

Οι λαμαρκιανές ερμηνείες μαθητών της Γ΄ Γυμνασίου εμπόδιο στη κατανόηση της φυσικής επιλογής.

Σκέψεις και επισημάνσεις.

Λουκία Πρίνου, Λία Χαλκιά, Κώστας Σκορδούλης
Εργαστήριο Διδακτικής και Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών
και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας
Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Αθήνας

lpriu@primedu.uoa.gr kxalkia@primedu.uoa.gr kskordul@primedu.uoa.gr

Αθήνα, Ελλάδα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σύμφωνα με τους Reiss κ.α. (1999) η εξέλιξη των ειδών μέσω της φυσικής επιλογής είναι «μία από τις έξι ερμηνευτικές ιστορίες που πρέπει να αφηγούμαστε στους μαθητές». Όμως, οι μαθητές προκειμένου να παρακολουθήσουν την «ιστορία» της φυσικής επιλογής, πρέπει να υπερβούν ένα σημαντικό εννοιολογικό εμπόδιο: την υιοθέτηση του «λαμαρκιανού» μοντέλου (Jimenez-Alexandre 1992, 1996 κ.ά.). Το μοντέλο αυτό ερμηνεύει τη βιολογική αλλαγή ως αποτέλεσμα των επιδράσεων του περιβάλλοντος, οι οποίες προκαλούν αλλαγές σε διάφορα γνωρίσματα των ατόμων, που εν συνεχεία κληρονομούνται στους απογόνους τους. Στην εργασία αυτή, επιχειρήσαμε να διαπιστώσουμε : α) κατά πόσον το ελληνικό σχολείο (προγράμματα – εγχειρίδια), λαμβάνει υπόψη του σοβαρά προβλήματα που έχει επισημάνει η εκπαιδευτική έρευνα , στη διδασκαλία της θεωρίας της φυσικής επιλογής β) τις αντιλήψεις μαθητών της Γ΄ Γυμνασίου του ελληνικού σχολείου για τη προέλευση και επικράτηση νέων γνωρισμάτων των πληθυσμών μέσα στο χρόνο γ) αν γίνεται και πόσο δύσκολο είναι να «αποδομήσουμε» το κυρίαρχο εναλλακτικό μοντέλο, που είναι το λαμαρκιανό, και να εισάγουμε την έννοια της φυσικής επιλογής, βασιζόμενοι στη θεωρία της εννοιολογικής αλλαγής.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, Βιολογία, λαμαρκιανές αντιλήψεις, φυσική επιλογή

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην εφημερίδα TA NEA (17/18–1-04) εμφανίστηκε ένα δημοσίευμα με τίτλο: «Οι μεταλλαγμένοι της παγωνιάς», στο οποίο περιέχεται η φράση: «Η έρευνα αποδεικνύει ότι ο ανθρώπινος πληθυσμός συνεχίζει να μεταλλάσσεται εξαρτώμενος από τις συνθήκες που επικρατούν στη φύση γύρω του...». Το δημοσίευμα αυτό ήταν μετάφραση από τα αγγλικά στα ελληνικά του άρθρου: «Ice age ancestry may keep body warmer and healthier» του Nicholas Wade, από την εφημερίδα The New York Times (9-1-04). Διαβάζοντας το πρωτότυπο κείμενο παρατηρεί κανείς, ότι η πρόταση στο κείμενο που μεταφράστηκε ήταν η ακόλουθη: “The finding also breaks ground in showing that the human population has continued to adapt to forces of natural selection”. Όμως, η φράση «to adapt to forces of natural selection», (να προσαρμόζεται σε δυνάμεις της φυσικής επιλογής), μεταφράστηκε στα ελληνικά «να μεταλλάσσεται εξαρτώμενος από τις συνθήκες που επικρατούν στη φύση γύρω του». Ο συντάκτης του ελληνικού κειμένου για κάποιους λόγους αγνόησε τη φυσική επιλογή και προτίμησε μια άλλη εκδοχή για τη διαδικασία της αλλαγής. Το παραπάνω γεγονός μας βοηθάει να διαπιστώσουμε: α) τις ισχυρές εναλλακτικές απόψεις για τη φυσική

επιλογή που εξακολουθούν να παραμένουν, ακόμη και σε ανθρώπους-επαγγελματίες στο είδος τους, που διαπραγματεύονται επιστημονικά θέματα, και β) την μικρή επίδραση που φαίνεται να είχε η τυπική εκπαίδευση σε θέματα Βιολογίας και ειδικότερα στην έννοια της φυσικής επιλογής, στον παραπάνω επαγγελματία και σε πολλούς άλλους ανθρώπους.

Έτσι, δημιουργούνται μερικά εύλογα ερωτήματα για τη διδασκαλία της Βιολογίας στην τυπική εκπαίδευση, τα οποία θα πρέπει να διερευνηθούν. Τα ερωτήματα αυτά είναι του είδους « Διδάσκεται η θεωρία της φυσικής επιλογής στο ελληνικό σχολείο;», ή «Ποια είναι τα εννοιολογικά εμπόδια που συναντούν οι μαθητές στην προσπάθειά τους να κατακτήσουν τις απαιτούμενες έννοιες για την κατανόηση της φυσικής επιλογής;», κλπ.

Σύμφωνα με τους Reiss, Millar και Osborne (1999) η εξέλιξη των ειδών μέσω της φυσικής επιλογής είναι «μία από τις έξι ερμηνευτικές ιστορίες που πρέπει να αφηγούμαστε στους μαθητές», όπως αναφέρουν στο άρθρο τους «Beyond 2000: science / biology education for the future».

