



Αποτύπωση παρανοήσεων των μαθητών Γυμνασίου για τις τροφικές αλυσίδες μέσα από έρευνα με ερωτηματολόγιο

Μπουλουξή Α.

Πειραματικό Γυμνάσιο Αναβρύτων, aboulouxi@sch.gr

Στην παρούσα εργασία αποτυπώνονται παρανοήσεις των μαθητών Γυμνασίου για τις τροφικές αλυσίδες. Κατασκευάστηκε ερωτηματολόγιο και διεξήχθη Πανελλαδική έρευνα σε συνολικά 1757 μαθητές Γυμνασίου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας βρέθηκε ότι μόνο ένας στους τρεις μαθητές επιτυγχάνει να κατατάξει τους οργανισμούς σε παραγωγούς/ καταναλωτές και φυτοφάγους /σαρκοφάγους. Οι υπόλοιποι αντιμετωπίζουν δυσκολία στην κατάταξη. Αρκετοί από αυτούς έχουν μια συστηματική αντιμετώπιση των αντίστοιχων οργανισμών δύο τροφικών αλυσίδων, Επίσης, κατατάσσουν τους οργανισμούς σε φυτοφάγους/σαρκοφάγους, παραγωγούς/καταναλωτές με βάση το μέγεθος και την αγριότητά τους.

Εισαγωγή

Ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι η ύπαρξη μεγάλου αριθμού παρανοήσεων στο γνωστικό σύστημα των μαθητών. Παρανόηση θεωρείται η πλήρως ή μερικώς λανθασμένη χρήση ή απόδοση μιας έννοιας, η οποία έχει ήδη διδαχθεί. Η μελέτη και διευκρίνιση των παρανοήσεων αποτελεί σημαντική εκπαιδευτική πρακτική για την ολοκληρωμένη διδασκαλία ενός θέματος και μπορεί να γίνει είτε με χρήση νοητικών χαρτών, είτε με ερωτηματολόγια (Scoullos et al 2004). Ένα σύνθετο θέμα που δίνει αφορμή σε παρανοήσεις ειδικότερα στη διδασκαλία της Βιολογίας είναι οι σχέσεις μεταξύ των οργανισμών καθώς και η ροή ενέργειας και μάζας σ' ένα οικοσύστημα (AAAS 1993, NRC 1996, Mullis et al 2001, OECD 2003). Οι μαθητές έχουν παρανοήσεις που τους εμποδίζουν να κατανοήσουν τη φύση της τροφικής αλυσίδας και κατ' επέκταση του τροφικού πλέγματος καθώς και τη ροή ενέργειας και μάζας σ' αυτά. Μάλιστα οι δυσκολίες αυτές φαίνεται να παραμένουν και μετά συστηματική διδασκαλία του θέματος (Gallegos et al 1994, Barman et al 1995, Leach et al 1995, 1996a, 1996b, Hogan 2000, Eilam 2002).

Η ταυτότητα της έρευνας

Η παρούσα έρευνα έχει ως σκοπό την αποτύπωση παρανοήσεων των μαθητών Γυμνασίου για τις τροφικές αλυσίδες με τη χρήση ερωτηματολογίου. Στόχοι του συγκεκριμένου ερωτηματολογίου είναι να ανιχνεύσει, αν οι μαθητές:

- κατατάσσουν τους οργανισμούς τριών τροφικών αλυσίδων σε παραγωγούς, καταναλωτές, φυτοφάγους και σαρκοφάγους,
- αντιμετωπίζουν με τον ίδιο τρόπο τις τροφικές αλυσίδες χερσαίων και θαλάσσιων οικοσυστημάτων,
- αντιμετωπίζουν με τον ίδιο τρόπο τους οργανισμούς με τους οποίους είναι περισσότερο εξοικειωμένοι απ' αυτούς με τους οποίους δεν είναι,
- έχουν πλαίσια με τα οποία κατατάσσουν τους οργανισμούς τροφικών αλυσίδων σε παραγωγούς –καταναλωτές και φυτοφάγους– σαρκοφάγους.

Η επιλογή των τροφικών αλυσίδων έγινε βάσει των σχολικών εγχειριδίων του Δημοτικού (Δασκαλάκης κ.ά. 1995, Αλεξόπουλος κ.ά. 1996, Γεωργοκόστας κ.ά. 1997, 1998, 2000). Επιλέχθηκαν δύο τροφικές αλυσίδες χερσαίων οικοσυστημάτων και μία θαλάσσιου



