ePublishing

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
EKT NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση

Τόμ. 7, Αρ. 1-2 (2014)

Ειδικό αφιέρωμα: «Νέοι επιστήμονες στο προσκήνιο - έρευνα σε εξέλιξη»

Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών Λυκείου για τα τροφικά πλέγματα

Ειρήνη Μπαγιάτη

Βιβλιογραφική αναφορά:

Μπαγιάτη Ε. (2014). Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών Λυκείου για τα τροφικά πλέγματα. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, *7*(1-2), 41–58. ανακτήθηκε από https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/thete/article/view/44509

Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών Λυκείου για τα τροφικά πλέγματα

Ειρήνη Μπαγιάτη
irinimpa@yahoo.gr

Σχολική Σύμβουλος Δημοτικής Εκπαίδευσης, 8η Περιφέρεια ΠΕΝ Ηρακλείου

Περίληψη: Η συγκεκριμένη έρευνα διερευνά τις γνώσεις και εναλλακτικές αντιλήψεις 234 μαθητών Α΄ Λυκείου σε σχέση με τα τροφικά πλέγματα. Συνοψίζοντας τις κυριότερες δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές στην προσπάθειά τους να προβλέψουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ πληθυσμών του ίδιου τροφικού πλέγματος συμπεραίνεται, ότι (i) αρκετοί μαθητές δεν αντιλαμβάνονται ότι δυο πληθυσμοί αλληλεπιδρούν ακόμη κι αν δε σχετίζονται άμεσα ως θηρευτής και λεία, (ii) δεν έχουν κατανοήσει το φαινόμενο της Θήρευσης (iii) οι μαθητές δυσκολεύονται να μεταφέρουν επιδράσεις αλλαγών από ανώτερα προς κατώτερα τροφικά επίπεδα, (iv) σημαντικό ποσοστό των μαθητών δυσκολεύεται να προβλέψει αλληλεπιδράσεις μεταξύ απομακρυσμένων πληθυσμών του ίδιου τροφικού πλέγματος όταν δεν ανήκουν στην ίδια τροφική αλυσίδα, (v) μεγάλο ποσοστό μαθητών εκλαμβάνει τις τροφικές αλυσίδες ενός πλέγματος ως ασύνδετες μεταξύ τους. Επιπλέον, οι μαθητές υιοθετούν ανθρωποκεντρικές πεποιθήσεις εκλαμβάνοντας τον άνθρωπο ως ρυθμιστή του πληθυσμού διάφορων ειδών στο οικοσύστημα ανάλογα με την αξία «χρήσης» τους. Ακόμη, φαίνεται, οι μαθητές να υποστηρίζουν τη λαμαρκιανή αντίληψη ότι η οργανισμοί μπορούν και προσαρμόζονται στο περιβάλλον τους.

Λέξεις κλειδιά: Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Διδακτική της Οικολογίας, οικολογικές γνώσεις, εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών

Εισαγωγή

Στη Συνδιάσκεψη των Ενωμένων Εθνών για το περιβάλλον στο Ρίο το 1992 (CNUED, 1993) διαπιστώθηκε ότι «*υπάρχει ακόμη μεγάλη έλλειψη συνειδητοποίησης για τη στενή σχέση ανάμεσα σε όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες και το περιβάλλον*». Σύμφωνα και με τον Odum (1977) «*αγνοούμε τα οικοσυστήματα των οποίων είμαστε εξαρτώμενο μέρος*» (Μπαγιάτη, 2002β). Κατά το σχεδιασμό ενός προγράμματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης μερικές οικολογικές έννοιες λαμβάνονται ως δεδομένες, αν και αυτές διαμορφώνουν τη βάση για την κατανόηση κρίσιμων περιβαλλοντικών θεμάτων, όπως βιοσυσσώρευση, εισαγωγή ξενικού είδους, κυνήγι αρπακτικών πουλιών, εξόντωση «επικινδύνου» είδους κ.λπ. (Hogan, 2000; Μπαγιάτη, 2002β, Μπαγιάτη, 2012α, Μπαγιάτη, 2012β, Μπαγιάτη & Φλογαΐτη, 2005β). Ωστόσο, παιδαγωγικές έρευνες διαπιστώνουν ότι ορισμένες φαινομενικά απλές έννοιες, μεταξύ αυτών και τα τροφικά πλέγματα (Griffiths & Grant, 1985, Leach et al. 1996, White, 2000; Eilam, 2002; Μπαγιάτη, 2002β, Μπαγιάτη & Φλογαΐτη, 2005β; Μπαγιάτη, 2012β κ.α.), δεν έχουν εκτιμηθεί σωστά από πολλούς μαθητές. Η διερεύνηση των ιδεών των παιδιών για τα τροφικά πλέγματα κρίνεται σημαντική, καθώς οι καθηγητές Βιολογίας αν και εκτιμούν ότι η έννοια του τροφικού πλέγματος είναι ένα πολύ σημαντικό θέμα κατά τη διδασκαλία της Βιολογίας, δε θεωρούν ότι είναι ιδιαίτερα δύσκολη για τους μαθητές (Finley et al., 1982).

Επίσης, τα τελευταία χρόνια πολλοί ερευνητές έχουν στρέψει την προσοχή τους στην καταγραφή των ιδεών και εναλλακτικών αντιλήψεων των παιδιών για διάφορες επιστημονικές έννοιες. Από τις έρευνες αυτές έγινε γνωστό ότι τα παιδιά πριν ακόμη φοιτήσουν στο σχολείο έχουν διαμορφώσει άποψη για τα φυσικά φαινόμενα και έχουν

δώσει τη δική τους ερμηνεία γι' αυτά. Οι ιδέες των παιδιών για τα φυσικά φαινόμενα έχουν μια παγκοσμιότητα και συγκροτούν ερμηνευτικά μοντέλα. Τα παιδιά διαμορφώνουν τις ιδέες τους μέσω των αλληλεπιδράσεων, την κοινωνική επαφή, τη γλώσσα και με αυτές προσπαθούν να ερμηνεύσουν πώς λειτουργεί ο κόσμος. Επιπλέον, αυτές τις ιδέες χρησιμοποιούν για να προβλέψουν και να ερμηνεύσουν ότι υποπίπτει στην αντίληψή τους. Οι ιδέες ή αντιλήψεις των μαθητών μπορούν να ομαδοποιηθούν, έχουν γενικότητα και διαχρονική ισχύ, παρόλο που μερικές απ' αυτές διαφοροποιούνται με την ανάπτυξη του μαθητή και την επίδραση της διδασκαλίας. Μερικές δε από αυτές είναι τόσο καλά εδραιωμένες που δεν αλλάζουν με τη διδασκαλία. Έτσι, είναι δυνατό οι μαθητές να εφαρμόζουν τις επιστημονικές ιδέες σε προβλήματα των εξετάσεων, αλλά αδυνατούν να τις εφαρμόσουν εκτός σχολείου για την ερμηνεία των φυσικών φαινομένων (Driver κ.α., 1998).

Υπάρχουν διάφοροι όροι για να περιγράψουν αυτές τις ιδέες και ο καθένας έχει μια ελαφρώς διαφορετική σημασία. Για παράδειγμα οι όροι «διανοητικές οντότητες», «διαισθητική ιδέα», «διαίσθηση» είναι δηλωτικοί της καταγωγής των ιδεών, ενώ άλλοι όπως «αντίληψη», «αρχή» ή «πρωταρχική άποψη» υπαινίσσονται τη γενικότητα της χρήσης των ιδεών αυτών. Σε ορισμένες περιπτώσεις η οργάνωση των ιδεών και η μεταξύ τους σχέση τονίζεται με τη χρήση όρων, όπως «γνωστική δομή», «πλαίσια» ή «μοντέλα των παιδιών». Σε άλλες περιπτώσεις ο όρος που χρησιμοποιείται προσδιορίζεται με τη λέξη «εναλλακτικός», για παράδειγμα «εναλλακτική αντίληψη», «εναλλακτικό πλαίσιο» και έτσι δίνεται έμφαση στη διαφορά μεταξύ των ιδεών των παιδιών και της αποδεκτής επιστημονικής θεωρίας (Driver, Guesne, & Tiberchien, 1993).

Υποστηρίζεται ωστόσο ότι οι ιδέες των μαθητών δεν είναι απλές παρανοήσεις που ίσως οφείλονται σε κακή πληροφόρηση των μαθητών ή λανθασμένες ιδέες που διαμορφώνονται από την απλή παρατήρηση του φυσικού κόσμου, αλλά διαθέτουν τα χαρακτηριστικά στοιχειωδών μοντέλων ή θεωριών και εξαρτώνται από προηγούμενες γνώσεις, από τις έννοιες και τη γλώσσα μέσω των οποίων συλλαμβάνεται η πραγματικότητα και καταγράφεται τις παρατηρήσεις, από την κοσμοθεώρηση που κατευθύνει τα ερωτήματα, από τις εξηγήσεις που προσφέρονται και επιτρέπουν να διατυπωθούν τι παρατηρήθηκε και ποια ήταν η εμπειρία (Bachelard, 1978; Κουζέλης, 2005).

Μια αρκετά διαφορετική άποψη διατυπώνεται από όσους θεωρούν τη μάθηση και τη γνωστική ανάπτυξη υπό το πρίσμα της κοινωνικό – πολιτιστικής θεωρίας του Vygotsky, ως μια διαδικασία εκπολιτισμού, δηλαδή ως ανάπτυξη μέσα σε μια κοινότητα με μία κοινή πρακτική, κοινά εργαλεία και κοινή γλώσσα. Τονίζουν ότι η γνώση είναι πάντα εξαρτώμενη από το πλαίσιο, ενσωματωμένη στην ανθρώπινη πρακτική, και υποστηρίζουν ότι η ονομαζόμενη εννοιολογική αλλαγή δεν απαιτεί μετριασμό των εννοιολογικών δομών, αλλά κυρίως μια αλλαγή στην ενσωμάτωση αυτών των δομών. Πράγματι, διαπιστώνεται ότι οι έννοιες που αποκτώνται από τις καθημερινές εμπειρίες σχετίζονται στενότερα με τα πραγματικά φαινόμενα, αλλά δεν είναι μέρος ενός συνεκτικού συστήματος. Αντιθέτως, οι επιστημονικές έννοιες που διδάσκονται στο σχολείο θεωρείται ότι διαμορφώνουν συνεκτικά συστήματα, τα οποία όμως δε σχετίζονται ικανοποιητικά με τα φαινόμενα της καθημερινής εμπειρίας (Schotz et al., 1999). Με άλλα λόγια δεν είναι η γνώση καθαυτή που θα έπρεπε να αλλάξει, αλλά κυρίως η κατάσταση αυτής της γνώσης. Τα άτομα θα πρέπει να μάθουν να ξεχωρίζουν ανάμεσα σε διαφορετικά πλαίσια και να μάθουν ποιες έννοιες είναι χρήσιμες σε ποια κατάσταση (Caravita & Hallden, 1994).