Η μελέτη της βιβλιογραφίας μας αποκαλύπτει όμως, ότι μαθητές Γυμνασίου, Λυκείου και σπουδαστές και όχι μόνο από ότι φαίνεται, ακόμη και μετά από εκπαίδευση στη βιολογία, έχουν δυσκολίες στην κατανόηση του νοήματος της φυσικής επιλογής. Π.χ. σε ένα γραπτό τεστ που ερευνούσε το επίπεδο της κατανόησης της έννοιας της φυσικής επιλογής, ένα πολύ μικρό μόνο ποσοστό (18%) μιας ομάδας σπουδαστών, ήταν ικανό να εφαρμόσει αυτή την έννοια σε συνηθισμένα περιβαλλοντικά προβλήματα (Brumby, 1979). Στην ίδια έρευνα η πλειοψηφία των σπουδαστών, ενώ είχαν ήδη διδαχθεί Βιολογία, πίστευε ότι οι οργανισμοί «μπορούν βαθμιαία να προσαρμόζονται σε μια αλλαγή στο περιβάλλον» εάν αυτοί «το χρειάζονται» και ως εκ τούτου εξελίσσονται.

Ένα από τα πιο σοβαρά εμπόδια στην διδασκαλία της φυσικής επιλογής είναι οι λεγόμενες λαμαρκιανές απόψεις οι πιο «διαδεδομένες» στη συλλογιστική των μαθητών (Jensen and Finley, 1995). «Αυτές οι απόψεις απέχουν πολύ από το να είναι απλά γνωστικά λάθη, τα οποία μπορούν εύκολα να διορθωθούν» (Brumby 1984). Οι λαμαρκιανές πεποιθήσεις δρουν ως φραγμός που μπλοκάρει την ουσιαστική μάθηση της δαρβινικής θεωρίας της φυσικής επιλογής (Brumby 1979, Deadman & Kelly 1978).

Στην εργασία αυτή, επιχειρήσαμε να διαπιστώσουμε :

α) κατά πόσον το ελληνικό σχολείο (αναλυτικά προγράμματα Βιολογίας – εγχειρίδια Βιολογίας), λαμβάνει υπόψη του σοβαρά προβλήματα που έχει επισημάνει η εκπαιδευτική έρευνα, στη διδασκαλία της φυσικής επιλογής.

β) τις αντιλήψεις μαθητών της Γ΄ Γυμνασίου του ελληνικού σχολείου για τη προέλευση και επικράτηση νέων γνωρισμάτων των πληθυσμών μέσα στο χρόνο.

γ) τις δυσκολίες «αποδόμησης» του κυρίαρχου εναλλακτικού μοντέλου, που είναι το λαμαρκιανό, ώστε οι μαθητές να οικοδομήσουν το μοντέλο της φυσικής επιλογής.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Οι λαμαρκιανές θεωρίες

Στο παρελθόν, κατά καιρούς, η θεωρία της φυσικής επιλογής του Δαρβίνου για την ερμηνεία της εξελικτικής αλλαγής, είχε να ανταγωνιστεί διάφορες άλλες θεωρίες, μεταξύ των οποίων δημοφιλέστερες ήταν οι λαμαρκιανές θεωρίες (Mayr, 2002). Σύμφωνα με αυτές, οι οργανισμοί μετασχηματίζονται αργά κατά την εξέλιξη, μέσω της κληρονομικότητας των επίκτητων χαρακτηριστικών. Αυτά τα νέα χαρακτηριστικά πιστευόταν ότι οφείλονταν στη χρήση ή αχρησία ή πιο άμεσα

επάγονταν από δυνάμεις του περιβάλλοντος. Σύμφωνα πάντα με τον Mayr (2002) μέχρι τη δεκαετία του 1930, οι λαμαρκιστές ήταν μάλλον περισσότεροι από τους δαρβινιστές. Οι λαμαρκιανές θεωρίες έχασαν την εύνοια που τους αποδιδόταν, όταν οι γενετιστές έδειξαν ότι δεν γινόταν κληρονομήση των επίκτητων χαρακτηριστικών επειδή τα πρόσφατα αποκτηθέντα χαρακτηριστικά του φαινοτύπου δε μεταβιβάζονται στην επόμενη γενιά. «Το τελικό κτύπημα» (Mayr 2001, 2002) στη θεωρία της κληρονομικότητας των επίκτητων χαρακτηριστικών δόθηκε τον 20^ο αιώνα από το εύρημα των μοριακών βιολόγων, ότι οι πληροφορίες που περιέχονται στις πρωτεΐνες - στο φαινότυπο - δε μπορούν να μεταβιβαστούν στα νουκλεϊκά οξέα - στο γονότυπο. Το αποκαλούμενο «κεντρικό δόγμα της μοριακής βιολογίας», αποστέρησε από το λαμαρκισμό και τα τελευταία ίχνη αξιοπιστίας.

Οι λαμαρκιανές αντιλήψεις στο σχολείο

Στη σχολική επιστήμη, λαμαρκιανές θεωρούνται οι αντιλήψεις των μαθητών που φαίνεται να αποδίδουν τη βιολογική αλλαγή σε επιδράσεις του περιβάλλοντος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τις αλλαγές σε διάφορα γνωρίσματα των ατόμων του πληθυσμού, τα οποία εν συνεχεία κληρονομούνται στους απογόνους τους. Όμως, ανεξάρτητα από τις αντιλήψεις των μαθητών που αντανακλούν τη σκέψη του Λαμάρκ (στον οποίο οφείλουμε τη πρώτη σκιαγράφηση μιας εξελικτικής θεωρίας), σήμερα, λαμαρκιανές θεωρούνται και οι αντιλήψεις των μαθητών που αναφέρονται σε «αλλαγές στο DNA, οφειλόμενες σε περιβαλλοντικούς παράγοντες», καθώς επίσης και αντιλήψεις που ενσωματώνουν τελεολογικές ιδέες (Jimenez-Aleixandre, 1996).