οικοσυστήματος. Η μία τροφική αλυσίδα χερσαίου οικοσυστήματος είναι η: *χορτάρι* → *λαγός* → *λύκος*, η οποία είναι πολύ γνωστή στους μαθητές από τη Β' τάξη έως και την ΣΤ' τάξη, με την διαφορά ότι στη θέση του λύκου υπάρχει η αλεπού. Η δεύτερη: *σιτάρι* → *ποντικός* → *φίδι*, εμφανίζεται στην Γ' τάξη με μικρότερη συχνότητα στις υπόλοιπες τάξεις. Η τροφική αλυσίδα της θάλασσας: *φυτοπλαγκτόν* → *ζωοπλαγκτόν* → *καλαμάρι*, εμφανίζεται μόνο στο βιβλίο της ΣΤ' τάξης του δημοτικού. Η αλυσίδα αυτή επιλέχθηκε (1) επειδή το τροφικό πλέγμα της θάλασσας είναι ένα από τα δύο βασικά αλληλοεξαρτώμενα τροφικά πλέγματα (AAAS 1993) και (2) για να ελεγχθεί αν οι μαθητές αντιμετωπίζουν με τον ίδιο τρόπο τους οργανισμούς που υπάρχουν στις τροφικές αλυσίδες. Για παράδειγμα πώς «βλέπουν» το φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν τα οποία αποτελούνται από μικροσκοπικούς οργανισμούς, σε σχέση με τα χορτάρι –σιτάρι και λαγός –ποντίκι αντίστοιχα και πώς το καλαμάρι, το οποίο είναι «αδύναμο» και «ακίνδυνο» σε σχέση με το λύκο και το φίδι (Gallegos et al. 1994).

Στο ερωτηματολόγιο χρησιμοποιήθηκαν ερωτήσεις κλειστού τύπου (Παρασκευόπουλος 1993). Η βαθμολόγηση των ερωτήσεων αυτού του τύπου είναι αντικειμενική (Tamir 1998, Κασσωτάκης 1999, Γεωργιάδου 2000). Επειδή οι επιδόσεις των μαθητών σε ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου εξαρτώνται από την αναγνωστική ικανότητα τους, (Αλεξόπουλος 1998, Γεωργιάδου 2000), χρησιμοποιήθηκαν ερωτήσεις ώστε οι δείκτες αναγνωσιμότητας να είναι κατάλληλοι (Γαγάτσης 1985, Υπ.Ε.Π.Θ & Π.Ι. 1999) και επιπλέον ελέγχθηκε η αναγνωσιμότητα των ερωτήσεων με την χορήγηση του πιλοτικού ερωτηματολογίου σε 20 μαθητές Γυμνασίου. Μ' αυτό τον τρόπο έγινε έλεγχος της λεκτικής διατύπωσης των ερωτήσεων, ώστε αυτές να είναι κατανοητές από τους μαθητές. Ταυτόχρονα έγινε έλεγχος του χρόνου, που απαιτείται, για να απαντήσουν οι μαθητές στις ερωτήσεις.

Από τις ερωτήσεις ζητήθηκε από τους μαθητές να αναγνωρίσουν έννοιες και να αντλήσουν τις κατάλληλες πληροφορίες από διαγράμματα. Η βαθμολόγηση των ερωτήσεων έγινε χρησιμοποιώντας κατάλληλα προσαρμοσμένη μορφή του τύπου, με τον οποίο βαθμολογούνται ερωτήσεις πλέγματος (Γεωργιάδου 2000). Η χρήση του τύπου έγινε ώστε να λάβουμε υπόψη μας και τις λανθασμένες επιλογές των μαθητών. Η προσαρμογή του έγινε ώστε σε κάθε περίπτωση η κλίμακα, που προκύπτει, να έχει ελάχιστο το μηδέν (όταν οι επιλογές των οργανισμών είναι λανθασμένες, για παράδειγμα όταν στον παραγωγό της χερσαίας αναφέρονται όλοι οι καταναλωτές) και μέγιστο 4 (όταν επιλέγονται μόνο οι σωστοί για κάθε ερώτηση οργανισμοί). Η θεωρητική κλίμακα παίρνει όλες τις ακέραιες τιμές μεταξύ του 0 και 4, για όλους τους συνδυασμούς σωστών και λανθασμένων επιλογών.

Για να ελεγχθεί η επιστημονική ορθότητα το ερωτηματολόγιο χορηγήθηκε σε 11 Πανεπιστημιακούς. Το μοναδικό πρόβλημα που αναδείχθηκε από τη διαδικασία αυτή ήταν ότι ο ποντικός είναι παμφάγος οργανισμός. Αφού λάβαμε υπόψη μας τις επισημάνσεις των κριτών και τις παρατηρήσεις των μαθητών που συμμετείχαν στην πιλοτική έρευνα, αφαιρέσαμε την τροφική αλυσίδα που περιείχε τον ποντικό.

Η έρευνα διεξήχθη από το Μάρτιο έως τον Απρίλιο του 2002. Πραγματοποιήθηκε κατά συστάδες τυχαία δειγματοληψία έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος σε σχέση με τον πληθυσμό. Συμμετείχαν 17 Ημερήσια Δημόσια Γυμνάσια, 7 της Αττικής, 2 της Θεσσαλονίκης και 8 της Περιφέρειας. Συνολικά συγκεντρώθηκαν 1757 ερωτηματολόγια, 627 (35,7%) της Α' τάξης, 602 (34,3%) της Β' τάξης και 528 (30,1%) της Γ' τάξης (πίνακας 1).



