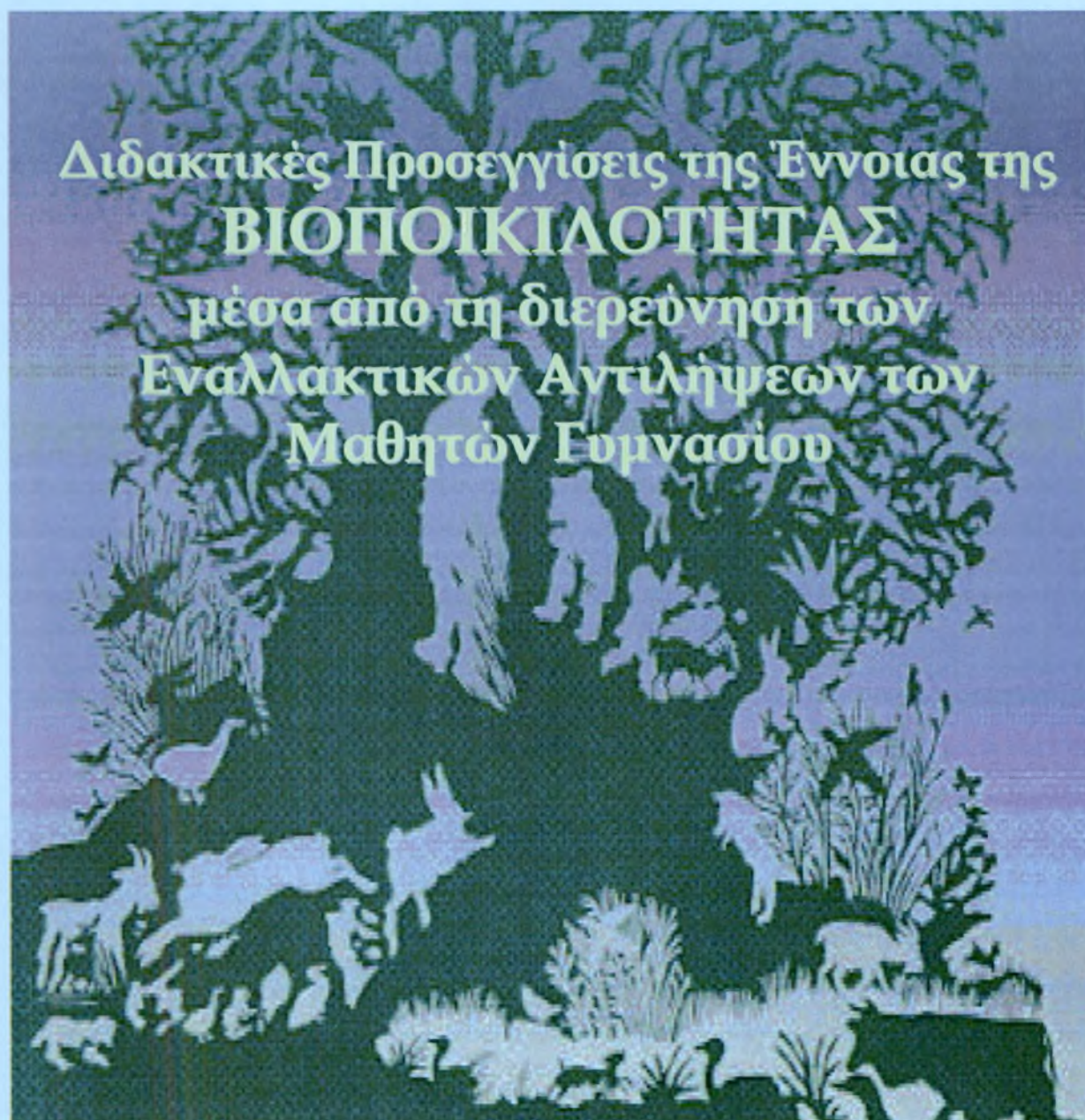


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

**Π.Μ.Σ. «ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ»**

Πτυχιακή εργασία:



Φοιτητής: Θεολόγος Παρδαλίδης

Επιβλέποντες καθηγητές: Παπαδημητρίου Βασιλική

Παρασκευόπουλος Στέφανος



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 3327/1
Ημερ. Εισ.: 28-03-2008
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
155.413
ΠΑΡ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία αυτή θα είχε παραμείνει μια ιδέα, εάν η καθηγήτρια του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης κ. Παπαδημητρίου Βασιλική δεν είχε αναλάβει την επίβλεψή της. Για το λόγο αυτό την ευχαριστώ πολύ. Σίγουρα θα ήταν πολύ διαφορετική, εάν δεν έβρισκα τόση συμπαράσταση από τους συναδέλφους στο Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Μακρινίτσας και θα ήθελα να ευχαριστήσω τόσο τον υπεύθυνο του Κέντρου συνάδελφο Βιολόγο κ. Κολτσιδόπουλο Ευριπίδη, όσο και τα μέλη της παιδαγωγικής ομάδας για την αμέριστη κατανόησή τους. Θα ήταν παράλειψη όμως να μην αναφερθεί το Γυμνάσιο Ιωλκού και ιδιαίτερα ο Διευθυντής του κ. Ματσιγγός Νικόλαος, για την παραχώρηση του χώρου και του χρόνου, αλλά και τα υπόλοιπα σχολεία που επισκέφτηκαν το Κ.Π.Ε. Μακρινίτσας την Άνοιξη του 2007 για τη συμμετοχή τους στην έρευνα. Τέλος, αλλά όχι τελευταία, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στη Φιλόλογο κ. Πηνελόπη Τσαβέ, για την υποστήριξη και συμμετοχή της σε όλα τα στάδια της έρευνας, και την συμπαράστασή της όλο αυτό το διάστημα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	Σελ. 4
II. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	Σελ. 7
2.1 Η έννοια της βιοποικιλότητας	Σελ. 7
2.2 Η αναγκαιότητα για τη διδασκαλία της έννοιας	Σελ. 18
2.3 Σύγχρονες απόψεις για τη διδασκαλία και μάθηση	Σελ. 22
2.4 Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών	Σελ. 32
2.4.1 Έρευνες που αφορούν αντιλήψεις των παιδιών για τη βιοποικιλότητα.	Σελ. 32
2.4.2 Έρευνες που αφορούν διδακτικές παρεμβάσεις για την κατανόηση της βιοποικιλότητας.	Σελ. 41
2.5 Η θέση της έννοιας στο Αναλυτικό Πρόγραμμα	Σελ. 46
2.6 Αναγκαιότητα της έρευνας	Σελ. 49
III. Η ΕΡΕΥΝΑ	Σελ. 52
A' Μέρος	
3.1 Διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών για τη βιοποικιλότητα	Σελ. 52
3.1.1 Στόχοι	Σελ. 52
3.1.2 Δείγμα	Σελ. 53
3.1.3 Ερωτήματα για τις εναλλακτικές αντιλήψεις	Σελ. 55
3.1.4 Μέθοδος	Σελ. 56
3.1.5 Κατηγοριοποίηση και κωδικοποίηση των απαντήσεων	Σελ. 60
3.1.6 Αποτελέσματα και συζήτηση	Σελ. 62
3.1.7 Συμπεράσματα για τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών	Σελ. 78
B' Μέρος	
3.2 Διδακτική παρέμβαση	Σελ. 86
3.2.1 Στόχοι	Σελ. 86
3.2.2 Δείγμα	Σελ. 88
3.2.3 Ερωτήματα για την αποτελεσματικότητα της παρέμβασης	Σελ. 88
3.2.4 Μέθοδος	Σελ. 90
3.2.5 Η διδακτική παρέμβαση	Σελ. 91
3.2.6 Αποτελέσματα και συζήτηση	Σελ. 96
3.2.7 Συμπεράσματα	Σελ. 112
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	Σελ. 119
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	Σελ. 124

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα σύγχρονα συστήματα εκπαίδευσης απαιτούν από το σχολείο να εισάγει τους μαθητές στον επιστημονικό τρόπο σκέψης. Έτσι, εκτός από τη μάθηση των νόμων και των εννοιών, οι μαθητές μπορούν να μάθουν για την κάθε επιστήμη (π.χ. μεθοδολογικά ή επιστημολογικά θέματα), καθώς επίσης να αναπτύξουν δεξιότητες που τους επιτρέπουν να εφαρμόσουν τις θεωρίες (π.χ. να λύσουν επιστημονικά προβλήματα – Collins et al., 2001). Κυρίαρχη τάση για τις Φυσικές Επιστήμες του Σχολείου (συμπεριλαμβανομένης της βιολογίας) αποτελεί ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός όλων των πολιτών, ώστε όλοι οι πολίτες να αποκτήσουν όχι μόνο την καθαρή επιστημονική γνώση αλλά και γνώση των σχέσεων των Φ.Ε. με κοινωνικά θέματα καθώς επίσης και την απόκτηση κατάλληλων δεξιοτήτων προκειμένου να παίρνουν αποφάσεις για θέματα που από τις ΦΕ που επηρεάζουν άμεσα την καθημερινή ζωή. Η Βιολογία, ως αναπόσπαστο τμήμα των Φυσικών Επιστημών, παρουσιάζει πληθώρα θεμάτων που συχνά γίνονται τίτλοι ειδήσεων στα Μ.Μ.Ε. και προκαλούν το ενδιαφέρον του κοινού. Τέτοιου είδους ενδιαφέροντα για βιολογικά θέματα είναι κοινά μεταξύ των μαθητών και προσφέρουν πλήθος ευκαιριών για συζητήσεις σχετικές με βιολογικές έννοιες που αντανakλούν στην καθημερινή τους ζωή.

Δύο είναι κυρίως τα πεδία έρευνας με τη μεγαλύτερη ανάπτυξη στη Βιολογία: η Γενετική και η Οικολογία. Η Γενετική αποτελεί κύρια πηγή γνώσης για θεωρίες όπως της βιοτεχνολογίας και της εξέλιξης, με μεγάλο οικονομικό, ηθικό και κοινωνικό ενδιαφέρον. Η Οικολογία, έχοντας τις ρίζες της στη φυσική ιστορία, εξελίχθηκε μέσα στο ευρύ πλαίσιο των Φυσικών Επιστημών μελετώντας τις αλληλεπιδράσεις που καθορίζουν την εξάπλωση και την παρουσία των οργανισμών. Αλλαγές που συμβαίνουν στις περιβαλλοντικές συνθήκες επηρεάζουν τόσο την επιβίωση των οργανισμών όσο και ολόκληρων των ειδών. Αυτό που δίνει ενδιαφέρον στην οικολογία, είναι ότι, αντί να παρουσιάζει ατελείωτες πληροφορίες για τους οργανισμούς, μελετά ένα ζωντανό και λειτουργικό σύστημα. Σημείο προσέγγισης των δύο αυτών, τόσο διαφορετικών αλήθεια, πεδίων της Βιολογίας αποτελεί η έννοια της βιοποικιλότητας.

Η εισαγωγή της έννοιας της βιοποικιλότητας γίνεται απαραίτητη σε θέματα γενετικής, κληρονομικότητας και εξέλιξης, τα οποία εμφανίζονται νωρίς στο Αναλυτικό πρόγραμμα του Γυμνασίου και ολοκληρώνονται στο τέλος του Λυκείου, όπως παρουσιάζεται εκτενέστερα σε επόμενη ενότητα. Οι μαθητές καλούνται αρχικά να εξοικειωθούν με την ιδέα ότι ξεχωριστοί

οργανισμοί με συγκεκριμένα κληρονομήσιμα γενετικά χαρακτηριστικά έχουν μεγαλύτερη ικανότητα επιβίωσης και αποκτούν εξελικτικό πλεονέκτημα. Σε ανώτερο επίπεδο, οι μαθητές καλούνται να μεταπηδήσουν από τον τρόπο σκέψης που θέτει ως βάση την φυσική επιλογή των ατόμων που εκφράζουν ένα γενετικό χαρακτηριστικό, σε ένα διευρυμένο τρόπο σκέψης με βάση τις αλλαγές στις αναλογίες ενός χαρακτηριστικού σε επίπεδο πληθυσμού. Στο πλαίσιο αυτό η έννοια της βιοποικιλότητας είναι καθοριστική για τη διευκρίνιση των βιολογικών φαινομένων, τόσο σε μοριακό όσο και σε πληθυσμιακό επίπεδο, αλλά και για την βελτίωση του τρόπου που αντιλαμβάνονται τα παιδιά το περιβάλλον γύρω τους. Επιπρόσθετα, η διερεύνηση της έννοιας δίνει μια ευκαιρία στους μαθητές να βρουν απτά παραδείγματα του «πραγματικού» κόσμου σε θέματα που πραγματεύονται άλλα επιστημονικά πεδία, τόσο των Φυσικών επιστημών και των Μαθηματικών, όσο και φαινομενικά ασύνδετων αντικειμένων. Για παράδειγμα, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με ερωτήματα που αφορούν την επιβίωση των ειδών, τόσο σε επίπεδο ατόμων όσο και σε επίπεδο πληθυσμού, καθώς εάν η γενετική ποικιλότητα ενός είδους μειωθεί, το είδος αυτό αντιμετωπίζει μεγάλο κίνδυνο εξαφάνισης. Κατανόηση δύσκολων φαινομένων όπως ότι η αλλαγή ενός πληθυσμού μπορεί να επιτευχθεί, καθώς μπορεί να γίνει εμφανές ότι η αλλαγή ενός πληθυσμού συντελείται από την επιβίωση λίγων ατόμων που προτιμούνται για αναπαραγωγή και όχι από τη σταδιακή αλλαγή όλων των ατόμων του πληθυσμού (Bishop and Anderson, 1990; Wuketits, 1997; Knippels *et al.*, 2005).

Η παρούσα έρευνα μελετά τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών Γυμνασίου για μια βασική έννοια της οικολογίας, την βιοποικιλότητα, και άλλες σχετικές περιβαλλοντικές έννοιες. Από τη διερεύνηση αυτή προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα για το σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας διδακτικής παρέμβασης, στο πλαίσιο ενός ημερήσιου προγράμματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Γίνεται επίσης μια προσπάθεια να εκτιμηθούν τα αποτελέσματα της παρέμβασης στην αναδόμηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών τόσο σε γνωστικό όσο και σε συναισθηματικό επίπεδο.

Η έρευνα αυτή κινείται σε τρεις άξονες της εκπαιδευτικής διαδικασίας:

A. Στην έρευνα που αναπτύσσεται, από τα μέσα της δεκαετίας του '70, στον τομέα της διδακτικής των φυσικών επιστημών και έχει εστιάσει την προσοχή των ερευνητών στην καταγραφή των ιδεών ή εναλλακτικών πλαισίων (alternative frameworks), ή ακόμη

εναλλακτικών απόψεων ή αντιλήψεων (alternative conceptions) των παιδιών για διάφορες επιστημονικές έννοιες.