Αυτός ο «ενστικτώδης λαμαρκισμός» που χρησιμοποιούν οι μαθητές στα προβλήματα βιολογίας παρομοιάζεται με τις ενστικτώδεις Αριστοτελικές ερμηνείες στα προβλήματα μηχανικής (Brumby 1984).

Οι Bishop & Anderson (1990) κατέγραψαν «απλοϊκές ερμηνείες των μαθητών» - όπως περιγράφουν τις λαμαρκιανές - για το μηχανισμό με τον οποίο πιστεύουν ότι το περιβάλλον ασκεί την επιρροή του στους οργανισμούς. Αυτές οι ερμηνείες αναφέρονται :

α) Στην έννοια της «ανάγκης». Οι οργανισμοί αναπτύσσουν νέα γνωρίσματα, διότι *τα χρειάζονται* για να επιβιώσουν.

β) Στην έννοια της χρήσης και αχρησίας. Ένα είδος αλλάζει διότι τα μέλη του *χρησιμοποιούν ή αποτυγχάνουν να χρησιμοποιήσουν* σωματικά όργανα ή ικανότητες.

γ) Στην έννοια της «προσαρμογής». Πολλοί μαθητές χρησιμοποιούν τη λέξη «προσαρμόζομαι» στο καθημερινό της πλαίσιο (άτομα *αλλάζουν σε ανταπόκριση στο περιβάλλον*) για να ερμηνεύουν την εξελικτική αλλαγή.

Η θεωρία της εννοιολογικής αλλαγής

Η έρευνα που παρουσιάζεται σε αυτή την εργασία βασίζεται στη θεωρία της εννοιολογικής αλλαγής (Posner et al. 1982 όπως παρουσιάζεται στα άρθρα των Hewson 1982, και Jensen and Finley, 1995). Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή το βασικό περίγραμμα των συνθηκών που απαιτούνται για την εννοιολογική αλλαγή περιγράφεται ως εξής: Η πρώτη συνθήκη εκπληρώνεται όταν οι μαθητές «δυσχεραστούνται» με τις γνώσεις που έχουν για ένα θέμα. Οι μαθητές θα πρέπει να νιώσουν ένα είδος γνωστικής «αστάθειας», για το ότι δεν μπορούν να εξηγήσουν αυτό το θέμα (συμβάν) με τις γνώσεις που έχουν. Η δεύτερη συνθήκη απαιτεί οι μαθητές να αποκτήσουν μια ουσιαστική αντίληψη των «νέων» γνώσεων που παρουσιάστηκαν ή εκτέθηκαν. Η τρίτη συνθήκη εκπληρώνεται όταν οι μαθητές είναι σε θέση να κρίνουν τις νέες γνώσεις ως πειστικές. Εάν οι νέες γνώσεις δεν «κατορθώνουν» σε κάποιο βαθμό να ταιριάζουν με την υπάρχουσα αντίληψη των μαθητών, είναι πιθανόν να απορριφθούν. Η τέταρτη και τελική συνθήκη είναι ότι οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση να χρησιμοποιούν τη νέα γνώση με γόνιμους

τρόπους. Αφού οι τέσσερις συνθήκες έχουν εκπληρωθεί, ένας μαθητής έχει μάθει ότι η νέα αντίληψη έχει περισσότερη χρησιμότητα από την παλιά και αξίζει να υποστηριχθεί.

Στη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής (Posner et al. 1982, Nerssesian 1989 όπως παρουσιάζεται σε άρθρο της Jimenez-Aleixandre, 1992) τα γνωστικά σχήματα αλλάζουν με δύο δυνατούς τρόπους : με τη σύλληψη που σημαίνει την ενσωμάτωση παλιών και νέων ιδεών όταν δεν υπάρχει ανάμεσά τους αντίφαση ή ανακολουθία . Η με αντικατάσταση της παλιάς από την νέα ιδέα , όταν δεν είναι συμβατές.

Σύμφωνα ακόμη με τον Thagard (2003) η εκπαίδευση στις επιστήμες είναι εν μέρει μια γνωστική διαδικασία που περιλαμβάνει την εννοιολογική αλλαγή, αλλά αναγνωρίζεται επίσης ως κοινωνική, πλαισιακή και συναισθηματική διαδικασία. Η εννοιολογική αλλαγή είναι ένα είδος διανοητικής αλλαγής, αλλά μπορεί να προκύψει εξαιτίας κοινωνικών αλληλεπιδράσεων που έχουν οι μαθητές με τους καθηγητές, και μεταξύ τους, καθώς επίσης και με τον κόσμο που τους περιβάλλει. Κίνητρο και συναίσθημα μπορούν να επηρεάσουν την εννοιολογική αλλαγή, όταν οι μαθητές αποκτήσουν τη πρόθεση και ενθουσιασμό να υιοθετήσουν νέες έννοιες και υποθέσεις, παρά να παραμείνουν αμετακίνητοι στο προηγούμενο πλαίσιο σκέψης τους.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η έρευνα έχει δύο διαστάσεις :

α) Διερεύνηση του περιεχομένου (δομή και τρόπος ανάλυσης των σχετικών εννοιών) των ισχυρότων Αναλυτικών Προγραμμάτων και των Σχολικών Εγχειριδίων Βιολογίας, σχετικά με τον τρόπο αντιμετώπισης των λαμαρκιανών αντιλήψεων των μαθητών.

β) Διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών για τη φυσική επιλογή και παρέμβαση προκειμένου να επιτευχθεί η εννοιολογική αλλαγή.