Πίνακας 1: Σχολεία, που συμμετείχαν στην έρευνα και αριθμός μαθητών ανά σχολείο και τάξη

α/α	Γυμνάσιο	Τάξη		
		Α΄	Β΄	Γ΄
9.	4 ^ο Αθηνών	11	32	42
10.	40 ^ο Αθηνών	51	—	—
11.	61 ^ο Αθηνών	45	9	24
12.	4 ^ο Ζωγράφου	42	43	—
13.	6 ^ο Ζωγράφου	41	54	48
14.	4 ^ο Ιλίου	30	37	28
15.	2 ^ο Αγίας Παρασκευής	36	40	38
16.	Πανοράματος Θεσσαλονίκης	35	38	41
17.	1 ^ο Πυλαίας Θεσσαλονίκης	52	52	29
18.	4 ^ο Θήβας	45	28	33
19.	1 ^ο Κορίνθου	38	41	37
20.	Βραχατίου Κορινθίας	30	46	37
21.	3 ^ο Σύρου	39	38	34
22.	5 ^ο Καλαμάτας	38	43	43
23.	6 ^ο Καλαμάτας	26	29	27
24.	2 ^ο Καρδίτσας	41	44	37
25.	Μουσικό Καρδίτσας	27	28	30
Σύνολο μαθητών:		627	602	528
Ποσοστό (%):		35,7	34,3	30,1

Από τους 627 μαθητές της Α΄ τάξης που συμμετείχαν στην έρευνα, οι 319 (50,9%) ήταν αγόρια. Από τους 602 μαθητές της Β΄ τάξης που συμμετείχαν στην έρευνα, οι 318 (52,8%) ήταν αγόρια, ενώ από τους 528 μαθητές της Γ΄ τάξης που συμμετείχαν στην έρευνα, οι 250 (47,3%) ήταν αγόρια (πίνακας 2).

Έγινε έλεγχος των διαφορών των ποσοστών της κατανομής του δείγματος με τα αντίστοιχα της κατανομής του πληθυσμού για καθεμιά από τις δύο περιπτώσεις. Ο έλεγχος ποσοστών έγινε με τη χρήση του διωνυμικού στατιστικού κριτηρίου. Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά και στις δύο περιπτώσεις με πιθανότητα σφάλματος μικρότερη από 5%. Τούτο ενισχύει την υπόθεση της αντιπροσωπευτικότητας του δείγματός μας.

Πίνακας 2: Η κατανομή του δείγματος κάθε τάξης σύμφωνα με το φύλο των μαθητών

Τάξη		Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Α΄	Αγόρια	319	50,9
	Κορίτσια	308	49,1
	Σύνολο	627	100,0
Β΄	Αγόρια	318	52,8
	Κορίτσια	284	47,2
	Σύνολο	602	100,0
Γ΄	Αγόρια	250	47,3
	Κορίτσια	278	52,7
	Σύνολο	528	100,0
Γενικό Σύνολο:		1757	

Η ανάλυση των ερωτήσεων και όλοι οι στατιστικοί έλεγχοι έγιναν για κάθε τάξη χωριστά, ώστε να ελεγχθεί η επίδραση του τι έχουν οι μαθητές διδαχθεί κατά τη φοίτησή τους στο σχολείο. Δύο βασικές ιδιότητες ενός τεστ είναι η αξιοπιστία και η εγκυρότητα. Η αξιοπιστία σχετίζεται με



τη σταθερότητα του τεστ και δείχνει ότι όταν χορηγήσουμε το τεστ στο ίδιο άτομο, θα έχουμε τις ίδια μέτρηση. Η αξιοπιστία σχετίζεται με την ακρίβεια του οργάνου μέτρησης άσχετα με αυτό που μετράται. Ενώ η εγκυρότητα αναφέρεται στο βαθμό που το τεστ μετρά αυτό για το οποίο προορίζεται να μετρά. Η αξιοπιστία, η οποία ελέγχεται με τη μέθοδο του Cronbach α , ονομάζεται *αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας*. Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται οι δείκτες Cronbach α , η μέση τιμή καθώς και η διακύμανση του ολικού τεστ για κάθε τάξη χωριστά. Οι τιμές των δεικτών α βρέθηκαν της τάξης του 0,8. Οι τιμές αυτές θεωρούνται αρκετά ικανοποιητικές για ένα ψυχομετρικό εργαλείο. Επίσης υπολογίστηκε η διορθωμένη συνάφεια μεταξύ απάντησης στην ερώτηση και βαθμολογίας στο ολικό τεστ, η οποία θεωρείται ότι δείχνει την εγκυρότητα της ερώτησης. Οι συνάφειες αυτές κυμαίνονται από 0,40 έως 0,67, οι οποίες είναι ικανοποιητικές. Επιπλέον, καμία μέση τιμή της κλίμακας αν η ερώτηση παραλειφθεί δεν είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή της ολικής κλίμακας. Καμία διακύμανση της κλίμακας αν η ερώτηση παραλειφθεί δεν είναι μεγαλύτερη από τη διακύμανση της ολικής κλίμακας. Έτσι, η ανάλυση ερωτήσεων ανέδειξε ότι όλες οι ερωτήσεις κρίνονται κατάλληλες και επιπλέον η τιμή του α είναι πολύ ικανοποιητική και για τις τρεις τάξεις (Παρασκευόπουλος 1993, Αλεξόπουλος 1998, Κασσωτάκης 1999, Tuckman 1999).

