (1990) Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 415-427.
- Brumby M. N. (1979α) Student's Perceptions and Learning Styles Associated with the Concept of Evolution by Natural Selection», Unpublished Doctoral Dissertation, University of Surrey.
- Brumby M. N. (1979β) Problems in learning the concept of natural selection, *Journal of Biological Education*, 13,119-122.
- Brumby M. N. (1984) Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students, *Science Education*, 68, 493-503.
- Chuang H.C. (2003) Teaching Evolution: Attitudes & Strategies of Educators in Utah, *The American Biology Teacher* 65(9) 669-674.
- Clough E.E. & Wood-Robinson C. (1985). How secondary students interpret instances of biological adaptation *Journal of Biological Education*, 19, 125-130.
- Crawford B.A., Zembal-Saul C., Munford D. & Friedrichsen P. (2005) Confronting Prospective Teachers' Ideas of Evolution and Scientific Inquiry Using Technology and Inquiry-Based Tasks, *Journal of Research in Science Teaching* 0(0), 1-25.
- Cummins C.C., Demastes S.S. & Hafner M.S. (1994) Evolution: Biological Education's under-researched unifying theme, *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5), 445-448.
- Deadman J.A. & Kelly P.J. (1978) What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics, *Journal of Biological Education* 12 (1) 7-15.
- Demastes S.S. (1994) Factors influencing Conceptual Change in evolution: A Longitudinal, Multicase Study, Unpublished Doctoral Dissertation
- Demastes S.S., Good R. G. & Peebles P. (1995) Students' Conceptual Ecologies and the Process of Conceptual Change in Evolution, *Science Education* 79 (6):637 -666.
- Demastes S.S., Good R. G. & Peebles P. (1996) Patterns of Conceptual Change in Evolution, *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (4), 407-431.
- Duit R. (2002) Conceptual change – still a powerful frame for improving science teaching and learning? Third European Symposium on Conceptual Change, A Process Approach to Conceptual Change, Proceedings June 26-28, 2002, Finland, 5-16.
- Δημαράς Α. (1999) Η μεταρρύθμιση που δεν έγινε. Τόμος Α & Β, Εστία, Αθήνα.
- Ευαγγελόπουλος Σ. (1984 & 1999) Ιστορία της Νεοελληνικής Εκπαίδευσης, Τόμος Α & Β., Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.
- Good R. G., Trowbridge J. E., Demastes S.S., Wandersee J.H., Hafner M. S. & Cummins, C. L. (1992) Proceedings of the 1992 Evolution Educational Research Conference, Baton-Rouge.
- Good R. (2003) Evolution and Creationism: One Long Argument, *The American Biology Teacher*, 65 (7), 512-516.
- Greene E. D. (1990) The Logic of University Students' Misunderstanding of Natural Selection, *Journal of Research in Science Teaching*, 27(9), 875–885.
- Griffith A.J. & Brem K.S. (2004) Teaching Evolutionary Biology: Pressures, Stress, and Coping *Journal of Research in Science Teaching* 0 (0), 1-19.
- Halldén O (1988) The evolution of species: Pupils' perspectives and school perspectives *International Journal of Science Education*, 10, 541-552.
- Hewson P.W., Tabachnick R., Zeichner K.M., Lemberger J. (1999) Educating prospective teachers of biology: Findings, limitations and recommendations, *Science Education*, 83(3), 374-384.

- Jeffery K.R. & Roach L.E. (1994) A study of the Presence of Evolutionary Protoconcepts in pre-High School Textbooks, *Journal of Research in Science Teaching*, 31, (5), 507-518.
- Jensen M. S. & Finley F. N. (1995) Teaching Evolution Using Historical Arguments in a Conceptual Change Strategy, *Science Education*, 79(2), 147-166.
- Jensen M. S. & Finley F. N. (1996) Changes in Students' Understanding of Evolution Resulting from Different Curricular and Instructional Strategies, *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 879-900.
- Jiménez- Aleixandre M.P. (1994) Teaching Evolution and Natural selection: A Look at Textbooks and Teachers, *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5), 519-535.
- Jungwirth E. (1977) Should natural phenomena be described teleologically or anthropomorphically? - a science educator's view, *Journal of Biological Education*, 11 (3) , 191-196.
- Kampourakis K, Zogza V (2008) Students' intuitive explanations of the causes of homologies and adaptations *Science & Education* 17(1):27-47.
- Kampourakis K, Zogza V. (2009) Preliminary Evolutionary Explanations: A Basic Framework for Conceptual Change and Explanatory Coherence in Evolution. *Science & Education*, doi 10.1007/s11191-008-9171-5
- Keown D (1988) Teaching Evolution. Improved Approaches for Unprepared Students, *The American Biology Teacher*, 50, 7,407-410.
- Kutschera U. (2008) Creationism in Germany and its Possible Cause, *Evolution : Education and Outreach* (1), 84-86.
- Καμπουράκης Κ. (2009) Η διδασκαλία Θεωρίας της Εξέλιξης: Νοητικές παραστάσεις των μαθητών και προτάσεις διδασκαλίας σε Ζόγκτζα Β. *Θέματα Διδακτικής της Βιολογίας*, Μεταίχιμο, Αθήνα.
- Κλωνάρη Α. (1997) Το μάθημα της Γεωγραφίας στην Α/θμια Εκπαίδευση, μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια (1913-σήμερα) Η περίπτωση των σχολικών εγχειριδίων γεωγραφίας της Στ' τάξης, Διδακτορική διατριβή, Αθήνα.
- Κουλούρη Χ. (1988) Ιστορία και Γεωγραφία στα ελληνικά σχολεία (1834-1914) Γνωστικό αντικείμενο και ιδεολογικές προεκτάσεις, *Ιστορικό Αρχείο Ελληνικής Νεολαίας*, Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς, Αθήνα.
- Κριμπάς Κ. (1986) *Δαρβινικά*, Ερμής, Αθήνα.
- Κρητικός Θ. (1995) Η πρόσληψη της επιστημονικής σκέψης στην Ελλάδα, Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα.
- Κυπριανός Π. (2004) Συγκριτική ιστορία της Ελληνικής εκπαίδευσης, Βιβλιόραμα, Αθήνα.
- Lerner L.S. (2000) *Good Science, Bad Science: Teaching Evolution in the States*, Thomas B. Fordham Foundation, Washington D.C.
- Lucas A. (1971) The teaching of adaptation, *Journal of Biological Education*, 5, 86-90.
- Mayr E. (2005) Τι είναι η εξέλιξη, Εκδόσεις Κάτοπτρο, Αθήνα.
- Meadows L., Doster E. & Jackson F.D. (2000) Managing the Conflict between Evolution & Religion, *The American Biology Teacher* 62(2), 102-107.
- Moore R. (1998 September - December & 1999 January -May), Creationism in the United States A-VII, *The American Biology Teacher*, 60(7, 8, 9) & 61(1, 2, 3,4).
- Moore R. (2000) The revival of creationism in the United States, *Journal of Biological Education*, 35:1, 17-21.
- Moore R. (2004) When a Biology Teacher Refuses to Teach Evolution: A Talk with Rod LeVake, *The American Biology Teacher* 66(4), 246 -250.
- Moore R. (2007) The differing perceptions of Teachers and Students Regarding Teachers' s Emphasis on Evolution in High School Biology Classrooms *The American Biology Teacher* 69 (5), 268 - 271.

- Μπουζάκης Σ. (1991) Νεοελληνική εκπαίδευση (1821 -1985) Εξαρτημένη ανάπτυξη, Gutenberg, Παιδαγωγική σειρά.
- Nelson C.E. , Nickels M.K. & Beard J.(1998) The Nature of Science as Foundation for Teaching Science Q: Evolution as a Case Study, pp.315 - -350 in McComas (Ed)The Nature of Science in Science Education Q Rationales and Strategies, Klower.
- Nickels M.K., Nelson C.E. & Beard J. (1996) Better Biology Teaching by Emphasizing Evolution & the Nature of Science, *The American Biology Teacher* 58(6), 332-336.
- Νίκας Α. (1991) Εκκλησία και Παιδεία, εκδ. Αθ. Νίκα, Αθήνα.
- Νούτσος Χ. (1999) Προγράμματα Μέσης Εκπαίδευσης και Κοινωνικός Έλεγχος, Θεμέλιο, Αθήνα.
- Osif A.B. (1997) Evolution & Religious beliefs: A Survey of Pennsylvania High School Teachers, *The American Biology Teacher* 59 (9), 552-556.
- Passmore C. & Stewart J. (2002) A. Modeling Approach to Teaching Evolutionary Biology in High Schools, *Journal of Research in Science Teaching* (39), 185-204.
- Prinou L., Halkia L., Skordoulis C (2008) What Conceptions do Greek school Students Form about Biological Evolution? *Evolution: Education and Outreach*, (1), 312 -317
- Prinou L., Halkia L., Skordoulis C La réception de la théorie de l'évolution dans l'enseignement grec, *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, (υπό έκδοση)
- Πρίνου Λ. (2008). Η εικόνα της εξέλιξης στο ελληνικό σχολείο, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Quessada, M.P. & Clement, P. (2007) An Epistemological Approach to French Syllabi on Human Origins during the 19th and 20th Centuries, *Science & Education* 16, 991-1006. doi: 10.1007/s11191-006-9051-9.
- Rocha P.L.B., Roque N., El- Hani C.N. (2007) Brazilian high school biology textbooks: main conceptual problems in evolution and biological diversity, *Proceedings IOSTE International Meeting : Critical Analysis of School Science Textbooks*, Tunisia
- Rosenthal D. B. (1985) Social issues in high school biology textbooks: 1963-1983, *Journal of Research in Science Teaching*, 21, 819-831.
- Rutledge M.L.& Mitchell M.A. (2002) High School Biology Teacher' Knowledge Structures, Acceptance and Teaching of Evolution, *The American Biology Teacher* 64(1), 21-28.
- Rutledge M.L. & Warden A.M. (2000) Evolutionary theory, the Nature of Science & High School Biology Teachers: Critical Relationships, *The American Biology Teacher* 62(1), 23-31.
- Scharmann L. C. & Harris W. M. (1992) Teaching Evolution: Understanding and Applying the Nature of Science, *Journal of Research in Science Teaching* 29(4), 375-388.
- Settlage J. Jr. (1994) Conceptions of Natural Selection: A Snapshot of the Sense-Making Process, *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5), 449- 457.
- Shankar G. G. & Skoog, G. D. (1993) Emphasis Given Evolution and Creationism by Texas High School Biology Teachers, *Science Education* 77(2), 221-233.
- Skoog G. (1984) The coverage of Evolution in High School Biology Textbooks Published in the 1980s, *Science Education*, 68(2), 117-128.
- Skoog G. & Bilica K.(2002) The emphasis given to evolution in State Science Standards : A Lever for Change in Evolution Education? *Science Education*, 86, 445 - 462.
- Skoog G. (2005) The Coverage of Human Evolution in High School Biology Textbooks in the 20th Century and in Current State Science Standards, *Science & Education*, 14, 395 -422.
- Southerland S. A., Abrams, E., Cummins C. & Anzelmo J. (2001) Understanding Students' Explanations of Biological Phenomena: Conceptual Frameworks or P-prims? *Science Education* 85,328-348.
- Swarts F. A., Anderson O. R. & Swetz F. J. (1994) Evolution in Secondary High School Biology Textbooks of the People's Republic of China, United States of America and the latter stages of the Union of Soviet Socialist Republics, *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5), 475-505.