1^η φάση: Η διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών.

Ως εργαλείο έρευνας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο αποτελούμενο από τρεις ανοιχτές ερωτήσεις: τρία σενάρια-παραδείγματα «περιστατικά βιολογικής αλλαγής», που αναφέρονται στην προέλευση και επικράτηση νέων γνωρισμάτων σε πληθυσμούς. Τα σενάρια αυτά αξιοποιήθηκαν στις παρεμβάσεις που ακολούθησαν ως βάση συζήτησης.

2^η φάση: Οι παρεμβάσεις

Ακολούθησαν σύντομες διερευνητικές διδακτικές παρεμβάσεις (μίας ή δύο διδακτικών ωρών) σύμφωνα με τη θεωρία της εννοιολογικής αλλαγής

Πρωταρχικός στόχος των παρεμβάσεων ήταν οι μαθητές να αναγνωρίσουν:- ότι δεν υπάρχει μία και μόνη διαδικασία με την οποία χαρακτηριστικά ενός είδους βαθμιαία αλλάζουν, όπως πίστευαν έως τότε, και

- ότι υπάρχουν δύο ξεχωριστές διαδικασίες που επηρεάζουν την προέλευση και επικράτηση νέων γνωρισμάτων των πληθυσμών μέσα στο χρόνο. Δηλαδή ότι:

α) Νέα γνωρίσματα έχουν προκύψει από τυχαίες γενετικές αλλαγές π.χ. τυχαίες μεταλλάξεις (υπεύθυνες για τη ποικιλιότητα στα άτομα του πληθυσμού). Κατά την παρέμβαση, δόθηκε σημασία στη διευκρίνηση της κρίσιμης διαφοράς ανάμεσα σε προκαλούμενες και αυθόρμητες (τυχαίες) μεταλλάξεις. Το περιβάλλον δεν «υπαγορεύει» στο DNA, αυτές τις μεταλλάξεις που οδηγούν σε γνωρίσματα που «χρειάζονται» οι οργανισμοί. Μόνο γνωρίσματα που καθορίζονται από αλληλόμορφα γονίδια στο γενετικό υλικό των γεννητικών κυττάρων των γονέων κληρονομούνται.

β) Στη συνέχεια αυτά τα νέα γνωρίσματα διατηρούνται ή εξαφανίζονται εξ αιτίας της (μη τυχαίας) φυσικής «επιλογής». Άτομα με ένα ορισμένο γνώρισμα (πλεονεκτικό στο συγκεκριμένο περιβάλλον) δίνουν περισσότερους απογόνους στις επόμενες γενιές. Οι πληθυσμοί αλλάζουν μέσω αύξησης ή μείωσης της αναλογίας των ατόμων με ένα ή διάφορα γνωρίσματα

Μετά τις παρεμβάσεις ακολουθούσε συζήτηση- σε συγκεκριμένα παραδείγματα .

3^η φάση: Η αξιολόγηση

Τρεις εβδομάδες μετά την ενδεικτική παρέμβαση, δόθηκαν στους μαθητές ερωτηματολόγια, που τους καλούσαν να ερμηνεύσουν τρία ανάλογα με (διαφορετικά από) τα αρχικά «περιστατικά βιολογικής αλλαγής».

Στην έρευνα συμμετείχαν τρία τμήματα δημόσιου σχολείου της Γ΄ Γυμνασίου με συνολικά 70 μαθητές. Η έρευνα έγινε από το Δεκέμβριο 2003 έως τον Ιανουάριο 2004, και υλοποιήθηκε στις σχολικές αίθουσες των μαθητών, σε ώρες που παραχωρήθηκαν από καθηγητές του σχολείου.

Η αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών έγινε με τα εξής κριτήρια: Η απάντηση θεωρήθηκε ότι είναι: 1) συμβατή με την επιστημονική άποψη, αν (με δική τους διατύπωση) αναδεικνύονταν οι θέσεις που περιγράφονται στα παραπάνω σημεία α και β, 2) ημιτελής, αν είχε αναφορές μόνον στο α ή στο β, και 3) συμβατή με τη λαμαρκιανή ερμηνεία, αν είχε τα χαρακτηριστικά που περιγράφονται στο θεωρητικό μέρος που προηγήθηκε.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

α) Τα Αναλυτικά Προγράμματα και τα σχολικά εγχειρίδια Βιολογίας

- *Βιολογίας της Γ΄ Γυμνασίου*: Στο ισχύον Αναλυτικό Πρόγραμμα Βιολογίας της Γ΄ Γυμνασίου, ως βασικός σκοπός του μαθήματος, προβάλλεται ο εξής: *Οι μαθητές να ενημερωθούν για την εξέλιξη των οργανισμών*. Όμως, η εξέλιξη των οργανισμών εξετάζεται σε μία μόνον ενότητα στο τέλος του σχολικού βιβλίου Βιολογίας της Γ΄ Γυμνασίου (Α΄ έκδοση 1999). Η ενότητα αυτή ως τελευταία, πολλές φορές δε διδάσκεται. Επίσης, στο βιβλίο της Βιολογίας της Γ΄ Γυμνασίου οι λαμαρκιανές ερμηνείες δεν αναφέρονται : ούτε ως ιστορικές θεωρίες (ή ως θεωρία του Λαμάρκ), ούτε ως αντιλήψεις που χρησιμοποιούνται σήμερα. Δεν περιέχονται επίσης σχετικά παραδείγματα ή δραστηριότητες.