Πίνακας 3. Δείκτες Cronbach α , η μέση τιμή καθώς και η διακύμανση του ολικού τεστ ανά τάξη

Τάξη	α	Μέση τιμή	Διακύμανση
Α΄	0,83	27,07	24,90
Β΄	0,80	27,31	23,30
Γ΄	0,80	27,66	20,19

Ο έλεγχος της εγκυρότητας του ερωτηματολογίου έγινε με την βιβλιογραφική ανασκόπηση και την αξιολόγηση από τους κριτές καθώς και με την ανάλυση των ερωτήσεων. Η εγκυρότητα που εξασφαλίζεται μ' αυτό τον τρόπο ονομάζεται *εγκυρότητα αντιπροσωπευτικού περιεχομένου* και αναφέρεται στο βαθμό στον οποίο ένα ψυχομετρικό εργαλείο με τις ερωτήσεις που περιλαμβάνει καλύπτει όλη τη περιοχή που πρόκειται να μετρηθεί (Παρασκευόπουλος 1993, Αλεξόπουλος 1998, Κασσωτάκης 1999, Tuckman 1999).

Αποτελέσματα ποσοτικής έρευνας

Σκοπός της έρευνας ήταν να βρούμε ποια είναι η ανταπόκριση των μαθητών στο ερωτηματολόγιο καθώς και αν αντιμετωπίζουν τις δύο επιμέρους τροφικές αλυσίδες, αλλά και τους οργανισμούς που υπάρχουν σ' αυτές με τον ίδιο τρόπο. Μετά από την στατιστική επεξεργασία βρέθηκε ότι:

- Μόνο ένας στους τρεις μαθητές και των τριών τάξεων επιτυγχάνει να κατατάξει σωστά τους οργανισμούς και των δύο τροφικών αλυσίδων σε παραγωγούς, καταναλωτές, φυτοφάγους και σαρκοφάγους.
- Οι μαθητές αντιμετωπίζουν με μεγαλύτερη ευχέρεια τη χερσαία τροφική αλυσίδα από τη θαλάσσια, ($p < 0,001$). Ειδικότερα, η γνωστή από την Τρίτη Δημοτικού τροφική αλυσίδα: χορτάρι \rightarrow λαγός \rightarrow λύκος, παραμένει ουσιαστικά άγνωστη για τους μισούς μαθητές, ενώ η θαλάσσια είναι εκείνη που καθορίζει την επίδοση στις τροφικές αλυσίδες, αφού δύο στους τρεις μαθητές αποτυγχάνουν να απαντήσουν σωστά σ' αυτή.
- Δεν αλλάζει ουσιαστικά η επίδοση των μαθητών Γυμνασίου στις τροφικές αλυσίδες από την Α΄ στην Γ΄ τάξη. Η μοναδική διαφορά που είναι στατιστικά σημαντική αφορά μόνο στη χερσαία τροφική αλυσίδα και μόνο ανάμεσα στους μαθητές των τάξεων Α΄ και Γ΄, με τους μαθητές της Γ΄ τάξης να απαντούν καλύτερα, ($p < 0,05$).

Η αναζήτηση των παρανοήσεων των μαθητών Γυμνασίου στις τροφικές αλυσίδες ξεκίνησε με την εύρεση των λανθασμένων απαντήσεων των μαθητών, με ποσοστό μεγαλύτερο του 3,3% σε κάθε ερώτηση και για την κάθε τάξη. Ως κυριότερες λανθασμένες απαντήσεις θεωρήθηκαν εκείνες, που οι σχετικές τους συχνότητες αντιστοιχούν τουλάχιστον σε έναν μαθητή ανά 30 μαθητές. Αυτό μεθοδολογικά σημαίνει ότι είναι δυνατόν να βρεθεί τουλάχιστον ένας μαθητής με την συγκεκριμένη παρανόηση σε κάθε τμήμα διδασκαλίας.