- Σωτηριάδου Α. (1990) Η εμφάνιση της Θεωρίας της εξέλιξης των ειδών, Δεδομένα από τον ελληνικό χώρο, Διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- Τσουκαλάς Κ. (1992) Εξάρτηση και Αναπαραγωγή, Ο κοινωνικός ρόλος των εκπαιδευτικών μηχανισμών στην Ελλάδα (1830-1922), Θεμέλιο, Αθήνα.
- Tamir P. & Zohar A. (1991) «Anthropomorphism and Teleology in Reasons about Biological Phenomena», *Science Education*, 75 (1), 57-67.
- Tatina R. (1989) South Dakota High School Biology Teachers and the Teaching of Evolution and Creationism, *the American Biology Teacher* 51(5), 275–280.
- Trani R. (2004) I Won't Teach Evolution; It's against my Religion, *The American Biology Teacher* 66 (6), 419-427.
- Williams J.D (2008) Creationist Teaching in School Science: A UK Perspective, *Evolution: Education and Outreach* 1, 87–95.
- Χρόνης Σ. (2003) Διδακτική Πράξη και Κοινωνικός Έλεγχος, Εκδοτικός Όμιλος Συγγραφέων Καθηγητών, Αθήνα.
- Zetterqvist A. (2003) <http://na-serv.did.gu.se/avhand/zetterqvist.html>
- Ζόγκτζα Β. (2006) Η βιολογική γνώση στην παιδική ηλικία, Μεταίχμιο, Αθήνα.
- Ζόγκτζα Β. & Καμπουράκης Κ. (2007) Τελεολογία και διδασκαλία της εξέλιξης : Προσεγγίσεις από τη Γνωστική Ψυχολογία Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ιστορίας, Φιλοσοφίας και Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, ΤΕΕΑΠΗ Πανεπιστημίου Πατρών, 5-7 Οκτωβρίου, 233-242.

Διερευνώντας τους παράγοντες που σχετίζονται με τη διδασκαλία της θεωρίας της εξέλιξης μεταξύ καθηγητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Παναγιώτης Στασινάκης

Υποψήφιος Διδάκτωρ, Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Κυριάκος Αθανασίου

Καθηγητής, Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

1 Εισαγωγή

Η Θεωρία της Εξέλιξης (Θ.Ε.) αποτελεί κεντρική ιδέα της Βιολογίας· της παρατήρησης, της ανάλυσης και της μελέτης του έμβιου κόσμου. Όπως αναφέρει ο Futuyma (1999) η κατανόηση της Θ.Ε. (Εξελεκτικής) είναι προαπαιτούμενο προκειμένου ο επιστημονικά εγγράμματος πολίτης να μπορεί να συμμετέχει στο δημόσιο διάλογο ποικίλων βιολογικών θεμάτων, καθώς επίσης και στις συζητήσεις που προκύπτουν για διάφορα κοινωνικά προβλήματα με προβολές στο πεδίο της Βιολογίας. Αναφορά στη Βρετανία σχετικά με την προοπτική καθιέρωσης ενός «προγράμματος σπουδών για τον 21^ο αιώνα» καταγράφει πως η Θ.Ε. είναι μία από τις θεμελιώδους σημασίας θεωρίες που πρέπει να διδάσκονται οι μαθητές λόγω του ότι αποτελεί εμπεριστατωμένη «επεξηγηματική ιστορία» της φύσης και του έμβιου κόσμου (Millar & Osborne, 1998).

Η Αμερικάνικη Ακαδημία Επιστημών - NAS (National Academy of Sciences, 1999) έχει χαρακτηρίσει τη Θ.Ε. ως «την κεντρική έννοια στη Βιολογία» και τρεις αμερικάνικοι οργανισμοί προτείνουν πρόγραμμα σπουδών για το σχολείο με τη Θ.Ε. ως ενοποιητική θεωρία (American Association for the Advancement of Science, 1989· National Research Council, 1996· National Science Teachers Association, 1992). Την 21^η Ιουνίου του 2006 η Διακαδημαϊκή Κοινότητα (IAP, 2006) στην οποία συμμετέχουν 67 Εθνικές Ακαδημίες Επιστημών (μεταξύ των οποίων και η Ακαδημία Αθηνών), συνυπέγραψε δήλωση η οποία μεταξύ των άλλων αναφέρει:

... στα μαθήματα φυσικών επιστημών που διδάσκονται σε ορισμένα δημόσια εκπαιδευτικά συστήματα, αποκρύπτονται, διαψεύδονται ή συγχέονται επιστημονικά γεγονότα, δεδομένα και επιβεβαιωμένες θεωρίες, οι οποίες αφορούν την αρχή της δημιουργίας και την εξέλιξη της ζωής στη Γη, με θεωρίες μη επιστημονικά τεκμηριωμένες... Παροτρύνουμε τους υπευθύνους για τη λήψη αποφάσεων, τους διδασκάλους και τους γονείς να διδάξουν σε όλα τα παιδιά τις επιστημονικές μεθόδους και ανακαλύψεις και να ενισχύσουν την κατανόηση της επιστήμης της φύσης... Υπάρχει μια αντιπαράθεση σε μερικά μέρη του κόσμου σχετικά με τη διδασκαλία της εξέλιξης σε μαθητές και φοιτητές και αυτή η επίκαιρη δήλωση αποσαφηνίζει τις απόψεις της επιστημονικής κοινότητας... Ελπίζουμε αυτή η δήλωση να βοηθήσει όσους υποστηρίζουν ότι οι νέοι δικαιούνται να έχουν πρόσβαση στην ακριβή επιστημονική γνώση για την αρχή της δημιουργίας και την εξέλιξη της ζωής στη Γη...

Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιαστούν βιβλιογραφικά δεδομένα τα οποία σχετίζονται με τους παράγοντες που επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά την επιλογή των εκπαιδευτικών να διδάξουν ή όχι τη Θ.Ε.. Καθώς μόνο η θετική διάθεση από μέρους των εκπαιδευτικών για διδασκαλία της Θ.Ε. αποδεικνύεται πως δεν είναι αρκετή ώστε να ενστερνιστούν οι μαθητές τις αρχές και τους μηχανισμούς της Εξελικτικής. Επιπλέον θα παρουσιαστούν στοιχεία σχετικά με τις πιο κοινές παρανοήσεις που παρατηρούνται μεταξύ των εκπαιδευτικών καθώς και παράγοντες που δεν είναι γνωστικοί αλλά συχνά δρουν ανασταλτικά στη διδασκαλία της Θ.Ε.

Στη συνέχεια, θα αναπτυχθούν δύο κοινά μοντέλα που χρησιμοποιεί η έρευνα για να ερμηνεύσει τις αλληλεπιδράσεις και το πλήθος των παραγόντων που επηρεάζουν τις στάσεις, πεποιθήσεις, αντιλήψεις των εκπαιδευτικών ενώ θα παρουσιαστούν και ορισμένα μοντέλα – εργαλεία που χρησιμοποιούνται προκειμένου να εντοπισθούν αυτά τα στοιχεία. Το κεφάλαιο θα ολοκληρωθεί με παρουσίαση των πρώτων αποτελεσμάτων από την έρευνά μας που γίνεται σε εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Τέλος, στο παράρτημα προτείνονται ορισμένα βιβλία που διανέμονται δωρεάν και περιέχουν βασικά στοιχεία που πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας κατά τη διδασκαλία της Θ.Ε.

2 Ο ρόλος των εκπαιδευτικών

Οι Nehm & Schonfeld (2007) υποστηρίζουν ότι το ερευνητικό πεδίο που μελετά τα διάφορα επιστημονικά θέματα σχετικά με τη διδασκαλία της Θ.Ε. στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση έχει να αντιμετωπίσει τρεις προκλήσεις:

- να κατανοήσει τις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ γνωστικών, συναισθηματικών, επιστημολογικών και θρησκευτικών μεταβλητών οι οποίες συντελούν ώστε άτομα διαφορετικών ηλικιών και μορφωτικών επιπέδων να εμφανίζουν αντι-εξελικτική στάση
- να σχεδιάσει, να υλοποιήσει και να αξιολογήσει παρεμβάσεις που προάγουν ακριβή γνωστικά μοντέλα για τη Θ.Ε.
- να συμβάλλει στην αλλαγή των αντι-εξελικτικών στάσεων

Ο στόχος της διδασκαλίας της Θ.Ε. στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση είναι κυρίως να προσφέρει στους μαθητές τη δυνατότητα να μεταβούν από προ-επιστημονικές σε επιστημονικές ιδέες και επιπλέον να ενστερνιστούν περισσότερο ολιστικές αντιλήψεις για τα βιολογικά φαινόμενα και τις διεργασίες. Όσο σημαντικό είναι να αναγνωρίζουμε και να χρησιμοποιούμε τις πρότερες αντιλήψεις των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία, το ίδιο σπουδαίο είναι να καταγράφουμε τις γνώσεις και τις πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών. Όπως έχουν διαπιστώσει οι Leach & Scott (2003) οι εκπαιδευτικοί έχουν κεντρικό ρόλο στο να καθοδηγήσουν τους μαθητές να παρατηρούν τα φυσικά φαινόμενα με επιστημονική οπτική.

Οι Blackwell, Powell & Dukes (2003) υποστηρίζουν ότι οι μαθητές ενδεχομένως δεν μπορούν να κατανοήσουν τις σχετικές με τη Θ.Ε. ιδέες, όταν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί τους δε διαθέτουν πλήρη και επικαιροποιημένη γνώση σχετικά με τη Θ.Ε. Ο Cooper (2002) αναφέρει πως οι καθηγητές φυσικής δεν έχουν τη διάθεση ή τη γνώση να διδάξουν βιολογία, καθώς ένας εκπαιδευτικός που διδάσκει Θ.Ε. χωρίς γνώσεις μοριακής γενετικής είναι σαν να θέλει να διδάσκει τις δυνάμεις χωρίς να γνωρίζει τα σχετικά περί της βαρύτητας.

Η Θ.Ε. είναι μία επιστημονική θεωρία με εννοιολογικές δυσκολίες οι οποίες μάλιστα εμφανίζονται συχνά και μεταξύ των εκπαιδευτικών τόσο στη διδασκαλία της όσο και στο επιστημονικό της περιεχόμενο (Crawford, Zembal-Saul, Munford, & Friedrichsen, 2005· Nehm & Reilly, 2007· Nehm & Schonfeld, 2007· Tidon & Lewontin, 2004). Η διδασκαλία της Θ.Ε. στα σχολεία θεωρείται υψίστης σημασίας καθώς οι σημερινοί μαθητές και αυριανοί ενεργοί πολίτες εισάγονται για πρώτη φορά σε αυτές τις έννοιες κυρίως στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Ο ρόλος των εκπαιδευτικών είναι αρκετά σημαντικός, καθώς η διδακτική τους επιλογή επηρεάζει τόσο την προσπάθεια να επιτευχθεί όσο το δυνατόν υψηλότερο επίπεδο κατανόησης της εξελικτικής, των ερμηνειών της, όσο και τις διευκρινίσεις για το τι δεν είναι η Θ.Ε. (van Dijk & Reydon, 2009).

Οι εκπαιδευτικοί αποτελούν το «χαμένο κρίκο» μεταξύ της επιστημονικής κατανόησης της Θ.Ε. και της άγνοιας ή αντίστασης του πληθυσμού (Newport, 2006). Οι εκπαιδευτικοί έχουν τη δυνατότητα μέσα στις σχολικές αίθουσες να εκπαιδεύσουν τους αυριανούς πολίτες να κατανοούν τη Θ.Ε. και να την παρατηρούν στο φυσικό τους κόσμο. Όπως επισημαίνουν οι Kamourakis & Zogza (2006) χαμηλά επίπεδα αποδοχής και κατανόησης της εξελικτικής θεωρίας (και ειδικότερα της φύσης της επιστήμης), αποτελούν σημαντικό λόγο για την μικρής έκτασης αναφορά της Θ.Ε. στα μαθήματα της βιολογίας.