- *Βιολογία Γενικής Παιδείας Γ΄ Λυκείου*: Το Αναλυτικό Πρόγραμμα και το σχολικό εγχειρίδιο Γενικής Παιδείας της Γ΄ Λυκείου (Α΄ έκδοση 2002) περιέχει ενότητα για την εξέλιξη. Η ενότητα αυτή αναφέρεται στη θεωρία του Λαμάρκ και συγκρίνεται με του Δαρβίνου. Περιέχονται επίσης κάποιες σχετικές δραστηριότητες με τις λαμαρκιανές απόψεις. Η ενότητα όμως αυτή αφαιρείται από την ύλη και δε διδάσκεται τα τελευταία χρόνια.

- *Φυσικές Επιστήμες Δημοτικού – Βιολογία Α΄ Γυμνασίου*: Οι αναφορές στη Προσαρμογή - προσαρμογές (Δημοτικό, Α΄ Γυμνασίου), «διευκολύνουν» την ανάπτυξη από τους μαθητές εναλλακτικών ερμηνευτικών αντιλήψεων για την έννοια της Προσαρμογής. Π.χ. στο βιβλίο που διδάσκεται στην Ε΄ Δημοτικού (Α΄ έκδοση 2001) αναφέρεται: «Πολλά ζώα έχουν την ικανότητα να προσαρμόζονται στις αλλαγές του περιβάλλοντος και να επιβιώνουν στις νέες συνθήκες ...Ορισμένες φορές ωστόσο, όταν οι αλλαγές είναι ιδιαίτερα έντονες μερικά ζώα δεν μπορούν να προσαρμοστούν. Έτσι κάποια είδη ζώων εξαφανίζονται».

Η επιστημονική σημασία του όρου «προσαρμογή» όπως χρησιμοποιείται στην εξέλιξη, σαφώς διαφοροποιείται από τη σημασία που έχει η ίδια λέξη στην καθημερινή ζωή. Όμως, η μικρή ηλικία των μαθητών δε βοηθάει στη συνειδητοποίηση του διαχωρισμού των δύο σημασιών. Στην επιστήμη της βιολογίας,

χρησιμοποιώντας τη λέξη «προσαρμογή» και «προσαρμόζομαι», αναφερόμαστε σε ένα πληθυσμιακό φαινόμενο, όπου ο πληθυσμός αλλάζει ως σύνολο δια μέσου πολλών γενεών, μέσω της δράσης της φυσικής επιλογής. Για αυτό το λόγο απαιτείται μεγάλη προσοχή κατά την διαχείριση της παραπάνω έννοιας στη σχολική τάξη.

β) Αντιλήψεις των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις

1^η φάση: Η διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών (πριν τη διδακτική παρέμβαση)

Ερωτήσεις και απαντήσεις στο Α' Ερωτηματολόγιο

Ερώτημα 1^ο . Σε ένα δάσος, παιδιά ανακάλυψαν ότι οι περισσότερες κάμπιες που βρέθηκαν σε σκούρους κορμούς δέντρων ήταν σκουρόχρωμες. Βρέθηκαν και λίγες που ήταν ανοιχτόχρωμες. Μπορείς να το εξηγήσεις αυτό; Πώς νομίζεις ότι συνέβη αρχικά; Τι θα συμβεί όταν σε μερικά χρόνια, το χρώμα των κορμών αρχίζει να αλλάζει εξαιτίας π.χ. ανοιχτόχρωμων βρύων; Τι θα συμβεί στις σκουρόχρωμες κάμπιες; (*Από την εργασία των Clough & Wood-Robinson 1985*)

Η ανάλυση περιεχομένου των απαντήσεων των μαθητών έδειξε τα ακόλουθα:

- 1) Κανένας μαθητής δεν έδωσε την επιστημονικά αποδεκτή απάντηση, δηλαδή ότι η επικράτηση νέων γνωρισμάτων των πληθυσμών είναι αποτέλεσμα της φυσικής επιλογής.
- 2) Το 65% των μαθητών θεωρεί ότι οι οργανισμοί υφίστανται σωματικές αλλαγές ανταποκρινόμενοι στις αλλαγές του περιβάλλοντος - σε μια ανάγκη για αλλαγή (λαμαρκιανές ερμηνείες).
- 3) Το 10% των μαθητών θεωρεί ότι οι οργανισμοί ανταποκρίνονται σε ένα αλλαγμένο περιβάλλον, αναζητώντας πιο ευνοϊκά περιβάλλοντα.
- 4) Το 25% των μαθητών δίνει απαντήσεις ταυτολογικές /που δεν κωδικοποιούνται.

Ερώτημα 2^ο . Η πολική αλεπού ζει σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Έχει μια παχιά γούνα που είναι προφανώς πολύ χρήσιμη στην επιβίωσή της. Μπορείς να εξηγήσεις πώς νομίζεις ότι συνέβη αυτό αρχικά; (*Από την εργασία των Clough & Wood-Robinson 1985*).

Η ανάλυση περιεχομένου των απαντήσεων των μαθητών έδειξε τα ακόλουθα:

- 1) Κανένας μαθητής δεν έδωσε την επιστημονικά αποδεκτή απάντηση που θα ήταν ότι η προέλευση και επικράτηση νέων γνωρισμάτων των πληθυσμών είναι αποτέλεσμα της ποικιλοότητας(λόγω τυχαίων γενετικών αλλαγών) και της φυσικής επιλογής.
- 2) Το 68% των μαθητών θεωρεί ότι οι οργανισμοί υφίστανται σωματικές αλλαγές ανταποκρινόμενοι στις αλλαγές του περιβάλλοντος - σε μια ανάγκη για αλλαγή (λαμαρκιανές ερμηνείες).
- 3) Το 32 % των μαθητών δίνει απαντήσεις ταυτολογικές /που δεν κωδικοποιούνται. (π.χ. έργο της φύσης, έργο του Θεού κ.ά.) .