Αντικείμενο της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών της Α΄ Λυκείου για τα τροφικά πλέγματα, αλλά και της ικανότητας τους να προβλέπουν αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε πληθυσμούς του ίδιου τροφικού πλέγματος. Θα χρησιμοποιηθεί ο όρος «εναλλακτική αντίληψη», καθώς διερευνάται η διαφορά μεταξύ των ιδεών των παιδιών και της αποδεκτής επιστημονικής θεωρίας.

Μέθοδος

Το δείγμα

Το δείγμα αποτέλεσαν 234 μαθητές Α΄ τάξης Ενιαίων Λυκείων της πόλης του Ηρακλείου ηλικίας 14-16 ετών. Ως μέθοδος επιλογής του δείγματος επιλέχθηκε η δειγματοληψία κατά δεσμίδες (Βάμβουκας, 1998). Ειδικότερα, το δείγμα αποτέλεσαν φυσικά τμήματα της Α΄ τάξης Ενιαίων Λυκείων της πόλης του Ηρακλείου. Από κάθε Ενιαίο Λύκειο κληρώθηκε ένα τμήμα της Α΄ τάξης.

Το εργαλείο της έρευνας

Ως ερευνητικό εργαλείο χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο (βλ. παράρτημα), το οποίο συντάχθηκε από την ερευνήτρια με σκοπό τα παιδιά να κάνουν προβλέψεις και να δώσουν εξηγήσεις για τον τρόπο που συμβαίνουν τα πράγματα, χρησιμοποιώντας δικούς τους όρους και γλώσσα. Στις περισσότερες ερωτήσεις αποφεύγεται η χρησιμοποίηση επιστημονικών όρων, για να εκφραστούν τα παιδιά με δική τους γλώσσα και πιο ελεύθερα, χωρίς να επηρεάζονται από τη γλώσσα της «σχολικής επιστήμης». Έτσι το ερωτηματολόγιο διαμορφώθηκε βασισμένο σε μια φαινομενολογική περισσότερο προσέγγιση (Driver & Erickson, 1983) διερεύνησης του τρόπου σκέψης των παιδιών, χρησιμοποιώντας ερωτήσεις πάνω σε καταστάσεις (π.χ. προβλέψτε η αλλαγή σε κάποιο πληθυσμό τι επίδραση θα έχει σε κάποιον άλλο πληθυσμό του ίδιου τροφικού πλέγματος) που απαιτούν από το μαθητή να εφαρμόσει τη γνώση του γύρω από τα τροφικά πλέγματα και όχι απλά να ανακαλέσει μια προφορική πληροφορία.

Το ερωτηματολόγιο της έρευνας περιλαμβάνει συνολικά εννέα ερωτήσεις που έχουν δύο σκέλη, μια ερώτηση κλειστή (πολλαπλής επιλογής διερεύνησης γνώσεων) και μια ανοικτή όπου ζητείται από το υποκείμενο να αιτιολογήσει τη μία και μοναδική επιλογή του. Έτσι, ελαχιστοποιείται ο παράγοντας τύχη στην επιλογή (Tamir, 1989) και δίνεται η δυνατότητα στο υποκείμενο να παραθέσει τον τρόπο σκέψης που το οδήγησε στη συγκεκριμένη επιλογή.

Ο προσδιορισμός της οικολογικά συμβατής επιλογής βασίστηκε στο μοντέλο των Nuttle, Bredeweg & Salles (2004), οι οποίοι προκειμένου να αποδώσουν περισσότερο οικολογικό ρεαλισμό δημιούργησαν ένα μοντέλο αναπαράστασης που λαμβάνει υπόψη του τις συνέπειες των τροφικών αλληλεπιδράσεων στις βασικές διαδικασίες του πληθυσμού, δηλαδή των γεννήσεων και των θανάτων.

Ειδικότερα, ερωτήματα της έρευνας είναι:

1. Ποιες εναλλακτικές αντιλήψεις έχουν οι μαθητές σχετικά με τη βαθμιαία μείωση του αριθμού των οργανισμών όσο προχωράμε στα ανώτερα τροφικά επίπεδα; (ερώτηση 1)
2. Ποιες εναλλακτικές αντιλήψεις έχουν οι μαθητές για τα τροφικά πλέγματα; (ερωτήσεις 2β, 3β, 4β, 5β, 6β, 7β, 8β, 9β)
3. Πόσο ικανοί είναι οι μαθητές να προβλέψουν την επίδραση μιας ξαφνικής αλλαγής του μεγέθους του πληθυσμού της λείας στο μέγεθος πληθυσμού του θηρευτή; (ερώτηση 2α)
4. Πόσο ικανοί είναι οι μαθητές να καθορίσουν την επίδραση μιας ξαφνικής αλλαγής του μεγέθους του πληθυσμού του θηρευτή στο μέγεθος πληθυσμού της λείας; (ερώτηση 3α)
5. Πόσο ικανοί είναι οι μαθητές να καθορίσουν την επίδραση μιας ξαφνικής αλλαγής ενός πληθυσμού σε ένα δεύτερο «μη γειτονικό» πληθυσμό, που βρίσκεται ψηλότερα στην ίδια τροφική αλυσίδα, όταν η επίδραση μεταφέρεται με ένα μόνο τρόπο; (ερώτηση 4α)
6. Πόσο ικανοί είναι οι μαθητές να καθορίσουν την επίδραση μιας ξαφνικής αλλαγής ενός πληθυσμού σε ένα δεύτερο «μη γειτονικό» πληθυσμό, με τον οποίο είναι ανταγωνιστικοί

ως προς την τροφή, όταν η επίδραση μεταφέρεται με ένα μόνο τρόπο; (ερώτηση 5α)

7. Πόσο ικανοί είναι οι μαθητές να καθορίσουν την επίδραση μιας ξαφνικής αλλαγής ενός πληθυσμού σε ένα δεύτερο «μη γειτονικό» πληθυσμό, που βρίσκεται χαμηλότερα στην ίδια τροφική αλυσίδα, όταν η επίδραση μεταφέρεται με ένα μόνο τρόπο; (ερώτηση 6α)
8. Πόσο ικανοί είναι οι μαθητές να καθορίσουν την επίδραση μιας ξαφνικής αλλαγής των παραγωγών στον πληθυσμό ενός ανώτερου θηρευτή, όταν η επίδραση μεταφέρεται με πολλούς τρόπους; (ερώτηση 7α)
9. Πόσο ικανοί είναι οι μαθητές να καθορίσουν την επίδραση μιας ξαφνικής αλλαγής του πληθυσμού ενός ανώτερου θηρευτή στον πληθυσμό ενός φυτοφάγου που δεν ανήκουν στην ίδια τροφική αλυσίδα και όταν η επίδραση μεταφέρεται με πολλούς τρόπους; (ερώτηση 8α)
10. Πόσο ικανοί είναι οι μαθητές να κατανοήσουν τις δυνατότητες επιβίωσης των ειδών στα τροφικά πλέγματα σε σύγκριση με την τροφική αλυσίδα; (ερώτηση 9α).

Η κατηγοριοποίηση και η κωδικοποίηση των δεδομένων

Οι απαντήσεις στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής κωδικοποιήθηκαν ανάλογα με το αν ήταν σωστές ή λάθος. Η κατηγοριοποίηση των ανοικτών ερωτήσεων έγινε με τη μέθοδο ανάλυσης περιεχομένου (content analysis), έτσι όπως περιγράφεται από τον Βάμβουκα (1998). Η ταξινόμηση των απαντήσεων έγινε ανάλογα με το θέμα, δηλαδή τμήμα του λόγου που αντιστοιχεί σε μια ιδέα. Κυρίως εντάχθηκαν στην ίδια κατηγορία απαντήσεις που εκφράζουν κοινό νόημα. Στην ανοικτή ερώτηση 1 (1β) υπήρχαν υποκείμενα που χρησιμοποιούσαν πάνω από μια ιδέα για να τεκμηριώσουν την επιλογή τους. Έτσι, το ίδιο υποκείμενο εντάχθηκε σε περισσότερες από μια κατηγορίες, ανάλογα με τις διαφορετικές ιδέες που χρησιμοποίησε για να τεκμηριώσει την επιλογή του.

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το SPSS. Αναλυτικότερα, η κωδικοποίηση και κατηγοριοποίηση των μεταβλητών που αντιστοιχούν στις ανοικτές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου της έρευνας παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Αποτελέσματα

Στοιχεία για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τον αριθμό των οργανισμών στα διαφορετικά τροφικά επίπεδα

Από τους Πίνακες 2 και 3 προκύπτει, ότι αν και το 62,4% απαντά σωστά στην ερώτηση 1α (κλειστή), κανένα υποκείμενο δε μπορεί να δώσει μια οικολογικά αποδεκτή ερμηνεία στην ανοικτή ερώτηση 1β. Ένα ποσοστό 12,4% του δείγματος δίνει μια πιο εκλεπτυσμένη ερμηνεία που βασίζεται στο σκεπτικό ότι για να υπάρχουν όλοι αυτοί οι οργανισμοί θα υπάρχει διαθεσιμότητα τροφής, ωστόσο τα ίδια υποκείμενα υποστηρίζουν ότι αν η διαβάθμιση του αριθμού των οργανισμών στα διαφορετικά τροφικά επίπεδα ήταν διαφορετική το οικοσύστημα θα κατέρρεε, αποδίδοντας έτσι κάποια σκοπιμότητα στη φύση, συνεπώς διατυπώνουν τελεολογική απάντηση (κατηγορία 2). Για παράδειγμα: «*Για να υπάρχει ισορροπία σε ένα οικοσύστημα θα πρέπει να είναι περισσότερα τα φυτά ώστε να επαρκούν για όλους τους φυτοφάγους οργανισμούς. Επίσης, οι φυτοφάγοι (λαγοί) θα πρέπει να είναι περισσότεροι από τους σαρκοφάγους για να επαρκούν για όλους τους σαρκοφάγους (αλεπούδες). Αν συνέβαινε το αντίθετο, τότε οι φυτοφάγοι θα έτρωγαν όλα τα φυτά και μετά δεν θα είχαν τι να φάνε. Επίσης, οι σαρκοφάγοι οργανισμοί θα έτρωγαν όλους τους φυτοφάγους και δεν θα είχαν μετά τροφή. Αν οι αναλογίες ήταν αντίθετα θα είχε καταστραφεί όλο το οικοσύστημα και δεν θα υπήρχαν οργανισμοί στην περιοχή αυτή*» (79ο υποκείμενο).