Β. Στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (Π.Ε.) που κυοφορήθηκε ως η ιδέα για μια εκπαίδευση σχετική με το περιβάλλον στη διάρκεια της δεκαετίας του '60, στους κόλπους της γενικότερης οικολογικής προβληματικής και ανησυχίας. Η Π.Ε. είναι η διαδικασία αναγνώρισης αξιών και διασαφήνισης εννοιών, ώστε να αναπτυχθούν δεξιότητες και στάσεις αναγκαίες για την κατανόηση και εκτίμηση της αλληλοσυσχέτισης ανθρώπου, πολιτισμού και βιοφυσικού περιβάλλοντος.

Γ. Στη διδακτική της Βιολογίας και ειδικότερα σε θέματα οικολογίας, γενετικής και εξελικτικής βιολογίας, όπου σύγχρονες έρευνες δείχνουν ότι ακόμα και μια μικρή αύξηση της αλληλεπίδρασης στην σχολική τάξη, μέσω πιο ενεργητικών και συνεργατικών τεχνικών μάθησης, μπορούν να έχουν σημαντικά αυξημένα γνωστικά οφέλη σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία (Handelsman *et al.*, 2004). Προχωρώντας ένα βήμα παραπέρα, οι σύγχρονες απόψεις για τη διδασκαλία της μοριακής βιολογίας και της οικολογίας, προτείνουν ολοένα και σθεναρότερα την άποψη της διδασκαλίας βιολογικών συστημάτων (Systems Biology) και όχι αποσπασματικών θεμάτων.

Αντικείμενο της έρευνας αποτελεί η διερεύνηση:

- ☀ των ιδεών και εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών Γυμνασίου για την έννοια της βιοποικιλότητας, καθώς και για βασικές βιολογικές έννοιες που σχετίζονται με αυτήν (κληρονομικότητα, τροφική αλυσίδα, προσαρμογή, ανταγωνισμός, φυσική επιλογή, εξέλιξη),
- ☀ της ικανότητάς τους να κατανοούν τις περιβαλλοντικές σχέσεις μεταξύ των συστημάτων στα οποία εμφανίζεται η βιοποικιλότητα.
- ☀ της αποτελεσματικότητας μιας διδακτικής παρέμβασης στην αναδόμηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την έννοια, όπως προσδιορίστηκαν στο πρώτο μέρος της έρευνας.
- ☀ της επίδρασης τριών ανεξάρτητων μεταβλητών (φύλο, ηλικία και περιοχή διαβίωσης), τόσο στην διαμόρφωση των εναλλακτικών αντιλήψεων όσο και στην αποτελεσματικότητα της παρέμβασης.

II. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 Η έννοια της βιοποικιλότητας

Η μείωση της βιοποικιλότητας καθιερώθηκε ως ένα από τα σημαντικότερα παγκόσμια προβλήματα μόλις την τελευταία εικοσαετία (Gayford, 2000) και έγινε ένα επείγον θέμα στην επιστήμη, την κοινωνία και ακόμα πιο πρόσφατα στην εκπαίδευση (Van Weelie and Wals 2002). “Πατέρας” του όρου θεωρείται ο Edward Wilson (1988, 1992), ο οποίος καθιέρωσε την ένταξη του όρου στο διεθνές λεξιλόγιο με την έκδοση του βιβλίου του “Η ποικιλότητα της ζωής” (Wilson, 1992). Ως *βιοποικιλότητα ορίζεται κυρίως το σύνολο των γονιδίων, των βιολογικών ειδών, των οικοσυστημάτων και των πολιτισμών μιας περιοχής*. Έτσι μπορούμε να μιλήσουμε για γενετική ποικιλότητα, ποικιλότητα ειδών, ποικιλότητα οικοσυστημάτων και πολιτισμική ποικιλότητα. Ο κίνδυνος για την ελάττωση της βιοποικιλότητας (βιολογικής ποικιλομορφίας) καθιερώθηκε μετά τη συνδιάσκεψη του Ρίο (Earth Summit, 1992), καθώς συμπεριλήφθηκε στη Ατζέντα 21 ως ένα από τα θέματα που πρέπει να παίρνονται υπόψη στην επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης και για το λόγο αυτό υπογράφηκε σχετική σύμβαση (Convention on Biological Diversity, CBD). Με τον τρόπο αυτό δημιουργήθηκε ένα νομικό πλαίσιο για την προστασία της φυσικής και πολιτισμικής κληρονομιάς του πλανήτη μας, που έχει ως σκοπό την ορθή διαχείρισή της, ώστε να συμβάλλει στην αειφόρο ανάπτυξη.

Υπάρχουν λοιπόν τέσσερις όψεις της βιοποικιλότητας: α) γενετική ποικιλότητα μέσα σε κάθε είδος, που επιτρέπει στους οργανισμούς να προσαρμόζονται και να εξελίσσονται σε καινούριες συνθήκες, β) ποικιλότητα των ειδών, που αναφέρεται στον αριθμό των διαφορετικών οργανισμών που ζουν σε ένα οικοσύστημα, γ) ποικιλότητα οικοσυστημάτων, που αναφέρεται στα διαφορετικά ενδιαιτήματα και βιοκοινότητες και τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις και δ) πολιτισμική ποικιλότητα, που αναφέρεται στους διαφορετικούς πολιτισμούς που εμφανίζονται στην πορεία του ανθρώπου πάνω στον πλανήτη διαχρονικά.

A. Γενετική ποικιλότητα (Genetic diversity)

Ο όρος γενετική ποικιλότητα αναφέρεται στη διαφοροποίηση του γενετικού υλικού μεταξύ των ατόμων του ίδιου είδους και καλύπτει τη γονιδιακή ποικιλία (διαφοροποίηση στα ποσοστά των γονιδιακών αλληλομόρφων) μεταξύ των πληθυσμών του ίδιου είδους ή / και τη γονιδιακή ποικιλία (ποικιλία γονιδιακών αλληλομόρφων) μεταξύ των ατόμων του ίδιου πληθυσμού. Το κάθε άτομο ενός είδους έχει μια γονιδιακή σύσταση, στην οποία οφείλει τα χαρακτηριστικά του και την ιδιαιτερότητά του. Η *εγγενής αναπαραγωγή* (αμφιγονία), ως

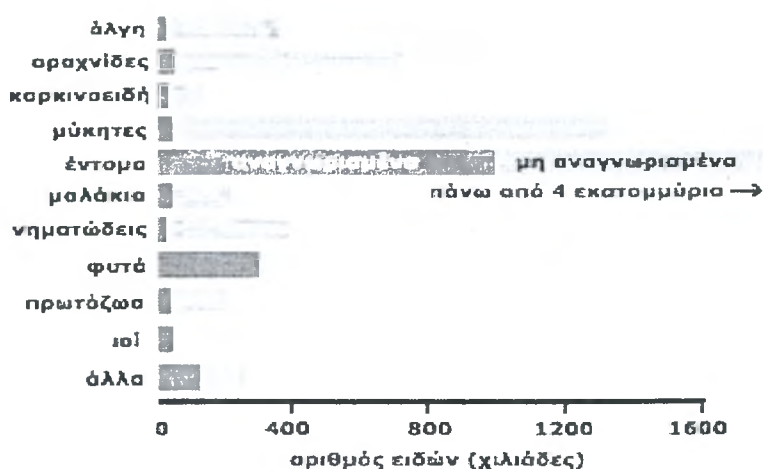
τρόπος πολλαπλασιασμού των ανώτερων οργανισμών, σε αντίθεση με την αγενή (μονογονία), καθώς και οι μεταλλάξεις είναι οι αιτίες που δίνουν μεγαλύτερες δυνατότητες ανάπτυξης της γενετικής ποικιλότητας.

Β. Ποικιλότητα ειδών (Species diversity)

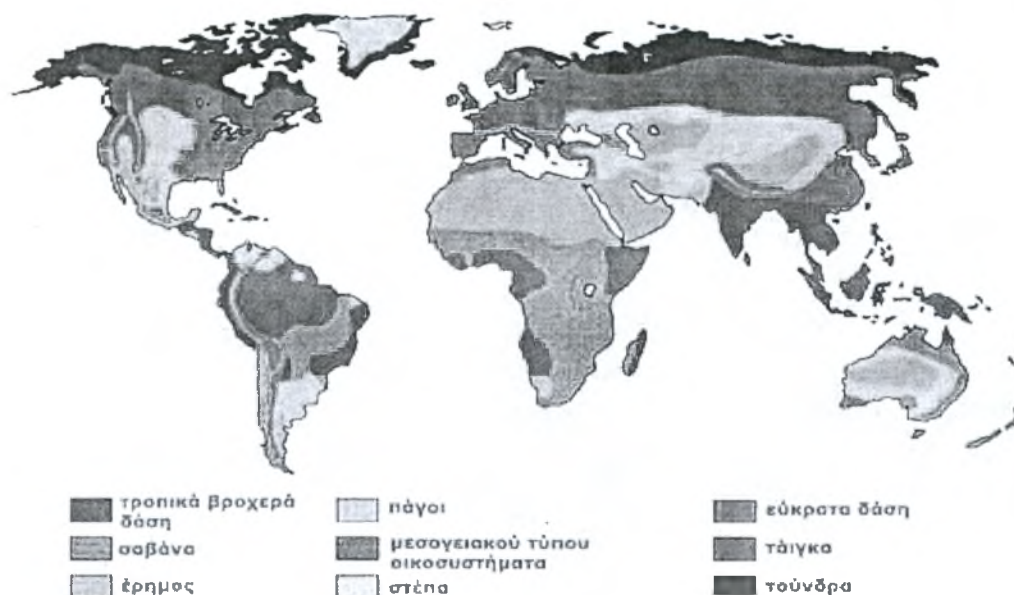
Ο όρος ποικιλότητα ειδών αναφέρεται στον αριθμό των διαφορετικών ειδών των φυτών, των ζώων και των μικροοργανισμών του πλανήτη μας καθώς και στον τρόπο που αυτά εξελίχθηκαν και διαφοροποιήθηκαν μεταξύ τους με τη βοήθεια της φυσικής επιλογής. Υπολογίζεται ότι ο αριθμός των ειδών κυμαίνεται από 5 έως 100 εκατομμύρια, ενώ οι πιο έγκυρες από αυτές προσανατολίζονται στην ύπαρξη 10 εκατομμυρίων διαφορετικών ειδών στη βιόσφαιρα της Γης (Σχήμα 1). Σύμφωνα με ορισμένες εκτιμήσεις το 99% των ειδών που έχουν ζήσει στη Γη έχουν εξαφανιστεί. Ωστόσο περισσότερα είδη ζουν σήμερα απ' ό,τι σε οποιαδήποτε άλλη εποχή της ιστορίας του πλανήτη μας.

Γ. Ποικιλότητα οικοσυστημάτων (Ecosystem diversity)

Ο όρος ποικιλότητα οικοσυστημάτων (οικοτόπων) περιγράφει και διερευνά τους διαφορετικούς τύπους οικοσυστημάτων επάνω στη γη, καθώς και την ποικιλία των ενδιαιτημάτων και των οικολογικών διεργασιών που χαρακτηρίζουν το καθένα από αυτά. Πολλές διαφορετικές διαμορφώσεις στη χλωρίδα και την πανίδα αλλά και σε αβιοτικούς παράγοντες συναντάμε στον πλανήτη μας (Σχήμα 2). Η εκτίμηση της βιοποικιλότητας των οικοσυστημάτων είναι προβληματικότερη από αυτή της γενετικής ποικιλότητας και της ποικιλότητας των ειδών αφού τα όρια, σύνορα των βιοκοινοτήτων και των οικοσυστημάτων είναι συχνά ασαφή ή δυσδιάκριτα και ο ορισμός τους σε κάθε περίπτωση υποκειμενικός.



Σχήμα 1. Εκτιμώμενος αριθμός ειδών οργανισμών που ζουν στον πλανήτη μας.



Σχήμα 2: Οι κυριότερες χερσαίες διαπλάσεις του πλανήτη μας

Δ Πολιτισμική βιοποικιλότητα (Cultural biodiversity)

Ο όρος πολιτισμική βιοποικιλότητα αναφέρεται στην ποικιλία που παρουσιάζουν οι ανθρώπινοι πολιτισμοί (προγενέστεροι και σύγχρονοι). Η ανθρώπινη πολιτιστική ποικιλότητα εκδηλώνεται, μεταξύ άλλων, με την ποικιλία στις γλώσσες, στις θρησκευτικές αντιλήψεις, στις πρακτικές διαχείρισης της γης, στην τέχνη, στη μουσική, στην κοινωνική οργάνωση ακόμη και στις διατροφικές συνήθειες. Η πολιτισμική εξέλιξη όχι μόνο είναι ανάλογη της βιολογικής, αλλά συχνά συνδέεται με αυτήν και με σχέσεις αλληλεπίδρασης. Οι πολιτισμικοί νεωτερισμοί είναι ανάλογοι των μεταλλάξεων και "επιλέγονται" με την έννοια ότι κάποιои από αυτούς υιοθετούνται από την κοινωνία, ενώ άλλοι απορρίπτονται. Αντίστοιχα, υπάρχουν παραδείγματα αναμφισβήτητης παράλληλης πολιτισμικής και βιολογικής εξέλιξης.

Η ζωή δημιουργήθηκε πάνω στη γη πριν περίπου 3,5 δισεκατομμύρια χρόνια και από τότε μέχρι σήμερα πέρασε από αμέτρητες και πολλές φορές σοβαρές μεταβολές των κλιματικών και γεωλογικών συνθηκών. Σε όλες όμως τις παραπάνω μεταβολές η ζωή είχε μιαν απάντηση. Έτσι με την αδιάκοπη δράση της φυσικής επιλογής έφτασε στη σημερινή της πολύπλοκη μορφή (δαρβινικό πρότυπο). Μέσω εξελικτικών διαδικασιών η βιοποικιλότητα αυξομειώνεται. Συγκεκριμένα, η εμφάνιση νέων γονιδίων σε έναν πληθυσμό, νέων ειδών σε μια βιοκοινότητα ή/και νέων τύπων οικοσυστημάτων στη βίοςφαιρα αυξάνουν τη βιοποικιλότητα του πληθυσμού, της βιοκοινότητας και του πλανήτη αντίστοιχα. Μείωση στη γονιδιακή ποικιλία ενός πληθυσμού, η εξαφάνιση ενός είδους ή/και η αλλοίωση, απλούστευση στη σύνθεση ενός οικοσυστήματος μειώνουν τη συνολική βιοποικιλότητα. Ο

άνθρωπος, ένα σχετικά νέο είδος πάνω στη γη (εμφανίστηκε πριν από περίπου 2 εκατομμύρια χρόνια), ανέπτυξε διάφορους πολιτισμούς και προσαρμόστηκε σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Επίσης με τη δραστηριότητά του σε συνάρτηση με τον ανεπτυγμένο του εγκέφαλο, προσάρμοσε περιβάλλοντα, για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες του (οικισμοί, γεωργοκτηνοτροφικές περιοχές, εκμετάλλευση και μεταφορά φυσικών πόρων). Όλα αυτά οδηγούν σήμερα σε μια βιοποικιλότητα που, παρόλο που άντεξε πολλά, κινδυνεύει από τον ίδιο τον άνθρωπο, που τόσο πολύ συντέλεσε στη διαμόρφωσή της. Η διατήρηση της βιοποικιλότητας εξασφαλίζει την ανάπτυξη βιώσιμων πληθυσμών και οικοσυστημάτων. Το κάθε άτομο, το κάθε είδος και ο κάθε πολιτισμός παίζουν ένα καθοριστικό και ιδιαίτερο ρόλο στην ισορροπία των οικοσυστημάτων και για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η ύπαρξή τους.