Ερώτημα 3ο . Επιστήμονες έχουν προειδοποιήσει τους γιατρούς για τους κινδύνους από την αυξημένη χρήση των αντιβιοτικών, που πολλές φορές γίνεται μάλιστα χωρίς πραγματικό λόγο. Μπορείς να εξηγήσεις για ποιο λόγο ανησυχούν οι επιστήμονες ;

(Από την εργασία της Brumby(1979) αλλά και, πρόβλημα που οι μαθητές διδάσκονται στην ίδια τάξη και συζητιέται στα ελληνικά Μ.Μ.Ε).

Οι απαντήσεις σε αυτή την ερώτηση δεν κατηγοριοποιούνται με το τρόπο που έγινε στις δύο άλλες ερωτήσεις. Η πλειοψηφία των μαθητών δε γνωρίζει ότι στόχος των αντιβιοτικών είναι τα μικρόβια. Η συνεχιζόμενη χρήση και κατάχρηση των αντιβιοτικών έχει ως αποτέλεσμα την «επιλογή» ποικιλιών που είναι ανθεκτικές (λόγω της γενετικής ποικιλότητας) σε αυτά, αφού πλεονεκτούν έναντι των μη ανθεκτικών. Χρησιμοποιούνται επίσης άσκοπα οι λέξεις ανοσία και αντισώματα

- 1) Το 42% των μαθητών θεωρεί ότι «οι άνθρωποι γίνονται ανθεκτικοί στα αντιβιοτικά/ ότι μειώνεται η ευαισθησία των ανθρώπων σε αυτά»
- 2) Το 14% των μαθητών θεωρεί ότι «η κατάχρηση των αντιβιοτικών οδηγεί σε μειωμένη αποτελεσματικότητα των φαρμάκων»
- 3) Το 14% των μαθητών θεωρεί ότι «δίνουμε στον οργανισμό αντισώματα/ δεν αναπτύσσεται η άμυνα»
- 4) Το 14% των μαθητών «προκύπτουν προβλήματα στην υγεία».
- 5) Το 9% των μαθητών αναφέρεται σε «μικρόβια ανθεκτικά στα φάρμακα».
- 6) Το 6% των μαθητών δίνει μη ταξινομήσιμες απαντήσεις .

3^η φάση: Η αξιολόγηση των μαθητών (τρεις εβδομάδες μετά τη διδακτική παρέμβαση)

Ερωτήσεις και απαντήσεις στο Β' Ερωτηματολόγιο (Αξιολόγηση)

Ερώτημα 1^ο Σε μια περιοχή της Αγγλίας πριν από τη βιομηχανική επανάσταση υπήρχαν πολλές ανοιχτόχρωμες πεταλούδες και ελάχιστες μαύρες. Μετά όμως τη βιομηχανική επανάσταση βαθμιαία άρχισαν να επικρατούν οι μαύρες πεταλούδες, έτσι ώστε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα να αποτελούν αυτές τη μοναδική παραλλαγή σε πολλές βιομηχανικές περιοχές της Αγγλίας. Πως ερμηνεύεις αυτή την αλλαγή;

Η ανάλυση περιεχομένου των απαντήσεων των μαθητών έδειξε τα ακόλουθα:

- 1) Το 29% των μαθητών φαίνεται να έχει αντιληφθεί ότι η επικράτηση των γνωρισμάτων των πληθυσμών είναι αποτέλεσμα της φυσικής επιλογής (σύμφωνα με δικές τους διατυπώσεις).
- 2) Το 22 % των μαθητών θεωρεί ότι οι οργανισμοί υφίστανται σωματικές αλλαγές ανταποκρινόμενοι στις αλλαγές του περιβάλλοντος - σε μια ανάγκη για αλλαγή (λαμαρκιανές ερμηνείες).
- 3) Το 22 % των μαθητών θεωρεί ότι «οι συνθήκες επηρέασαν την επικράτησή τους».
- 4) Το 8 % των μαθητών θεωρεί ότι «είχαν αυτό το γενετικό υλικό και έτσι μπόρεσαν και επικράτησαν».
- 5) Το 4% των μαθητών θεωρεί ότι «επικράτησαν γιατί μπορούσαν να αντιμετωπίσουν τους κινδύνους».
- 6) Το 11% των μαθητών δίνει απαντήσεις ταυτολογικές /που δεν κωδικοποιούνται.
- 7) Το 4% των μαθητών δηλώνει ότι «δεν ξέρει».

Ερώτημα 2^ο Οι καμηλοπαρδάλεις όπως ξέρεις είναι ζώα με μακρύ λαιμό που τρέφονται από φύλλα των δέντρων. Τι νομίζεις ; α) ότι οι καμηλοπαρδάλεις ήταν κάποτε κοντές , έτρωγαν τα χαμηλά φύλλα στα δέντρα που σιγά – σιγά λιγότευαν, τέντωναν το λαιμό τους για να φτάνουν τα ψηλότερα κλαδιά και σιγά –σιγά ο λαιμός μάκρυνε και αυτό το γνώρισμα κληρονομήθηκε; β) ή ότι υπάρχει διαφορετική εξήγηση για τη μορφή που έχουν οι καμηλοπαρδάλεις. Ποια είναι αυτή ;

Η ανάλυση περιεχομένου των απαντήσεων των μαθητών έδειξε τα ακόλουθα:

- 1) Το 31 % των μαθητών φαίνεται να έχει αντιληφθεί ότι η επικράτηση των γνωρισμάτων των πληθυσμών είναι αποτέλεσμα της φυσικής επιλογής (σύμφωνα με δικές τους αυθόρμητες διατυπώσεις).
- 2) Το 7 % των μαθητών θεωρεί ότι οι οργανισμοί υφίστανται σωματικές αλλαγές ανταποκρινόμενοι στις αλλαγές του περιβάλλοντος - σε μια ανάγκη για αλλαγή (λαμαρκιανές ερμηνείες).
- 3) Το 3 % των μαθητών θεωρεί ότι «οι συνθήκες επηρέασαν την επικράτησή τους».
- 4) Το 24 % των μαθητών θεωρεί ότι «είχαν αυτό το γενετικό υλικό και έτσι μπόρεσαν και επικράτησαν».
- 5) Το 9% των μαθητών θεωρεί ότι «γεννήθηκαν έτσι για να μπορέσουν να ζήσουν».
- 6) Το 21 % των μαθητών δίνει απαντήσεις ταυτολογικές /που δεν κωδικοποιούνται.
- 7) Το 5% των μαθητών δηλώνει ότι «δεν ξέρει».