Πινακας 1. Κωδικοποίηση και κατηγοριοποίηση των μεταβλητών που αντιστοιχούν στις ανοικτές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου της έρευνας

Ερωτήσεις (ανοικτές)	Κωδικός απάντησης	Κατηγορίες απαντήσεων
1	1	Ταυτολογική
	2	Μερικώς τεκμηριωμένη – τελεολογική
	3	Περιγραφική
	4	Ανθρωποκεντρική
	5	Τα θηράματα τρώγονται και είναι λιγότερα
2, 3, 4, 5, 6, 7 και 8	1	Ταυτολογική
	2	Οικολογικά αποδεκτή
	3	Αλληλεπιδρούν μόνο πληθυσμοί που ανήκουν στην ίδια τροφική αλυσίδα
	4	Αλληλεπιδρούν μόνο πληθυσμοί που σχετίζονται ως θηρευτής και λεία
	5	Οι πληθυσμοί που σχετίζονται ως θηρευτής και λεία δεν αλληλεπιδρούν
	6	Ένας ανώτερος καταναλωτής είναι θηρευτής όλων των πληθυσμών που βρίσκονται κάτω από αυτόν σε ένα τροφικό πλέγμα
	7	Αλλαγή σε ανώτερα τροφικά επίπεδα είναι συνέπεια προηγηθείσας αλλαγής σε κατώτερα τροφικά επίπεδα
	8	Τα σαρκοφάγα θα χάσουν μόνο το ενδιαίτημά τους αν εξαφανιστούν οι παραγωγοί
	9	Λάθος ερμηνεία του βέλος
9	1	Ταυτολογική
	2	Οικολογικά αποδεκτή
	3	Η διαβίωση είναι η ίδια και για τα δύο είδη
	4	Το είδος που ανήκει σε μια μόνο τροφική αλυσίδα διαβιώνει καλύτερα
	5	Η διαβίωση ενός οργανισμού εξαρτάται από τις αβιοτικές συνθήκες του περιβάλλοντος

Πίνακας 2. Κατανομή των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 1α

Κατηγορίες απαντήσεων	Επιμέρους συχνότητα	
	Απόλυτη (f)	Σχετική (%)
Σωστή (3 Αγριόχορτα/2 λαγοί/1 αλεπούδες)	146	62,4
Λάθος	88	37,6
Σύνολο	234	100,0

Πίνακας 3. Κατανομή των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 1β

Κατηγορίες απαντήσεων	Επιμέρους συχνότητα	
	Απόλυτη (f)	Σχετική (%)
Κατηγορία 1: ταυτολογική	11	4,7
Κατηγορία 2: μερικώς τεκμηριωμένη - τελεολογική	29	12,4
Κατηγορία 3: περιγραφική	149	63,7
Κατηγορία 4: ανθρωποκεντρική	53	22,6
Κατηγορία 5: Τα θηράματα τρώγονται από τους θηρευτές και είναι λίγα	47	20,1

Η πλειονότητα του δείγματος (63,7%) περιγράφει το κατεστημένο που επικρατεί στη φύση χωρίς να δίνει κάποια εξήγηση (κατηγορία 3), για παράδειγμα: «*Εγώ τα πιο συνηθισμένα που έχω δει είναι τα αγριόχορτα πρώτα. Τα οποία είναι παντού. Οι λαγοί μετά είναι λιγότερο συνηθισμένοι και αλεπούδες πολύ σπάνια βλέπουμε*» (140ο υποκείμενο). Το 22,6% του δείγματος θεωρεί ότι ο άνθρωπος καθορίζει τον αριθμό των οργανισμών σε ένα οικοσύστημα επειδή τους κυνηγά ή δεν του χρησιμεύουν οπότε πολλαπλασιάζονται ελεύθερα κ.α. (κατηγορία 4). Για παράδειγμα: «*Αλεπούδες και λαγοί υπάρχουν λίγοι γιατί τους σκοτώνει ο άνθρωπος, ενώ τα αγριόχορτα είναι αρκετά γιατί ο άνθρωπος δεν έχει λόγο για να καταστρέφει*» (164ο υποκείμενο). Ένα 20,1% των μαθητών υποστηρίζουν ότι τα θηράματα τρώγονται από τους θηρευτές τους και είναι λιγότερα (κατηγορία 5), για παράδειγμα: «*Σκέφτηκα ότι τα αγριόχορτα θα είναι πολύ λίγα γιατί τρώγονται από τους λαγούς και αυτοί θα είναι λίγοι γιατί τρώγονται από τις αλεπούδες. Οι αλεπούδες δεν τρώγονται από κανένα και θα είναι πάρα πολλές*» (118ο υποκείμενο). Τέλος, μόνο το 4,7% του δείγματος δεν εκφράζει κάποια συγκεκριμένη αντίληψη (κατηγορία 1 – ταυτολογική απάντηση).

Στοιχεία για την ικανότητα των παιδιών να προβλέψουν τι επίδραση θα έχει μια ξαφνική αλλαγή του μεγέθους ενός πληθυσμού, στο μέγεθος ενός άλλου πληθυσμού του ίδιου τροφικού πλέγματος

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται συνοπτικά τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων των μαθητών στις ερωτήσεις 2, 3, 4, 5, 6, 7 και 8. Από τη μελέτη του πίνακα προκύπτει ότι ευκολότερα οι μαθητές προβλέπουν αλληλεπιδράσεις:

- εάν δυο πληθυσμοί σχετίζονται άμεσα ως θηρευτής – λεία (ερωτήσεις 2, 3)
- από κατώτερα προς ανώτερα τροφικά επίπεδα παρά αντίστροφα (ερωτήσεις 4 σε σχέση με την 6 και 7 σε σχέση με την 8)
- μεταξύ πληθυσμών της ίδιας τροφικής αλυσίδας (ερώτηση 6), παρά μεταξύ πληθυσμών του ίδιου τροφικού πλέγματος που ανήκουν σε διαφορετικές τροφικές αλυσίδες (ερώτηση 8).

Γενικότερα, η πλειοψηφία των μαθητών μπορεί να καθορίσει αλληλεπιδράσεις μεταξύ πληθυσμών της ίδιας τροφικής αλυσίδας (ερωτήσεις 2, 3, 4, 6) και κατανοεί το φαινόμενο του ανταγωνισμού (ερώτηση 5). Αντίθετα, η πλειοψηφία των μαθητών δυσκολεύεται να καθορίσει αλληλεπιδράσεις μεταξύ πληθυσμών που ανήκουν σε διαφορετικές τροφικές αλυσίδες του πλέγματος (ερώτηση 8). Επίσης, αν και σε υψηλό ποσοστό φαίνεται να κατανοούν το φαινόμενο της εκχέρσωσης οι μαθητές (ερώτηση 7α, κλειστή), πολύ λιγότεροι μπορούν να τεκμηριώσουν τη σημασία των παραγωγών για τον πληθυσμό ενός ανώτερου θηρευτή ως βάσης του τροφικού πλέγματος στην αντίστοιχη ανοιχτή ερώτηση 7β.

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται συνοπτικά τα ποσοστά του δείγματος που υιοθετούν εναλλακτικές αντιλήψεις στις ανοικτές ερωτήσεις 2, 3, 4, 5, 6, 7 και 8. Από τη μελέτη του πίνακα προκύπτει ότι η κυριότερη δυσκολία που συναντούν οι μαθητές είναι να μεταφέρουν αλληλεπιδράσεις ακολουθώντας εναλλακτικές τροφικές αλυσίδες (ερώτηση 7) ή μεταξύ πληθυσμών που ανήκουν σε διαφορετικές τροφικές αλυσίδες (ερώτηση 5, 8 – εναλλακτική αντίληψη 1). Για παράδειγμα: «Θα μείνουν ίδιες (οι σαύρες) γιατί οι αράχνες δεν είναι μέρος της τροφικής αλυσίδας των σαυρών» (14) – ερώτηση 5.

Η δεύτερη συχνότερη αντίληψη είναι ότι μπορούν να προβλέψουν αλληλεπιδράσεις μόνο μεταξύ πληθυσμών θηρευτή και λείας (ερωτήσεις 4, 5, 6, 7 και 8, εναλλακτική αντίληψη 2). Για παράδειγμα: Αν ξαφνικά οι ακρίδες γίνουν πολύ λίγες, «*οι νυφίτσες θα μείνουν ίδιες γιατί δεν τρώνε τις ακρίδες*» (ερώτηση 4, 21ο υποκείμενο). Επίσης, σημαντικό ποσοστό μαθητών θεωρεί ότι ένας ανώτερος καταναλωτής είναι θηρευτής όλων των πληθυσμών που βρίσκονται κάτω από αυτόν σε μια τροφική αλυσίδα (ερωτήσεις 2, 4, 5, 6, 7 και 8, εναλλακτική αντίληψη 4). Για παράδειγμα: «*οι ακρίδες θα παράγονται περισσότερες, αφού δε θα τις τρώνε οι νυφίτσες*» (ερώτηση 6, 108ο υποκείμενο).

Πίνακας 4. Ποσοστά σωστών απαντήσεων των μαθητών στις ερωτήσεις 2, 3, 4, 5, 6, 7 και 8

α/α	Ερώτηση	Ποσοστά σωστών απαντήσεων των μαθητών (%)	
		Κλειστές ερωτήσεις	Ανοικτές ερωτήσεις
2	Επίδραση αλλαγής πληθυσμού λείας στον πληθυσμό του θηρευτή	90,2	90,2
3	Επίδραση αλλαγής πληθυσμού θηρευτή στον πληθυσμό της λείας	92,3	91,5
4	Επίδραση αλλαγής πληθυσμού φυτοφάγου στον πληθυσμό ενός ανώτερου θηρευτή μέσω μιας τροφικής αλυσίδας	79,5	74,8
5	Επίδραση αλλαγής ενός πληθυσμού στον πληθυσμό του ανταγωνιστή του	64,1	64,1
6	Επίδραση αλλαγής πληθυσμού ενός ανώτερου θηρευτή στον πληθυσμό φυτοφάγου μέσω μιας τροφικής αλυσίδας	56,4	53,0
7	Επίδραση αλλαγής πληθυσμού παραγωγών στον πληθυσμό ενός ανώτερου θηρευτή μέσω διαφορετικών τροφικών αλυσίδων	84,2	15,4
8	Επίδραση αλλαγής πληθυσμού ενός ανώτερου θηρευτή στον πληθυσμό φυτοφάγου που ανήκουν σε διαφορετικές τροφικές αλυσίδες του πλέγματος	24,4	10,3

Πίνακας 5. Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών στις κλειστές ερωτήσεις 2, 3, 4, 5, 6, 7 και 8

Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών	Ποσοστό μαθητών που κατέχει την αντίληψη στις ανοικτές ερωτήσεις (%)						
	2	3	4	5	6	7	8
1. Δυο πληθυσμοί αλληλεπιδρούν μόνο αν ανήκουν στην ίδια τροφική αλυσίδα				16,7		59,8	34,6
2. Δυο πληθυσμοί αλληλεπιδρούν μόνο αν σχετίζονται άμεσα ως θηρευτής και λεία			10,3	10,7	16,2	6	15
3. Οι πληθυσμοί θηρευτή – λείας δεν αλληλεπιδρούν	5,6	3,4			5,6	5,6	6
4. Ένας ανώτερος καταναλωτής είναι θηρευτής όλων των πληθυσμών που βρίσκονται κάτω από αυτόν σε μια τροφική αλυσίδα	0,9		9,4	0,9	14,1	3,4	18,4
5. Αλλαγή στα ανώτερα τροφικά επίπεδα είναι συνέπεια προηγηθείσας αλλαγής στα κατώτερα τροφικά επίπεδα		1,7		2,6	2,1		
6. Μοναδική συνέπεια εξάλειψης των παραγωγών είναι να χάσουν τα σαρκοφάγα το ενδιαίτημά τους						3	
7. Λάθος το βέλος	2,6	0,9	3	1,7	4,3		1,7

Ένα μικρό ποσοστό μαθητών δεν έχει κατανοήσει την απλή τροφική σχέση μεταξύ λείας – θηρευτή (ερωτήσεις 2, 3, 6 και 7, εναλλακτική αντίληψη 3). Για παράδειγμα: «*Ακόμα κι αν οι νυφίτσες φάνε πολλές σαύρες, οι σαύρες θα πολλαπλασιαστούν*» (ερώτηση 3, 155 μαθητές). Ένα ακόμη μικρότερο ποσοστό του δείγματος δεν ξέρει τι συμβολίζει το βέλος σε μια τροφική σχέση, μη αναμενόμενο ωστόσο αποτέλεσμα, αφού δίνονταν σαφείς οδηγίες στο ερωτηματολόγιο της έρευνας (ερωτήσεις 2, 3, 4, 5, 6 και 8, εναλλακτική αντίληψη 7). Για

παράδειγμα: «*Τίποτα δε θα συμβεί γιατί οι σκίουροι τρώνε νυφίτσες. Το πρόβλημα θα το έχουν οι νυφίτσες*» (ερώτηση 8, 208ο υποκείμενο). Επίσης, πολύ μικρό ποσοστό του δείγματος ισχυρίζεται ότι μοναδική συνέπεια εξάλειψης των παραγωγών είναι η απώλεια ενδιαιτήματος των σαρκοφάγων (ερώτηση 7, εναλλακτική αντίληψη 6): «*Αν τα πεύκα ξεραθούν οι σταυραετοί θα μείνουν ίδιοι γιατί θα κάθονται στα βράχια*» (108 μαθητές), ή «*αν τα πεύκα ξεραθούν οι σταυραετοί θα λιγοστέψουν γιατί κρύβονται και κάνουν φωλιές στα πεύκα*» (210ο υποκείμενο).

Τέλος, πολύ μικρό ποσοστό του δείγματος θεωρεί ότι αλλαγή στα ανώτερα τροφικά επίπεδα είναι συνέπεια προηγηθείσας αλλαγής στα κατώτερα τροφικά επίπεδα (ερωτήσεις 3, 5 και 6, εναλλακτική αντίληψη 5). Για παράδειγμα: «*Για να γίνουν πάρα πολλές στα ξαφνικά οι αράχνες σημαίνει ότι οι ακρίδες έγιναν πάρα πολλές, άρα θα γίνουν και πάρα πολλές οι σαύρες, αφού αποτελούν για αυτές τροφή οι ακρίδες*» (ερώτηση 5, 200ο υποκείμενο).

Στοιχεία για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη δυνατότητα επιβίωσης των ειδών στα τροφικά πλέγματα συγκριτικά με τις τροφικές αλυσίδες

Σύμφωνα με τα δεδομένα της έρευνας (απαντήσεις στην ερώτηση 9), λίγο πάνω από τα μισά υποκείμενα που συμμετείχαν κατανοούν ότι τα τροφικά πλέγματα εξασφαλίζουν στα είδη που τα συνιστούν πιο εύκολη διαβίωση, καθώς τους παρέχουν περισσότερες εναλλακτικές τροφικές πηγές (Πίνακας 6 και Πίνακας 7, αντίληψη 2).

Ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών ωστόσο, δεν καταλήγουν σε κάποια άποψη (Πίνακας 6, κατηγορία 1) ή εσφαλμένα θεωρούν ότι η διαβίωση θα είναι ίδια και για τα δύο είδη κουκουβάγιας, μια και το κάθε είδος θα έχει προσαρμοστεί στο περιβάλλον, όπου ζει (Πίνακας 6, κατηγορία 3). Για παράδειγμα: «*Δε νομίζω να διαφέρει η διαβίωση γιατί εφόσον υπάρχουν και ζουν στα μέρη αυτά θα μπορούν και να επιβιώσουν ακολουθώντας την αλυσίδα της διατροφής*» (124ο υποκείμενο). Η άποψη αυτή φαίνεται σύμφωνη με τη λαμαρκιανή αντίληψη ότι οι συνεχείς αλλαγές του περιβάλλοντος αναγκάζουν τον οργανισμό σε συνεχείς αλλαγές της συμπεριφοράς του με τη χρήση ή την αχρηστία κάποιου οργάνου, που μεταβιβάζεται στις επόμενες γενιές και έτσι οι οργανισμοί επιτυγχάνουν να είναι καλά προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον τους.

Πίνακας 6. Κατανομή των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 16α

Κατηγορίες απαντήσεων	Επιμέρους συχνότητα	
	Απόλυτη	Σχετική (%)
Σωστή (Ναι)	141	60,3
Λάθος (όχι / δεν ξέρω)	93	39,7
Σύνολο	**234**	**100,0**

Πίνακας 7. Κατανομή των απαντήσεων των μαθητών στην ερώτηση 9β

Κατηγορίες απαντήσεων	Επιμέρους συχνότητα	
	Απόλυτη	Σχετική (%)
Κατηγορία 1: ταυτολογική	59	25,2
Κατηγορία 2: οικολογικά αποδεκτή	135	57,7
Κατηγορία 3: Η διαβίωση θα είναι ίδια	31	13,2
Κατηγορία 4: Η διαβίωση θα είναι ευκολότερη για την κουκουβάγια της τούνδρας	6	2,6
Κατηγορία 5: Η διαβίωση εξαρτάται από αβιοτικές συνθήκες του περιβάλλοντος	3	1,3
Σύνολο	**234**	**100,0**

Τέλος, μικρό ποσοστό του δείγματος θεωρεί ότι η τροφική αλυσίδα εξασφαλίζει πλεονεκτικότερη διαβίωση στα είδη που τη συνιστούν ή ότι η διαβίωση των ειδών εξαρτάται κυρίως από αβιοτικούς παράγοντες (Πίνακας 6, κατηγορίες 4 και 5). Για παράδειγμα: «*Θεωρώ ότι η διαβίωση είναι πιο εύκολη για τις κουκουβάγιες που ζουν στις τούνδρες γιατί τρέφονται μόνο με ένα είδος τρωκτικών*» (109ο υποκείμενο, κατηγορία 4) και «*Δεν είμαι σίγουρος γιατί δεν ξέρουμε τις συνθήκες που επικρατούν, π.χ. η εξόντωσή τους από το κρύο*» (31ο υποκείμενο, κατηγορία 5).

Συζήτηση

Ερμηνεία ως προς τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τον αριθμό των οργανισμών στα διαφορετικά τροφικά επίπεδα

Από τα δεδομένα της έρευνας Πίνακες 2 και 3) προκύπτει ότι αν και η πλειοψηφία των μαθητών γνωρίζουν ότι όσο γίνεται η μετάβαση από τους παραγωγούς προς τ΄ ανώτερα τροφικά επίπεδα βαθμιαία μειώνεται ο αριθμός των οργανισμών, κανένα υποκείμενο της έρευνας δεν τεκμηριώνει επιστημονικά την άποψή του. Ακόμη και οι μαθητές που δίνουν κάποια εκλεπτυσμένη ερμηνεία δεν αναφέρονται στη βαθμιαία ελάττωση της διαθέσιμης ενέργειας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από κάθε τροφικό επίπεδο, αλλά κυρίως στην τροφή που διατίθεται για να συντηρηθούν οι οργανισμοί κάθε τροφικού επιπέδου. Ωστόσο τα ίδια υποκείμενα υποστηρίζουν ότι η διαβάθμιση αυτή εξυπηρετεί κάποια σκοπιμότητα και συγκεκριμένα τη συντήρηση ζωής στο οικοσύστημα. Οι υπόλοιποι μαθητές χρησιμοποιούν διάφορες αντιλήψεις για να ερμηνεύσουν το φαινόμενο όπως ότι ο αριθμός των οργανισμών οφείλεται σε ανθρώπινη παρέμβαση ή αυτό είναι το κατεστημένο που επικρατεί στη φύση, συμφωνώντας με αποτελέσματα άλλων ερευνών (Adeniyi, 1985;, Leach et al. 1996; Μπαγιάτη, 2002β). Ωστόσο, τα ποσοστά της παρούσας έρευνας διαφέρουν από αυτά των παραπάνω ερευνών. Επίσης, στην παρούσα έρευνα εντοπίστηκε η αντίληψη ότι «*τα θηράματα τρώγονται από τους θηρευτές τους γι' αυτό είναι λιγότερα*», που είχε καταγραφεί μόνο από την έρευνα της Μπαγιάτη (2002β) σε μαθητές δημοτικού.

Τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούν να ερμηνευτούν με τους δύο παρακάτω τρόπους.

Εμφανίζεται ανεπαρκής και συχνά λανθασμένη παρουσίαση από τα σχολικά εγχειρίδια (τα οποία διδάχθηκαν τα υποκείμενα της έρευνας στο διάστημα 1998 -2004). Αν και οι μαθητές διδάσκονται ότι η ηλιακή ενέργεια απορροφάται από τα πράσινα φυτά, δεν είναι εμφανές ότι αποθηκεύεται στη φυτική ύλη, που σχηματίζεται κατά τη φωτοσύνθεση με τη μορφή χημικής ενέργειας. Επίσης, η παρουσίαση της έννοιας της τροφής, ως πηγής ύλης και ενέργειας για τους ζωντανούς οργανισμούς, γίνεται αποσπασματικά και ελλιπώς από το σχολικό εγχειρίδιο. Τα παιδιά λοιπόν, ενώ γνωρίζουν ότι οι τροφικές αλυσίδες δείχνουν «ποιος οργανισμός είναι τροφή για ποιόν» σε ένα οικοσύστημα, αγνοούν ότι δείχνουν επίσης τους δρόμους που ακολουθεί η ενέργεια και η ύλη από τους παραγωγούς προς τους καταναλωτές (Μπαγιάτη, 2002β).