3 Υπάρχουσα κατάσταση και προοπτικές

Ας δούμε το χρόνο που δαπανάνε οι Αμερικάνοι εκπαιδευτικοί για τη διδασκαλία της εξέλιξης. Στη Λουιζιάνα και το Τέξας το 55%-60% των εκπαιδευτικών αφιερώνει λιγότερο από 5 διδακτικές ώρες στη διδασκαλία της Θ.Ε. (Aguillard, 1999· Shankar & Skoog, 1993) ενώ στη Νότια Ντακότα ο μέσος χρόνος διδασκαλίας της εξέλιξης είναι 5,3 διδακτικές ώρες (Tatina, 1989) και στην Ιντιάνα 14,3 διδακτικές ώρες (Donnelly & Boone, 2007). Ενδιαφέρουσες είναι επίσης διάφορες έρευνες (Aguillard, 1999· Rutledge & Mitchell, 2002· Weld & McNew, 1999) οι οποίες αποκαλύπτουν πως ποσοστό 23% - 45% των εκπαιδευτικών της Λουιζιάνα, Ιντιάνα και Οκλαχόμα αναφέρουν πως η Θ.Ε. «μόλις που αναφέρεται στη σχολική αίθουσα» ή «αποφεύγεται η αναφορά της». Κάποιο εκπαιδευτικοί μάλιστα δεν πιστεύουν ότι η Θ.Ε. είναι κεντρική έννοια της βιολογίας ή θεωρούν πως η διδασκαλία του Δημιουργισμού έχει θέση σε μία σχολική αίθουσα (Osif, 1997· Weld & McNew, 1999). Είναι φανερό πως αρκετοί εκπαιδευτικοί δεν αντιλαμβάνονται τη Θ.Ε. ως κεντρική ιδέα οργάνωσης της διδασκαλίας τους.

Αν προσπαθήσουμε να σταχυολογήσουμε από τη βιβλιογραφία παράγοντες οι οποίοι δικαιολογούν την αδυναμία ενός μέρους των εκπαιδευτικών να συμπεριλάβουν τη διδασκαλία της Θ.Ε. στη καθημερινή τους μαθησιακή διαδικασία, θα εντοπίσουμε τόσο αυτούς που έχουν πηγή τους εκπαιδευτικούς όσο και εκείνους που προέρχονται από τους μαθητές. Η Θ.Ε. ως επιστημονική θεωρία δεν γίνεται αποδεκτή από μερικούς εκπαιδευτικούς κι επομένως δεν επιθυμούν να τη διδάξουν (Aguillard, 1999· Shankar & Skoog, 1993). Κάποιοι νοιώθουν ανασφαλείς και απροετοίμαστοι (Aguillard, 1999· Griffith & Brem, 2004) να τη διδάξουν, καθώς όπως φαίνεται δεν την έχουν κατανοήσει αρκετά καλά (Aleixandre, 1994· Rutledge & Warden, 2000). Συχνά διαπιστώνεται πως οι εκπαιδευτικοί δεν κατανοούν τη φύση της επιστήμης και πώς αυτή μπορεί να εισαχθεί στη διδασκαλία της Θ.Ε. (Rutledge & Warden, 2000). Ή έχουν να αντιμετωπίσουν προκλήσεις από την κοινωνία και τους μαθητές όταν επιλέγουν να διδάξουν τη Θ.Ε. (Chuang, 2003· Tatina, 1989) ενώ οι ίδιοι αναφέρουν (Aguillard, 1999) πως δεν θεωρούν ότι οι μαθητές τους έχουν την νοητική

δυνατότητα να κατανοήσουν τις αρχές και τους μηχανισμούς της. Διαπιστώνεται μάλιστα πως μεγαλύτερη έμφαση δίνεται σε σχολεία μεγαλύτερων και αστικών κέντρων παρά σε περιφερειακά (Aguillard, 1999 ; Shankar & Skoog, 1993). Οι Meadows, Doster & Jackson (2000) αντιλαμβάνονται πως προκύπτουν και εσωτερικές συγκρούσεις όταν ένας εκπαιδευτικός καλείται να διδάξει θέματα που περιέχονται στο πρόγραμμα σπουδών και είναι αταίριαστα με τις πεποιθήσεις του.

Επίσης, οι Griffith & Brem (2004) διαπιστώνουν πως η κοινωνία ασκεί σημαντικό στρες στους εκπαιδευτικούς όταν αυτοί καλούνται να διδάξουν τη Θ.Ε., γεγονός που τους οδηγεί να αδιαφορούν ή να υποβαθμίσουν τη σημασία της ή να μην εμβαθύνουν (στην έρευνά τους διακρίνουν τους εκπαιδευτικούς σε *Scientist, Selective, Conflicted* ανάλογα με τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά). Αυτό παρατηρείται κυρίως σε εκπαιδευτικούς οι οποίοι είτε δεν έχουν κατανοήσει πλήρως τη Θ.Ε. ή δεν έχουν αυτοπεποίθηση για τις γνώσεις τους. Η απουσία αυτοπεποίθησης μπορεί να οδηγήσει τους εκπαιδευτικούς να αποφύγουν τις όποιες αντιπαραθέσεις με τους μαθητές, τους γονείς ή την τοπική κοινωνία. Έτσι καταλήγουν να μην διδάσκουν τη Θ.Ε. ως κεντρική ιδέα, αποφεύγουν δραστηριότητες που θα μπορούσαν να βοηθήσουν τη διδασκαλία τους ή δεν ζητούν από τους μαθητές τους να εφαρμόσουν τις βασικές αρχές της φυσικής επιλογής σε καταστάσεις του πραγματικού κόσμου (Donnelly & Boone, 2007). Οι Rutledge & Mitchell (2002) καταλήγουν στο συμπέρασμα πως η διδασκαλία της Θ.Ε. στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση είναι απύσχα, επιπόλαια ή φορτωμένη με λάθος πληροφορίες. Ο Zimmerman (1987) διαπιστώνει πως 10% από τους εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στην έρευνά του είχαν δεχθεί πίεση για να μην διδάξουν τη Θ.Ε., ενώ το 11% ανέφερε πως είχε δεχθεί πιέσεις για να διδάξει το Δημιουργισμό.

Οι Berkman, Pacheco & Plutzer (2008) προκειμένου να διαπιστώσουν ποιά είναι η κατάσταση στο σύνολο των ΗΠΑ κι όχι ανά πολιτεία, όπως συμβαίνει με τις περισσότερες μελέτες, έλαβαν 939 ερωτηματολόγια από εκπαιδευτικούς. Το γενικότερο συμπέρασμα στο οποίο καταλήγουν είναι πως παρατηρείται μεγάλη διακύμανση ως προς τη διδασκαλία της Θ.Ε. γεγονός που αποκαλύπτει ότι πέρα από την κεντρικά καθοριζόμενη εκπαιδευτική πολιτική, θα πρέπει να δίνεται σημασία και στις επιμέρους συνθήκες που επικρατούν σε κάθε σχολική τάξη. Σε αυτή την έρευνα διαπιστώνεται πως μόνο το 23% των εκπαιδευτικών θεωρεί τη Θ.Ε. ως κεντρική ιδέα της βιολογίας οι οποίοι αφιερώνουν 18,5 ώρες στη διδασκαλία της, περίπου 50% περισσότερο χρόνο από ότι οι άλλοι εκπαιδευτικοί. Ένα άλλο ενδιαφέρον στοιχείο της έρευνας είναι πως 16% των Βιολόγων εκπαιδευτικών θεωρεί ότι τα ανθρώπινα όντα δημιουργήθηκαν από μία θεϊκή δύναμη στο πρόσφατο παρελθόν, ενώ όσοι από τους εκπαιδευτικούς είχαν παρακολουθήσει μαθήματα σχετικά με τη Θ.Ε. στις προπτυχιακές τους σπουδές αφιέρωναν 60% περισσότερο χρόνο για τη διδασκαλία της.

Οι Πρίνου και Χαλκιά (2006) στην έρευνα που πραγματοποίησαν σε Έλληνες εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (δείγμα 153 ατόμων, με ερωτηματολόγιο) διαπίστωσαν μεταξύ άλλων πως: α) περιγράφουν την «προσαρμογή» ως μία συνειδητή πορεία για την εκπλήρωση κάποιας ανάγκης, ως μία αλλαγή των ατόμων στο περιβάλλον κ.α., β) μόνο το 50% συμφωνεί με την κοινή προέλευση των οργανισμών, γ) περίπου 50% γνωρίζει ότι οι δεινόσαυροι εξαφανίστηκαν πολύ πριν εξελιχθούν οι άνθρωποι, δ) οι περισσότεροι θεωρούν ότι η φυσική επιλογή γίνεται σε οργανισμούς που προσπαθούν να προσαρμοστούν στο περιβάλλον, ε) περίπου το 50% του δείγματος θεωρεί πως «η εξέλιξη αναφέρεται ως θεωρία επειδή δεν είναι τεκμηριωμένη» και στ) οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναγνωρίζουν ότι η κατάρτισή τους στην εξελικτική δεν είναι επαρκής, αν και τη θεωρούν αναγκαία.

Επίσης οι Prinou, Halkia & Skordoulis (2005) στην έρευνα που πραγματοποίησαν σε Έλληνες εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (δείγμα 111 ατόμων, με ερωτηματολόγιο) διαπίστωσαν μεταξύ των άλλων πως, α) η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών είναι θετικά προσκείμενοι στη διδασκαλία της Θ.Ε., β) το μεγαλύτερο μέρος των εκπαιδευτικών υπολείπονται γνώσεων σχετικά με το μηχανισμό της φυσικής επιλογής, γ) οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν την ευκαιρία να διδάξουν τη Θ.Ε., καθώς αυτή περιορίζεται μόνο σε ένα κεφάλαιο της Γ' Γυμνασίου ως διδακτέα ύλη.

Μεταξύ των επιλογών οι οποίοι θα μπορούσαν να συμβάλουν στο να δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στη Θ.Ε. από τους εκπαιδευτικούς οι ερευνητές καταγράφουν:

- μαθήματα ή επιμορφωτικά σεμινάρια γενικότερα στη Βιολογία ή ειδικότερα στη Θ.Ε. φαίνεται να σχετίζονται με αύξηση του χρόνου που κάποιος εκπαιδευτικός διαπραγματεύεται την εξέλιξη στην τάξη του (Aguillard, 1999)
- στην ίδια κατεύθυνση φαίνεται να βοηθούν και συζητήσεις ή μαθήματα ή επιμορφωτικά σεμινάρια σχετικά με τη φύση και τη φιλοσοφία της επιστήμης (Weld & McNew, 1999)
- η επικοινωνία και συνεργασία εκπαιδευτικών με επιστημονικούς οργανισμούς ή παιδαγωγικά ιδρύματα και η χρήση των Αναλυτικών Προγραμμάτων Σπουδών (ΑΠΣ) διαπιστώνεται πως μπορούν να βελτιώσουν τη διδακτική τους πρακτική και να τους δώσουν τη δυνατότητα να διδάξουν αποτελεσματικότερα και με μεγαλύτερη βεβαιότητα τη Θ.Ε. (Weld & McNew, 1999). Στην Ιντιάνα η χρήση των ΑΠΣ είχε σαν αποτέλεσμα να παρατηρηθεί αύξηση περίπου 100% στο χρόνο που αφιερώνεται για τη διδασκαλία της Θ.Ε. (Donnelly & Boone, 2007)
- οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι θα μπορούσαν να είναι περισσότερο αποτελεσματικοί στη διδασκαλία της εξελικτικής αν διέθεταν

επικαιροποιημένες γνώσεις σχετικά με τη Θ.Ε. και τη γενωμική και τη δυνατότητα να διαπιστώσουν προβολές αυτών των γνώσεων σε θέματα της καθημερινότητας (Nehm & Schonfeld, 2007)

4 Επεξηγηματικά μοντέλα των χαρακτηριστικών που παρουσιάζονται μεταξύ των εκπαιδευτικών

4.1 Εννοιολογική οικολογία

Το μοντέλο της **εννοιολογικής αλλαγής** αναπτύχθηκε από τους Posner, Strike, Hewson & Gertzog (1982) και τα θεμελιώδη του συστατικά προέρχονται από την ιστορία και τη φιλοσοφία της επιστήμης στηριζόμενοι στην έννοια της **εννοιολογικής οικολογίας**, όπως αυτή διατυπώθηκε από τον Toulmin (1972). Το βασικό στοιχείο στο μοντέλο της εννοιολογικής αλλαγής είναι η αλλαγή των πρότερων ιδεών των μαθητών χρησιμοποιώντας μία καινούρια ιδέα που προκαλεί γνωστική σύγκρουση. Το μοντέλο της εννοιολογικής αλλαγής έχει επηρεαστεί από τους Kuhn (1970) και Lakatos (1970), όπως συνοψίζεται από τους Posner et al. (1982):