Η ποικιλότητα των ειδών, λοιπόν, παραμένει ένα εντυπωσιακό βιολογικό θέμα, καθώς η εξέλιξη μέσω της φυσικής επιλογής συνεχίζει να επιδρά και να οδηγεί στη διαμόρφωση νέων ειδών. Οι επιστήμονες ακόμα δεν έχουν δώσει απαντήσεις για την αιτία εμφάνισης τόσο πολλών διαφορετικών ειδών ζωής, καθώς και για τη σημασία της βιοποικιλότητας στην εξέλιξη της ζωής. Ενώ η γενετική ποικιλότητα αποτελεί την πηγή της φυσικής επιλογής, η βιοποικιλότητα σε επίπεδο ειδών δημιουργεί ένα σημαντικό εξελικτικό δυναμικό. Είναι αξιοσημείωτο ότι ο συνολικός αριθμός ειδών που έζησαν στον πλανήτη υπολογίζεται στο μισό δισεκατομμύριο και πιθανόν στην πραγματικότητα να είναι μεγαλύτερος. Από αυτά σήμερα έχουν καταγραφεί περίπου 1,5 εκατομμύριο είδη, ενώ εκτιμάται ότι ο αριθμός τους κυμαίνεται μεταξύ 5 και 10 εκατομμυρίων ειδών, ενώ είναι πολλοί που τα υπολογίζουν ακόμα περισσότερα.

Εκεί που όλοι οι επιστήμονες συμφωνούν, είναι, ότι υπάρχει μια δραματική μείωση των ειδών παγκοσμίως που σηματοδοτεί μια καινούρια περίοδο μαζικών εξαφανίσεων, γεγονός που στρέφει το ενδιαφέρον στη μελέτη της βιοποικιλότητας. Ήδη από την περασμένη δεκαετία (Wilson, 1992), είχε διαπιστωθεί ένας ρυθμός εξαφάνισης των τριών ειδών την ώρα. Αυτό το εξελικτικό δράμα συνεχίζει εντονότερο στις μέρες μας και έχει ξεφύγει από τα όρια των τροπικών δασών, οικοσυστήματα με την μεγαλύτερη πυκνότητα οργανισμών, αλλά επεκτείνεται σε όλο τον πλανήτη. Υπάρχουν είδη φυτών και ζώων, τα οποία ενώ ζουν γύρω μας δεν θα γίνουν ποτέ γνωστά, καθώς εξαφανίζονται με ταχύτερο ρυθμό απ' ότι οι επιστήμονες μπορούν να τα εντοπίσουν, να τα περιγράψουν και να τα μελετήσουν. Ως εκ τούτου η μελέτη της βιοποικιλότητας αποκτά ξεχωριστή σημασία για την επιβίωση του πλανήτη μας και η διδασκαλία της από τις πρώτες βαθμίδες της εκπαίδευσης μπορεί να

συνδράμει στη διαμόρφωση συνειδητοποιημένων και ενεργών πολιτών και επιστημόνων, καθώς η βιοποικιλότητα φαίνεται να συμβάλει:

α) Στη σταθερότητα οικοσυστημάτων και στις οικολογικές διεργασίες: Η σχέση ανάμεσα στην αφθονία των βιοτικών στοιχείων ενός οικοσυστήματος και στη σταθερότητά του δεν είναι σε όλες τις περιπτώσεις σαφής. Στις μέρες μας είναι αποδεκτό πως αυξημένη ποικιλότητα σε είδη δεν ισοδυναμεί πάντα με μεγαλύτερη σταθερότητα του οικοσυστήματος που συνθέτουν. Ωστόσο, οι διακριτές σχέσεις αλληλεπίδρασης και αλληλεξάρτησης που αναπτύσσονται ανάμεσα στα έμβια στοιχεία (με περισσότερο προφανή ίσως την ύπαρξη τροφικών πλεγμάτων) και μεταξύ αυτών και των αβιοτικών στοιχείων ενός οικοσυστήματος καθιστά κάθε αφαίρεση, εισαγωγή νέου ή μετατροπή ενός από τα παραπάνω στοιχεία παράγοντα ικανό να προκαλέσει αλλοίωση ή ακόμα και καταστροφή (ριζική τροποποίηση) του οικοσυστήματος.

β) Στη διατήρηση της ζωής: Η έκταση της γενετικής ποικιλομορφίας ενός πληθυσμού είναι ανάλογη με τις δυνατότητες του πληθυσμού για προσαρμογή σε περιβαλλοντικές αλλαγές. Οι πληθυσμοί και τα είδη γενικότερα που χαρακτηρίζονται από σημαντική γενετική ετερογένεια (ύπαρξη μεγάλου αριθμού γονιδιακών αλληλομόρφων στο γενετικό απόθεμα του πληθυσμού ή του είδους αντίστοιχα) έχουν περισσότερες πιθανότητες να διατηρηθούν, όταν το περιβάλλον τους τροποποιηθεί, από ότι τα πιο ομοιογενή γενετικά. Κι αυτό γιατί σε ένα πλούσιο γενετικό απόθεμα είναι πιθανό να εμπεριέχονται γονίδια που να ευνοούν την προσαρμογή των ατόμων που τα φέρουν στις νέες περιβαλλοντικές συνθήκες. Αν και οι οικολογικές σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στους βιοτικούς παράγοντες ενός οικοσυστήματος δεν έχουν ακόμα περιγραφεί πλήρως, είναι σαφές ότι η πολυπλοκότητα των σχέσεων αυτών συμβάλλει σημαντικά στη διατήρηση της δομής του και των λειτουργιών που επιτελούνται στα όριά του.

γ) Στη βιολογική ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων: Η ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων ενός οικοσυστήματος αποτελεί οικολογική διεργασία πρωταρχικής σημασίας για την επιβίωση των οργανισμών. Η απομάκρυνση στοιχείων, όπως ο φώσφορος, το άζωτο κ.ά. από ένα οικοσύστημα δυσχεραίνει την ανάπτυξη και αναπαραγωγή των βιοτικών του παραγόντων με αποτέλεσμα την υποβάθμισή του. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η ανακύκλωση των παραπάνω στοιχείων είναι συχνά ιδιαίτερα πολύπλοκος, αφού στις περισσότερες περιπτώσεις συμμετέχει ένας μεγάλος αριθμός ειδών (φυτών, ζώων, μικροοργανισμών). Η αφαίρεση κάποιων ειδών από ένα οικοσύστημα ή η εισαγωγή νέων σε αυτό διαταράσσει λίγο έως πολύ τις διεργασίες αυτές με πιθανό αποτέλεσμα τη μείωση της

βιοποικιλότητας στην περιοχή. Συνεπώς, η αποφυγή της αλλοίωσης ενός οικοσυστήματος εξαρτάται κατά πολύ από την επιτυχή ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων - διεργασία που εξασφαλίζεται από τη διατήρηση των φυσικών του χαρακτηριστικών, βιοτικών και αβιοτικών.

δ) Διαμόρφωση κλίματος: Οι ζωντανοί οργανισμοί επηρεάζονται αλλά και επηρεάζουν το περιβάλλον τους. Μέσω οικολογικών δηλαδή διεργασιών συμβάλλουν σημαντικά στη διαμόρφωση των αβιοτικών χαρακτηριστικών του βιότοπού τους. Για παράδειγμα, η κάλυψη μιας περιοχής από φυτά ευνοεί τη συγκράτηση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, αυξάνοντας την εδαφική υγρασία. Ποικίλοι παράγοντες, όπως η πυκνότητά τους, τα είδη των δέντρων, οι ηλικίες τους κ.ά. διαμορφώνουν τις κλιματικές συνθήκες στα δάση. Εξαιτίας της διαπνοής, λειτουργία που απαιτεί μεγάλες ποσότητες θερμικής ενέργειας, η θερμοκρασία μέσα σε ένα δάσος μπορεί να είναι 8-17 βαθμούς °C μικρότερη από αυτές που συνήθως επικρατούν στις θερμές ημέρες του καλοκαιριού και 1-3 βαθμούς °C υψηλότερη κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Η σταθερότητα της θερμοκρασίας και η αυξημένη ατμοσφαιρική υγρασία ευνοούν την ανάπτυξη ποικιλίας ειδών, φυτικών και ζωικών, και επιδρούν θετικά στην αποδοτικότητα γειτονικών καλλιεργούμενων εκτάσεων. Οι δασικές εκτάσεις απορροφούν σημαντικές ποσότητες CO₂ που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα λόγω αναπνοής ή τεχνητής καύσης οργανικών υλικών. Η συρρίκνωση συνεπώς των δασικών εκτάσεων επιφέρει αύξηση στη συγκέντρωση του ατμοσφαιρικού CO₂, προκαλώντας "αφύσικη", και άρα μη ευνοϊκή για τους οργανισμούς που ζουν στην περιοχή, αύξηση της θερμοκρασίας.

Από την άλλη πλευρά, ακόμα και μόνο προσεγγίζοντας ανθρωποκεντρικά τη βιοποικιλότητα, παραβλέποντας την οικοκεντρική θεώρησή της (εγγενής αξία του κάθε είδους πάνω στη γη), μπορούμε να διακρίνουμε άμεσα οφέλη που προκύπτουν από την εκμετάλλευσή της: ανανεώσιμες και μη πηγές ενέργειας, ανακύκλωση συστατικών των οικοσυστημάτων, φυσικοί μηχανισμοί καθαρισμού νερών, εδάφους και αέρα, αντιμετώπιση ασθενειών και συγκράτηση εδαφών, είναι κάποια από αυτά. Ανάμεσα στα άμεσα οφέλη από τη διατήρηση της βιοποικιλότητας μπορούμε να ξεχωρίσουμε:

¶ Παραγωγή φαρμάκων

Οι σύγχρονες φαρμακοβιομηχανίες χρησιμοποιούν κατά ένα μεγάλο βαθμό ως πρώτη ύλη συγκεκριμένα είδη φυτών, οργανισμούς της θαλάσσιας πανίδας και άλλα αρθρόποδα. Παραδείγματα αποτελούν δύο από τα πιο γνωστά είδη φαρμάκων: η ασπιρίνη (φυτικής προέλευσης) και η πενικιλίνη (μυκητιακής προέλευσης). Είναι προφανές ότι διατηρώντας τη

βιοποικιλότητα του πλανήτη μας, αυξάνουμε την πιθανότητα εύρεσης αποτελεσματικών φαρμάκων για την αντιμετώπιση ασθενειών στο παρόν και στο μέλλον και άλλων χημικών ουσιών. Παράλληλα η μελέτη των βιολογικών προσαρμογών μιας μεγάλης ποικιλίας χερσαίων και υδρόβιων οργανισμών συμβάλλει στην βαθύτερη κατανόηση της ανθρώπινης φυσιολογίας και των ασθενειών που σχετίζονται με αυτή. Είναι χαρακτηριστικό ότι το 25% περίπου της συνολικής φαρμακευτικής παραγωγής βασίζεται στην εκμετάλλευση συστατικών των εντονότερα απειλούμενων σήμερα οικοσυστημάτων του πλανήτη μας, των τροπικών δασών. Ωστόσο μόνο το 1% των τροπικών φυτών έχουν εξεταστεί για τη φαρμακευτική τους αξία ενώ είδη διαφορετικών διαπλάσεων παραμένουν εξίσου ή και περισσότερο ανεκμετάλλευτα.

¶ Παραγωγή τροφίμων

Το 80% περίπου της παγκόσμιας τροφικής προμήθειας προέρχεται από την εκμετάλλευση λιγότερων από 25 ειδών φυτών και ζώων. Από τα 80.000 περίπου φυτικά είδη που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως τροφή ο άνθρωπος εκμεταλλεύεται μόνο τα 150. Η εξάρτηση, για την κάλυψη των τροφικών μας αναγκών, από έναν τόσο μικρό αριθμό ειδών επιφέρει: (i) μείωση της γενετικής ποικιλότητας των καλλιεργούμενων και κτηνοτροφικών ειδών, αποτρέποντας τη φυσική τους εξέλιξη και την ενδεχόμενη εμφάνιση νέων ποικιλιών και (ii) προωθεί τη μετατροπή δασικών εκτάσεων σε μονοκαλλιέργειες. Παράλληλα, η εκμετάλλευση λίγων μόνο ειδών ως πηγή τροφής συμβάλλει κατά ένα μεγάλο βαθμό στην ελλιπή σίτιση αρκετών αναπτυσσόμενων και πολλών υπανάπτυκτων πληθυσμών. Η εκμετάλλευση περισσότερων ειδών, φυτικών και ζωικών, για την κάλυψη των σύγχρονων τροφικών απαιτήσεων θα συνέβαλε σημαντικά στη λύση των παραπάνω προβλημάτων.

¶ Ανάπτυξη της βιοτεχνολογίας

Οι ζωντανοί οργανισμοί χρησιμοποιούνται εδώ και χιλιάδες χρόνια για την παραγωγή χρήσιμων προϊόντων. Σήμερα η βιοτεχνολογία - συνδυασμός επιστήμης και τεχνολογίας με στόχο την εφαρμογή των γνώσεων που έχουν αποκτηθεί από τη μελέτη των ζωντανών οργανισμών για την παραγωγή σε ευρεία κλίμακα χρήσιμων προϊόντων και τεχνικών μέσων - συνεισφέρει σημαντικά σε διάφορους τομείς ανάπτυξης όπως η ιατρική, η γεωργία, η κτηνοτροφία, η βιομηχανία και η προστασία του περιβάλλοντος. Η βιοτεχνολογία στηρίζεται κυρίως σε τεχνικές καλλιέργειας και ανάπτυξης των μικροοργανισμών και σε τεχνικές ανασυνδυασμένου DNA. Οι εφαρμογές της βιοτεχνολογίας στην ιατρική περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την παραγωγή σε ευρεία κλίμακα ευαίσθητων διαγνωστικών ουσιών όπως τα μονοκλωνικά αντισώματα (αντισώματα που παράγονται από έναν κλώνο Β-λεμφοκυττάρων και έχουν εξειδίκευση για έναν μόνο αντιγονικό καθοριστή), αποτελεσματικών εμβολίων και

φαρμακευτικών προϊόντων, ανθρώπινης ινσουλίνης από γενετικά τροποποιημένα βακτήρια, ιντερφερόνης, αυξητικής ορμόνης κ.ά..