Επιπλέον, δε διδάσκονται ότι η διαθέσιμη για τους οργανισμούς ενέργεια ελαττώνεται όσο γίνεται μετάβαση από τους παραγωγούς προς τους ανώτερους καταναλωτές και επομένως μπορεί να συντηρήσει όλο και μικρότερο αριθμό οργανισμών. Παρόλα αυτά, υπάρχουν ερωτήσεις στα σχολικά βιβλία, που ζητούν από τα παιδιά να ερμηνεύσουν το φαινόμενο, όπως στο εγχειρίδιο «Ερευνώ Το Φυσικό Κόσμο» (Α΄ τάξη, σ. 98 και Δ΄ τάξη σ. 33). Επιπρόσθετα, έχει προκύψει από έρευνες ότι τα παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν τη διατήρηση της μάζας μέσα από φυσικές ή χημικές μεταβολές (Driver κ.ά., 1998), πράγμα που καθιστά την έννοια της τροφικής πυραμίδας δύσκολη για τους μαθητές.

Οι ελλιπείς γνώσεις των μαθητών έχουν ως αποτέλεσμα οι μαθητές να ερμηνεύουν τη διαβάθμιση του αριθμού των οργανισμών από τα κατώτερα προς τα ανώτερα τροφικά επίπεδα, βασιζόμενοι σε μη επιστημονικές αντιλήψεις που χαρακτηρίζονται από:

- Περιορισμένη εστίαση του τρόπου σκέψης των μαθητών που τους εμποδίζει να κατανοήσουν τις σύνθετες σχέσεις και αλληλεπιδράσεις μεταξύ απομακρυσμένων πληθυσμών, ώστε να γίνει αντιληπτή η βαθμιαία διαβάθμιση του αριθμού των οργανισμών στα διαφορετικά τροφικά επίπεδα.
- Ανθρωποκεντρική σκέψη δηλαδή η τάση που έχουν τα παιδιά να ερμηνεύουν το φυσικό κόσμο σύμφωνα με την αντίληψη που έχουν για τον άνθρωπο (Piaget, 1968). Πιστεύουν δηλαδή ότι ο άνθρωπος είναι παντοδύναμος και μπορεί να καθορίσει με τη δράση του τον αριθμό των οργανισμών. Η ανθρωποκεντρική θεώρηση των παιδιών για όσα συμβαίνουν στο φυσικό κόσμο είναι σημαντικό εμπόδιο στην προσπάθειά τους να κατανοήσουν την αλληλεξάρτηση μεταξύ των οργανισμών ενός οικοσυστήματος.
- Τελεολογικό τρόπο σκέψης των παιδιών που εμφανίζεται ως τάση να ερμηνεύουν τα φαινόμενα αποδίδοντας τέλος ή σκοπό στους οργανισμούς. Έτσι, τα παιδιά θεωρούν ότι οι οργανισμοί μπορούν να «διαλέγουν» το μέγεθος του πληθυσμού τους στη φύση, εξυπηρετώντας κάποιο σκοπό.

Ερμηνεία των ευρημάτων σχετικά με την ικανότητα των μαθητών να προβλέψουν τι επίδραση θα έχει μια ξαφνική αλλαγή του μεγέθους ενός πληθυσμού, στο μέγεθος ενός άλλου πληθυσμού του ίδιου τροφικού πλέγματος

Από τα ευρήματα της έρευνας (Πίνακας 4, ερωτήσεις 2 και 3) προκύπτει ότι το σύνολο σχεδόν των μαθητών του δείγματος μπορεί να καθορίσει αλληλεπιδράσεις μεταξύ πληθυσμών λείας – θηρευτή και γενικότερα η πλειοψηφία των μαθητών Α΄ Λυκείου μπορεί να προβλέψει αλληλεπιδράσεις μεταξύ πληθυσμών της ίδιας τροφικής αλυσίδας (Πίνακας 4, ερωτήσεις 2, 3, 4 και 6). Ωστόσο, παρατηρείται ότι όσο πιο απομακρυσμένοι είναι οι πληθυσμοί τόσο μειώνονται τα ποσοστά σωστών απαντήσεων εκ μέρους των μαθητών (Πίνακας 4, ερωτήσεις 2, 3 σε αντιδιαστολή με τις ερωτήσεις 4 και 6). Τα συμπεράσματα είναι ανάλογα με αυτά άλλων ερευνών (Griffiths & Grant, 1985; Webb & Boltt., 1990; Barman κ.ά., 1995; Μπαγιάτη & Φλογαΐτη, 2005β).

Η συντριπτική πλειοψηφία του δείγματος επίσης (Πίνακας 4, ερώτηση 7), κατανοεί τη σημασία των παραγωγών για τον πληθυσμό ενός ανώτερου θηρευτή, αν και σε μικρό ποσοστό δίνει εκλεπτυσμένη τεκμηρίωση, μεταφέροντας τη διαταραχή μέσω όλων των πιθανών τροφικών αλυσίδων. Αποτέλεσμα παρόμοιο με εκείνο που προκύπτει από έρευνα των Leach κ.ά. (1996), σύμφωνα με το οποίο οι μαθητές κατανοούν ότι οι παραγωγοί είναι σημαντικοί για την επιβίωση των υπόλοιπων οργανισμών του τροφικού δικτύου και της Hogan (2000) σύμφωνα με το οποίο οι μαθητές χρησιμοποιούν περισσότερο γραμμική αλληλουχία μιας κατεύθυνσης τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία, όταν πρόκειται να μεταφέρουν μια αλλαγή από τους παραγωγούς προς τους ανώτερους καταναλωτές.

Πάνω από τους μισούς μαθητές του δείγματος κατανοούν το φαινόμενο του ανταγωνισμού (Πίνακας 4, ερώτηση 5), αποτέλεσμα σύμφωνο με αυτό της έρευνας των Μπαγιάτη και Φλογαΐτη (2005β) σε μαθητές Στ΄ δημοτικού, αλλά αντίθετο με τα πορίσματα έρευνας της Βασιλοπούλου σε μαθητές Γ΄ γυμνασίου (Βασιλοπούλου, 1998). Οι υπόλοιποι μαθητές φαίνεται ότι δεν έχουν καλή ενημέρωση γύρω από το πρόβλημα της υπερβόσκησης, αν και είναι σύνηθες φαινόμενο στα ελληνικά οικοσυστήματα. Η υποτίμηση του ρόλου της υπερβόσκησης διαπιστώθηκε από άλλες έρευνες (Βασιλοπούλου, 1998; Μπαγιάτη και Φλογαΐτη, 2005β).

Οι μαθητές, τέλος, πιο εύκολα εκτιμούν τις επιδράσεις αλλαγών από κατώτερα προς ανώτερα τροφικά επίπεδα, παρά αντίστροφα (Πίνακας 4, ερώτηση 4 σε αντιδιαστολή με την ερώτηση 6) επιβεβαιώνοντας ευρήματα και άλλων ερευνών (Leach et al., 1996; Μπαγιάτη και Φλογαΐτη, 2005β).

Αντίθετα, η πλειοψηφία των μαθητών (Πίνακας 4, ερώτηση 7) δυσκολευόταν να μεταφέρει μια διαταραχή ακολουθώντας όλες τις εναλλακτικές τροφικές αλυσίδες, όπως από τους παραγωγούς προς ένα ανώτερο θηρευτή. Επίσης, η πλειοψηφία των μαθητών (Πίνακας 4, ερώτηση 8) αδυνατεί να μεταφέρει μια διαταραχή μεταξύ πληθυσμών που ανήκουν σε διαφορετικές τροφικές αλυσίδες του πλέγματος, κυρίως όταν οι πληθυσμοί είναι απομακρυσμένοι (Πίνακας 4, ερώτηση 8 σε αντιδιαστολή με την ερώτηση 5). Η παραπάνω αντίληψη (Πίνακας 5, ερώτηση 1), σύμφωνα με την οποία δυο πληθυσμοί του ίδιου τροφικού πλέγματος αλληλεπιδρούν μέσω μιας μόνο τροφικής αλυσίδας από τις εναλλακτικές που τους συνδέουν ή μόνο εάν ανήκουν στην ίδια τροφική αλυσίδα, συναντάται σε μεγάλα ποσοστά του δείγματος σε σύγκριση με τις υπόλοιπες (Πίνακας 5, ερωτήσεις 5, 7 και 8). Οι μαθητές που εκφράζουν αυτή την αντίληψη φαίνεται να μη λαμβάνουν υπόψη την πολλαπλή τροφική σύνδεση των πληθυσμών ενός τροφικού πλέγματος και την αλληλεξάρτηση των πληθυσμών αυτών διαμέσου ενός δικτύου τροφικών αλυσίδων. Τα υποκείμενα αυτά εκλαμβάνουν τις τροφικές αλυσίδες ενός πλέγματος ως ασύνδετες μεταξύ τους και χρησιμοποιούν κάθε φορά μια τροφική αλυσίδα της επιλογής τους, για να μεταφέρουν την επίδραση της αλλαγής ενός πληθυσμού σε ένα άλλο. Στην περίπτωση που οι δυο πληθυσμοί δεν ανήκουν στην ίδια τροφική αλυσίδα, θεωρείται ότι δε μπορεί να επηρεάσει ο ένας τον άλλο. Οι μαθητές αυτοί φαίνεται ότι δεν έχουν κατανοήσει ότι οι πληθυσμοί που ανήκουν στο ίδιο τροφικό πλέγμα αλληλεξαρτώνται ακόμη και αν δεν ανήκουν στην ίδια τροφική αλυσίδα ή αλληλεξαρτώνται διαμέσου όλων των πιθανών τροφικών αλυσίδων που τους συνδέουν και η εξαφάνιση ή υπέρμετρη αύξηση κάποιων από αυτούς θα έχει συνέπειες και στους υπόλοιπους. Οι μαθητές που υιοθετούν την παραπάνω αντίληψη θα δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν την οικολογική αξία των οργανισμών.

Η αντίληψη αυτή είναι η πιο εδραιωμένη μεταξύ των υποκειμένων ηλικίας 5 – 20 ετών από διάφορες χώρες, όπως προκύπτει από τα ευρήματα και άλλων ερευνών όπως των Griffiths & Grant (1985) από τον Καναδά, Webb & Bolt (2000) από τη Νότια Αφρική, Barman et al. (1995) από τις ΗΠΑ, την Αυστραλία και τον Καναδά, Leach et al. (1996) από την Αγγλία, Hogan (2000) από τις ΗΠΑ, Eilam (2002) από το Ισραήλ. Επιβεβαιώνεται, με βάση τα αποτελέσματα αυτά, η άποψη ότι οι αντιλήψεις των μαθητών για το φυσικό κόσμο χαρακτηρίζονται από μια παγκοσμιότητα (Driver κ.ά, 1998), αφού είναι κοινές μεταξύ μαθητών που προέρχονται από διαφορετικές χώρες.