Εναλλακτική Ιδέα για τη Θ.Ε. (I₁) → Επιστημονική Ιδέα για τη Θ.Ε. (I₂)

Αυτή η μετακίνηση από τις προ – επιστημονικές και συχνά λανθασμένες απόψεις στις επιστημονικά τεκμηριωμένες και ορθές απόψεις μπορεί να θεωρηθεί ως εννοιολογική αλλαγή. Στην αρχική του εκδοχή το μοντέλο των Posner et al. (1982) κατέγραφε τις προϋποθέσεις που απαιτούνται για να επιτευχθεί η εννοιολογική αλλαγή: *δυσaréσκεια* (όταν ο εκπαιδευόμενος δεν είναι ικανοποιημένος με τις υπάρχουσες έννοιες καθώς αδυνατεί να εξηγήσει κάποια γεγονότα με τις υπάρχουσες γνώσεις του), *σαφήνεια* (όταν ο εκπαιδευόμενος μπορεί να κατανοήσει έστω και αμυδρά κάποιες από τις νεοεμφανιζόμενες έννοιες), *αληθοφάνεια* (η νέα έννοια θα πρέπει να φαίνεται οικεία στον εκπαιδευόμενο και σχετική με το υπάρχον εννοιολογικό του υπόβαθρο, αλλιώς απορρίπτεται) και *ωφέλεια* (ο εκπαιδευόμενος θα πρέπει να μπορεί πια να εξηγεί φαινόμενα που δεν μπορούσε με τη βοήθεια των προηγούμενων εννοιών). Αν προσπαθούσαμε να κάνουμε μία προβολή των παραπάνω προϋποθέσεων στην περίπτωση της Θ.Ε. θα διαπιστώναμε πως η *σαφήνεια* σχετίζεται με την κατανόηση της θεωρίας, η *αληθοφάνεια* με την αποδοχή της και η *ωφέλεια* με τη δυνατότητα του ατόμου να ερμηνεύει παρατηρήσεις στο φυσικό κόσμο. Και οι τρεις προϋποθέσεις δεν μπορούν παρά να συνυπάρχουν, αλληλοεπηρεάζοντας την ισχύ και την παρουσία τους.

Βέβαια θα πρέπει να επισημανθεί πως το μοντέλο της εννοιολογικής αλλαγής έχει δεχθεί έντονη κριτική από διάφορους ερευνητές. Μεταξύ αυτών, ορισμένες ενστάσεις καταγράφονται παρακάτω:

- Solomon (1987): το μοντέλο αγνοεί την κοινωνική διάσταση της μάθησης και επικεντρώνεται κυρίως στη ατομική γνώση και δεξιότητα κάθε εκπαιδευόμενου
- Lemke (2001): η αλλαγή που επιφέρεται στο άτομο όταν αλλάζει την οπτική του, δεν είναι μόνο γνωστική

Οι Strike & Posner (1992) διεύρυναν το μοντέλο της εννοιολογικής αλλαγής και συμπεριέλαβαν επιπλέον παράγοντες που απαιτούνται για να περιγραφεί η εννοιολογική οικολογία, καθώς και επιστημολογικούς παράγοντες που πρότεινε η ιστορία και η φιλοσοφία της επιστήμης. Έτσι προέκυψε η «αναθεωρημένη θεωρία της εννοιολογικής αλλαγής» η οποία λαμβάνει υπόψη της τη σπουδαιότητα και τους ρόλους της διαίσθησης, του συναισθήματος, των κινήτρων, της κοινωνικής δικτύωσης, των πεποιθήσεων, των στόχων (Demastes, Good & Peebles, 1995). Το αναθεωρημένο μοντέλο της εννοιολογικής αλλαγής περιγράφει μία αλληλεπιδραστική εννοιολογική οικολογία, όπου οι έννοιες κατανοούνται ώστε να σχηματίσουν την εννοιολογική οικολογία και στη συνέχεια να δράσουν με άλλα συστατικά της οικολογίας. Βέβαια και το νέο μοντέλο δέχθηκε κριτικές: οι Alsop & Watts (1997) υποστηρίζουν ότι εξακολουθεί να καταγράφει γνωστικές παραμέτρους ενώ ο Cobern (1996) αναφέρει ότι καταγράφονται μόνο οι επιστημονικές οπτικές των εκπαιδευόμενων.

Ο Cobern (1996) θεωρεί πως η κοσμοθεωρία που έχει ο καθένας από εμάς είναι συνδυασμός αρκετών επιμέρους παραγόντων όπως θρησκείας, φύλου, εθνικότητας, και επιστημονικής οπτικής. Αυτά τα συστατικά δημιουργούν μία ενοποιημένη και συνεπή κοσμοθεωρία, μοναδική για κάθε άτομο, χωρίς να υπάρχει πλήρης ισορροπία της αλληλεπίδρασής του αφού κάποια από αυτά είναι ισχυρότερα από κάποια άλλα. Η επιστημονική οπτική που προάγει το μοντέλο της εννοιολογικής αλλαγής, σύμφωνα με τον Cobern (1996), ευθύνεται για τα προβλήματα που αναδεικνύονται όταν θα πρέπει οι μαθητές να διδαχθούν θέματα με κοινωνικό αντίκτυπο, όπως η Θ.Ε. Έτσι εξηγεί και το παράδοξο που παρατηρείται, μαθητές να μην κατορθώνουν να αναπτύξουν ορθή επιστημονική ματιά ακόμη και μετά από πολύ καλά οργανωμένη και προσεγμένη διδασκαλία, καθώς αλληλεπιδρούν και επηρεάζονται και από τα άλλα συστατικά της κοσμοθεωρίας τους. Βέβαια οι Abd-El-Khalick & Akerson (2004) θεωρούν άδικη την κριτική στο μοντέλο της εννοιολογικής αλλαγής και μέμφονται τον Cobern (1996) γιατί δεν προτείνει ένα εναλλακτικό λειτουργικό μοντέλο.

Οι Abd-El-Khalick & Akerson (2004) εφάρμοσαν το μοντέλο της εννοιολογικής αλλαγής σε εκπαιδευτικούς που παρακολουθούσαν επιμορφωτικό σεμινάριο σχετικά με τη φύση της επιστήμης. Η επιλογή θεωρήθηκε κατάλληλη, καθώς το μοντέλο της εννοιολογικής αλλαγής αφορά τις αλλαγές των αντιλήψεων που

είναι κατά κάποιο τρόπο θεμελιώδεις στην οργάνωση της σκέψης και της μάθησης και η φύση της επιστήμης θεωρείται πως είναι κεντρική ιδέα στους επιστημονικά σκεπτόμενους εκπαιδευόμενους. Οι ίδιοι επισημαίνουν πως είναι εύκολο να υποστηρίξεις πως κάποια στοιχεία από διαφορετικές περιοχές επιρροής επιδρούν σημαντικά στη μάθηση που λαμβάνει χώρα ως εννοιολογική αλλαγή, όμως παραμένει θεμελιώδες να διασαφηνιστούν τα στοιχεία που έχουν πρωτεύοντα ρόλο όταν πρέπει να διδαχθούμε εξειδικευμένα γνωστικά περιεχόμενα. Οι ίδιοι μάλιστα προτείνουν πως πιο δόκιμος είναι ο όρος «οικολογία μάθησης» (learning ecology) σε σχέση με τον όρο «εννοιολογική οικολογία» (conceptual ecology) καθώς ο δεύτερος περιορίζεται στο γνωστικό επίπεδο ενώ ο πρώτος επεκτείνεται για να συμπεριλάβει γνώσεις, συναισθήματα, κίνητρα, κοινωνικές και πολιτισμικές επιρροές (Southerland, Johnston & Sowell, 2006).

Στη συνέχεια θα διερευνηθούν ορισμένα στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαχείριση της εννοιολογικής οικολογίας των εκπαιδευόμενων όσο αφορά την επιλογή τους να διδάξουν τη Θ.Ε.

4.1.1 Κοινές Παρανοήσεις των εκπαιδευτικών

Όπως συμβαίνει και στους μαθητές έτσι και μεταξύ των εκπαιδευτικών παρατηρούνται ορισμένες κοινές γνωστικές παρανοήσεις, μερικές από τις οποίες είναι οι παρακάτω:

- Ντετερμινισμός: η εξέλιξη είναι μία ντετερμινιστική διαδικασία, όπου οι οργανισμοί επιδιώκουν να γίνουν πιο αποτελεσματικές, πιο βελτιωμένες, πιο περίπλοκες μορφές ζωής. Ενδεχομένως αυτή η παρανόηση είναι αποτέλεσμα των κοινωνικών μας επιρροών όπου βλέπουμε να δημιουργούνται προϊόντα που είναι γρηγορότερα, αποτελεσματικότερα με αποτέλεσμα να κάνουμε προβολές στη Θ.Ε. ως μία διαδικασία η οποία προσπαθεί να επιτύχει ανάλογα αναπτυξιακά οφέλη (Brem, Ranney & Schindel, 2003)
- Οι θεωρίες γίνονται γεγονότα μόνο όταν μπορούν να υποστηριχθούν πλήρως (Nehm & Sheppard, 2004)
- Η τυχαιότητα δεν μπορεί να είναι ένας από τους παράγοντες ο οποίος μπορεί να ερμηνεύσει την εμφάνιση νέων και πολύπλοκων χαρακτηριστικών (Nehm & Sheppard, 2004)
- Η αρχή της χρήσης και αχρησίας ερμηνεύει την εμφάνιση και την εξαφάνιση των χαρακτηριστικών, δηλ. τα χαρακτηριστικά που έγιναν προσαρμογές εμφανίστηκαν όταν χρειάστηκε κι αυτό επιτεύχθηκε μετά την επίδραση του περιβάλλοντος που προκάλεσε την εξελικτική αλλαγή (Zuzovsky, 1994)
- Η εξέλιξη είναι μία ασθενής επιστημονική ιδέα επειδή είναι «θεωρία» η οποία επιπλέον δεν μπορεί και να αποδειχθεί (Nehm & Schonfeld, 2007)

- Τα είδη που περιγράφουν τη μετάβαση από το προγονικό στο σημερινό είδος δεν παρατηρούνται στις καταγραφές των απολιθωμάτων (Nehm & Schonfeld, 2007)
- Οι μεταλλάξεις είναι θανατηφόρες και δεν μπορούν να ευθύνονται για την εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών (Nehm & Schonfeld, 2007)
- Οι άνθρωποι και οι δεινόσαυροι συνυπήρχαν (Nehm & Schonfeld, 2007)
- Τα επίκτητα χαρακτηριστικά κληροδοτούνται, μεταβιβάζονται στις επόμενες γενιές επειδή προσφέρουν εξελικτικό πλεονέκτημα στους απογόνους τους (Nehm & Schonfeld, 2007)

4.1.2 Η αποδοχή της Εξελικτικής Θεωρίας

Σε ένα μαθησιακό περιβάλλον όπου η αλληλεπίδραση μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών είναι (ή αποτελεί) βασικό συστατικό της εκπαιδευτικής διαδικασίας είναι βέβαιο πως η στάση εκπαιδευτικών και μαθητών σχετικά με τη Θ.Ε. θα επηρεάζει τη διδασκαλία της. Έρευνες (Shankar & Skoog, 1993· Aguilard, 1999) υποστηρίζουν πως εκπαιδευτικοί οι οποίοι αποδέχονται τη Θ.Ε. έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να την συμπεριλάβουν στην καθημερινή τους διδασκαλία και στο γενικότερο προγραμματισμό κατά την οργάνωση του μαθήματός τους, ενώ επιλέγουν να αφιερώσουν και περισσότερο χρόνο σε αυτή. Οι Ene & Dunn (1990) διαπίστωσαν πως οι Βιολόγοι εκπαιδευτικοί οι οποίοι μελετούσαν κατά γράμμα τη Βίβλο στα θέματα που αφορούν την προέλευση της ζωής είχαν μεγαλύτερη πιθανότητα να επιλέξουν στη διδασκαλία τους το Δημιουργισμό και να είναι περισσότερο επιρρεπείς σε θρησκόληπτες πιέσεις από μαθητές, γονείς και σχολικούς διευθυντές.