¶ Παραγωγή ενέργειας

Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που χρησιμοποιεί σήμερα ο άνθρωπος προέρχεται από την εκμετάλλευση σύγχρονων φυτικών οργανισμών και των απολιθωμάτων παλαιότερων (καύσιμα βιοαπολιθώματα). Περίπου 1,5 δισεκατομμύρια άνθρωποι σε όλο τον κόσμο χρησιμοποιούν το ξύλο για την κάλυψη του 90% των ενεργειακών τους αναγκών. Με την υιοθέτηση κατάλληλων πρακτικών διαχείρισης η ξυλεία των δασών μπορεί να αποτελέσει ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Ωστόσο, σε πολλές περιοχές παγκόσμια ο ρυθμός ανανέωσης των εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων ξυλείας δεν καλύπτει τις ολοένα αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες των πληθυσμών τους. Τα μη ανανεώσιμα, πρακτικά, καύσιμα βιοαπολιθώματα αποτελούν τη βασική πηγή ενέργειας για τις ανεπτυγμένες κυρίως κοινωνίες. Συνεπώς, η δεδομένη μελλοντική εξάντλησή τους επιβάλλει στις σύγχρονες κοινωνίες την οικονομική - ορθολογική τους χρήση. Στην κατεύθυνση αυτή κρίνεται επίσης αναγκαία η αξιοποίηση σε μεγαλύτερο βαθμό ανανεώσιμων πόρων ενέργειας (ήλιος, άνεμος, θερμότητα γης, υδατοπτώσεις κ.ά.).

¶ Παραγωγή οικοδομικών υλικών

Κατά την κατασκευή στεγαστικών και άλλων έργων, ποικίλα στοιχεία του βιοτικού και αβιοτικού περιβάλλοντος αξιοποιούνται. Διαφορετικές κοινωνικές ομάδες έχουν συνδυάσει τον πολιτισμό τους με τη χρήση ενός μεγάλου αριθμού διαφορετικών κατασκευαστικών υλικών. Η διαθέσιμη αυτή ποικιλία εκμεταλλεύσιμων υλικών προέρχεται και εξαρτάται από την υπάρχουσα ποικιλομορφία - βιοποικιλότητα των οικοσυστημάτων της Γης. Η διατήρηση συνεπώς της βιοποικιλότητας προσφέρει δυνατότητες για πειραματισμό και εκμετάλλευση καινοτόμων αποδοτικών στοιχείων της. Ο φλοιός του ρυζιού, για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για την παραγωγή τσιμέντου. Παράλληλα, η χρήση νέων κατασκευαστικών υλικών μειώνει το βαθμό της εξάρτησης μας από το ξύλο και επιτρέπει τη διαφύλαξη των δύσκολα αναπληρούμενων δασικών οικοσυστημάτων.

¶ Πηγή τουριστικού ενδιαφέροντος

Μεγάλο ποσοστό ανθρώπων συνδέουν την "ποιότητα ζωής" με την εύκολη πρόσβαση σε φυσικά οικοσυστήματα. Άνθρωποι απ' όλο τον κόσμο επισκέπτονται συγκεκριμένες περιοχές για αναψυχή ("επαφή με την άγρια ζωή" και τα φυσικά οικοσυστήματα, κινήγι, ψάρεμα κ.ά.). Τα τελευταία χρόνια η ιδέα του οικοτουρισμού συγκινεί ολοένα και περισσότερους. Το 40-60% των δαπανών για τουριστικούς λόγους παγκόσμια αποδίδεται στον οικοτουρισμό και το ποσοστό αυτό αυξάνεται κατά 10-30% ετησίως (Ecotourism Society 1998). Στις Ηνωμένες

Πολιτείες της Αμερικής ο οικοτουρισμός αποφέρει περίπου 230 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως. Η ανάπτυξη του τουρισμού προσφέρει νέες θέσεις εργασίας (ξεναγοί, κατασκευαστές και υπάλληλοι ξενοδοχειακών εγκαταστάσεων κ.ά.) στους κατοίκους της περιοχής και συμβάλλει στην ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας. Ωστόσο, η υπέρμετρη τουριστική εκμετάλλευση των φυσικών οικοσυστημάτων θέτει σε κίνδυνο την επιβίωσή τους. Μεγάλοι αριθμοί επισκεπτών προκαλούν συνήθως οικολογικές και κοινωνικές αλλαγές σε μια περιοχή μειώνοντας την ποικιλότητα των οικοσυστημάτων και την παγκόσμια πολιτιστική ποικιλότητα αντίστοιχα. Η παρουσία πολλών ανθρώπων και η κατασκευή των σχετικών έργων υποδομής (δρόμοι, ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις, χώροι στάθμευσης κ.ά.), η ρύπανση και ο θόρυβος τροποποιούν - υποβαθμίζουν το φυσικό περιβάλλον και απειλούν την άγρια ζωή της περιοχής (π.χ. Ζάκυνθος - θαλάσσια χελώνα). Γεωργικές και δασικές εκτάσεις καταστρέφονται και παραδοσιακοί τύποι εργασίας - στοιχεία πολιτιστικής ποικιλότητας - εγκαταλείπονται. Χρειάζεται λοιπόν να βρεθεί μια χρυσή τομή ανάμεσα στην τουριστική ανάπτυξη και την περιβαλλοντική προστασία.

Η κατάσταση βέβαια που επικρατεί σήμερα στον πλανήτη μας απέχει πολύ από το να χαρακτηριστεί ως 'χρυσή τομή'. Η έκταση των αλλαγών που προκαλεί ο άνθρωπος με τις δραστηριότητές του είναι τόσο μεγάλη που δημιουργεί ανυπέρβλητους κινδύνους για τη βιοποικιλότητα του πλανήτη. Τα μέλη μιας φυσικής βιοκοινότητας εξελίσσονται παράλληλα, προσαρμόζονται στο πέρασμα του χρόνου σε αλλαγές του βιοτικού και αβιοτικού τους περιβάλλοντος (τροποποιήσεις του τοπικού κλίματος, εισαγωγή ή αφαίρεση ανταγωνιστικών ατόμων - ειδών στην περιοχή κ.ά.). Ωστόσο, όταν οι παραπάνω αλλαγές είναι ριζικές και συμβαίνουν απότομα (καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος, εισαγωγή στο οικοσύστημα ξενικών ανταγωνιστικών ειδών κ.ά.), τα άτομα αδυνατούν να προσαρμοστούν άμεσα και κατά συνέπεια οι πληθυσμοί τους απειλούνται από εξαφάνιση. Η καταστροφή - αλλοίωση των οικοσυστημάτων αποτελεί μια σημαντική τέτοια αλλαγή και έναν από τους κυριότερους παράγοντες που απειλούν τη βιοποικιλότητα.

Κάθε χρόνο σημαντικές δασικές και καλλιεργήσιμες εκτάσεις χάνονται λόγω υπερεκμετάλλευσης των αγαθών που προσφέρουν ή/και επέκτασης των αστικών κέντρων. Η δημιουργία αστικού περιβάλλοντος στις ακτές, η αποξήρανση των υγρότοπων με σκοπό τη γεωργική τους εκμετάλλευση, η υπεραλιεία και η άντληση πετρελαίου από τη θάλασσα καταστρέφουν τις υδάτινες διαπλάσεις, εξαφανίζουν διάφορα είδη αλιευμάτων ή ρυπαίνουν τα θαλάσσια οικοσυστήματα καθιστώντας τα μη βιώσιμα. Στην Ελλάδα κατά τις τελευταίες

δύο γενιές, λόγω ανάγκης για επέκταση της διαθέσιμης καλλιεργήσιμης γης και για απαλλαγή από φορείς της ελονοσίας, έχουν αποξηρανθεί τα δύο τρίτα των υδροτοπικών εκτάσεων. Πολλά από τα παραπάνω φαινόμενα οφείλονται στη συνεχή αύξηση των ανθρώπινων πληθυσμών. Η επέκταση, για παράδειγμα, των πόλεων ευθύνεται για την καταστροφή των περιαστικών δασών. Η συνεχής αριθμητική αύξηση πολλών ανθρώπινων πληθυσμών και η ανύψωση του βιοτικού επιπέδου μερικών από αυτών επιφέρει ανάλογη αύξηση των κάθε είδους αναγκών τους. Η προσπάθεια κάλυψης των παραπάνω αναγκών σε συνδυασμό με τη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και την πολιτική στάση ορισμένων κρατών έχουν επιταχύνει τα τελευταία χρόνια το ρυθμό καταστροφής των φυσικών οικοσυστημάτων.

Παράλληλα με την καταστροφή των οικοσυστημάτων, η δημιουργία ασυνέχειας εντός των ορίων τους αποτελεί επίσης σοβαρή απειλή για τη βιοποικιλότητά τους. Τα ασυνεχή οικοσυστήματα προκύπτουν από τη "διαίρεση" τους σε μικρότερες ενότητες, συχνά απομονωμένες η μία από την άλλη. Για παράδειγμα, με τη μετατροπή περιοχών ενός δάσους σε καλλιέργειες, το ενιαίο δασικό οικοσύστημα του παρελθόντος χάνει τη συνέχεια του. Σε πολλές περιπτώσεις, οι παραπάνω μορφές ασυνέχειας προκαλούν απομονώσεις πληθυσμών (φυτικών ή ζωικών), αλλαγές στο μικροκλίμα της περιοχής ή ακόμα και εξαφάνιση ειδών. Ωστόσο εξαφάνιση ειδών μπορεί να προκληθεί και από την ενιοποίηση του τοπίου με την καταστροφή π.χ. μικρών δασικών ή θαμνωδών εκτάσεων. Στις περιπτώσεις αυτές η έλλειψη των φυσικών γεωγραφικών φραγμών δεν ευνοεί την ανάπτυξη ορισμένων ειδών της χλωρίδας και την επιβίωση κάποιων ζωικών οργανισμών.

Σε καλλιέργειες σιταριού, καλαμποκιού κ.ά. εφαρμόζονται πρακτικές απομάκρυνσης μεγάλης ποικιλίας φυτών (ζιζανίων) με αποτέλεσμα να αφαιρούνται μαζί με τα φυτά αυτά και μικροί πληθυσμοί ζώων. Η ανθρωπογενής αυτή παρέμβαση, ενώ βελτιώνει μεσοπρόθεσμα την αποδοτικότητα της καλλιεργούμενης έκτασης, ελαττώνει τη βιοποικιλότητά της. Συχνά, αν και όχι σε όλες τις περιπτώσεις, οι βιοκοινότητες με μικρή ποικιλότητα παρουσιάζουν ανεπαρκή ανθεκτικότητα σε διαταραχές. Παράδειγμα μικρής ποικιλότητας αποτελούν οι μονοκαλλιέργειες της σύγχρονης γεωργίας, που είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες σε κλιματικές αλλαγές, σε φυσικές μεταβολές του εδάφους και σε ανάπτυξη ασθενειών. Η υπερβόσκηση επίσης αποτελεί παράγοντα που απειλεί τη βιοποικιλότητα μιας περιοχής. Με την υπερβόσκηση τα μόνα φυτά που παραμένουν στο οικοσύστημα είναι αυτά που δεν τρώγονται και τα οποία αυξάνονται σε βάρος των φυτών που τρώγονται. Αποτέλεσμα είναι η υποβάθμιση της βλάστησης της περιοχής - μείωση της τοπικής βιοποικιλότητας. Στη χώρα

μας, για παράδειγμα, μικρή ποικιλότητα βλάστησης έχουν περιοχές που υπερβόσκονται στην Κρήτη, στην Εύβοια, στην ορεινή Θεσσαλία και στη Μακεδονία με αποτέλεσμα η βλάστηση τους να αποτελείται από λίγα μόνο είδη. Ωστόσο η αλλοίωση των φυσικών οικοσυστημάτων και η οικολογική διαταραχή που αυτή συνεπάγεται δεν ευθύνεται μόνο για την εξαφάνιση ειδών, αλλά θέτει επίσης σε κίνδυνο τη ζωή των κατοίκων της περιοχής εξαιτίας φυσικών καταστροφών που προκαλούνται (πλημμύρες, ξηρασία, πυρκαγιές).

Η Γη είχε γνωρίσει μέχρι σήμερα πέντε κύματα μαζικών εξαφανίσεων, πριν από 440, 375, 250, 205 και 65 εκατομμύρια χρόνια. Ηφαιστειακές εκρήξεις, κλιματικές αλλαγές και προσκρούσεις μετεωριτών πιστεύεται ότι προκάλεσαν αυτά τα πλανητικής κλίμακας φαινόμενα. Η αιτία για το έκτο κύμα, το οποίο διανύουμε σήμερα, είναι ο ανθρώπινος πληθυσμός των 6,5 δις ατόμων, ο οποίος ανταγωνίζεται τη φυσική χλωρίδα και πανίδα για φυσικούς πόρους, μεταφέρει είδη από το ένα μέρος του πλανήτη στο άλλο και επηρεάζει το κλίμα λόγω της καύσης ορυκτών καυσίμων. Σύμφωνα με την Κόκκινη Λίστα των απειλούμενων ειδών που δημοσιεύει κάθε χρόνο η μη κυβερνητική World Conservation Union, τα τελευταία 500 χρόνια έχει καταγραφεί η εξαφάνιση 844 ζώων και φυτών. Ο αριθμός αυτός πιστεύεται ότι είναι πολύ μικρότερος από τον πραγματικό γιατί πολλά είδη έχουν εξαφανιστεί πριν καν ανακαλυφθούν (Σχήμα 3).



Σχήμα 3: Απειλούμενα είδη ζώων σε σχέση με το ποσοστό υποβάθμισης των εδαφών.