Ερώτημα 3^ο Όταν πρώτο-κυκλοφόρησαν τα εντομοκτόνα ήταν πολύ αποτελεσματικά για την εξόντωση μυγών και κουνουπιών. Σήμερα σχεδόν 30 χρόνια μετά, μια μικρότερη αναλογία εντόμων πεθαίνει μετά το ψεκάσμο. Γιατί νομίζεις ότι μπορεί να συμβαίνει αυτό; (Από την εργασία της *Brumby, 1979*)

Οι μαθητές είχαν την ίδια δυσκολία να απαντήσουν (όπως και στο α' ερωτηματολόγιο) στη σχετική ερώτηση. Δεν μπόρεσαν να δουν ότι το πρόβλημα με τα εντομοκτόνα, βασιζόταν στη φυσική επιλογή εκείνων των εντόμων τα οποία ήταν ήδη ανθεκτικά στην δεδομένη αλλαγή του περιβάλλοντος, και ότι η χρονική κλίμακα των 30 χρόνων, η οποία αντιπροσώπευε πολλές γενιές εντόμων, είχε ως αποτέλεσμα μια αύξηση στη συχνότητα της ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα στον πληθυσμό. Στις απαντήσεις τους τα «έντομα γίνονται πιο απρόσβλητα» παρά «μάλλον περισσότερα έντομα γίνονται απρόσβλητα» γεγονός που παρατηρείται και σε μεγαλύτερους μαθητές (*Brumby 1984*).

Έτσι, η ανάλυση περιεχομένου των απαντήσεων των μαθητών έδειξε τα ακόλουθα:

- 1) Το 4% των μαθητών θεωρεί ότι «το περιβάλλον επέδρασε και οι οργανισμοί (των εντόμων) έγιναν πιο ανθεκτικοί».
- 2) Το 25% των μαθητών θεωρεί ότι «απέκτησαν αντισώματα /ανοσία».
- 3) Το 42 % των μαθητών θεωρεί ότι «εθίστηκαν με τα χρόνια / απέκτησαν ανθεκτικότητα / εξοικειώθηκαν».
- 4) Το 3% των μαθητών θεωρεί ότι «αλλάζουν τα γονίδια τους».
- 5) Το 12% των μαθητών δίνει απαντήσεις μη ταξινομήσιμες.
- 6) Το 14 % των μαθητών απαντά «Δεν ξέρω».

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ –ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Μερικές παρατηρήσεις για την έρευνα που παρουσιάζεται σε αυτή την εργασία:

α) Η έρευνα βασίστηκε και χρησιμοποιήσε τα συμπεράσματα της βιβλιογραφίας. (*Bishop & Anderson 1990, Brumby 1979, Clough & Wood-Robinson 1985, Deadman & Kelly 1978 κλπ.*). Η διαφορά της από άλλες προηγούμενες έρευνες είναι ότι επιχειρεί να αντιμετωπίσει τις λαμαρκιανές απόψεις και να εισάγει την έννοια της φυσικής επιλογής, και μέσα από άλλες θεματικές ενότητες της Βιολογίας π.χ. όταν οι μαθητές διδάσκονται «Γενετική», δηλαδή πριν τη συνολική διαπραγμάτευση όλων των εννοιών που επιχειρείται στην ενότητα της «Εξέλιξης». Με αυτόν τον τρόπο, θεωρείται ότι οι μαθητές, έχοντας κατακτήσει τις προαπαιτούμενες έννοιες, θα

μπορούν να αντιμετωπίσουν με αποτελεσματικότητα τη θεωρία της φυσικής επιλογής.

β) Η διάρκεια των παρεμβάσεων ήταν μικρή, όπως και το διάστημα μετά το οποίο επανήλθαμε για το β' ερωτηματολόγιο (αξιολόγησης). Το διάστημα των τριών εβδομάδων θεωρείται ότι είναι μικρό, προκειμένου να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την εννοιολογική αλλαγή σε αυτό το θέμα, γι αυτό και πρόκειται να επανέλθουμε προς το τέλος αυτής της σχολικής χρονιάς για μια επαναξιολόγηση των μαθητών στις ίδιες τάξεις. Ένα μειονέκτημα που διαπιστώνεται επίσης, είναι οι μαθητές δεν χρησιμοποίησαν υλικό μελέτης και επεξεργασίας εκτός σχολείου.

Κωδικοποιώντας τα αποτελέσματα της έρευνας που παρουσιάστηκε παραπάνω, θα μπορούσαμε να καταλήξουμε στα εξής:

1. Δυστυχώς τα ισχύοντα Αναλυτικά Προγράμματα και εγχειρίδια Βιολογίας (πλην της Γ' Λυκείου) δεν φαίνεται να λαμβάνουν υπόψη τους τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών στο θέμα που ερευνήσαμε.