Τι είναι όμως αυτό που διαφοροποιεί την εικόνα που εμφανίζεται στους εκπαιδευτικούς μερικοί από τους οποίους αποδέχονται σε υψηλό βαθμό τη Θ.Ε., ενώ άλλοι σε μικρότερο βαθμό ή ακόμη και την απορρίπτουν; Οι Demastes et al. (1995) περιγράφουν την αποδοχή της Θ.Ε. ως συστατικό της εννοιολογικής οικολογίας και εντοπίζουν τους παρακάτω πέντε παράγοντες να επιδρούν στην αποδοχή της:

- πρότερες γνώσεις σχετικά με την κατανόηση της Θ.Ε.
- επιστημονική θεώρηση της καθημερινότητας και διερευνητικό πνεύμα
- οπτική της φύσης της επιστήμης
- αντίληψη του βιολογικού κόσμου ως παρατηρησιακό περιβάλλον εμπειριστικής και όχι αισθητικής προέλευσης
- θρησκευτικές καταβολές

Μεταξύ των παραπάνω συγκαταλέγονται κι άλλοι παράγοντες οι οποίοι σχετίζονται με την αποδοχή της Θ.Ε. από τους ίδιους τους μαθητές:

- το νοητικό τους επίπεδο (Sinatra, Southerland, McConaughy & Demastes, 2003)

- αντίληψη του βαθμού επίδρασης της Θ.Ε. στην καθημερινότητά τους (Brem et al., 2003)
- επιστημολογικές πεποιθήσεις (φύση της γενικής γνώσης) και τρόπος σκέψης (βαθμός προοδευτικότητας και στοχασμού) (Sinatra et al., 2003)
- οπτική τους για την επιστήμη και τη φύση της επιστήμης (Dagher & BouJaoude, 1997)

Από τους παραπάνω εννέα παράγοντες που φαίνεται να σχετίζονται με την αποδοχή ή μη από κάποιον της Θ.Ε., οι Deniz, Donelly & Yilmaz (2008) διερεύνησαν τρεις παράγοντες (κατανόηση της εξέλιξης, επιστημολογικές πεποιθήσεις, τρόπος σκέψης) σε μελλοντικούς Βιολόγους εκπαιδευτικούς (132 στο σύνολο) της Τουρκίας οι οποίοι παρακολουθούσαν το 5ετούς φοίτησης πανεπιστημιακό πρόγραμμα για να διδάξουν σε σχολεία. Οι παράγοντες αυτοί επιλέχθηκαν, καθώς προσφέρονταν για ποσοτική διερεύνηση ώστε να καταγραφεί η διαφοροποίησή τους στους επιμορφούμενους εκπαιδευτικούς. Η έρευνά τους έδειξε ότι ο τρόπος σκέψης σχετίζονταν με την αποδοχή της Θ.Ε., καθώς τα ανοιχτόμυαλα άτομα είχαν μεγαλύτερες πιθανότητες να την αποδεχθούν προτείνοντας μάλιστα να συμπεριληφθεί αυτός ο παράγοντας ως ένα σημαντικό στοιχείο της εννοιολογικής οικολογίας του ατόμου. Όσο αφορά την οικογενειακή προέλευση, διαπιστώθηκε πως η εκπαίδευση των γονέων σχετίζεται με την αποδοχή της Θ.Ε. από τους μαθητευόμενους εκπαιδευτικούς κυρίως όσο αφορά την επιστημονική παιδεία, καθώς οι σπουδές των γονέων δίνουν ένα άλλο πνεύμα στην οικογένεια που διακατέχεται από προοδευτικότερες ιδέες και πιο συμβατές με την δυτική επιστημονική οπτική. Τέλος, η έρευνα δεν μπόρεσε να εντοπίσει θετική συσχέτιση μεταξύ επιστημολογικής κουλτούρας και αποδοχή της Θ.Ε.

4.1.3 Κατανόηση και αποδοχή: συσχετίζονται;

Ο Cobern (1994) ορίζει την κατανόηση ως: « ... την επιστημολογική ή στοχαστική διεργασία που οδηγεί στην εννοιολογική αντίληψη, ενώ η δυνατότητα κάποιου να γνωρίζει είναι μία μεταφυσική διεργασία ή μία διεργασία αντίληψης με τη βοήθεια της οποίας κάποιος αποδέχεται ως αλήθεια ή έγκυρη την έννοια που κάποιος άλλος έχει κατανοήσει» (σελ. 586). Το «πιστεύω» ή πεποίθηση είναι διαφορετικό από την αποδοχή και θεωρείται πως είναι ένας υποκειμενικός τρόπος του να γνωρίζεις και δυσκολεύει λίγο τον ορισμό της διαχωριστικής γραμμής μεταξύ επιστημονικής γνώσης και θρησκευτικών πιστεύω (Sinatra et al., 2003). Για το λόγο αυτό είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείται ο όρος αποδοχή (acceptance) και όχι αυτός της πίστης (belief).

Είναι δύσκολο να απαντηθεί με απόλυτη βεβαιότητα αν κατανοώντας τη Θ.Ε. είναι σίγουρο ότι θα μπορεί κάποιος να την αποδεχτεί ευκολότερα. Οι Rutledge & Warden (2000) διαπιστώνουν κάποια θετική συσχέτιση μεταξύ των δύο ενώ οι

Brem et al. (2003) δεν διαπιστώνουν συσχέτιση. Οι Deniz et al. (2008) διαπιστώνουν θετική συσχέτιση κατανόησης και αποδοχής αν και όπως υποστηρίζουν τα αποτελέσματα συσχέτισης δεν ήταν τα αναμενόμενα, γεγονός που τους ανάγκασε να υποστηρίξουν πως πρέπει κανείς να αποφεύγει να υπερβάλει για τη σπουδαιότητα της κατανόησης.

Επίσης ο Matthews (2001) υποστηρίζει πως η αποδοχή της Θ.Ε. μπορεί να αλλάξει ως αποτέλεσμα της διδασκαλίας ενώ οι Bishop & Anderson (1990) θεωρούν πως κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό. Οι Nehm & Schonfeld (2007) συμπεραίνουν πως δεν μπορούν να πουν με βεβαιότητα ότι εκπαιδευτικοί με υψηλό γνωστικό υπόβαθρο στη βιολογία έχουν και γνώσεις σχετικά με εξειδικευμένα θέματα όπως είναι η εξέλιξη, η φυσική επιλογή ή η φύση της επιστήμης. Στην ίδια έρευνα οργάνωσαν ένα επιμορφωτικό πρόγραμμα για να βελτιώσουν τις γνώσεις των εκπαιδευτικών, κατέληξαν όμως στο συμπέρασμα πως η αύξηση της γνώσης σχετικά με τη Θ.Ε. και την φύση της επιστήμης δεν μεταφράστηκε σε αύξηση της διάθεσης των εκπαιδευτικών να διδάξουν τη Θ.Ε. στα σχολεία. Από τις έρευνες αυτές σαφώς προκύπτει πως η σχέση κατανόησης και αποδοχής είναι περισσότερο περίπλοκη από ότι φαίνεται. Ενδεχομένως να είναι δυνατή η καλύτερη συσχέτισή τους, αν τα δύο αυτά στοιχεία θεωρούν συστατικά μίας ευρύτερης αντίληψης για τις εκπαιδευτικές ανάγκες στα πλαίσια της εννοιολογικής οικολογίας του εκάστοτε εκπαιδευτικού.

4.2 PCK (Pedagogical Content Knowledge) – Γνώση με Παιδαγωγικό Περιεχόμενο

Το 1983 ο Shulman διέκρινε 3 κατηγορίες που σχετίζονται με το γνωστικό περιεχόμενο των εκπαιδευτικών (Carlsen, 1999): α) γνώσεις αναλυτικού προγράμματος, β) γνώσεις του επιστημονικού αντικειμένου και γ) γνώση με παιδαγωγικό περιεχόμενο (ΓμΠΠ). Λίγο αργότερα ο Shulman (1987) χαρακτήρισε την ΓμΠΠ ως:

«... η ΓμΠΠ αντιπροσωπεύει το συνδυασμό γνωστικού περιεχομένου και παιδαγωγικής προκειμένου ο εκπαιδευτικός να κατανοήσει πώς συγκεκριμένα θέματα ή προβλήματα που επιλέγονται για διδασκαλία, οργανώνονται, παρουσιάζονται και προσαρμόζονται στα διαφορετικά ενδιαφέροντα και ικανότητες των εκπαιδευόμενων». (Shulman, 1987, σελ. 8)

Ο ορισμός του Shulman είχε δεχθεί διάφορες κριτικές κυρίως στο ότι δε φαινόταν να υπάρχει κάποια διάκριση της ΓμΠΠ ως εκπαιδευτικής θεωρητικής έννοιας και ως ένα ατομικό χαρακτηριστικό κάθε εκπαιδευτικού το οποίο συγκαταλέγεται στις επαγγελματικές του γνώσεις. Η διάκριση αυτή είναι σημαντική καθώς θα πρέπει να γίνει αντιληπτό πως η γνώση που αποκτά ένας

εκπαιδευτικός κατά την εκπαιδευτική του καριέρα ενδεχομένως διαφοροποιείται από τις θεωρητικές προσεγγίσεις που καταγράφονται ή αναφέρονται στο ερευνητικό πεδίο της εκπαίδευσης. Μόνο όταν ο ερευνητής λάβει υπόψη του αυτή τη διάσταση θα μπορέσει να ανακαλύψει την πραγματική γνώση και κατάσταση που επικρατεί μεταξύ των εκπαιδευτικών (Brome, 1995).

Ένας άλλος λόγος που επιβάλλει τη διάκριση της ΓμΠΠ ως θεωρητική εκπαιδευτική έννοια και ως γνωστική περιοχή στο μυαλό ενός εκπαιδευτικού, σχετίζεται με θέματα επιμόρφωσης. Η ΓμΠΠ ενός εκπαιδευτικού θα πρέπει να δομείται ή να αναδομείται προκειμένου να μεταφερθεί από έμπειρους εκπαιδευτικούς ή σχολικούς συμβούλους σε νεοεισερχόμενους στην εκπαιδευτική κοινότητα. Η διδακτική πρακτική που επιλέγει καθένας εκπαιδευτικός είναι διαφορετική από την ατομική του ΓμΠΠ, καθώς επηρεάζεται και από προσωπικές επιλογές: τη γνώση, τις πεποιθήσεις, τις εμπειρίες του (van Dijk & Kattmann, 2007). Αυτές οι πρακτικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αναδομηθεί η επιμόρφωσή τους. Σύμφωνα με τους van Dijk & Kattmann (2007) η ιδέα της ΓμΠΠ: « ... θα πρέπει να κατανοηθεί ως μία περιοχή γνώσης και όχι ως μία εκπαιδευτική αρχή ή θεωρία». Οι ίδιοι προτείνουν το μοντέλο ERTE (Educational Reconstruction for Teacher Education) για να αναδείξουν αυτά τα χαρακτηριστικά της ΓμΠΠ (van Driel, Veal & Janssen, 2001).