2.2 Αναγκαιότητα για τη διδασκαλία της έννοιας

Υπάρχει μια αυξανόμενη ανησυχία ανάμεσα στους επιστήμονες παγκοσμίως σχετικά με το περιβάλλον. Η βιοποικιλότητα βρίσκεται στο επίκεντρο αυτού του ενδιαφέροντος, καθώς η επιταχυνόμενη μείωση της βιοποικιλότητας εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων αποτελεί ένα από τα πιο επείγοντα περιβαλλοντικά θέματα. Παρόλα αυτά, μόνο πρόσφατα η βιοποικιλότητα έχει καταστεί βασικό σημείο τόσο της επιστημονικής έρευνας και της πολιτικής συζήτησης, όσο και της εκπαιδευτικής έρευνας και της επίσημης εκπαίδευσης, καθώς για να διαφυλαχθεί ο παγκόσμιος πλούτος των μορφών ζωής, κρίνεται απαραίτητο να ενημερωθεί η κοινή γνώμη σχετικά με την ανάγκη διατήρησης της βιολογικής ποικιλότητας (United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization, 1993; World Resources Institute & The World Conservation Union/United Nations Environment Program., 1992). Για την προστασία και διατήρηση του περιβάλλοντος χρειάζονται αφενός άνθρωποι με θέληση και γνώσεις πάνω σε αυτό και τα πολύπλοκα προβλήματά του, αφετέρου να ξέρουν να παίρνουν αποφάσεις σωστές και αποτελεσματικές, κάτι που απαιτεί αλλαγή στάσεων και συμπεριφοράς απέναντι στο περιβάλλον. Η εκπαίδευση λοιπόν καλείται εδώ να παίζει ένα σημαντικό ρόλο, αφού καλλιεργεί τη γνώση, εφοδιάζει με τις απαραίτητες δεξιότητες και βοηθάει στη διαμόρφωση στάσεων.

Οι έννοιες της βιοποικιλότητας και της εξέλιξης έχουν μια σημασία στην εκπαίδευση που υπερβαίνει την ισχύ της ως επιστημονική εξήγηση. Όλοι μας ζούμε σε ένα κόσμο που μεταβάλλεται ταχύτατα. Τα σημερινά παιδιά θα γνωρίσουν εμπειρίες και θα αντιμετωπίσουν καταστάσεις διαφορετικές από αυτές των γονιών τους, μέσα από γρήγορες μεταβολές των καταστάσεων γύρω τους. Έτσι, οι έννοιες της ρευστότητας και της διαδοχής έχουν γίνει κεντρικές στην κατανόηση του κόσμου που μας περιβάλλει. Το να αποδεχτούμε την πιθανότητα μεταβολής και να αντιμετωπίσουμε την μεταβολή ως ευκαιρία και όχι ως απειλή, είναι το κρυφό μήνυμα και η πρόκληση της διδασκαλίας αυτού του τομέα της βιολογίας. Αυτό αποκτά μεγαλύτερη σημασία σήμερα, το ενδιαφέρον για την ελάττωση της βιοποικιλότητας έχει αυξηθεί τόσο σε επιστημονικό όσο και σε πολιτικό επίπεδο. Η διατήρηση της βιοποικιλότητας έχει καθοριστεί ως ένας απαραίτητος παράγοντας για την επίτευξη της αειφορίας. Είναι επίσης ξεκάθαρο ότι η μελέτη της βιοποικιλότητας, ως μια φυσική λειτουργία των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των διαφορετικών ζωντανών οργανισμών και βιολογικών φαινομένων, πρέπει να αποτελέσει συστατικό της εκπαίδευσης των μαθητών ηλικίας από 5 έως 18 ετών όλων των βαθμίδων (Gayford, 2007).

Η εισαγωγή της έννοιας της βιοποικιλότητας γίνεται απαραίτητη σε θέματα γενετικής, κληρονομικότητας και εξέλιξης, τα οποία εμφανίζονται νωρίς στο Αναλυτικό πρόγραμμα του Γυμνασίου και ολοκληρώνονται στο τέλος του Λυκείου, όπως παρουσιάζεται εκτενέστερα σε επόμενη ενότητα. Οι μαθητές καλούνται αρχικά να εξοικειωθούν με την ιδέα ότι ξεχωριστοί οργανισμοί με συγκεκριμένα κληρονομήσιμα γενετικά χαρακτηριστικά έχουν μεγαλύτερη ικανότητα επιβίωσης και αποκτούν εξελικτικό πλεονέκτημα. Αλλαγές που συμβαίνουν στις περιβαλλοντικές συνθήκες επηρεάζουν τόσο την επιβίωση των οργανισμών όσο και ολόκληρων των ειδών. Σε ανώτερο επίπεδο, οι μαθητές καλούνται να μεταπηδήσουν από τον τρόπο σκέψης που θέτει ως βάση την φυσική επιλογή των ατόμων που εκφράζουν ένα γενετικό χαρακτηριστικό, σε ένα διευρυμένο τρόπο σκέψης με βάση τις αλλαγές στις αναλογίες ενός χαρακτηριστικού σε επίπεδο πληθυσμού.

Στο πλαίσιο αυτό η έννοια της βιοποικιλότητας είναι καθοριστική για τη διευκρίνιση των βιολογικών φαινομένων, τόσο σε μοριακό όσο και σε πληθυσμιακό επίπεδο, αλλά και για την βελτίωση του τρόπου που αντιλαμβάνονται τα παιδιά το περιβάλλον γύρω τους. Η έννοια σχετίζεται και με θέματα της εξέλιξης των ειδών, τα οποία παρά τη σημασία τους δεν διδάσκονται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, παρ' ότι προβλέπεται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα, καθώς συχνά εξαιρούνται από την ύλη της Βιολογίας. Η διερεύνηση της έννοιας της βιοποικιλότητας, δίνει μια ευκαιρία στους μαθητές να βρουν απτά παραδείγματα του «πραγματικού» κόσμου σε θέματα που πραγματεύονται άλλα επιστημονικά πεδία, τόσο των Φυσικών επιστημών και των Μαθηματικών, όσο και φαινομενικά ασύνδετων αντικειμένων. Για παράδειγμα, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με ερωτήματα που αφορούν την επιβίωση των ειδών, τόσο σε επίπεδο ατόμων όσο και σε επίπεδο πληθυσμού, καθώς εάν η γενετική ποικιλότητα ενός είδους μειωθεί, το είδος αυτό αντιμετωπίζει μεγάλο κίνδυνο εξαφάνισης.

Κατανόηση δύσκολων φαινομένων όπως ότι η αλλαγή ενός πληθυσμού μπορεί να επιτευχθεί, καθώς μπορεί να γίνει εμφανές ότι η αλλαγή ενός πληθυσμού συντελείται από την επιβίωση λίγων ατόμων που προτιμούνται για αναπαραγωγή και όχι από τη σταδιακή αλλαγή όλων των ατόμων του πληθυσμού (Bishop and Anderson, 1990). Δίνεται τέλος η δυνατότητα στους μαθητές να συνδέσουν τον μικρόκοσμο με τον μακρόκοσμο, να καταλάβουν πόσο επηρεάζουν τη ζωή τους μικρές μοριακές αλλαγές και να βρουν καθημερινά παραδείγματα για την κατανόηση των σχέσεων αυτών. Με τον τρόπο αυτό γίνεται εφικτό να μεταπηδήσει η σκέψη τους από το μερικό στο γενικό, καθώς έρχονται σε επαφή σε έναν συστημικό τρόπο προσέγγισης της γνώσης (Wuketits, 1997; Knippels *et al.*, 2005).

Η έννοια της βιοποικιλότητας είναι ιδιαίτερα σημαντική και για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (Π.Ε.), η οποία θέτει σκοπούς περιβαλλοντικούς, εκπαιδευτικούς και παιδαγωγικούς, προσεγγίζοντας καθημερινά θέματα με διεπιστημονικό τρόπο και με υψηλό βαθμό αφάιρεσης, χρησιμοποιώντας πολλά επίπεδα πληροφορίας, με αποτέλεσμα τη μάθηση δομών και εννοιών, την αύξηση των δεξιοτήτων των μαθητών, αλλά και τη διαμόρφωση της συνείδησής τους (UNESCO, 1997 · ICEE, 1997). Από τη διακήρυξη της Τυφλίδας (1977) για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση έως σήμερα οι στόχοι της Π.Ε. διευκρινίστηκαν και μπορούν να διαρθρωθούν σε τέσσερα επίπεδα (Scoulos and Malotidi, 2004):

1. *Δεξιότητες (skills)*: Βασικός στόχος είναι η κατανόηση οικολογικών εννοιών – κλειδιών για τη συνολική κατανόηση του περιβάλλοντος και του ρόλου του ανθρώπου. Τέτοιες έννοιες είναι το οικοσύστημα, ο βίοτοπος, η δυναμική των πληθυσμών, ο άνθρωπος ως οικολογικός παράγοντας, οι βιογεωχημικοί κύκλοι, η βιοποικιλότητα κ.α.. Με τον τρόπο αυτό τόσο τα άτομα όσο και κοινωνικές ομάδες μπορούν να αποκτήσουν δεξιότητες που τους επιτρέπουν να αναγνωρίσουν περιβαλλοντικά προβλήματα και να διεκδικήσουν τις απαραίτητες δράσεις και αποφάσεις για να λυθούν.
2. *Συνειδητοποίηση (awareness)*: Στόχος στο επίπεδο αυτό είναι η ενημέρωση για τα περιβαλλοντικά και τα συνδεδεμένα με αυτά κοινωνικο-οικονομικά προβλήματα, αλλά και η ερμηνεία τους, ώστε να γίνει κατανοητός ο ρόλος των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και επιλογών στη δημιουργία αυτών των προβλημάτων. Επιπρόσθετα, η εκπαίδευση πρέπει να αναπτύσσει το γνωστικό επίπεδο των μαθητών ώστε να «μαθαίνουν να γνωρίζουν» και να προσαρμόζουν τα αποτελέσματα της επιστήμης στις νέες γνώσεις.
3. *Συμπεριφορά, στάσεις και αξίες (behavior, attitudes and values)*: Κύριος στόχος είναι η απόκτηση ποικιλίας εμπειριών, αξιών και συναισθημάτων που να αφορούν το περιβάλλον, την κοινωνία και τις σχέσεις που τα συνδέουν. Επί πλέον, να αναπτυχθούν τα απαραίτητα κίνητρα ώστε να εμπλακούν τα άτομα ενεργά, στην προστασία και βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, αλλά και της ζωής μη προνομιούχων ομάδων. Με άλλα λόγια να «μαθαίνουν να ζουν μαζί» μια θεώρηση που αντανάκλα την ανάπτυξη της κατανόησης του διαφορετικού και της εκτίμησης της αλληλεπίδρασης.
4. *Συμμετοχή (Participation)*: Στόχος είναι να προσφέρεται στους εκπαιδευόμενους η ευκαιρία να εμπλακούν ενεργά, να εργαστούν συλλογικά και αποτελεσματικά ώστε να αναδείξουν και να κατανοήσουν προβλήματα και θέματα του τόπου τους. Με άλλα λόγια, να «μαθαίνουν να πράττουν» αναπτύσσοντας ικανότητες που τους επιτρέπουν να κατανοούν μια ποικιλία θεμάτων που επηρεάζουν την ζωή τους, να εργάζονται τόσο ατομικά όσο και ομαδικά και να ενεργούν τοπικά ενώ σκέφτονται παγκόσμια.

Τα τέσσερα αυτά επίπεδα στόχων της Π.Ε. μπορούν να ενοποιηθούν σε ένα συνολικό στόχο που μπορεί να οριστεί ως εξής: οι μαθητές να «*μαθαίνουν να ζουν*». Οι στόχοι αυτοί δεν μπορούν να επιτευχθούν εάν η εκπαίδευση δεν οδηγεί στην δημιουργία προσωπικοτήτων ικανών να ενεργούν τόσο αυτόνομα όσο και συνεργατικά, με υπευθυνότητα προς την ευημερία της ανθρωπότητας μέσα σε ένα υγιές περιβάλλον τόσο σήμερα όσο και στο μέλλον.

Συμπερασματικά η διδασκαλία της βιοποικιλότητας έχει μεγάλη πρακτική σημασία για τους μαθητές και έμμεσα ή άμεσα μπορεί να συνεισφέρει στον τρόπο που αντιλαμβάνονται την κοινωνία και τη ζωή. Πολλές καθημερινές καταστάσεις, φυσικά και κοινωνικά φαινόμενα, ακόμα και γεγονότα ή στάσεις ζωής μπορούν να αποκτήσουν διαφορετικό νόημα και σημασία ιδωμένα υπό το πρίσμα αυτό. Για παράδειγμα:

❑ Εξηγείται ο τρόπος με τον οποίο οι παθογόνοι οργανισμοί που απειλούν τον άνθρωπο έχουν αναπτύξει αντίσταση στα σύγχρονα αποτελεσματικά φάρμακα και επίσης να προταθούν τρόποι για την αντιμετώπιση αυτού του σοβαρά αυξανόμενου προβλήματος.

❑ Γίνεται φανερή η σημασία της επιβίωσης όλων των διαφορετικών μορφών ζωής τόσο για την διατήρηση ενός είδους, όσο και για άλλα είδη που έχουν αναπτύξει τροφικές σχέσεις με αυτό. Έτσι, γίνεται κατανοητό πόσο μεγάλη αξία έχει για τον καθένα μας η διατήρηση της βιοποικιλότητας, ακόμα και για την καθημερινή μας ζωή.

❑ Εξηγούνται οι σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των άγριων φυτικών και ζωικών ειδών και αυτών που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος, καθώς και οι σχέσεις αυτών των ειδών με τους φυσικούς εχθρούς τους. Έτσι, μπορούν να γίνουν κατανοητές πολλές εφαρμογές στην ιατρική, τη βιομηχανία, την γεωργία και την κτηνοτροφία, αλλά και στον τρόπο με τον οποίο η ανάπτυξη αυτών των τομέων της καθημερινής ζωής μπορεί να γίνει εφικτή χωρίς να διαταράσσεται η περιβαλλοντική ισορροπία και υγεία.

❑ Γίνεται κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο οι οργανισμοί αλληλεπιδρούν με τους φυσικούς πόρους (ανανεώσιμους ή μη) και ο τρόπος με τον οποίο οι άνθρωποι μπορούν να καθιερώσουν βιώσιμες σχέσεις με το φυσικό περιβάλλον.

Παραδείγματα σαν και αυτά υπάρχουν άφθονα στην καθημερινή ζωή των μαθητών. Η έρευνα στους τομείς αυτούς αποτελεί ένα από τα πλέον δραστήρια πεδία στην σύγχρονη επιστήμη, όχι μόνο της βιολογίας αλλά και άλλων επιστημών, ενώ οι ανακαλύψεις της έχουν σε σταθερή βάση πολλές πρακτικές εφαρμογές.