Επιπλέον, το γεγονός ότι η ενότητα της εξέλιξης στη πράξη δε διδάσκεται (οι ενότητες της εξέλιξης των Γ' Γυμνασίου και Γ' Λυκείου συνήθως παραλείπονται) έχει ως αποτέλεσμα οι μαθητές να μη διδάσκονται καθόλου την φυσική επιλογή. Η έννοια αυτή φαίνεται να υποβαθμίζεται και διακριτικά να παραμερίζεται, αν και θεωρείται «πυρηνική έννοια των προγραμμάτων βιολογίας των σχολείων της δευτεροβάθμιας» (Brumby 1984). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι μαθητές να μην μπορούν να διαπιστώσουν τις εναλλακτικές αντιλήψεις τους για τη θεωρία της εξέλιξης και αντίστοιχα να τις αποδομήσουν.

2. Οι απαντήσεις στις ερωτήσεις του Α' ερωτηματολογίου (65%-68%) δείχνουν μια σαφή επικράτηση των λαμαρκιανών απόψεων στους μαθητές της Γ' Γυμνασίου, και όπως ήταν αναμενόμενο, την πλήρη άγνοιά τους για τη φυσική επιλογή. Οι δε υπόλοιποι έκαναν αμήχανες προσπάθειες στις οποίες «επαναλάμβαναν» το ερώτημα, ή δήλωναν ότι δεν «γνώριζαν» κάποια απάντηση.

3. Οι σύντομες παρεμβάσεις είχαν καταρχήν ως αποτέλεσμα ένα ποσοστό των μαθητών (το 30% περίπου στις δύο ερωτήσεις) να μεταβάλλει τις απόψεις του και να χρησιμοποιεί την αντίληψη της φυσικής επιλογής. Αυτό δε συνέβη με τους υπόλοιπους μαθητές που μοιράζονται σε διάφορες κατηγορίες απαντήσεων, διατηρώντας είτε τις ίδιες εναλλακτικές ιδέες, είτε δίνοντας ημιτελείς (έχοντας αντιληφθεί ένα μέρος από τη νέα αντίληψη) ή αόριστες απαντήσεις.

4. Είναι αναγκαίο προαπαιτούμενες έννοιες (π.χ. μεταλλάξεις, ποικιλότητα) από διαφορετικές ενότητες (π.χ. γενετική), να γίνονται σε βάθος αντιληπτές από τους μαθητές, και με επίγνωση από τους διδάσκοντες της μελλοντικής αξιοποίησής τους (στην εξέλιξη). Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα περισσότεροι μαθητές αφού «δυσχεραστούνται» με τις αρχικές τους αντιλήψεις να βρίσκουν τις νέες ανταγωνιστικές προς αυτές αντιλήψεις, κατανοητές, πειστικές και γόνιμες για να τις χρησιμοποιήσουν, όπως συνέβη με ένα μικρό ποσοστό σε αυτή την έρευνα. Στη διαδικασία αυτή, που αφορά την αντικατάσταση του λαμαρκιανού μοντέλου, το γνωστικό σχήμα αλλάζει με απόρριψη και αντικατάσταση της παλιάς από την νέα αντίληψη, επειδή οι δύο αντιλήψεις δεν είναι συμβατές μεταξύ τους, και όχι με ενσωμάτωση της παλιάς με τη νέα αντίληψη (σύμφωνα με τη θεωρία των Posner et al. 1982, Neressian 1989 όπως παρουσιάζεται σε άρθρο της Jimenez-Aleixandre, 1992). Τέλος και αναφορικά με το κείμενο της εισαγωγής, μάλλον είναι σωστή η διαπίστωση του Angseesing (1978) που έχει κάνει κριτική στην ασαφή ορολογία των M.M.E. Ο Angseesing (1978) πιστεύει ότι πολλές από τις ανακριβείς φράσεις των M.M.E.

συμβάλλουν ώστε οι σπουδαστές να αναπτύξουν μια συγκεκριμένη λαμαρκιανή άποψη της εξέλιξης (π.χ. αλλαγή στη βάση της ανάγκης).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Angseesing, J.P.A (1978), Problem-solving exercises and evolution teaching, *Journal of Biological Education*, 12, 16-20.
- Bishop, B.A., & Anderson, C.W. (1990), Students conceptions of natural selection and its role in evolution, *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 415-427.
- Brumby, M. (1979), 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.
- Clough, E.E., & Wood-Robinson, C. (1985). How secondary students interpret instances of biological adaptation, *Journal of Biological Education*, 19, 125-130.
- Deadman, J.A. & Kelly, P.J. (1978), *Journal of Biological Education* 12 (1) 7-15.
- Hewson, P.W. (1982), A case study of conceptual change in special relativity: The influence of prior knowledge in learning, *European Journal of Science Education*, 4, 61-78.
- Jimenez-Aleixandre, M. P. (1992), Thinking about theories or thinking with theories: A classroom study with natural selection, *International Journal of Science Education*, 14, 51-61.
- Jimenez-Aleixandre, M.P. (1996), Darwinian and Lamarckian models used by students and their representations. In Fisher, K.M. & Kibby, M. (Eds.), *Knowledge acquisition, organization and use in biology* (pp 65–77). New York: Springer Verlag.
- Mayr, E. (2001), *Ο Δαρβίνος και η γένεση της σύγχρονης εξελικτικής σκέψης*, Σύναμμα, 182-183.
- Mayr, E. (2002), *Αυτή είναι η Βιολογία*, Κάτοπτρο, 204-205.
- Reiss J.M., Millar R., Osborne J. (1999), Beyond 2000: science / biology education for the future, *Journal of Biological Education* 33(2), 68-70.
- Thagard P. (2003), Conceptual change. In <http://cogsci.uwaterloo.ca/articles/conc.change.pdf>