Πίνακας 4: Συχνότητες και ποσοστά (%) των κυριότερων λανθασμένων απαντήσεων των μαθητών των τριών τάξεων στους παραγωγούς

α/α	Παραγωγοί είναι:	Τάξη					
		Α'		Β'		Γ'	
		f	%	f	%	f	%
1	χορτάρι	28	4,5	21	3,5	22	4,2
2	χορτάρι, φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν	62	9,9	82	13,6	64	12,1
3	χορτάρι, λαγός, φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν	31	4,9	26	4,3	26	4,9

Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται οι λανθασμένες απαντήσεις των μαθητών των τριών τάξεων με ποσοστό μεγαλύτερο του 3,3% στην ερώτηση, που αφορά στους **παραγωγούς**. Οι απαντήσεις, που πιθανά να σχετίζονται με παρανοήσεις των μαθητών σχετικά με τους παραγωγούς είναι όλες εκτός της 1, (χορτάρι). Ειδικότερα, η απάντηση 2, (χορτάρι, φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν), εμφανίζει τη μεγαλύτερη συχνότητα μεταξύ των λανθασμένων και στις τρεις τάξεις Γυμνασίου. Η συμπερίληψη του ζωοπλαγκτού στους παραγωγούς πιθανά σχετίζεται με παρανοήσεις των μαθητών σχετικά με τι είναι πλαγκτόν γενικά και την μη διάκρισή του σε φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν. Με αφορμή την παρανόηση αυτή ένα από τα ερωτήματα, που θα ερευνηθούν στα επόμενα στάδια είναι: «Οι μαθητές αντιμετωπίζουν το ζωοπλαγκτόν με ανάλογο με το χορτάρι και το φυτοπλαγκτόν τρόπο;». Η απάντηση 3, (χορτάρι, λαγός, φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν), δείχνει ότι οι μαθητές πιθανά να θεωρούν ότι: «παραγωγοί είναι οι οργανισμοί, που δίνουν τροφή σε άλλους οργανισμούς». Γι' αυτό και εντάσσουν στην κατηγορία των παραγωγών και τους φυτοφάγους οργανισμούς. Εντούτοις, η λανθασμένη αυτή άποψη δείχνει έναν συνεπή τρόπο αντιμετώπισης των οργανισμών των δύο τροφικών αλυσίδων. Στον πίνακα 5 φαίνονται οι απαντήσεις των μαθητών των τριών τάξεων με ποσοστό μεγαλύτερο του 3,3% στην ερώτηση, που αφορά στους **καταναλωτές**. Οι λανθασμένες απαντήσεις, που πιθανά να σχετίζονται με παρανοήσεις των μαθητών είναι όλες εκτός της 1, (λαγός) και ίσως και της 3 (καλαμάρι), η οποία αφενός αφορά στο 3,3% των μαθητών μόνο της Α' τάξης, αφετέρου δεν οδηγεί σε περαιτέρω αναλύσεις. Ίσως όμως να σχετίζεται μερικώς με το γεγονός ότι περισσότεροι μαθητές κατατάσσουν το καλαμάρι στους καταναλωτές έναντι εκείνων, που κατατάσσουν το λύκο στους καταναλωτές.

Η απάντηση 2, (λαγός και ζωοπλαγκτόν) σχετίζεται με τη θεώρηση ότι: «καταναλωτές είναι μόνο οι φυτοφάγοι οργανισμοί, αυτοί δηλαδή που τρέφονται με τους παραγωγούς». Ελέγχθηκε ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών για τους παραγωγούς, οι οποίοι θεωρούν ως καταναλωτές τους φυτοφάγους οργανισμούς. Βρέθηκε ότι οι 20 από τους 21 μαθητές της Α' τάξης (3,2%), οι 38 από τους 41 μαθητές της Β' (6,3%), και οι 15 από τους 19 μαθητές της Γ' (2,8%), απαντούν σωστά ότι παραγωγοί είναι το χορτάρι και το φυτοπλαγκτόν. Το τελευταίο ενισχύει τη θεώρηση της απάντησης 2 ως παρανόησης: «καταναλωτές είναι οι οργανισμοί, οι οποίοι τρέφονται μόνο με παραγωγούς».

**Πίνακας 5:** Συχνότητες και ποσοστά (%) των κυριότερων λανθασμένων απαντήσεων των μαθητών των τριών τάξεων στους καταναλωτές

α/α	Καταναλωτές είναι:	Τάξη					
		Α΄		Β΄		Γ΄	
		f	%	f	%	f	%
1	λαγός	9	<3,3	20	3,3	10	<3,3
2	λαγός και ζωοπλαγκτόν	21	3,3	41	6,8	19	3,6
3	καλαμάρι	23	3,7	19	<3,3	16	<3,3
4	λύκος και καλαμάρι	37	5,9	26	4,3	22	4,2
5	χορτάρι, λαγός και καλαμάρι	81	12,9	98	16,3	97	18,4