2.3 Σύγχρονες απόψεις για τη διδασκαλία και μάθηση

Πριν από τρεις δεκαετίες, η επικρατούσα άποψη για το πώς ο μαθητής μαθαίνει, ήταν ότι η γνώση μεταφέρεται από το δάσκαλο στο μαθητή με κάποιο τρόπο. Έτσι, οι ερευνητές της εκπαιδευτικής διαδικασίας είχαν το καθήκον της εξερεύνησης του αποδοτικότερου τρόπου γι' αυτή τη μεταβίβαση. Σύμφωνα με αυτή τη προσέγγιση το άτομο και τα πράγματα που μαθαίνει αποτελούν ξεχωριστές οντότητες. Το άτομο που επιθυμεί να μάθει κάποια πράγματα, πρέπει να κατασκευάσει μια αντιστοιχία μεταξύ των γνωστικών του δομών και αυτών των πραγμάτων που προτίθεται να μάθει. Όσο πιο ταιριαστή είναι αυτή η αντιστοιχία τόσο πιο κοντά στην αλήθεια είναι το άτομο (Von Glaserfeld, 1987). Από τα μέσα της δεκαετίας του '70, οι εκπαιδευτικές έρευνες επηρεάστηκαν από ένα σύνολο θεωριών για τη γνώση και τη μάθηση που ορίζονται γενικά ως εποικοδομητικές ή εποικοδομητικές (constructivism) Οι θεωρίες αυτές περιγράφουν την ανθρώπινη γνώση «ως διαδικασία γνωστικής κατασκευής ή επινόησης, στην οποία εμπλέκεται το άτομο στην προσπάθειά του να κατανοήσει, για οποιοδήποτε σκοπό, το κοινωνικό ή το φυσικό του περιβάλλον» (Leach et al., 1996). Βασίζονται σε μελέτες της ιστορίας και φιλοσοφίας της επιστήμης, σύμφωνα με τις οποίες η αντίληψή ενός ατόμου για τον κόσμο είναι υποκειμενική.

Οι παρατηρήσεις κάθε ατόμου, εμπλέκονται με τις προηγούμενες αντιλήψεις του και τις υπάρχουσες θεωρίες του για τον κόσμο. Οικοδομεί νόημα για τον κόσμο γύρω του, βασισμένος στις προηγούμενες του προσπάθειες να τον κατανοήσει. Από αυτή τη θεώρηση, οι νέες γνώσεις οικοδομούνται ενεργητικά πάνω σε προϋπάρχουσες και για το λόγο αυτό η γνώση δεν μελετάται ως κάτι απόλυτο και ανεξάρτητο αλλά σε συνδυασμό με την ανάπτυξη του ατόμου. Η έμφαση, έτσι, μεταφέρεται από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της μάθησης, στις στρατηγικές επίλυσης που αναπτύσσουν τα άτομα. Η μάθηση παύει πλέον να θεωρείται ως μια γραμμική αθροιστική σύνθεση επί μέρους στοιχείων προκειμένου να συμπληρωθεί το παζλ, αλλά ως μια ολιστική σύλληψη που συνδέεται με την αβεβαιότητα του προβληματισμού και της αναζήτησης. Η επίδραση του πλαισίου συμφραζομένων αναγνωρίζεται ως σημαντική στη διαδικασία της μάθησης όπως και η επίδραση των εργαλείων. Επιπλέον, γίνεται κατανοητή η συμπληρωματικότητα της διαδικασίας σε σχέση με το περιεχόμενο, τη διαθεσιμότητα και το είδος των εργαλείων και του πλαισίου των συμφραζομένων, με την ευρεία έννοια των πολιτισμικών και κοινωνικών παραγόντων που εμπεριέχει. Επίσης, οι εποικοδομητικές θεωρίες στηρίζονται σε μελέτες της γνωστικής ψυχολογίας που θεωρούν τη μάθηση ως διαδικασία αλληλεπίδρασης με τις προηγούμενες

αντιλήψεις και οικοδόμησης νέων νοητικών δομών από τις προηγούμενες εμπειρίες. Υπάρχουν πολλές και διαφορετικές εκδοχές του εποικοδομητισμού, ωστόσο όλες συγκλίνουν στην άποψη ότι η γνώση είναι μεταβαλλόμενη, οικοδομείται από τον καθένα χωριστά για αυτό και είναι υποκειμενική, ενώ τονίζουν ότι το σύνολο των προηγούμενων βιωματικών εμπειριών ενός ατόμου συνιστά ένα εννοιολογικό πλαίσιο αναφοράς, για να αντιληφθεί και να κατανοήσει νέα φαινόμενα (Driver and Easley, 1998). Με βάση τις απόψεις αυτές η προσοχή των ερευνητών στράφηκε στην καταγραφή των ιδεών και εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών, προκειμένου να διαπιστωθεί η σημασία της προηγούμενης γνώσης του μαθητευόμενου στη διαδικασία της μάθησης.

Στην επιστήμη της Βιολογίας, από τα αρχικά βήματα της δυτικής φιλοσοφίας υπήρχε μια διαφωνία σχετικά με τη φύση της ζωής. Από τη μια μεριά οι «βιταλιστές» υποστήριζαν την ύπαρξη δεδομένων αρχών και δυνάμεων ή ακόμα πνευματικών δυνάμεων που είναι έμφυτες σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς και στις δραστηριότητές τους. Από την άλλη πλευρά οι «μηχανιστές» αντιμετώπισαν τα ζωντανά συστήματα ως μηχανές και ως εκ τούτου προσπάθησαν να τα εξηγήσουν με μηχανικούς ή φυσικούς όρους (Rosenberg, 1985). Οι δύο αυτές θέσεις επιβίωσαν για πολλούς αιώνες, με κάποιες τροποποιήσεις βέβαια, έως το μέσον του εικοστού αιώνα. Από το σημείο αυτό η αιτία της διαφωνίας άλλαξε. Έτσι, σήμερα, οι σύγχρονες απόψεις για τη διδασκαλία της Μοριακής Βιολογίας και της Οικολογίας, προτείνουν ολοένα και σθεναρότερα την άποψη της διδασκαλίας βιολογικών συστημάτων (Systems Biology) και όχι αποσπασματικών θεμάτων. Με τις γνώσεις για το γονιδίωμα πλέον αυξημένες λόγω της ανάπτυξης της Μοριακής Βιολογίας, οι σύγχρονες μελέτες δείχνουν τρόπους για την ενσωμάτωση των ξεχωριστών μεθοδολογιών και αποτελεσμάτων σε μια ολιστική απεικόνιση, τόσο των μοριακών μηχανισμών και της λειτουργίας του κυττάρου, όσο και του αντίκτυπου που υπάρχει από αυτούς σε επίπεδο πληθυσμών, ειδών και οικοσυστημάτων (Efferth, 2001; Ideker et al., 2001).

Οι αναφορές σε θέματα διδασκαλίας βιολογικών συστημάτων ολοένα και αυξάνονται. Τα τελευταία χρόνια ο όρος έχει χρησιμοποιηθεί σε τουλάχιστον 110 δημοσιευμένες επιστημονικές εργασίες, ενώ καθώς τα ερευνητικά παραδείγματα αναπτύσσονται, τα πλεονεκτήματα από την εφαρμογή της θεωρίας γίνονται συνεχώς ισχυρότερα (Kumar, 2005). Παρά το ότι υπάρχουν δυσκολίες να προσδιοριστεί ένα καθολικό πλεονέκτημα από τη διδασκαλία ενός βιολογικού συστήματος, είναι εμφανές ότι συνδυάζοντας τα δεδομένα από πολλές διαφορετικές πηγές, είναι δυνατόν να γεννηθούν καινούρια ευρήματα πέρα από τα

ήδη υπάρχοντα που προκύπτουν από κάθε πηγή ξεχωριστά. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές καλούνται να αποκτήσουν μια βασική γνώση για τα επιμέρους θέματα που αντιμετωπίζουν, να συνδυάσουν τις γνώσεις αυτές σε ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο και να προσπαθήσουν να βγάλουν συμπεράσματα για το σύνολο και όχι για κάθε μέρος ξεχωριστά (Kumar, 2005). Γίνεται έτσι εφικτό να αναπτύξουν οι μαθητές μακροπρόθεσμα οφέλη, που περιλαμβάνουν τη διαμόρφωση της στάσης τους απέναντι σε βιολογικά θέματα και την επίλυση των βιολογικών ερωτημάτων σε ένα κοινωνικό – πολιτικό πλαίσιο.

Συχνά στη βιβλιογραφία συναντάται ο όρος «Ενεργητική μάθηση», ο οποίος αναφέρεται σε οτιδήποτε κάνουν οι μαθητές στην τάξη εκτός από το να ακούν παθητικά το μάθημα. Υπό τον όρο αυτό περιλαμβάνονται όλες οι πρακτικές ακρόασης που βοηθούν τους μαθητές να απορροφούν αυτό που ακούν, οι γραπτές ασκήσεις ανάδρασης με το υλικό του μαθήματος, καθώς και πιο περίπλοκες ομαδικές εργασίες κατά τις οποίες οι μαθητές εφαρμόζουν τις γνώσεις τους σε καθημερινές συνθήκες ή ακόμα και σε καινούρια προβλήματα. Ο όρος «συνεργατική μάθηση» καλύπτει μια ομάδα τεχνικών ενεργητικής μάθησης, κατά την οποία ανατίθενται σύνθετες εργασίες σε δομημένες ομάδες, όπως επίλυση προβλημάτων σε διαδοχικά στάδια, ερευνητικά σχέδια εργασίας (projects) ή παρουσιάσεις (Knight and Wood 2005). Ωστόσο, υπάρχουν και οι αντίθετες απόψεις, που αμφιβάλλουν για το αν περισσότερη ενεργητική μάθηση θα οδηγήσει στην αύξηση της μάθησης των μαθητών, καθώς και για το αν είναι εφικτή σε μεγάλες τάξεις. Εκφράζεται επίσης η ανησυχία για το χρόνο και την προσπάθεια που απαιτείται για την προετοιμασία τέτοιων τεχνικών που μπορεί να οδηγήσουν σε ελλιπή κάλυψη της ύλης (Allen and Tanner, 2005). Πολλές έρευνες έχουν προσπαθήσει να ελέγξουν την ισχύ αυτών των απόψεων τις τελευταίες δεκαετίες. Ειδικότερα σε θέματα Βιολογίας, Γενετικής και Εξελικτικής Βιολογίας, σύγχρονες έρευνες δείχνουν ότι ακόμα και μια μικρή αύξηση της αλληλεπίδρασης στην σχολική τάξη, μέσω πιο ενεργητικών και συνεργατικών τεχνικών μάθησης, μπορούν να έχουν σημαντικά αυξημένα γνωστικά οφέλη σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία (Handelsman *et al.*, 2004, Knight and Wood 2005). Σε μια μετα-ανάλυση που πραγματοποίησαν οι Norman *et al.* (2006) σε 24 δημοσιευμένες έρευνες σχετικά με την βελτίωση της επίδοσης των μαθητών μετά από την εφαρμογή «ενεργητικών» διδακτικών παρεμβάσεων, εμφανίζεται, στη συντριπτική τους πλειοψηφία, να πετυχαίνονται καλύτερες βαθμολογίες όχι μόνο σε περιβαλλοντικά θέματα, αλλά και σε άλλα θεματικά πεδία (Γλώσσα, Μαθηματικά, κ.α.). Μια σημαντική παράμετρος που προκύπτει από τις υπό εξέταση έρευνες, είναι ότι κατά την εφαρμογή τέτοιων παρεμβάσεων παρατηρούνται και επιπρόσθετα οφέλη, όπως για παράδειγμα η προσέγγιση περισσότερων μαθητών. Τα

ευρήματα αυτά βρίσκονται σε συμφωνία με ανάλογες έρευνες, όπου παρουσιάζεται ότι οι μαθητές όλων των επιπέδων εμφανίζουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα (learning gains) σε θέματα που αφορούν δύσκολες περιβαλλοντικές έννοιες, κυρίως μέσω της ενεργής εμπλοκής τους και της εφαρμογής των νέων ιδεών, και όχι με παθητική ακρόαση λεκτικών παρουσιάσεων (Zelensky, 1999; Lindemann-Matthies, 2002; Duit and Treagust, 2003; Bartosh *et al.*, 2006; Randler and Bogner, 2006).

Πολυάριθμες εργασίες, επίσης, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η μάθηση πρέπει να γίνεται αντιληπτή ως μια συνεχώς εξελισσόμενη, δυναμική και συνεχής νοηματική αλλαγή (Orcajo and Aznar, 2005). Τα τελευταία χρόνια, πολλές έρευνες στρέφουν την προσοχή τους στην καταγραφή των ιδεών και των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών για διάφορες επιστημονικές έννοιες. Σύμφωνα με αυτές, η δυσκολία στην κατανόηση των επιστημονικών εννοιών δεν οφείλεται στην ελλιπή προσέγγιση της γνώσης, αλλά στο γεγονός ότι οι καθημερινές αντιλήψεις των μαθητών διαφέρουν από τις επιστημονικές (Sander *et al.*, 2006). Στη διεθνή βιβλιογραφία μια μεγάλη ποικιλία όρων, χρησιμοποιείται για τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, καθώς και για τις δομές που αυτές οργανώνονται, όπως για παράδειγμα 'πρότερες απόψεις', 'ιδέες των παιδιών' ή ακόμα και 'επιστήμη των παιδιών' και άλλα. Σε όλες όμως τις έρευνες φαίνεται ότι μεγάλη σημασία έχει ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές δομούν και αλλάζουν το νοηματικό περιεχόμενο της γνώσης. Έτσι, είναι αποδεκτό ότι οι μαθητές οικοδομούν συγκεκριμένες θεωρίες για τον φυσικό κόσμο (π.χ. τις δυνάμεις, το σχήμα της γης, ο ημερήσιος κύκλος), από τις παρατηρήσεις τους και τις πολιτιστικές τους αρχές (Vosniadou, 1994). Για την απόκτηση μιας νέας γνώσης καλούνται να αντικαταστήσουν την θεωρία που οικοδόμησαν, με μια καινούρια όσο το δυνατόν πιο κοντά στην επιστημονική θεωρία, μια διαδικασία που χαρακτηρίζεται ως αναδόμηση των νοημάτων (conceptual restructuring) (Duit and Treagust, 2003).

Από τις έρευνες αυτές έγινε γνωστό οι μαθητές εισέρχονται στην τυπική εκπαίδευση έχοντας ένα μεγάλο εύρος από γνώσεις, ικανότητες, εμπειρίες και πεποιθήσεις, οι οποίες επηρεάζουν τον τρόπο που αντιλαμβάνονται και επεξεργάζονται τον φυσικό κόσμο. Αυτές οι πρότερες γνώσεις και εμπειρίες επηρεάζουν τις ικανότητες των μαθητών να θυμούνται, να εξηγούν και να αποκτούν καινούριες γνώσεις. Καθώς οι νέες αυτές γνώσεις οικοδομούνται από προϋπάρχουσες, πολλοί επιστήμονες ισχυρίζονται ότι οι διδάσκοντες πρέπει να λαμβάνουν σοβαρά υπόψη στη διδασκαλία τους αυτή την ανολοκλήρωτη κατανόηση των θεμάτων (Libarkin and Kurdziel, 2001). 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 εναλλακτικές 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 δυνατόν οι μαθητές να εφαρμόζουν τις επιστημονικές ιδέες σε προβλήματα των εξετάσεων, αλλά αδυνατούν να τις εφαρμόσουν εκτός σχολείου για την ερμηνεία των φυσικών φαινομένων. Οι ιδέες δεν είναι απλές παρανοήσεις που ίσως οφείλονται σε κακή πληροφόρηση των μαθητών, αλλά πιθανόν να δημιουργούνται από κάποιους μηχανισμούς που αυτοί διαθέτουν και με αυτούς αντιλαμβάνονται ότι συμβαίνει γύρω τους (Sander *et al*, 2006).