Οι van Driel, Verloop & De Vos (1998) υποστηρίζουν πως η ΓμΠΠ αφορά τη διδασκαλία εξειδικευμένων θεμάτων και για αυτό θα πρέπει να διαφέρει σημαντικά από τη γενικότερη επιστημονική γνώση που διαθέτει κάποιος εκπαιδευτικός. Πέρα από τις όποιες διαφωνίες, η αρχική διαπίστωση του Shulman πως η κατανόηση των εξειδικευμένων μαθησιακών δυσκολιών των μαθητών (προϊόν των προεπιστημονικών τους αντιλήψεων) και η δυνατότητα αναπαράστασης της επιστημονικής γνώσης (παραδείγματα του βιβλίου, χρήση αναλογιών και μεταφορών) με τρόπο που ξεπερνά αυτά τα εμπόδια, είναι δύο σημαντικά στοιχεία της ΓμΠΠ (van Driel et al., 1998). Η εμπειρία που αποκτούν οι εκπαιδευτικοί τόσο σε γνωστικό επίπεδο όσο και σε διδακτικές στρατηγικές για τη διδασκαλία εξειδικευμένων θεμάτων τους δίνουν τη δυνατότητα να διαπραγματευτούν αποτελεσματικότερα και ευέλικτα τα ζητήματα που ανακύπτουν: θα πρέπει να μπορούν να αναλύουν την πραγματική αξία των παραδειγμάτων των σχολικών εγχειριδίων σε σχέση με ένα εξειδικευμένο θέμα και να μπορούν να ακολουθούν τις διάφορες αντιλήψεις που εκφράζονται από τους μαθητές τους (van Driel et al., 1998). Οι Ball & Bass (2000) διαπιστώνουν πως υπάρχει διαφορά μεταξύ του να κατέχει κάποιος την επιστημονική γνώση και να χρησιμοποιεί αυτή τη γνώση για τη διδασκαλία του. Εκτός από τα δύο παραπάνω στοιχεία η van Dijk (2009) θεωρεί πως στην ΓμΠΠ περιλαμβάνεται και ένα τρίτο στοιχείο το οποίο ονομάζουν «επιστημονική γνώση του εκπαιδευτικού για το θέμα που πρόκειται να διδάξει», η οποία δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό

να είναι ευέλικτος προκειμένου να αντιμετωπίσει διαφορετικές και απρόσμενες καταστάσεις.

Οι Borko & Putnam (1996) διαπιστώνουν πως η ιδέα της ΓμΠΠ είναι ένα εργαλείο προκειμένου να μελετηθούν συγκεκριμένες εκφάνσεις της γνώσης των εκπαιδευτικών. Αφορά την προσωπική και ιδιωτική γνώση και δεν μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ξεχωριστό πεδίο γνώσης στον ανθρώπινο νου. Μάλλον πρόκειται για μία ευρετική μέθοδο διαπίστωσης του γνωστικού υποβάθρου των εκπαιδευτικών.

Οι van Driel, De Jong & Verloop, (2002) και οι van Driel et al. (1998) διαπιστώνουν πως η επιστημονική γνώση ενός αντικειμένου είναι προαπαιτούμενη για την ανάπτυξη της ΓμΠΠ και πως η ΓμΠΠ αναπτύσσεται κατά την διδακτική καθημερινότητα των εκπαιδευτικών. Η διδακτική εμπειρία είναι σημαντική για την ανάπτυξη της ΓμΠΠ γεγονός που υπονοεί ότι οι νεοπροσλαμβανόμενοι εκπαιδευτικοί δεν διαθέτουν ή έχουν αναπτυγμένη πολύ μικρή ΓμΠΠ. Διαπιστώνεται επίσης πως επιμορφωτικά σεμινάρια ή εκπαιδευτικές συναντήσεις έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν την ανάπτυξη της ΓμΠΠ. Οι van Driel et al. (1998) καταλήγουν πως οι μελέτες για την ΓμΠΠ θα μπορούσαν να ωφεληθούν από την έρευνα σχετικά με τη μάθηση και προτείνουν πως με τον τρόπο αυτό η βιβλιογραφία σχετικά με τις ιδέες των μαθητών για τη Θ.Ε. θα μπορούσε να εμπλουτιστεί με μελέτες στο ίδιο αντικείμενο από την πλευρά των εκπαιδευτικών.

Η van Dijk (2009) διερεύνησε την ΓμΠΠ σε εκπαιδευτικούς. Μία τέτοια μελέτη, όπως υποστηρίζει ο ίδιος, θα δώσει τη δυνατότητα να διαπιστωθεί η γνώση των εκπαιδευτικών σχετικά με τα προβλήματα των μαθητών όσο αφορά την κατανόηση της Θ.Ε. και θα καταγράψει τις συμπεριφορές των εκπαιδευτικών όσο αφορά τον τρόπο αντιμετώπισης των προεπιστημονικών αντιλήψεων των μαθητών τους. Η μελέτη της ΓμΠΠ διαπιστώνει πως οι εκπαιδευτικοί συχνά δεν διαπραγματεύονται εποικοδομητικά τις αντιλήψεις των μαθητών για τη Θ.Ε., καθώς αδυνατούν να διαχειριστούν επαρκώς τα προκύπτοντα μαθησιακά προβλήματα. Επιπλέον με τη μελέτη του ανέδειξε το γεγονός πως οι εκπαιδευτικοί διακατέχονται από αρκετές εσφαλμένες αντιλήψεις όσο αφορά τη φύση της επιστήμης και συχνά δεν έχουν επίγνωση σημαντικών επιστημονικών επιτευγμάτων στην ιστορία της Βιολογίας. Η έρευνά του καταλήγει πως οι ανοικτού τύπου ερωτήσεις που περιγράφουν κάποιο σενάριο είναι ο αποτελεσματικότερος τρόπος για να αποκτήσει ο ερευνητής λεπτομερή γνώση του τρόπου με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί διαπραγματεύονται τα διάφορα θέματα που ανακύπτουν κατά τη διδασκαλία της Θ.Ε.

5 Εργαλεία για την καταγραφή των διαφόρων παραγόντων που επηρεάζουν τη θέση των εκπαιδευτικών ως προς τη διδασκαλία της Θ.Ε.

5.1 Τρόπος Σκέψης

Για να καταγραφεί η προοδευτικότητα του τρόπου σκέψης μπορεί να χρησιμοποιηθεί η κλίμακα AOT (Actively – Openminded Thinking) (Sa, West & Stanovich, 1999) η οποία αποτελείται από πέντε διαφορετικές υποκλίμακες. Η ταξινόμηση βάσει της AOT καταδεικνύει την ανεκτικότητα του ατόμου σε αλλαγές των πεποιθήσεων, την ικανότητά του να προσαρμόζεται σε νέες γνώσεις, την τάση του να εξετάζει εναλλακτικές απόψεις και αποδείξεις, την ικανότητά του να αναζητά και να επεξεργάζεται πληροφορίες οι οποίες αντίκεινται στα πιστεύω του. Οι Sa et al. (1999) αναφέρουν πως οι υποκλίμακες της AOT εμφανίζουν ήπιους ενδοσυσχετισμούς και πως η λήψη του τελικού σκορ, καθώς και η αξιοπιστία του εργαλείου είχαν αιτιολογηθεί με τη χρήση παραγοντικής ανάλυσης. Οι ερωτώμενοι απαντούν σε κάθε ερώτημα επιλέγοντας ένα χαρακτηρισμό σε μία 4-βάθμια κλίμακα τύπου Likert (4=«Συμφωνώ απόλυτα», 3=«Συμφωνώ», 2=«Διαφωνώ», 1=«Διαφωνώ απόλυτα»).

5.2 Επιστημολογικές πεποιθήσεις

Η κλίμακα επιστημολογικών πεποιθήσεων (Wood & Kardash, 2002) αποτελείται από 38 θέματα. Στην κλίμακα περιέχονται πέντε διαφορετικές υποκλίμακες: ταχύτητα απόκτησης της γνώσης (8 ερωτήματα), δομή της γνώσης (11 ερωτήματα), επικοινωνία της γνώσης και τροποποίησή της (11 ερωτήματα), χαρακτηριστικά επιτυχημένων μαθητών (5 ερωτήματα), επίτευξη αντικειμενικής αλήθειας (3 ερωτήματα). Οι ερωτώμενοι απαντούν σε κάθε ερώτημα επιλέγοντας ένα χαρακτηρισμό σε μία 4-βάθμια κλίμακα τύπου Likert (4=«Συμφωνώ απόλυτα», 3=«Συμφωνώ», 2=«Διαφωνώ», 1=«Διαφωνώ απόλυτα»). Για περισσότερα σχετικά με την αξιοπιστία της κλίμακας και τη διαδικασία δημιουργίας της μπορεί κάποιος να ανατρέξει στους Wood & Kardash (2002).

5.3 Γνωστικό Υπόβαθρο

Η κατανόηση της Θ.Ε. μπορεί να ελεγχθεί με μία τροποποιημένη εκδοχή μίας υπάρχουσας κλίμακας. Η κλίμακα αποτελείται από 21 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής (Rutledge & Warden, 2000) η οποία αποτελεί βελτιωμένη εκδοχή παλαιότερης κλίμακας. Μεταξύ των θεμάτων που διαπραγματεύεται η κλίμακα είναι η φυσική επιλογή, οι ομόλογες δομές, η συνεξέλιξη, η ειδογένεση, κτλ. Όσες περισσότερες σωστές απαντήσεις υποβληθούν τόσο καλύτερη γνώση του

αντικειμένου έχει ο εκπαιδευτικός με τις τιμές να κυμαίνονται μεταξύ 0 (άγνοια) και 21 (πλήρης γνώση του αντικειμένου).

5.4 Αποδοχή

Η κλίμακα αποδοχής της Θ.Ε. που χρησιμοποιείται είναι η MATE που έχει αναπτυχθεί από τους Rutledge & Warden (1999). Η κλίμακα αυτή αποτελείται από 20 θέματα για τα οποία επιλέγεται ένας χαρακτηρισμός σε μία 4-βάθμια κλίμακα τύπου Likert (4=«Συμφωνώ απόλυτα», 3=«Συμφωνώ», 2=«Διαφωνώ», 1=«Διαφωνώ απόλυτα»). Υψηλές βαθμολογήσεις αντιπροσωπεύουν μεγαλύτερη αποδοχή της Θ.Ε. Οι Rutledge & Warden (1999) αναφέρουν πως η αξιοπιστία του περιεχομένου του εργαλείου που προτείνουν έχει ελεγχθεί από μία επιτροπή πέντε πανεπιστημιακών καθηγητών οι οποίοι είναι εξειδικευμένοι στα πεδία της Εξελικτικής Βιολογίας, της Επιστημονικής Εκπαίδευσης και της Φιλοσοφίας της Επιστήμης.

5.5 Γνώση με Παιδαγωγικό Περιεχόμενο

Το ερευνητικό μοντέλο για τη μελέτη της ΓμΠΠ είναι το ERTE (Educational Reconstruction for Teacher Education) (van Dijk & Kattmann, 2007). Το μοντέλο ERTE βασίζεται στο ήδη υπάρχον ερευνητικό μοντέλο ER (Educational Reconstruction). Το μοντέλο ER αναπτύχθηκε για το σχεδιασμό περιβαλλόντων μάθησης που στηρίζονται στην κριτική ανάλυση της προς διδασκαλία ύλης σε συνδυασμό με μία εμπειρική μελέτη των προ – επιστημονικών αντιλήψεων των μαθητών (Duit, Gropengießer & Kattmann, 2005). Το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διερευνήσει τις γνώσεις και τις πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών για α) το προς διδασκαλία θέμα, β) τις προεπιστημονικές αντιλήψεις των μαθητών, γ) την αναπαράσταση του προς διδασκαλία θέματος σε σχέση με τη Θ.Ε. (van Dijk, 2009). Το βασικό συμπέρασμα που ανακύπτει από τη χρήση του μοντέλου είναι πως η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών απαιτείται να «αναδομηθεί» όπως προκύπτει και από την έρευνα: οι εκπαιδευτικοί κατά την επαγγελματική τους καριέρα αναπτύσσουν την προσωπική τους ΓμΠΠ για τη διδασκαλία της Θ.Ε. την οποία οι ερευνητές προσπαθούν να εντοπίσουν και να αναλύσουν για να καταθέσουν προτάσεις στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών. Επίσης, αναδεικνύεται η πρακτική – εμπειρική γνώση που έχουν αποκτήσει οι εκπαιδευτικοί σχετικά με τα στοιχεία της ΓμΠΠ η οποία πρέπει να αναδομηθεί για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών και να επιμορφώσει εκπαιδευτικούς με έναν ολοκληρωμένο τρόπο (van Dijk & Kattmann, 2007).