Τα δεδομένα της έρευνας ανέδειξαν άλλες έξι αντιλήψεις των μαθητών για τα τροφικά πλέγματα (Πίνακας 5). Οι αντιλήψεις 2, 3 και 4 συναντώνται και στις έρευνες Griffiths & Grant (1985) και Barman et al. (1995). Η αντίληψη 5 συναντάται και στην έρευνα των Μπαγιάτη και Φλογαΐτη (2005β) σε μαθητές δημοτικού. Η αντίληψη 7 συναντάται σε έρευνες των Schollum (1983), Hind (1992) και Barman (1995). Στην παρούσα έρευνα βρέθηκε και η αντίληψη 6 - μοναδική συνέπεια εξάλειψης των παραγωγών για τα σαρκοφάγα είναι να χάσουν το ενδιαίτημά τους - που απαντάται σε μικρό ποσοστό του δείγματος. Οι αντιλήψεις αυτές αποκαλύπτουν τις δυσκολίες που συναντούν τα παιδιά στην προσπάθειά τους να λύσουν προβλήματα που βασίζονται στα τροφικά πλέγματα.

Συχνά, υιοθετείται από τους μαθητές του δείγματος και η αντίληψη 2 (Πίνακας 5, ερωτήσεις 4, 5, 6, 7 και 8), σύμφωνα με την οποία δυο πληθυσμοί αλληλεπιδρούν μόνο εάν άμεσα σχετίζονται ως θηρευτής και λεία. Οι μαθητές που εκφράζουν αυτή την αντίληψη φαίνεται να μην αντιλαμβάνονται ότι ένας πληθυσμός μπορεί να επηρεάσει έναν άλλο ακόμη και εάν δε συνδέονται άμεσα τροφικά, γιατί είναι μέρος του ίδιου τροφικού πλέγματος. Αυτή η

αντίληψη καταγράφηκε σε όλες τις ερωτήσεις που απαιτούσαν από τα υποκείμενα να καθορίσουν την επίδραση της αλλαγής ενός πληθυσμού σε έναν άλλο μη γειτονικό πληθυσμό του ίδιου τροφικού πλέγματος (Πίνακας 5, ερωτήσεις 4, 5, 6, 7 και 8). Οι μαθητές που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία αναμένεται να έχουν δυσκολίες να κατανοήσουν την ανάγκη προστασίας οργανισμών, προκειμένου να διατηρηθεί η ισορροπία του οικοσυστήματος. Ένα σημαντικό επίσης ποσοστό παιδιών (Πίνακας 5, ερωτήσεις 2, 4, 5, 6, 7 και 8 - ερώτηση 4), πιστεύει ότι «*ένας ανώτερος καταναλωτής είναι θηρευτής όλων των πληθυσμών που βρίσκονται κάτω από αυτόν σε μια τροφική αλυσίδα*». Οι μαθητές που εκφράζουν αυτήν την αντίληψη φαίνεται να μην έχουν βασική γνώση για τις τροφικές συνήθειες των οργανισμών. Η αντίληψη αυτή μπορεί να σχετίζεται με τη δυσκολία που συναντούν τα παιδιά να κατανοήσουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ πληθυσμών που δε σχετίζονται άμεσα ως θηρευτής και λεία.

Η επόμενη σε συχνότητα εμφάνισης είναι η αντίληψη 3 (Πίνακας 5, ερωτήσεις 2, 3, 6, 7 και 8), σύμφωνα με την οποία «*οι πληθυσμοί θηρευτή – λείας δεν αλληλεπιδρούν*». Οι μαθητές που εκφράζουν αυτή την αντίληψη φαίνεται να μην έχουν κατανοήσει ότι η μείωση της διαθέσιμης τροφής είναι ένας περιοριστικός παράγοντας για τον πληθυσμό του θηρευτή. Επιπρόσθετα, αγνοούν την αρνητική επίδραση που ασκεί ο θηρευτής στους ρυθμούς αύξησης του πληθυσμού που αποτελεί την τροφή του, δηλαδή της λείας. Συνεπώς, οι μαθητές που εκφράζουν την παραπάνω αντίληψη δεν έχουν κατανοήσει το φαινόμενο της Θήρευσης. Η έννοια της Θήρευσης είναι σημαντικό να κατακτηθεί από τα παιδιά, προκειμένου να είναι σε θέση να κρίνουν κοινωνικές αποφάσεις σχετικά με τη διατήρηση της άγριας ζωής και τη διαχείριση πληθυσμών (Powell & Powell, 1982).

Η αντίληψη 7, σύμφωνα με την οποία η αιχμή του βέλους στην τροφική αλυσίδα δείχνει τη λεία υιοθετείται από μικρά ποσοστά του δείγματος. Ωστόσο, είναι εντυπωσιακό ότι απαντάται σε όλες σχεδόν τις ερωτήσεις (Πίνακας 5, ερωτήσεις 2, 3, 4, 5, 6 και 8), αν και δίνονταν σαφείς οδηγίες στο ερωτηματολόγιο της έρευνας, όσον αφορά στο συμβολισμό του βέλους σε μια τροφική σχέση. Οι μαθητές που εκφράζουν αυτή την αντίληψη φαίνεται να μην έχουν κατανοήσει ότι το σύμβολο του βέλους σε μια τροφική σχέση εκφράζει την κατεύθυνση που ρέει η ενέργεια μεταξύ των οργανισμών που συνδέονται τροφικά. Αντίθετα, τα υποκείμενα αυτής της κατηγορίας θεωρούν ότι τα βέλη σε μια τροφική σχέση δείχνουν την κατεύθυνση της Θήρευσης δηλ. «ποιος τρώει ποιόν» και όχι «ποιος τρώγεται από ποιόν» που είναι το οικολογικά αποδεκτό.

Σε πολύ μικρά ποσοστά του δείγματος συναντάται η αντίληψη 5 (Πίνακας 5, ερωτήσεις 3, 5 και 6) των μαθητών για τα τροφικά πλέγματα. Οι μαθητές αυτοί δε μπορούν να μεταφέρουν μια αλλαγή από τα σαρκοφάγα σε κατώτερα τροφικά επίπεδα, αλλά τη θεωρούν ως συνέπεια προηγηθείσας αλλαγής στους πληθυσμούς των κατώτερων τροφικών επιπέδων. Οι μαθητές αυτοί φαίνεται να δυσκολεύονται να κατανοήσουν αλληλεπιδράσεις από τα ανώτερα προς τα κατώτερα τροφικά επίπεδα.

Η έκτη αντίληψη των μαθητών για τα τροφικά πλέγματα, σύμφωνα με την οποία η εξάλειψη των παραγωγών θα έχει ως μοναδική συνέπεια να χάσουν τα σαρκοφάγα το ενδιαίτημά τους, απαντάται σε μικρό ποσοστό του δείγματος (Πίνακας 5, ερώτηση 7) και συγκεκριμένα στη μοναδική ερώτηση, όπου γινόταν αναφορά σε εξάλειψη των παραγωγών. Τα υποκείμενα που εκφράζουν αυτή την αντίληψη δεν αναγνωρίζουν το σημαντικό ρόλο των παραγωγών για τη συντήρηση της ζωής στο οικοσύστημα, ενώ φαίνεται ότι δυσκολεύονται να κατανοήσουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ απομακρυσμένων οργανισμών του τροφικού πλέγματος.

Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι δυνατόν να ερμηνευτούν ως συνέπεια των παρακάτω παραγόντων:

1. Κυριαρχία της αισθητηριακής αντίληψης: Οι μαθητές ερμηνεύουν τα φαινόμενα με βάση την εμπειρία τους. Τα παιδιά αντιλαμβάνονται τις τροφικές σχέσεις με το απλοποιημένο σχήμα «ποιος τρώει ποιόν» από την εμπειρία τους.
2. Περιορισμένη εστίαση: Τα παιδιά επικεντρώνουν την προσοχή τους σε περιορισμένες όψεις μιας δεδομένης κατάστασης και δυσκολεύονται να κατανοήσουν αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε στοιχεία κάποιου συστήματος. Έτσι, προσέχουν περισσότερο την άμεση σχέση μεταξύ λείας – θηρευτή, παρά κατανοούν την αλληλεπίδραση ανάμεσα σε απομακρυσμένους πληθυσμούς μιας τροφικής αλυσίδας ή ενός τροφικού πλέγματος.
3. Γραμμικός αιτιακός συλλογισμός: Τα παιδιά έχουν την τάση να σκέφτονται τις εξηγήσεις με βάση προτιμώμενες κατευθύνσεις στις αλυσίδες των γεγονότων. Έτσι, ευκολότερα προβλέπουν αλληλεπιδράσεις με κατεύθυνση από κατώτερα προς ανώτερα τροφικά επίπεδα, παρά αντίστροφα.
4. Σχολικά εγχειρίδια (τα οποία διδάχθηκαν τα υποκείμενα της έρευνας από 1998 -2004): Κατά τη διδασκαλία των τροφικών αλυσίδων στο δημοτικό σχολείο δε διευκρινίζεται ότι αυτές εκφράζουν τη μεταφορά ενέργειας από τους παραγωγούς προς τους καταναλωτές. Επιπλέον, η σήμανση των τροφικών αλυσίδων στα παραπάνω βιβλία είναι συχνά αντίθετη από την επιστημονικά αποδεκτή, με αποτέλεσμα να μην τονίζεται η ροή ενέργειας. Επίσης, η έννοια της τροφής δεν παρουσιάζεται ικανοποιητικά και μόλις στη Στ΄ τάξη γίνεται αναφορά στην καύση των τροφών που προμηθεύει τους οργανισμούς ενέργεια. Τα σχολικά εγχειρίδια περιέχουν ερωτήσεις αντίστοιχες με αυτές της έρευνας που όμως εκμαιεύουν τελεολογικές απαντήσεις από τους μαθητές όπως «τι θα συνέβαινε αν οι αλεπούδες ήταν περισσότερες από τους λαγούς;». Έχει άλλωστε διαπιστωθεί ότι οι μαθητές τελειώνοντας το δημοτικό σχολείο εμφανίζουν σύγχυση ως προς την προέλευση της ενέργειας που χρειάζεται ένα φυτό ή ένα ζώο για να συντηρηθεί και συνεπώς δεν έχουν κατανοήσει το λειτουργικό ρόλο των παραγωγών και των καταναλωτών στο οικοσύστημα (Μπαγιάτη, 2002α). Τα παραπάνω έχουν ως συνέπεια οι μαθητές να μην κατανοούν την αλληλεξάρτηση όλων των οργανισμών που ανήκουν στην ίδια τροφική αλυσίδα.
5. Απλοϊκές θεωρίες οικολογίας: Το αποτέλεσμα της παρούσας έρευνας ότι σημαντικό ποσοστό των μαθητών δυσκολεύεται να προβλέψει αλληλεπιδράσεις μεταξύ απομακρυσμένων πληθυσμών της ίδιας τροφικής αλυσίδας, μπορεί να ερμηνευτεί με την αντίληψη που ο White (2000) ονόμασε επιρροή της εξασθένισης. Σύμφωνα με την αντίληψη που ο White (2000) ονόμασε επιρροή των βρόγχων αναμένεται μικρότερες αλλαγές να υποστούν οι πληθυσμοί που έπονται βρόγχων του τροφικού δικτύου. Η αντίληψη της επιρροής της εξασθένισης, σε συνδυασμό με την αντίληψη της επιρροής των βρόγχων, φαίνεται να ερμηνεύουν το αποτέλεσμα της δικής μας έρευνας ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να καθορίσουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ πληθυσμών του ίδιου τροφικού πλέγματος που δεν ανήκουν στην ίδια τροφική αλυσίδα, καθώς μεταξύ τους παρεμβάλλονται βρόγχοι, κυρίως όταν οι πληθυσμοί είναι απομακρυσμένοι. Από τα δεδομένα της έρευνας τέλος προκύπτει ότι μόνο μια μειοψηφία του δείγματος μπορεί να τεκμηριώσει επιστημονικά την επίδραση της εξάλειψης των παραγωγών σε ένα ανώτερο θηρευτή του τροφικού δικτύου. Το αποτέλεσμα αυτό δεν είναι σύμφωνο με την αντίληψη που κατέγραψε στην έρευνά του ο White (2000) της επιρροής του τερματικού σταθμού, σύμφωνα με την οποία οι επικείμενες αλλαγές μετά από μια διαταραχή θα είναι μεγαλύτερες για είδη που αποτελούν τερματικό σταθμό.