Πολλές έρευνες επίσης δείχνουν ότι οι εναλλακτικές αντιλήψεις συχνά παραμένουν ακόμα και μετά τη διδασκαλία στην τάξη, όπου τα εννοιολογικά μοντέλα (conceptual models) παρουσιάζονται σ' αυτούς (Bencze, 2004; Sander *et al*, 2006). Όταν οι μαθητές έρχονται σε επαφή με μια καινούρια έννοια υπάρχουν διαφορετικές πιθανότητες. Η πρώτη είναι να προσπαθήσουν να την ερμηνεύσουν σύμφωνα με την γνώση που ήδη κατέχουν και έτσι να παράγουν υβριδικά μοντέλα. Μια δεύτερη πιθανότητα είναι να την απομνημονεύσουν σε ασύνδετες λίστες – διαμέσου εσωτερικών προτασιακών αναπαραστάσεων – για να περάσουν τις εξετάσεις. Μία τρίτη, και ίσως η πιο σπάνια, είναι να δομήσουν καινούρια νοητικά μοντέλα σε συμφωνία με τις πληροφορίες που οι μαθητές προσέλαβαν, αντικαθιστώντας τα ήδη προϋπάρχοντα. Ωστόσο, η διαδικασία μοντελοποίησης (modelling) διαμέσου της οποίας θα μπορούσε να διευκολυνθεί η αντικατάσταση των πρότερων νοητικών μοντέλων, και, έτσι, η κατανόηση των καινούριων εννοιών, δεν έχει αναπτυχθεί επαρκώς στο περιβάλλον του σχολείου. Τις περισσότερες φορές, ο τύπος των δραστηριοτήτων και των αξιολογήσεων που χαρακτηρίζει τις φυσικές επιστήμες – λίστες από προβλήματα – και ο τύπος παρουσίασης των εγχειριδίων – λίστες από τύπους και ορισμούς – δεν συμβάλλουν σε αυτήν την διαδικασία (Greca and Moreira, 2000).

Στην παρούσα έρευνα θα υιοθετήσουμε τον όρο εναλλακτική αντίληψη (alternative conception), για να δώσουμε έμφαση στη διαφορά μεταξύ των ιδεών των παιδιών και της αποδεκτής επιστημονικής θεωρίας. Ως εναλλακτικές αντιλήψεις θα θεωρηθούν οι βασικές πεποιθήσεις που έχουν οι μαθητές για το πώς λειτουργεί ο κόσμος και τις χρησιμοποιούν για

να εξηγήσουν ποικίλες καταστάσεις. Στη βιβλιογραφία συναντάται επίσης και ο όρος ‘προκαταλήψεις’ (preconceptions), για να περιγραφούν οι ιδέες που φέρουν οι μαθητές μαζί τους, ενώ παλαιότερα επικρατούσε όρος ‘παρανοήσεις’ (misconceptions) για τον ίδιο λόγο (Libarkin and Kurdziel, 2001). Σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις αυτές οι ιδέες ομαδοποιούνται υπό την έκφραση «επιστήμη των παιδιών» (children’s science), η οποία περιγράφει τις απόψεις του κόσμου και τις έννοιες των λέξεων, που τα παιδιά τείνουν να αποκτούν, πριν τυπικά διδαχθούν επιστήμη. Η «επιστήμη των παιδιών» αναπτύσσεται, καθώς τα παιδιά προσπαθούν να κατανοήσουν τον κόσμο στον οποίο ζουν υπό τους όρους των δικών τους εμπειριών, την ισχύουσα γνώση και τη δική τους χρήση της γλώσσας. Τα παιδιά θεωρούνται κατά κάποιο τρόπο επιστήμονες από μια μικρή ηλικία και, ως επιστήμονες, χρησιμοποιούν ομοιότητες και διαφορές, για να οργανώσουν γεγονότα και φαινόμενα και, κατά την παρατήρηση γεγονότων και φαινομένων, ερευνούν για στοιχεία, και τις σχέσεις ανάμεσα στα στοιχεία, για να οικοδομήσουν τις δομές των σχέσεων. Επιπροσθέτως, τα παιδιά, ως επιστήμονες, συλλέγουν γεγονότα και κτίζουν μοντέλα, για να εξηγήσουν γνωστά γεγονότα και να κάνουν προβλέψεις (Knippels *et al.*, 2005).

Αναλυτικότερα, οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών είναι προσωπικές, δηλαδή κάθε μαθητής ερμηνεύει το ίδιο πείραμα ή την ίδια διάλεξη με το δικό του τρόπο. Φαίνονται επίσης χωρίς συνοχή, καθώς ο ίδιος μαθητής εξηγεί καταστάσεις επιστημονικά ισοδύναμες με διαφορετικά επιχειρήματα, ή ακόμα για το ίδιο φαινόμενο δίνει διαφορετικές εξηγήσεις συχνά αντιφατικές μεταξύ τους. Είναι τέλος σταθερές, καθώς ακόμη και μετά από διδασκαλία οι μαθητές δεν τροποποιούν εύκολα τις ιδέες τους, παρά τις προσπάθειες του δασκάλου (Bischoff and Anderson, 2001). Τα χαρακτηριστικά των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών μπορούν να συνοψισθούν στα παρακάτω (Angus, 1981; Leach *et al.*, 1996; Driver and Easley, 1998; Libarkin and Kurdziel, 2001; Myers *et al.* 2004):

- Ⓘ Κυριαρχεί η αισθητηριακή αντίληψη: οι μαθητές ερμηνεύουν τα φαινόμενα με βάση ό,τι αντιλαμβάνονται με τις αισθήσεις τους. Όταν διδάσκονται έννοιες των φυσικών επιστημών τα παιδιά εμπλέκονται στη δόμηση νοητικών μοντέλων για οντότητες που δε γίνονται άμεσα αντιληπτές, όπως το φως, το ηλεκτρικό ρεύμα, τα σωματίδια της ύλης.
- Ⓙ Εμφανίζεται περιορισμένη εστίαση ή εστίαση σε αλλαγές και όχι σε σταθερές καταστάσεις: τα παιδιά παίρνουν υπόψη τους περιορισμένες μόνον όψεις κάποιων ιδιαίτερων φυσικών καταστάσεων, με κέντρο της προσοχής τους εμφανιζόμενο να εξαρτάται από τον εξέχοντα χαρακτήρα ορισμένων διαρκών χαρακτηριστικών. Οι

μαθητές επίσης φαίνεται να ενδιαφέρονται περισσότερο για αλλαγές παρά για καταστάσεις ισορροπίας, ενώ δεν αντιλαμβάνονται την διαχρονική συνέχεια.

- ¶ Επικρατεί γραμμικός αιτιακός συλλογισμός: η σχέση αιτίας αποτελέσματος είναι εστιασμένη προς μια κατεύθυνση. Αυτή η τάση, να σκέφτονται τις εξηγήσεις με βάση προτιμώμενες κατευθύνσεις στις αλυσίδες των γεγονότων, δηλώνει μια αδυναμία εκτίμησης της συμμετρίας των αλληλεπιδράσεων μεταξύ συστημάτων. Μια άλλη συνέπεια αυτής της τάσης είναι ότι διαδικασίες, που ένας επιστήμονας βλέπει ως αντιστρεπτές, δεν αντιμετωπίζονται απαραίτητα με αυτόν τον τρόπο από τους μαθητές.
- ¶ Δεν διαχωρίζονται οι έννοιες, αλλά κυριαρχεί το πλαίσιο: οι μαθητές χρησιμοποιούν έννοιες που είναι επιστημονικά διαφορετικές σαν να είναι ίδιες. Το γεγονός ότι οι ιδέες των παιδιών τείνουν να είναι περισσότερο περιεκτικές και σφαιρικές από εκείνες των επιστημόνων δηλώνει ότι σε μερικές περιπτώσεις, τα παιδιά παρουσιάζουν την τάση να διολισθαίνουν από τη μια σημασία στην άλλη, χωρίς αναγκαστικά να το συνειδητοποιούν.
- ¶ Επικρατούν οι κυρίαρχες αντιλήψεις: Οι ιδέες που κυριαρχούν στην κοινωνία επηρεάζουν τον τρόπο σκέψης των παιδιών για ένα εύρος καταστάσεων και διαποτίζουν τον τρόπο με τον οποίο κατανοούν μια ποικιλία φυσικών φαινομένων. Υπάρχουν επίσης στοιχεία ότι τέτοιες ιδέες είναι καλά διαρθρωμένες και επανέρχονται μετά την διδασκαλία.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών μπορούν να διακριθούν σε εξωγενείς ή κοινωνικούς και σε ενδογενείς ή ατομικούς παράγοντες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν παράγοντες που προέρχονται από το κοινωνικό περιβάλλον των μαθητών. Αρκετές αντιλήψεις των παιδιών μοιάζουν με εκείνες διακεκριμένων επιστημόνων του παρελθόντος. Για παράδειγμα, οι μαθητές έχουν προϋπάρχουσες απόψεις σχετικά με τις πρώτες ύλες των φυτών και τις σχετικές με αυτές δραστηριότητες παρόμοιες με εκείνες που αναφέρονται από παλαιότερους φιλοσόφους και επιστήμονες. Είναι γενικά αποδεκτό ότι διαμέσου της αλληλεπίδρασης με το υλικό και φυσικό τους περιβάλλον τα άτομα είναι ικανά να κατανοήσουν τον κόσμο. Δομούν ορισμένα νοήματα και πεποιθήσεις τα οποία τα καθοδηγούν στην ζωή και στην κατανόηση του κόσμου που τα περιβάλλει. Αυτές οι πεποιθήσεις είναι νοήματα που αναδύονται από ταμπού, λαϊκά παραμύθια, αρχέγονες τελετές και άλλες παραδοσιακές πρακτικές (Anamuah – Mensah, 1998).

Οι κοινωνικές επιδράσεις περιλαμβάνουν τους καθημερινούς τρόπους με τους οποίους μιλάμε ή αναφερόμαστε στα φαινόμενα υπό συζήτηση. Υπάρχουν απόψεις που είναι μέρη της κοινής κουλτούρας και δεν είναι πάντα σύμφωνες με την οπτική της επιστήμης. Ένα παράδειγμα

ενός τέτοιου καθημερινού τρόπου γνώσης μπορεί να είναι η άποψη ότι τα «φυτά τρέφονται από το χώμα». Αυτή είναι μια ιδέα που είναι αντίθετη με την επιστημονική άποψη, και η οποία δεν υποστηρίζεται από οποιοδήποτε άμεσο είδος απόδειξης (ίσως υπάρχει περιστασιακή απόδειξη, όπως η χρήση της φράσης «η τροφή του φυτού» έχει προστεθεί στο έδαφος) και ωστόσο είναι στέρεα εδραιωμένο ως μέρος της κοινής γνώσης. Ως κοινωνικά άτομα τα παιδιά επιβαρύνονται με πολλούς τέτοιους τρόπους γνώσης (Leach *et al.*, 1996).

Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τις αντιλήψεις των μαθητών αποτελεί η καθημερινή γλώσσα που χρησιμοποιείται από τους μεγάλους. Για παράδειγμα, οι έννοιες του παραγωγού και του καταναλωτή. Για την οικολογία ο παραγωγός ταυτίζεται με τους αυτότροφους οργανισμούς κυρίως τα φυτά. Καταναλωτής είναι ο ετερότροφος οργανισμός, δηλαδή κάθε φυτοφάγο ή σαρκοφάγο ζώο. Στην καθημερινή γλώσσα όμως παραγωγός είναι ο καλλιεργητής και καταναλωτής ο αγοραστής. Παραγωγός δηλαδή και καταναλωτής είναι ο άνθρωπος, γεγονός που προκαλεί σύγχυση στους μαθητές. Εναλλακτικές αντιλήψεις δε συναντάμε μόνο στα παιδιά αλλά και στους δασκάλους. Πολλές φορές οι ίδιοι οι δάσκαλοι δεν έχουν αντιληφθεί σωστά το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών που πρόκειται να διδάξουν στο δημοτικό και επηρεάζουν τις ιδέες των παιδιών από μικρή ηλικία, ώστε είναι πολύ δύσκολο να αλλάξουν στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Knight and Wood, 2005).

Μια παράμετρος λοιπόν που φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της διδακτικής μεθοδολογίας αφορά τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών. Σύμφωνα με τον διαχωρισμό της Βοσνιάδου (1994), τρία είναι τα επίπεδα ενός νοητικού μοντέλου: i) αρχικό (βασισμένο στην καθημερινή εμπειρία και πολύ διαφορετικό από την επιστημονική σκοπιά), ii) συνθετικό (συνδυασμός των αρχικών και των αποδεκτών γνώσεων) και iii) επιστημονικό (πλησιάζει τη γνώση που είναι αποδεκτή από την επιστημονική κοινότητα). Πληθώρα ερευνών, επίσης, δείχνει ότι οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών για οικολογικές έννοιες συνεχίζουν να κυριαρχούν ακόμα και μετά από τη διδασκαλία τους (Chang and Barufaldi, 1999; Libarkin and Kurdziel, 2001; Bencze, 2004). Σε μερικές από αυτές επικρατεί μάλιστα η άποψη ότι δεν είναι απαραίτητο οι εναλλακτικές αντιλήψεις αυτές να αντιμετωπιστούν άμεσα, αντίθετα η διδασκαλία πρέπει να εστιάζεται σε κάποια θέματα κλειδιά, στα οποία δίνονται ξεκάθαρες εξηγήσεις και εκτενείς εφαρμογές. Με αυτό τον τρόπο γίνεται εφικτό να αναπτυχθεί από τους μαθητές ένα καινούριο εννοιολογικό πλαίσιο ανεξάρτητο από τις προγενέστερες απόψεις. Όταν τα παιδιά καταφέρουν να οργανώσουν την νέα πληροφορία σε ένα εννοιολογικό πλαίσιο, αποκτούν την ικανότητα να εφαρμόσουν τις νέες γνώσεις τους σε

καινούριες περιστάσεις, καθώς και να κατανοήσουν σχετικές πληροφορίες πιο γρήγορα. Έτσι ο ρόλος των εκπαιδευτικών επικεντρώνεται στο να βοηθήσουν τους μαθητές να οικοδομήσουν το καινούριο εννοιολογικό πλαίσιο. Αντιμετωπίζοντας τις εναλλακτικές αντιλήψεις άμεσα είναι ένας τρόπος που βοηθά τους μαθητές να καταφέρουν να κατανοήσουν μια έννοια, αν και οι ερευνητές διαφωνούν στο αν είναι η καλύτερη ή η μόνη επιτυχημένη στρατηγική (Bahar *et al.*, 1999; Libarkin and Kurdziel, 2001; Kumar, 2005).