5.6 Φυσική Επιλογή

Το CINS – Conceptual Inventory of Natural Selection (Anderson, Fisher & Norman, 2002) περιέχει 20 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής για κάθε μία από τις οποίες υπάρχει μόνο μία σωστή απάντηση.

Το ORI - Open Response Instrument (Bishop & Anderson, 1990· Nehm & Reilly, 2007) περιέχει πέντε ερωτήσεις ανοικτού τύπου όπου τα υποκείμενα καλούνται να διατυπώσουν τις απόψεις τους σε ερωτήσεις του τύπου, «Εξηγήστε γιατί ορισμένα βακτήρια εμφανίζουν ανθεκτικότητα στα αντιβιοτικά» ή «Αν οι βιολόγοι επιθυμούσαν να επιταχύνουν την εξελικτική αλλαγή, πώς θα μπορούσαν να το πετύχουν».

Τα ORI και CINS διαφοροποιούνται σε αρκετά σημεία: α) αριθμός ερωτήσεων (5 - 20), β) μορφή των ερωτήσεων (ανοικτού – κλειστού τύπου) και γ) χρήση εναλλακτικών ιδεών που μπορούν να προκαλέσουν κάποια σύγχυση (δεν υπάρχουν στο ORI). Από την άλλη και τα δύο έχουν αρκετές ομοιότητες: α) και τα δύο κατορθώνουν να μετρήσουν τη γνώση για τη φυσική επιλογή, β) και τα δύο είναι σχεδιασμένα ώστε να απαντηθούν σε χρόνο μικρότερο των 30 λεπτών και γ) και τα δύο είχαν σχεδιασθεί για να χρησιμοποιηθούν σε προπτυχιακούς φοιτητές κολεγίων.

Τα δύο αυτά εργαλεία, καθώς και μία σειρά από προφορικές ερωτήσεις που στηρίζονται σε αυτά τα δύο εργαλεία χρησιμοποιήθηκαν από τους Nehm & Schonfeld (2008) προκειμένου να διαπιστώσουν αν φοιτητές βιολογίας που προσορίζονταν να εργαστούν ως εκπαιδευτικοί, ως ερευνητές ή ιατροί κατανοούσαν το μηχανισμό της φυσικής επιλογής.

6 Συμπεράσματα από τη δική μας μελέτη

Στηριζόμενοι κυρίως στην αντίληψη περί εννοιολογικής οικολογίας των εκπαιδευτικών και δευτερευόντως στη ΓμΠΠ που καθένας από αυτούς αναπτύσσει, διεξήγαμε ποιοτική έρευνα σε 10 εκπαιδευτικούς της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης οι οποίοι κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2008 - 2009 (οπότε και πραγματοποιήθηκε η έρευνα) δίδασκαν σε δημόσια γυμνάσια ή/και λύκεια (ένα από τα υποκείμενα της συνέντευξης εργαζόταν σε ιδιωτικό σχολείο). Μεταξύ των συνεντευξιαζόμενων υπήρχαν εκπαιδευτικοί των οποίων τα χρόνια εργασίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση κυμαίνονταν στα 4 – 30 έτη.

Η συλλογή των δεδομένων έγινε με ημιδομημένες συνεντεύξεις με μέσο όρο διάρκειας τα 50 λεπτά. Κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων οι συμμετέχοντες καλούνταν να απαντήσουν σε πλήθος θεμάτων που σχετίζονται είτε με το γνωστικό τους περιεχόμενο, είτε με τις διδακτικές τους επιλογές ως προς τη διδασκαλία της Θ.Ε., είτε με θέματα που άπτονται της αποδοχής της Θ.Ε. και των

προσωπικών τους πεποιθήσεων, είτε με πρακτικά ζητήματα που αντιμετωπίζουν στην καθημερινή τους διδασκαλία. Πριν την τελική κατάρτιση των προς συνέντευξη θεμάτων, προηγήθηκε πιλοτική εφαρμογή τους.

Για την απομαγνητοφώνηση των συνεντεύξεων και την επεξεργασία των δεδομένων που προέκυψαν, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό NVivo (έκδοση 8.0, της εταιρείας QSR International, Web: <http://www.qsrinternational.com>). Μεταξύ των δυνατοτήτων που παρέχει το λογισμικό NVivo είναι:

- ομαδοποίηση δεδομένων βάσει επιμέρους κριτηρίων, είτε δημογραφικών, είτε απορροώντων από τα στοιχεία της ημιδομημένης συνέντευξης
- συσχέτιση επιμέρους στοιχείων από διαφορετικούς συνεντευξιαζόμενους και κατάταξή τους σε ομάδες
- δυνατότητα εισαγωγής αρχείων διαφόρων μορφών, καθώς επίσης και απομαγνητοφώνησης ολόκληρων ή τμημάτων των συνεντεύξεων
- καταγραφή σημειώσεων σε επιμέρους σημεία των συνεντεύξεων και συγκέντρωσή τους στα χαρακτηριστικά του κάθε συνεντευξιαζόμενου
- κωδικοποίηση αυτόματη ή χειρωνακτική, εντοπίζοντας σημεία ενδιαφέροντος μέσα στις συνεντεύξεις, καθώς επίσης και άμεση προβολή τους με διάφορους τρόπους
- πρόταση για ενδεχόμενα μοντέλα που προκύπτουν από την ανάλυση των δεδομένων
- δυνατότητα εύκολης αναζήτησης και προβολής μέσα στο πλήθος των δεδομένων

Από την μέχρι τώρα ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν διαπιστώνονται ενδιαφέροντα ευρήματα:

1. οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί δε διδάσκουν τη Θ.Ε. Αν και δεν είναι ενάντια στη Θ.Ε., εντούτοις αδυνατούν να τη διδάξουν, καθώς είτε δεν προλαβαίνουν είτε δεν τους δίνεται η δυνατότητα
2. διαπιστώνουν έλλειμμα γνωστικό και παιδαγωγικό, και θα ήθελαν κατευθυντήριες οδηγίες από τους επίσημους φορείς σχετικά με τον τρόπο διαπραγμάτευσης του θέματος της εξέλιξης
3. ακόμη και μεταξύ των βιολόγων, δεν διαπιστώθηκε πως η βιολογική τους γνώση τους επιτρέπει να συζητούν με μεγαλύτερη άνεση τα θέματα της εξελικτικής. Η διαπίστωση αυτή ενισχύει την άποψη πως θα πρέπει να διαθέτουν επιμέρους και εξειδικευμένες γνώσεις τόσο για την εξέλιξη όσο και για τη φύση της επιστήμης
4. σε γενικές γραμμές δεν έχουν να καταγράψουν κάποια πίεση από το κοινωνικό ή σχολικό περιβάλλον το οποίο τους απέτρεψε ή τους έθεσε εμπόδια στη διδασκαλία της εξέλιξης
5. ορισμένοι από τους εκπαιδευτικούς νοιώθουν ανασφάλεια στη διδασκαλία της Θ.Ε. και αμηχανία όταν πρέπει να συζητήσουν για την επιστημονική θεωρία σε σχέση με θρησκευτικά ζητήματα. Οι θρησκευτικές τους

πεποιθήσεις ενίοτε έρχονται σε σύγκρουση με τις επιστημονικές τους γνώσεις χωρίς όμως να μεταφέρουν αυτό το δίλημμα στους μαθητές τους

6. ένας από τους εκπαιδευτικούς ανέφερε πως δεν υπάρχει λόγος να διδάξει τη Θ.Ε. στο γυμνάσιο, καθώς δεν είναι προαπαιτούμενη γνώση για τις επόμενες τάξεις του λυκείου
7. οι περισσότεροι αδυνατούν να αναφέρουν σύγχρονα παραδείγματα όπου εμφανίζεται να βρίσκει εφαρμογή η εξέλιξη (κυρίως παραδείγματα μικροεξέλιξης) και περιορίζονται αποκλειστικά στα κλασικά παραδείγματα που αναφέρονται στα σχολικά εγχειρίδια (το παράδειγμα με την καμηλοπάρδαλη και ο βιομηχανικός μελανισμός)

Η ανάλυση των στοιχείων συνεχίζεται, ενώ στα επόμενα βήματα της έρευνας θα διερευνηθούν με τη βοήθεια ερωτηματολογίων επιμέρους συστατικά που έχουν ερευνητικό ενδιαφέρον και προκύπτουν από την ανάλυση των συνεντεύξεων.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Abd-El-Khalick, F. and Akerson, V.L. (2004). Learning as conceptual change: Factors that mediate the development of preservice elementary teachers' views of nature of science, *Science Education*, 88(5):785–810
- Aguillard, D. (1999). Evolution education in Louisiana public schools: A decade following Edwards v. Aguillard, *American Biology Teacher*, 61:182–188
- Alexandre, M.P.J. (1994). Teaching evolution and natural selection: A look at textbooks and teachers, *Journal of Research in Science Teaching*, 31:519–535
- Alsop, S. and Watts, M. (1997). Sources from a Somerset village: A model for informal learning about radiation and radioactivity, *Science Education*, 81:633–650
- American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans*, Διαθέσιμο online (τελευταία πρόσβαση, 30/07/09) στο:
<http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>
- Anderson, D.L., Fisher, K.M. and Norman, G.J. (2002). Development and evaluation of the conceptual inventory of natural science, *Journal of Research in Science Teaching*, 39:952–978
- Ball, D. L. and Bass, H. (2000). Interweaving content and pedagogy in teaching and learning to teach: knowing and using mathematics. Στο: J. Boaler (Ed.), *Multiple perspectives on mathematics teaching and learning* (σελ. 83–104), Westport, CT: Ablex
- Berkman, M.B., Pacheco, J.S. and Plutzer, E. (2008). Evolution and Creationism in America's Classrooms: A National Portrait, *PLoS Biology*, 6(5):e124. doi:10.1371/journal.pbio.0060124
- Bishop, B.A. and Anderson, C.W. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution, *Journal of Research in Science Teaching*, 27:417–425
- Blackwell, W. H., Powell, M. J. and Dukes, G. H. (2003). The Problem of Student Acceptance of Evolution, *Journal of Biological Education*, 37(2):58–67
- Borko, H. and Putnam, R. T. (1996). Learning to teach. Στο: D. C. Berliner, & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (σελ. 673–708), New York: Simon & Schuster Macmillan