Η απάντηση 4, (λύκος και καλαμάρι), σχετίζεται με τη θεώρηση ότι: «καταναλωτές είναι οι οργανισμοί που βρίσκονται στο τέλος της τροφικής αλυσίδας». Αναζητήθηκαν οι απόψεις για τους παραγωγούς των μαθητών, που θεωρούν ως καταναλωτές τους σαρκοφάγους οργανισμούς. Διαπιστώθηκε ότι αρκετοί απ' αυτούς απαντούν σωστά ότι παραγωγοί είναι το χορτάρι και το φυτοπλαγκτόν: 13 από τους 37 της Α΄, 11 από τους 26 της Β΄ και 20 από τους 22 της Γ΄. Οι υπόλοιποι κυρίως θεωρούν παραγωγούς όλους τους οργανισμούς των τροφικών αλυσίδων εκτός των σαρκοφάγων οργανισμών. Μερικοί επίσης, θεωρούν παραγωγούς τους φυτοφάγους οργανισμούς και κάποιοι περιλαμβάνουν και το ζωοπλαγκτόν στους παραγωγούς. Έτσι, μπορεί να θεωρηθεί ως παρανόηση των μαθητών η άποψη ότι: «καταναλωτές είναι οι όλοι οργανισμοί που βρίσκονται στο τέλος της τροφικής αλυσίδας». Γεγονός που βρίσκεται σε συμφωνία με τα ευρήματα της έρευνας των Barman et al (1995), σύμφωνα με τους οποίους οι οργανισμοί που βρίσκονται στο τέλος της τροφικής αλυσίδας είναι θηρευτές «predators» όλων των υπόλοιπων οργανισμών της τροφικής αλυσίδας.

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι οι δύο προηγούμενες λανθασμένες απαντήσεις δηλώνουν ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν με τον ίδιο τρόπο αντίστοιχους οργανισμούς των δύο τροφικών αλυσίδων, δηλαδή ακολουθούν την ίδια τακτική κατά την ανάκλησης της σχετικής πληροφορίας από τα δύο διαγράμματα.

Η απάντηση 5, (χορτάρι, λαγός και καλαμάρι), είναι η λανθασμένη απάντηση με τη μεγαλύτερη συχνότητα από τις υπόλοιπες λανθασμένες. Σχετίζεται με τη διαφορετική θεώρηση, που έχουν οι μαθητές, για το ζωοπλαγκτόν. Οι μαθητές δεν περιλαμβάνουν το ζωοπλαγκτόν στους καταναλωτές. Ελέγξαμε τις απόψεις για τους παραγωγούς των μαθητών, οι οποίοι δεν περιλαμβάνουν το ζωοπλαγκτόν στους καταναλωτές. Διαπιστώσαμε ότι 42 από τους 81 μαθητές της Α΄ (6,7%), 61 από τους 98 μαθητές της Β΄ (10,1%) και 46 από τους 97 της Γ΄ (8,7%) περιλαμβάνουν το ζωοπλαγκτόν στους παραγωγούς. Από τους υπόλοιπους μαθητές οι 28 της Α΄ (4,5%), 27 της Β΄ (4,5%) και 39 της Γ΄ (7,4%) απαντούν σωστά στη σχετική με τους παραγωγούς ερώτηση, δηλαδή απλά δεν κατατάσσουν το ζωοπλαγκτόν στους καταναλωτές, λόγω της δυσκολίας με την οποία αντιμετωπίζουν τη θαλάσσια τροφική αλυσίδα.

Άρα το 6,7% των μαθητών της Α΄, το 10,1% των μαθητών της Β΄ και το 8,7% των μαθητών της Γ΄ αντιμετωπίζει το ζωοπλαγκτόν ως παραγωγό κι όχι ως καταναλωτή. Κατατάσσει το ζωοπλαγκτόν στους παραγωγούς μαζί με το χορτάρι και το φυτοπλαγκτόν και δεν το συμπεριλαμβάνει στους καταναλωτές μαζί με το λαγό, το λύκο και το καλαμάρι. Μέχρι στιγμής η τελευταία είναι η επικρατέστερη παρανόηση που έχουν οι μαθητές Γυμνασίου. Η παρανόηση αυτή αφορά στο ζωοπλαγκτόν, το οποίο οι μαθητές αδυνατούν να το αντιμετωπίσουν ως ζώο και του προσδίδουν ιδιότητες των φυτών, πιθανότατα αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το ζωοπλαγκτόν, όπως και το φυτοπλαγκτόν αποτελείται από μικροσκοπικούς οργανισμούς. Βέβαια δεν πρέπει να παραβλέψουμε ότι το βιβλίο της ΣΤ΄ Δημοτικού, ενώ αναφέρει ότι το φυτοπλαγκτόν αποτελείται από μικροσκοπικά φυτά και το ζωοπλαγκτόν από μικροσκοπικά ζώα,

θέτει την ερώτηση: «Με τι τρέφεται το ζωοπλαγκτόν;» και αμέσως μετά γράφει: «Φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν αποτελούν το πλαγκτόν». Η αντιμετώπιση αυτή ίσως να προκαλεί στους μαθητές σύγχυση και να εντείνει τη δυσκολία με την οποία αυτοί αντιμετωπίζουν το ζωοπλαγκτόν. Γενικά το πρόβλημα των μαθητών είναι η έννοια «πλαγκτόν», η οποία δεν διακρίνεται στα βιβλία σαφώς, αλλά συνήθως αναφέρεται ως «μικροσκοπικά ή μονοκύτταρα φυτά και άλλοι μικροοργανισμοί».