Ερμηνεία των ευρημάτων για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη δυνατότητα επιβίωσης των ειδών στα τροφικά πλέγματα συγκριτικά με τις τροφικές αλυσίδες

Σύμφωνα με τα δεδομένα της έρευνας, ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών εσφαλμένα θεωρούν ότι η διαβίωση θα είναι ίδια και για τα δύο είδη κουκουβάγιας, μια και το κάθε είδος θα έχει προσαρμοστεί στο περιβάλλον, όπου ζει ή δεν καταλήγουν σε κάποια άποψη. Τέλος, μικρό ποσοστό του δείγματος θεωρεί ότι η τροφική αλυσίδα εξασφαλίζει πλεονεκτικότερη διαβίωση στα είδη που τη συνιστούν ή ότι η διαβίωση των ειδών εξαρτάται κυρίως από αβιοτικούς παράγοντες. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα ευρήματα της έρευνας του Eilam (2002), που διαπίστωσε ότι οι μαθητές δε γνωρίζουν ότι οι εξελικτικές διαδικασίες οδήγησαν στο σχηματισμό και την επικράτηση των τροφικών δικτύων, γιατί σε αυτά δημιουργούνται περισσότερες δυνατότητες ελέγχου μιας πληθυσμιακής διαταραχής.

Η αντίληψη μέτριου αριθμού μαθητών ότι τα δυο είδη κουκουβάγιας θα έχουν τις ίδιες δυνατότητες διαβίωσης ερμηνεύεται, λαμβάνοντας υπόψη ότι μεγάλο ποσοστό των μαθητών υιοθετεί την αντίληψη 1 (Πίνακας 5) και εκλαμβάνει τις τροφικές αλυσίδες ενός πλέγματος ως ασύνδετες μεταξύ τους, όταν πρόκειται να μεταφέρει μια διαταραχή από ένα σημείο του τροφικού δικτύου σε ένα άλλο. Μια επιπλέον ερμηνεία είναι ότι ο γραμμικός αιτιακός συλλογισμός αλλά και η περιορισμένη εστίαση της σκέψης των μαθητών δεν τους βοηθά να αντιληφθούν ότι η υψηλή ποικιλότητα ειδών σε ένα τροφικό πλέγμα αμβλύνει της πληθυσμιακές διαταραχές και συντελεί σε μεγαλύτερη σταθερότητα.

Επίσης, η αντίληψη ότι οι οργανισμοί προσαρμόζονται στο περιβάλλον τους, που καταγράφηκε από την παρούσα έρευνα, φαίνεται να επιβεβαιώνει την άποψη ότι οι μαθητές συναντούν τα ίδια επιστημολογικά εμπόδια με αυτά που συνάντησαν στο παρελθόν οι επιστήμονες στην προσπάθειά τους να διατυπώσουν επιστημονικές θεωρίες (Driver κ.ά., 1998) καθώς η ίδια αντίληψη είχε διατυπωθεί παλιότερα από τον Lamark. Ωστόσο στη διαμόρφωση της παραπάνω αντίληψης φαίνεται να συμβάλλει σημαντικά ο καθημερινός τρόπος που αναφερόμαστε στα φαινόμενα υπό συζήτηση και η καθημερινή γλώσσα που δεν είναι απαραίτητα σύμφωνα με την οπτική της επιστήμης. Ως εκ τούτου, η έκφραση που συνήθως χρησιμοποιείται «ένας οργανισμός είναι προσαρμοσμένος στο περιβάλλον του», σε καμιά περίπτωση για την επιστήμη δεν ανταποκρίνεται στη θεοκρατική αντίληψη ότι οι οργανισμοί σχεδιάστηκαν να ζήσουν στο συγκεκριμένο περιβάλλον ή στη λαμαρκιανή αντίληψη ότι οι οργανισμοί με την πάροδο των ετών γίνονται οι καλύτεροι δυνατοί να εποικίσουν ένα συγκεκριμένο περιβάλλον. Επιβεβαιώνεται συνεπώς, η άποψη ότι σε αντίθεση με τους συλλογισμούς των επιστημονικών συστημάτων οι οποίοι βασίζονται σε απρόσωπα μοντέλα, οι παραδοσιακές πεποιθήσεις τείνουν να είναι βασισμένες σε ανθρωπομορφικά μοντέλα, όπως το θεοκρατικό του θεού δημιουργού των πάντων ή το λαμαρκιανό, όπου όλοι ζωντανοί οργανισμοί, όπως οι άνθρωποι προσαρμόζονται στο περιβάλλον τους.

Από τα ευρήματα της έρευνας προκύπτει ότι, τα παιδιά χρειάζεται να κατανοήσουν ότι οι οργανισμοί που ανήκουν στην ίδια τροφική αλυσίδα αλληλεξαρτώνται και η εξαφάνιση κάποιων από αυτούς θα έχει συνέπειες και στους υπόλοιπους, ακόμη και σε αυτούς που δε συνδέονται άμεσα τροφικά. Ίσως επαναξιολογήσουν έτσι την ανθρωποκεντρική αντίληψη τους για την αξία των οργανισμών και να αναγνωρίσουν την οικολογική αξία των οργανισμών.

Στο πλαίσιο περιβαλλοντικών προγραμμάτων αντικείμενο διδασκαλίας θα μπορούσαν να αποτελέσουν θέματα όπως η θήρευση, η υπερβόσκηση, ο ανταγωνισμός, οι τροφικές συνήθειες των οργανισμών, η σπουδαιότητα των παραγωγών στο οικοσύστημα, μια και τα παιδιά εμφανίζουν ελλιπή ενημέρωση γύρω από τα παραπάνω φαινόμενα (Μπαγιάτη, 2002β).

Αναφορές

Adeniyi, E. O. (1985). Misconceptions of selected ecological concepts held by some Nigerian students. *Journal of Biological Education,* 19(4), 311- 316.

Bachelard, G. (1978). *Die Bildug des Wissenschaftlichen Geistes*. Φραγκφούρτη: Suhrkamp.

Barman C. R., Griffiths, A. K. & Okebukola, A. O. (1995). High school students' concepts regarding food chains and food webs: a multinational study. *International Journal of Science Education,* 17(6), 775 – 782.

Caravita, S., & Halldén, O. (1994). Re- framing the problem of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 89-111.

CNUED (1993). *Action 21: Declaration de Rio Sur l' Environnement and the Developpement.* New York: Nations Unies.

Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories – in – action: some theoretical and empirical issues in the study of students conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education,* 10, 37 – 60.

Driver, R., Guesne, E., & Tiberchien, A. (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες.* Αθήνα: Τροχαλία.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood – Robinson, V. (1998). *Οικο- δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών.* Αθήνα: Τυπωθήτω.

Eilam, B. (2002). Strata of comprehending ecology: Looking through the prism of feeding relations. *Science Education*, 86(5), 645 – 671.

Finley, F. N., Stewart, J., & Yarroch, W. L. (1996). Teachers' Perceptions of Important and difficult Science Content. *Science Education,* 66(4), 531 – 538.

Griffiths, A. K., & Grant, A. C. (1985). High school students' understanding of food webs: identification of a learning hierarchy and related misconceptions. *Journal of Research in Science Teaching,* 22(5), 421 – 436.

Hind, A. (1992). *Children's understanding of food chains and the implications for teaching strategies*. Leeds: University of Leeds.

Hogan, K. (2000). Assessing students' systems reasoning in ecology. *Journal of Biological Education,* 35(1), 22 – 28.

Leach, J., Driver, R., Scott, Ph., & Wood – Robinson, C. (1996). Children's ideas about ecology 3: ideas found in children aged 5 –16 about the interdependency of organisms. *International Journal of Science Education*, 18 (2), 129-141.

Nuttle, T., Bredeweg, B., & Salles, P. (2004). Qualitative Reasoning about Food Webs: Exploring Alternative Representations. In K. Forbus & J. de Kleer (eds.), *Proceedings of the 18th International Workshop on Qualitative Reasoning (QR'04)* (pp. 89-96). Evanston, IL.

Odum, E. P. (1997). The emerge of ecology as a new integrative discipline, *Science*, 195(4284), 1289-1293.

Schollum, B. W. (1983). Arrows in science diagrams: Help or hindrance to pupils? *Research in Science Education*, 13, 45 – 49.

Schotz, W., Vosniadou, S., & Carretero, M. (1999). *New Perspectives on Conceptual Change.* Oxford: Elsevier Science Ltd.

Tamir, P. (1989). Some issues related to the use of justifications to multiple – choice answers. *Journal of Biological Education,* 23(4), 285 – 292.

Webb, P., & Boltt, G. (1990). Food chain to food web: a natural progression; *Journal of Biological Education*, 24(3), 187-190.

White, P. A. (2000). Naïve analysis of food web dynamics: A study of causal judgment about complex physical systems. *Cognitive Science*, 24(4), 605-650.