- Brem, S.K., Ranney, M. and Schindel, J. (2003). Perceived consequences of evolution: College students perceive negative personal and social impact in evolutionary theory, *Science Education*, 87:181–206
- Bromme, R. (1995). What exactly is «pedagogical content knowledge»? –Critical remarks regarding a fruitful research program. Στο: S. Hopmann, & K. Riquarts (Eds.), *Didaktik and/or curriculum* (σελ. 205–216), IPN: Kiel
- Carlsen, W. S. (1999). Domains of teacher knowledge. Στο: J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (σελ. 133–144), Dordrecht: Kluwer
- Chuang, H.C. (2003). Teaching evolution: Attitudes and strategies of educators in Utah, *American Biology Teacher*, 65:669–674
- Coburn, W.W. (1994). Point: Belief, understanding, and the teaching of evolution, *Journal of Research in Science Teaching*, 31:583–590
- Coburn, W.W. (1996). Worldview theory and conceptual change in science education, *Science Education*, 80:579–610
- Cooper, P. (2002). *Physics teacher supply*, London: Institute of Physics
- Crawford, B.A., Zembal-Saul, C., Munford, D. and Friedrichsen, P. (2005). Confronting prospective teachers' ideas of evolution and scientific inquiry using technology and inquiry-based tasks, *Journal of Research in Science Teaching*, 42:613–637
- Dagher, Z.R. and BouJaoude, S. (1997). Scientific views and religious beliefs of college students: The case of biological evolution, *Journal of Research in Science Teaching*, 34:429–445
- Deniz, H., Donnelly L. and Yilmaz, I. (2008). Exploring the Factors Related to Acceptance of Evolutionary Theory Among Turkish Preservice Biology Teachers: Toward a More Informative Conceptual Ecology for Biological Evolution, *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4):420-443
- Demastes, S.S., Good, R.G. and Peebles, P. (1995). Students' conceptual ecologies and the process of conceptual change, *Science Education*, 79:637–666
- Donnelly, L. A. and Boone, W. J. (2007). Biology teachers' attitudes toward and use of Indiana's evolution standard, *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2):236 -257
- Duit, R., Gropengießer, H. and Kattmann, U. (2005). Towards science education research that is relevant for improving practice: The model of educational reconstruction. Στο: H. Fischer (Ed.), *Developing standards in research on science education. The ESERA Summer School 2004*, London: Palmer Press
- Futuyma, D.J. (ed) (1999). *Evolution, science and society: evolutionary biology and the national research agenda*, Rutgers University, New Brunswick, NJ, Διαθέσιμο on-line (τελευταία πρόσβαση, 30/07/09) στο: <http://www.rci.rutgers.edu/~ecolevol/execsumm.html>
- Griffith, J.A. and Brem, S.K. (2004). Teaching evolutionary biology: Pressures, stress, and coping, *Journal of Research in Science Teaching*, 41(8):791–809
- IAP. (2006). *IAP (InterAcademy Panel) Statement: On the Teaching of Evolution*, Διαθέσιμο on-line (τελευταία πρόσβαση, 30/07/09) στο: <http://www.interacademies.net/Object.File/Master/6/150/Evolution%20statement.pdf>
- Kampourakis, K. and Zogza, V. (2006). Tempo and mode of teaching evolution, *Themes in Education*, 7(1):3-24
- Kuhn, T.S. (1970). *The structure of scientific revolutions* (2nd ed.), Chicago: University of Chicago Press
- Lakatos, I. (1970). Falsifications and the methodology of scientific research programmes. Στο: I. Lakatos & A. Musgrave (Eds.), *Criticism and the growth of knowledge*, Cambridge, UK: Cambridge University Press
- Leach, J. and Scott, P. (2003). Individual and sociocultural views of learning in science education, *Science & Education*, 12:91–113
- Lemke, J.L. (2001). Articulation communities: Sociocultural perspectives on science education, *Journal of Research in Science Teaching*, 38:296–316

- Matthews, D. (2001). Effect of a curriculum containing Creation stories on attitudes about evolution, *American Biology Teacher*, 63:404–409
- Meadows, L., Doster, E. and Jackson, D.F. (2000). Managing the conflict between evolution & religion, *The American Biology Teacher*, 62:102–107
- Millar, R. and Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*, London: Kings College
- National Academy of Sciences. (1999). *Science and creationism: A view from the National Academy of Sciences*, Διαθέσιμο on-line (τελευταία πρόσβαση, 30/07/09) στο: <http://www.nap.edu/html/creationism/index.html>
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards (NSES)*, Διαθέσιμο on-line (τελευταία πρόσβαση, 30/07/09) στο: <http://www.nap.edu/readingroom/books/nses/>
- National Science Teachers Association. (1992). *Scope, sequence, and coordination*, Washington: National Science Teachers Association
- Nehm, R. H. and Sheppard, K. (2004). *A comparative study of evolutionary understanding and advocacy for teaching evolution in pre-certified biology and other science teachers*, Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, BC, Canada, April 2004
- Nehm, R.H. and Reilly, L. (2007). Biology majors' knowledge and misconceptions of natural selection, *Bioscience*, 57:263–272
- Nehm, R.H. and Schonfeld, I.S. (2007). Does increasing biology teacher knowledge of evolution and the nature of science lead to greater preference for the teaching of evolution in schools?, *Journal of Science Teacher Education*, 18:699–723
- Nehm, R. H. and Schonfeld, I. S. (2008). Measuring Knowledge of Natural Selection: A Comparison of the CINS, an Open-Response Instrument, and an Oral Interview, *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10):1131-1160
- Newport, F. (2006). *Almost half of Americans believe humans did not evolve*, Διαθέσιμο on-line (τελευταία πρόσβαση, 01/08/09) στο: <http://www.gallup.com/poll/23200/Almost-Half-Americans-Believe-Humans-Did-Evolve.aspx>
- Osif, B.A. (1997). Evolution and religious beliefs: A survey of Pennsylvania high school teachers, *American Biology Teacher*, 59:552–556
- Πρίνου, Λ. και Χαλκιά, Κρ. (2006). *Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τις έννοιες της "Προσαρμογής" και της Εξέλιξης των οργανισμών και της διδασκαλίας τους στο Δημοτικό*, Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου ΕΔΙΦΕ, Βόλος 7-9 Απριλίου, 2006, σ.699-707
- Prinou, L., Halkia, K. and Skordoulis, C. (2005). *Teaching the Theory of Evolution: Teacher's Attitudes, Views and Difficulties*, Proceedings of International History, Philosophy and Science Teaching Conference, pp. 8, Leeds, UK, July 2005
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. and Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change, *Science Education*, 66:211–227
- Rutledge, M.L. and Warden, M.A. (1999). Development and validation of the measure of acceptance of the theory of evolution instrument, *School Science and Mathematics*, 99:13–18
- Rutledge, M.L. and Warden, M.A. (2000). Science and high school biology teachers: Critical relationships, *American Biology Teacher*, 62:23–31
- Rutledge, M.L. and Mitchell, M.A. (2002). High school biology teachers' knowledge structure, acceptance, and teaching of evolution, *American Biology Teacher*, 64:21–27
- Sa, W.C., West, R.F. and Stanovich, K.E. (1999). The domain specificity and generality of belief bias: Searching for a generalizable critical thinking skill, *Journal of Educational Psychology*, 91:497–510
- Shankar, G. and Skoog, G. (1993). Emphasis given evolution and creationism by Texas high school biology teachers, *Science Education*, 77:221–233

- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform, *Harvard Educational Review*, 57:1–21
- Sinatra, G.M., Southerland, S.A., McConaughy, F. and Demastes, J.W. (2003). Intentions and beliefs in students' understanding and acceptance of biological evolution, *Journal of Research in Science Teaching*, 40:510–528
- Solomon, K. (1987). Social influences on the construction of pupils' understanding of science, *Studies in Science Education*, 14:63–82
- Southerland, S.A., Johnston, A. and Sowell, S. (2006). Describing Teachers' Conceptual Ecologies for the Nature of Science, *Science Education*, 90:874–906
- Strike, K. and Posner, G.J. (1992). A revisionist theory of conceptual change, Στο: R.A. Duschl & R.J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice* (σελ. 147–176), New York: State University of New York
- Tatina, R. (1989). South Dakota high school biology teachers and the teaching of evolution and creationism, *American Biology Teacher*, 51:275–280
- Tidon, R. and Lewontin, R.C. (2004). Teaching evolutionary biology, *Genetics and Molecular Biology*, 27:124–131
- Toulmin, S. (1972). *Human understanding: The collective use and evolution of concepts*, Oxford, UK: Clarendon Press
- van Dijk, E. M. and Kattmann, U. (2007). A Research Model for the Study of Science Teachers' PCK and Improving Teacher Education, *Teaching and Teacher Education*, 23:885–897
- van Dijk, E. M. (2009). Teachers' Views on Understanding Evolutionary Theory: A PCK-Study in the Framework of the ERTE-Model, *Teaching and Teacher Education*, 25:259–267
- van Dijk, E. M. and Reydon, T.A.C. (2009). A Conceptual Analysis of Evolutionary Theory for Teacher Education, *Science & Education*, On-line publish: 16 May 2009
- van Driel, J. H., Verloop, N. and De Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge, *Journal of Research in Science Teaching*, 35:673–695
- van Driel, J. H., Veal, W. R. and Janssen, F. J. J. M. (2001). Pedagogical content knowledge: An integrative component within the knowledge base for teaching (an essay review), *Teaching and Teacher Education*, 17:979–986
- van Driel, J. H., De Jong, O. and Verloop, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge, *Science Education*, 86:572–590
- Weld, J. and McNew, J.C. (1999). Attitudes toward evolution, *Science Teacher*, 66:27–31
- Wood, P.K. and Kardash, C. (2002). Critical elements in the design of critical thinking studies, Στο: B.K. Hofer & P.R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*, Mahwah, NJ: Erlbaum
- Zimmerman, M. (1987). The evolution–creation controversy: Opinions of Ohio high school biology teachers, *Ohio Journal of Science*, 87:115–125
- Zuzovsky, R. (1994). Conceptualizing a teaching experience on the development of the idea of evolution: An epistemological approach to the education of science teachers, *Journal of Research in Science Teaching*, 31:557–574

Παράρτημα: προτάσεις για ανάγνωση

Παρακάτω παρατίθενται ορισμένες εκδόσεις που διατίθενται δωρεάν και προσφέρουν υλικό για θέματα που άπτονται της Διδασκαλίας της Θ.Ε.:

- 15 Evolutionary Gems (2009): 16σέλιδη έκδοση από την επιστημονική επιθεώρηση Nature, η οποία περιλαμβάνει 15 παραδείγματα που ενισχύουν την επιχειρηματολογία για το μηχανισμό της φυσικής επιλογής
URL: <http://www.nature.com/evolutiongems>
- Science, Evolution, and Creationism (2008): από την NAS (National Academy of Science) ένα βιβλίο 70 σελίδων όπου ομάδα επιστημόνων διαπραγματεύεται θέματα όπως η μέθοδος στην επιστήμη, τα στοιχεία που συνάδουν υπέρ της βιολογικής εξέλιξης, οι σύγχρονες προβολές της εξελικτικής θεωρίας ενώ συζητιέται και το θέμα σχετικά με το Δημιουργισμό και τον ευφυή σχεδιασμό
URL: http://books.nap.edu/catalog.php?record_id=11876 (μετά τη δωρεάν εγγραφή μπορείτε να «κατεβάσετε» το βιβλίο σε μορφή αρχείου .pdf)
- Big Picture on Evolution (2007): 16σέλιδη έκδοση από το Wellcome Trust Institute, όπου παρουσιάζεται η Θ.Ε., οι αποδείξεις που την υποστηρίζουν, τα ερωτήματα που εξακολουθούν να υπάρχουν καθώς και η θέματα που αφορούν την αποδοχή της από το ευρύ κοινό. Ενδιαφέροντα είναι και τα σκίτσα που περιέχονται
URL: <http://www.wellcome.ac.uk/Education-resources/Teaching-and-education/Big-Picture/All-issues/Evolution/index.htm>
(μπορείτε να «κατεβάσετε» το βιβλίο σε μορφή αρχείου .pdf)
- Evolution in Hawaii: A Supplement to Teaching About Evolution and the Nature of Science (2004): από την NAS (National Academy of Science) ένα βιβλίο 50 σελίδων που εξετάζει την εξέλιξη και τη φύση της επιστήμης μελετώντας ένα συγκεκριμένο μέρος του κόσμου, τα νησιά της Χαβάη
URL: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=10865 (μετά τη δωρεάν εγγραφή μπορείτε να «κατεβάσετε» το βιβλίο σε μορφή αρχείου .pdf)
- Evolutionary Science and Society: Educating a New Generation (2004): από το American Institute of Biological Sciences ένα πολύ ενδιαφέρον βιβλίο 200 σελίδων όπου περιέχονται τα πρακτικά ενός διήμερου συμποσίου, 17 ομιλίες από επιστήμονες και 5 στρογγυλά τραπέζια με εκπαιδευτικούς που διδάσκουν την εξέλιξη
URL: <http://bscs.org/curriculumdevelopment/highschool/evolution/pdf.html>
(μπορείτε να «κατεβάσετε» ένα-ένα τα κεφάλαια σε μορφή αρχείου .pdf)
- Teaching about Evolution and The Nature of Science (1998): από την NAS (National Academy of Science) ένα βιβλίο 140 σελίδων με ποικιλία θεμάτων, όπως «Γιατί πρέπει να διδάσκουμε την εξέλιξη;», «Κύρια θέματα σχετικά με την εξέλιξη», «Εξέλιξη και Φύση της Επιστήμης», «Δραστηριότητες για τη διδασκαλία της Εξέλιξης και της Φύσης της Επιστήμης», κ.α.
URL: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=5787
(μετά τη δωρεάν εγγραφή μπορείτε να «κατεβάσετε» το βιβλίο σε μορφή αρχείου .pdf)