Στον πίνακα 6 φαίνονται οι απαντήσεις των μαθητών των τριών τάξεων με ποσοστό μεγαλύτερο του 3,3% στην ερώτηση, που αφορά στους **φυτοφάγους** οργανισμούς. Η παρανόηση που αναδεικνύεται στην παρούσα φάση είναι ότι οι μαθητές θεωρούν το καλαμάρι φυτοφάγο οργανισμό (απαντήσεις 2 και 3).

Πίνακας 6: Συχνότητες και ποσοστά (%) των κυριότερων λανθασμένων απαντήσεων των μαθητών των τριών τάξεων στους φυτοφάγους

α/α	Φυτοφάγοι είναι:	Τάξη					
		Α΄		Β΄		Γ΄	
		f	%	f	%	f	%
1	λαγός	162	25,8	155	25,7	135	25,9
2	λαγός και καλαμάρι	45	7,2	72	12	45	8,5
3	λαγός καλαμάρι και ζωοπλαγκτόν	17	<3,3	21	3,5	21	4

Στον πίνακα 7 φαίνονται οι απαντήσεις των μαθητών των τριών τάξεων με ποσοστό μεγαλύτερο του 3,3% στην ερώτηση, που αφορά στους **σαρκοφάγους** οργανισμούς. Είναι χαρακτηριστικό ότι ένας στους τρεις μαθητές των τριών τάξεων Γυμνασίου θεωρεί ότι σαρκοφάγος οργανισμός είναι μόνο ο λύκος. Το τελευταίο σε συνδυασμό με το εύρημα κατά την αναζήτηση των κυριότερων λανθασμένων απαντήσεων στους φυτοφάγους οργανισμούς, μας οδήγησε στην εύρεση των συχνοτήτων των μαθητών, που θεωρούν ότι το καλαμάρι είναι φυτοφάγος οργανισμός. Κατατάσσουν, δηλαδή, το καλαμάρι στους φυτοφάγους και όχι στους σαρκοφάγους οργανισμούς. Βρήκαμε ότι το 8,9% των μαθητών της Α΄ τάξης, το 15% των μαθητών της Β΄ τάξης και το 11,9% των μαθητών της Γ΄ τάξης θεωρούν ότι το καλαμάρι είναι φυτοφάγος οργανισμός. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι μαθητές αυτοί κατατάσσουν το λύκο στους σαρκοφάγους οργανισμούς. Το προηγούμενο εύρημα είναι σε συμφωνία με εκείνο των Gallegos et al (1994).

Πίνακας 7: Συχνότητες και ποσοστά (%) των κυριότερων λανθασμένων απαντήσεων των μαθητών των τριών τάξεων στους φυτοφάγους

α/α	Σαρκοφάγοι είναι:	Τάξη					
		Α΄		Β΄		Γ΄	
		f	%	f	%	f	%
1	λύκος	202	32,2	204	33,9	202	38,3

Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας βρέθηκε ότι μόνο ένας στους τρεις μαθητές επιτυγχάνει να κατατάξει τους οργανισμούς σε παραγωγούς/ καταναλωτές και φυτοφάγους /σαρκοφάγους. Οι υπόλοιποι αντιμετωπίζουν δυσκολία στην κατάταξη. Αρκετοί από αυτούς έχουν μια συστηματική αντιμετώπιση των αντίστοιχων οργανισμών των δύο τροφικών αλυσίδων, για παράδειγμα: είτε θεωρούν πως παραγωγοί είναι οι οργανισμοί που δίνουν τροφή σε άλλους οργανισμούς, είτε πως καταναλωτές είναι οι οργανισμοί που τρέφονται από τους παραγωγούς, είτε πως καταναλωτές είναι οι οργανισμοί που βρίσκονται στο τέλος της τροφικής



αλυσίδας. Ένας στους 10 μαθητές αντιμετωπίζει το ζωπλαγκτόν, το οποίο αποτελείται από μικροσκοπικούς ζωικούς οργανισμούς, όπως το χορτάρι και το φυτοπλαγκτόν ή το καλαμάρι, το οποίο είναι μικρό σε μέγεθος και «ακίνδυνο», ως φυτοφάγο οργανισμό. Δηλαδή κατατάσσει τους οργανισμούς σε φυτοφάγους/σαρκοφάγους, παραγωγούς/καταναλωτές με βάση το μέγεθος και την αγριότητά τους.

Βιβλιογραφία

Αλεξόπουλος Β., Θεριανός Ο., Κώνστας Κ., Φλωράκος Γ. (1996). Ερευνώ το φυσικό κόσμο –ΦΥΣΙΚΑ ΣΤ΄ Τάξης, Ο.Ε.Δ.Β. –Έκδοση Ι΄, Αθήνα.

Αλεξόπουλος Δ. (1998). Ψυχομετρία: Σχεδιασμός τεστ και ανάλυση ερωτήσεων, Τόμος Γ΄, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.