Βασιλοπούλου, Μ. (1998). *Διερεύνηση και Διδακτική αντιμετώπιση των πρότερων αντιλήψεων των μαθητών του γυμνασίου για τη Βιοποικιλότητα*. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής και Ψυχολογίας, Τομέας Παιδαγωγικής.

Κουζέλης, Γ. (2005). *Ενάντια στα φαινόμενα, για μια επιστημολογική προσέγγιση της διδακτικής των Κοινωνικών Επιστημών.* Αθήνα: Νήσος.

Μπαγιάτη, Ε. (2002α). Ιδέες και εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών του δημοτικού σχολείου για τις έννοιες παραγωγός – καταναλωτής. Στο Α. Μαργετουσάκη & Π. Γ. Μιχαηλίδης (επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτική Φυσικών Επιστημών & Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών Στην Εκπαίδευση* (σ. 225-231), Αθήνα: Εκδόσεις Έλλην.

Μπαγιάτη, Ε. (2002β*). Διερεύνηση εναλλακτικών αντιλήψεων μαθητών της Στ΄ τάξης δημοτικών σχολείων γύρω από τις τροφικές αλυσίδες και της ικανότητάς τους να κατανοούν σχετικά περιβαλλοντικά προβλήματα*. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Σχολή Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Μπαγιάτη, Ε. (2012a). Μεταφορά μάθησης βασικών οικολογικών εννοιών κατά τη διερεύνηση περιβαλλοντικών ζητημάτων και κριτική σκέψη. Συσχέτιση γνώσεων και στάσεων μαθητών για τα τροφικά πλέγματα. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*. 5(1-2), 141-152.

Μπαγιάτη, Ε. (2012b). Αντιλήψεις και Στάσεις Μαθητών Λυκείου σε Σχέση με Βασικές Οικολογικές Έννοιες και Ζητήματα στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Στο Ε. Φλογαΐτη & Α. Γεωργόπουλος (επιμ.), *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Ερευνητικές Εργασίες στην Ελλάδα* (σ. 307 – 320), Αθήνα, Πεδίο.

Μπαγιάτη, Ε. & Φλογαΐτη, Ε. (2005α). Ικανότητα μαθητών δημοτικού σχολείου να κατανοούν και να αξιολογούν οικολογικές επιπτώσεις ανθρώπινων παρεμβάσεων στα τροφικά πλέγματα. Στο *Πρακτικά 2ου Πανελλήνιου*

Συμποσίου Έμπνευση, Στοχασμός και Φαντασία στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (σ. 90 –99), Πανεπιστήμιο Πειραιά: Συμβούλιο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης της Ελληνικής Εταιρείας.

Μπαγιάτη, Ε. & Φλογαΐτη, Ε. (2005β). Ικανότητα μαθητών δημοτικού σχολείου να προβλέπουν αλληλεπιδράσεις πληθυσμών στις τροφικές αλυσίδες και διερεύνηση των εναλλακτικών τους αντιλήψεων. Στο *Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Συνέδριου Σχολικών Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης* (σ. 477-486), Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Ανακτήθηκε στις 20 Ιανουαρίου 2015, από http://www.kpe.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=36&Itemid=82.

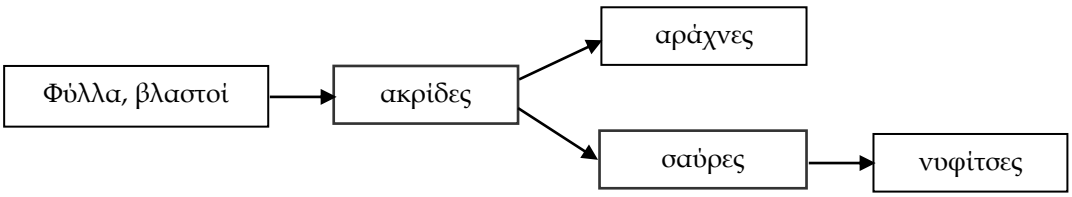
Παράρτημα

1. Σε μια περιοχή υπάρχουν αλεπούδες, αγριόχορτα και λαγοί. Βάλε 1, 2 ,3 στο αντίστοιχο τετραγωνάκι των οργανισμών αυτών, δείχνοντας ποιοι από αυτούς πιστεύεις ότι είναι: (3) πάρα πολλοί, (2) πολλοί, (1) λίγοι .

☐ Αλεπούδες ☐ Αγριόχορτα ☐ Λαγοί

Εξήγησε πως σκέφτηκες για να διαλέξεις αυτή την απάντηση:……

- ✓ Παρακάτω ακολουθούν σχεδιαγράμματα που δείχνουν πως ο ένας οργανισμός «είναι τροφή για τον (→)… άλλο» π.χ. σαύρες → νυφίτσες δηλ. οι σαύρες είναι τροφή για τις νυφίτσες. Όταν διαβάζεις τη λέξη σαύρες να ξέρεις ότι εννοούμε όλες τις σαύρες μιας περιοχής. Το ίδιο συμβαίνει και με τους υπόλοιπους οργανισμούς.
- ✓ Κοίταξε προσεκτικά τα σχεδιαγράμματα και πες τη γνώμη σου για τις παρακάτω ερωτήσεις. Σημείωσε την απάντηση που διαλέγεις μ' ένα Χ στο αντίστοιχο τετραγωνάκι.



2. Εάν ξαφνικά οι σαύρες γίνουν πολύ λίγες, τι προβλέπεις ότι θα συμβεί στις νυφίτσες;

☐ Θα λιγοστέψουν ☐ Θα μείνουν οι ίδιες ☐ Θα γίνουν πάρα πολλές

Εξήγησε πως σκέφτηκες για να διαλέξεις αυτή την απάντηση:

3. Εάν ξαφνικά οι νυφίτσες γίνουν πάρα πολλές, τι προβλέπεις ότι θα συμβεί στις σαύρες;

☐ Θα λιγοστέψουν ☐ Θα μείνουν οι ίδιες ☐ Θα γίνουν πάρα πολλές

Εξήγησε πως σκέφτηκες για να διαλέξεις αυτή την απάντηση:

4. Εάν ξαφνικά οι ακρίδες γίνουν πολύ λίγες, τι προβλέπεις ότι θα συμβεί στις νυφίτσες;

☐ Θα λιγοστέψουν ☐ Θα μείνουν οι ίδιες ☐ Θα γίνουν πάρα πολλές

Εξήγησε πως σκέφτηκες για να διαλέξεις αυτή την απάντηση:

5. Εάν ξαφνικά οι αράχνες γίνουν πάρα πολλές, τι προβλέπεις ότι θα συμβεί στις σαύρες;

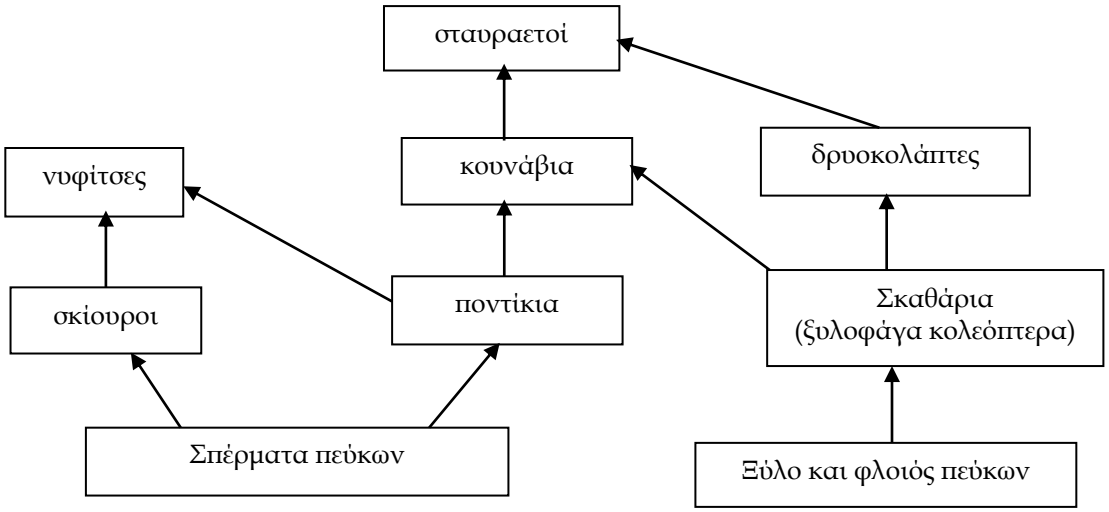
☐ Θα λιγοστέψουν ☐ Θα μείνουν οι ίδιες ☐ Θα γίνουν πάρα πολλές

Εξήγησε πως σκέφτηκες για να διαλέξεις αυτή την απάντηση:

6. Εάν ξαφνικά οι νυφίτσες γίνουν πολύ λίγες, τι προβλέπεις ότι θα συμβεί στις ακρίδες;

☐ Θα λιγοστέψουν ☐ Θα μείνουν οι ίδιες ☐ Θα γίνουν πάρα πολλές

Εξήγησε πως σκέφτηκες για να διαλέξεις αυτή την απάντηση:



7. Εάν ξαφνικά τα πεύκα ξεραθούν, τι προβλέπεις ότι θα συμβεί στους σταυραετούς;

☐ Θα λιγοστέψουν ☐ Θα μείνουν οι ίδιοι ☐ Θα γίνουν πάρα πολλοί

Εξήγησε πως σκέφτηκες για να διαλέξεις αυτή την απάντηση:

8. Εάν ξαφνικά οι σταυραετοί γίνουν πολύ λίγοι, τι προβλέπεις ότι θα συμβεί στους σκίουρους;

☐ Θα λιγοστέψουν ☐ Θα μείνουν οι ίδιοι ☐ Θα γίνουν πάρα πολλοί

Εξήγησε πως σκέφτηκες για να διαλέξεις αυτή την απάντηση:

9. Οι κουκουβάγιες που ζουν σε έλη τρέφονται από μια ποικιλία οργανισμών (σχήμα 1). Οι κουκουβάγιες που ζουν σε τούνδρες, σε μερικές περιπτώσεις, τρέφονται μόνο από ένα είδος τρωκτικών του γένους Lemmus (σχήμα 2). Θεωρείς ότι για κάποιο από τα δύο είδη κουκουβάγιας η διαβίωση είναι πιο εύκολη;

☐ Όχι ☐ Ναι ☐ Δεν είμαι σίγουρος–η

Εξήγησε πως σκέφτηκες για να διαλέξεις αυτή την απάντηση:

Αναφορά στο άρθρο ως: Μπαγιάτη, Ε. (2014). Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών Λυκείου για τα τροφικά πλέγματα. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 7(1-2), 41-58.

http://earthlab.uoi.gr/thete/index.php/thete