Γαγάτσης Α. (1985). Η αναγνωσιμότητα των σχολικών βιβλίων των μαθηματικών του Δημοτικού, Σύγχρονη Εκπαίδευση, 40.

Γεωργιάδου Α. (2000). Αξιολόγηση της επίδοσης των μαθητών στο σχολείο και του εκπαιδευτικού έργου, στο ανθολόγιο: Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Διδακτική της Χημείας: Θέματα σε μεταπτυχιακό επίπεδο, Επιμελητής Έκδοσης: Τσαπαρλής Γ., Ιωάννινα.

Γεωργοκόστας Γ., Λεοντάρης Α., Μπέλλας Θ., Μπενέκος Α., Σκόπας Ν., Χριστιάς Γ., Χριστοδούλου Σ. (2000). Εμείς και ο κόσμος –ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ- Τετάρτη Τάξη, Ο.Ε.Δ.Β. –Έκδοση ΙΕ΄, Αθήνα.

Γεωργοκόστας Γ., Μπέλλας Θ., Μπενέκος Α., Σκόπας Ν. (1998). Εμείς και ο κόσμος –ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ- Δεύτερη Τάξη, Ο.Ε.Δ.Β. –Έκδοση ΙΙΙ΄, Αθήνα.

Γεωργοκόστας Γ., Μπέλλας Θ., Σκόπας Ν. (1997). Εμείς και ο κόσμος –ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ- Πρώτη Τάξη, Ο.Ε.Δ.Β. –Έκδοση ΙΣΤ΄, Αθήνα.

Δασκαλάκης Δ., Ζηκίδης Μ., Θεοδοσιάδης Α., Κώνστας Κ., Λυμπεροπούλου Σ., Σπηλιώτης Μ. (1995). Ερευνώ το φυσικό κόσμο –ΦΥΣΙΚΑ Ε΄ Τάξης, Ο.Ε.Δ.Β. –Έκδοση ΙΑ΄, Αθήνα.

Καζάζη-Πατηνιώτη Μ., Λεοντάρης Α., Χριστιάς Γ. (1999) Εμείς και ο κόσμος –ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ- Τρίτη Τάξη, Ο.Ε.Δ.Β. –Έκδοση ΙΗ΄, Αθήνα.

Κασσωτάκης, Μ. (1999). Η αξιολόγηση της επιδόσεως των μαθητών: Μέσα, μέθοδοι, προβλήματα, προοπτικές, 9η Έκδοση, Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

Παρασκευόπουλος Ι. (1993). Μεθοδολογία Επιστημονικής Έρευνας, Τόμος 2, Αθήνα.

Υ.Π.Ε.Π.Θ. & Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (1999). Προδιαγραφές για την Έκδοση Σύγχρονων Διδακτικών Βιβλίων –Τόμος ΙΙ, Π.Ι.

AAAS (1993) –American Association for the Advancement of Science, Benchmarks for Science Literacy, Oxford University Press, New York.

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

- Eilam, B. (2002). Strata of Comprehending Ecology: Looking Through the Prism of Feeding Relations, *International Journal of Science Education*, 86, 645-671.
- Gallegos, L., Jerezano, M., and Flores, F. (1994), Preconceptions and Relations Used by Children in the Construction of Food Chains, *Journal of Research in Science Teaching*, 31(3), 259-272.
- Hogan, K. (2000). Assessing students' systems reasoning in ecology, *Journal of Biological Education*, 2000, 35, (<http://www.iob.org>).
- Leach, J., Driver, R., and Wood-Robinson, C. (1995). Children's ideas about ecology 1: theoretical background, design and methodology, *International Journal of Science Education*, 17(6), 721-732.
- Leach, J., Driver, R., and Wood-Robinson, C. (1996a). Children's ideas about ecology 2: ideas found in children aged 5-16 about the cycling of matter, *International Journal of Science Education*, 18(1), 19-34.
- Leach, J., Driver, R., and Wood-Robinson, C. (1996b) Children's ideas about ecology 3: ideas found in children aged 5-16 about the interdependency of organism, *International Journal of Science Education*, 18(2), 129-141.
- Mullis, I., Martin, M., Smith, T., Garden, R., Gregory, K., Gonzalez, E., Chrostowski, S., & O'Connor, K. (2001). TIMSS Assessment Frameworks and Specifications 2003, IEA – The International Association for the Evaluation of Educational Achievement & ISC – The International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- NRC –National Research Council (U.S.) (1996), *National Science Education Standards*, National Academy Press, Washington.
- OECD –Organisation for Economic Co-operation and Development (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework –Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and skills*, OECD.
- Scoullou, M. & Malotidi, V. (2004). *Handbook on Methods used in Environmental Education and Education for Sustainable Development*, MIO-ECSCE, Athens.
- Tamir, P. (1998). Assessment and Evaluation in Science Education: Opportunities and Outcomes, in: *International Handbook of Science Education –Part Two*, Editors: Fraser, B. and Kenneth, T., Kluwer Academic Publishers.
- Tuckman, B. (1999). *Conducting Educational Research*, 5th Edition, Harcourt Brace College Publishers.