Πώς λοιπόν είναι δυνατόν να αξιοποιηθούν οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών για το σχεδιασμό μιας διδασκαλίας; Απλά διαπιστώνοντας ότι οι παρανοήσεις των μαθητών δε μοιάζουν με τις επιστημονικές θεωρήσεις δεν προσφέρει κανένα αποτέλεσμα. Παρά το γεγονός ότι δεν υπάρχουν μαγικές συνταγές, μερικές διδακτικές τεχνικές φαίνεται να διευκολύνουν την ανάπτυξη της επιστημονικής κατανόησης. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές θεωρίες μάθησης και κάθε μια έχει τις εφαρμογές της στη διδασκαλία. Η εννοιολογική αλλαγή όμως μπορεί να επιτευχθεί μόνο, όταν οι μαθητές δεν ικανοποιούνται από το επίπεδο της κατανόησης που ήδη έχουν και είναι έτοιμοι να δεχτούν μια καλύτερη ιδέα (την επιστημονική αντίληψη). Επιπρόσθετα, για να πραγματοποιηθεί η εννοιολογική αλλαγή, η νέα ιδέα / αντίληψη πρέπει με τη σειρά της να είναι κατανοητή, λογική και χρήσιμη για τον μαθητή (Chang and Barufaldi, 1999; Libarkin and Kurdziel, 2001). Στο πλαίσιο της θεωρίας της εννοιολογικής αλλαγής, η μεθοδολογία που προτείνεται για την καταγραφή και αντιμετώπιση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών περιλαμβάνει τέσσερα στάδια:

1. Προσδιορισμός των αντιλήψεων / ιδεών των μαθητών για το θέμα,
2. Δημιουργία των κατάλληλων συνθηκών, ώστε οι μαθητές να εξερευνήσουν τις προκαταλήψεις τους και να δοκιμάσουν τη δυνατότητα τους να εξηγήσουν φαινόμενα και να κάνουν προβλέψεις,
3. Δημιουργία των κατάλληλων ερεθισμάτων που θα αναδείξουν τους περιορισμούς των προκαταλήψεων των μαθητών, έτσι ώστε να δυσαρεστηθούν από αυτές,
4. Παρουσίαση πολλών περιπτώσεων στις οποίες η επιστημονική θεώρηση μπορεί να εξηγήσει και να προβλέψει καλύτερα τα φαινόμενα από τις εναλλακτικές αντιλήψεις.

Στην ουσία, σύμφωνα με τη θεωρία της εννοιολογικής αλλαγής, η ευθύνη του εκπαιδευτικού εστιάζεται στο να ελαττώσει τις θέσεις των εναλλακτικών αντιλήψεων και να αυξήσει εκείνες των επιστημονικών. Έρευνες στην τάξη επιβεβαιώνουν ότι αυτή η προσέγγιση μπορεί να είναι αποτελεσματική (Bahar *et al.*, 1999; Chang and Barufaldi, 1999; Libarkin and Kurdziel, 2001; Duit and Treagust, 2003; Bencze, 2004; Kumar, 2005). Στο ίδιο πλαίσιο, συχνά στη

σύγχρονη βιβλιογραφία συναντάται και ο όρος *εννοιολογική αναδόμηση (conceptual restructuring)* αντί του όρου εννοιολογική αλλαγή, για να περιγράψει τις νοητικές δραστηριότητες των μαθητών. Ένας όρος που ταιριάζει με την εποικοδομητική θεωρία της μάθησης: οι μαθητές δεν εγκαταλείπουν, ούτε υποκαθιστούν τις εναλλακτικές τους αντιλήψεις και δεν προσθέτουν νέες αντιλήψεις πάνω στις παλιές, αλλά αντίθετα οικοδομούν περιοδικά νέες αντιλήψεις (Sander *et al.*, 2006).

Βέβαια, υπάρχει και η διαφορετική άποψη που προτείνει τη διδασκαλία των οικολογικών θεμάτων με την μορφή έρευνας. Αυτή η «ερευνητική» προσέγγιση χαρακτηρίζεται από την ενθάρρυνση των μαθητών να δοκιμάζουν και να εφαρμόζουν τις διαδικασίες και τις ικανότητες που σχετίζονται με τους επιστήμονες. Οι δεξιότητες αυτές συμπεριλαμβάνουν το σχηματισμό, τη δοκιμασία και την αξιολόγηση υποθέσεων και με τον τρόπο αυτό να προβλέπεται, να παρατηρείται και να συντίθεται η νέα γνώση (White and Fredrickson, 1998; Barak and Gorodetsky, 1999). Η προσέγγιση αυτή διαφέρει από αυτή της εννοιολογικής αλλαγής στο ότι δεν επιχειρείται εξαγωγή και επεξεργασία των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών.

Ένα εμπόδιο στη διδασκαλία της οικολογίας (και αυτό σπάνια έχει ληφθεί υπόψη) είναι το γεγονός ότι υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα στο πώς συγκεκριμένες έννοιες, δεδομένα και όροι θα έπρεπε να κατανοηθούν. Η κατάσταση αυτή είναι ορατή ακόμα και στα σχολικά εγχειρίδια, όπου οι ίδιοι όροι χρησιμοποιούνται με διαφορετικούς τρόπους. Για να βελτιωθεί η διδασκαλία της βιολογίας λοιπόν, είναι απαραίτητο όχι μόνο να γίνουν κατανοητές οι αντιλήψεις των μαθητών, αλλά και η ταξινόμηση του επιστημονικού της αντικειμένου, καθώς η σημασία και το νόημα του περιεχομένου δεν μπορούν να αντιμετωπίζονται ως δεδομένα. Συνεπώς, φαίνεται να είναι σημαντικό να συνδυάζονται η εμπειρική κατανόηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών με την επιστημονική ταξινόμηση των βασικών οικολογικών εννοιών και θεωριών. Ο στόχος είναι να οικοδομηθούν περιβάλλοντα μάθησης με τη συστηματική συσχέτιση των δύο τομέων μεταξύ τους. Πάνω σε αυτή τη βάση ο δρόμος από τις καθημερινές έννοιες στην επιστημονική οπτική θα έπρεπε να γίνεται ευκολότερος (Sander *et al.*, 2006).

2.4 Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών

2.4.1 Έρευνες που αφορούν αντιλήψεις των παιδιών για τη βιοποικιλότητα.

Στη διδασκαλία της βιολογίας, τα οικολογικά θέματα παίζουν έναν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση μιας υπεύθυνης στάσης απέναντι στον φυσικό κόσμο. Εμπειρικές έρευνες έχουν δείξει, ότι ακόμα και μετά από τη διδασκαλία στο σχολείο, οι μαθητές δεν έχουν κατανοήσει θεμελιώδεις οικολογικές έννοιες όπως οι τροφικές αλυσίδες, οι κύκλοι ζωής της ύλης, η εξέλιξη και η βιοποικιλότητα (Μπαγιάτη και Φλογαίτη, 2005; Sander *et al.*, 2006). Οι δυσκολίες αυτές που εμφανίζονται στην κατανόηση επιστημονικών θεμάτων δεν οφείλονται στην ελλιπή γνώση, αλλά στο ότι οι καθημερινές αντιλήψεις των μαθητών διαφέρουν από τις επιστημονικές. Πολλές αναφορές μπορούν να βρεθούν στην διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με τη διδασκαλία και μάθηση βιολογικών εννοιών, τόσο στον τομέα της οικολογίας όσο και της γενετικής. Από αυτές φαίνεται ότι οι μαθητές απλά δεν καταλαβαίνουν τις θεμελιώδεις οικολογικές και εξελικτικές θεωρίες (Anderson *et al.*, 2002). Συχνά, επικρατούν οι εναλλακτικές ιδέες τους που διαφέρουν από τις εδραιωμένες επιστημονικές εξηγήσεις.

Συνηθισμένες παρανοήσεις περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων Λαμαρκικές (Lamarckian – π.χ. κληρονομηση των αποκτούμενων χαρακτηριστικών) ή τελεολογικές (τα χαρακτηριστικά εξελίσσονται για κάποιο σκοπό) εξηγήσεις των φυσικών φαινομένων. Η τελεολογική σκέψη ειδικότερα επικρατεί μεταξύ μαθητών όλων των επιπέδων, τόσο της πρωτοβάθμιας όσο και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ακόμα και μεταξύ φοιτητών (Bishop and Anderson, 1990). Χαρακτηριστικό σημείων αυτών των παρανοήσεων αποτελεί η αδυναμία να κατανοηθεί η ύπαρξη της ποικιλότητας των πληθυσμών και ο ρόλος της στην εξελικτική αλλαγή. Παράλληλα με τα οικολογικά θέματα, ιδιαίτερα τις τελευταίες δύο δεκαετίες, το ενδιαφέρον εστιάζεται και στις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές όταν έρχονται σε επαφή με θέματα της γενετικής που άπτονται οικολογικών θεμάτων. Συνοψίζοντας οι Knippels *et al.* (2005) παρουσιάζουν πέντε κύριες δυσκολίες: α) το εξειδικευμένο λεξιλόγιο και ορολογία, β) το μαθηματικό περιεχόμενο της Μεντελικής θεωρίας, γ) η αφηρημένη φύση του θέματος στο πρόγραμμα σπουδών της Βιολογίας, δ) η κυτταρική ανάπτυξη και ε) η σύνθετη φύση της γενετικής, που συνδυάζει τον μακρόκοσμο με τον μικρόκοσμο (Knippels *et al.*, 2005).

Η γνώση της γενετικής ορολογίας θεωρείται απαραίτητη για την κατανόηση των τυπικών γενετικών προβλημάτων που έχουν πολύ συχνά θέση σε οικολογικές έννοιες όπως η γενετική ποικιλότητα. Ωστόσο, οι μαθητές συνήθως δεν είναι εξοικειωμένοι με τους ορισμούς και

τους όρους της γενετικής και πολύ συχνά επικρατεί σύγχυση λόγω της ομοιότητας των όρων, π.χ. ομόλογα, ομόζυγα (Bahar *et al*, 1999). Αρκετοί ερευνητές παρατηρούν, ότι, όταν οι έννοιες και οι διεργασίες ανήκουν ταυτόχρονα σε διαφορετικά επίπεδα οργάνωσης των οργανισμών, οι μαθητές εμφανίζουν αδυναμίες κατανόησης των προβλημάτων (Bahar *et al*, 1999). Οι Knippels *et al*. (2005), συγκεντρώνουν όλες τις δυσκολίες που παρατηρήθηκαν σε σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της Ολλανδίας (πίνακας 1). Συγκεκριμένα για τις έννοιες της κληρονομικότητας, της γενετικής ποικιλότητας και της εξέλιξης, παρόμοια ευρήματα επιβεβαιώνονται και σε άλλες χώρες. Στην Ισπανία, μελέτες σχετικές με τις αντιλήψεις τόσο των μαθητών όσο και των καθηγητών βιολογίας, δείχνουν ότι αυτά τα θέματα θεωρούνται πολύ σημαντικά και ταυτόχρονα τα πιο δύσκολα να διδαχτούν (για τους μαθητές), καθώς και τα πιο δύσκολα για διδασκαλία (για τους καθηγητές). Οι ερευνητικές αυτές προσπάθειες επιβεβαιώνουν το γεγονός ότι, μετά από την διδασκαλία των εννοιών αυτών, πολλοί μαθητές παραμένουν σταθεροί στις εναλλακτικές τους ιδέες σχετικά με την θέση της κληρονομούμενης πληροφορίας, τον τρόπο που αυτή μεταβιβάζεται και την εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών σε ένα είδος. Επιπλέον, οι μαθητές δεν μπορούν να λύσουν

Πίνακας 1. Δυσκολίες που παρατηρήθηκαν σε σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της Ολλανδίας, κατά τη διδασκαλία της γενετικής

Κατηγορία προβλήματος	Περιγραφή
Αφηρημένη φύση	Απομάκρυνση από τα πραγματικά βιολογικά προβλήματα, εξαιτίας της ελλιπούς σύνδεσης της κληρονομικότητας με την αμφιγονική αναπαραγωγή γενικότερα και την μείωση ειδικότερα.
Πολυσύνθετη δομή	Η κληρονομικότητα περιλαμβάνει όλα τα επίπεδα βιολογικής οργάνωσης και η κατανόηση των γενετικών φαινομένων απαιτεί την μετακίνηση της σκέψης σε επίπεδο μοριακό, κυτταρικό, οργανισμών και πληθυσμού και αντίστροφα
Ορολογία και εικόνα του μαθήματος	Η γενετική είναι πλούσια σε όρους, αλλά δεν είναι όλοι απαραίτητοι για την κατανόηση των φαινομένων. Οι μαθητές δεν εμφανίζονται πρόθυμοι να θυμούνται όλους τους όρους. Επιπρόσθετα, οι καθηγητές και οι συγγραφείς των βιβλίων δεν χρησιμοποιούν συνεχώς τους ίδιους όρους με ακρίβεια.
Επίλυση προβλημάτων και στατιστική ανάλυση.	Οι μαθητές αφ' ενός αντιμετωπίζουν δυσκολίες με την αναπαράσταση του προβλήματος, αφ' ετέρου έχουν ελλείψεις σε μεθοδολογίες επίλυσης προβλημάτων και ανάγνωσης.
Γενεαλογικά δέντρα, διαγράμματα και σύμβολα	Οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση σχημάτων, συμβολισμών και συμβόλων, τα οποία συνδέονται ή/και περιγράφουν ένα πρόβλημα
Διαφορές μεταξύ των μαθητών	Απαραίτητη προϋπόθεση για μια επαρκή κατανόηση των γενετικών εννοιών αποτελούν οι προγενέστερες γνώσεις βιολογίας, καθώς και μια γνωστική ωριμότητα. Οι μαθητές συνήθως διαφέρουν ως προς αυτά τα χαρακτηριστικά, αλλά και ως προς τις επιλογές που κάνουν για να συμμετέχουν σε μαθήματα που σχετίζονται όπως η χημεία και τα μαθηματικά.

σωστά τα προβλήματα που τους δίνονται μιας και δεν καταλαβαίνουν σημαντικά θέματα, όπως για παράδειγμα τη σχέση μεταξύ των χρωμοσωμάτων, γονιδίων, αλληλομόρφων και χαρακτηριστικών ή ακόμα την γενετική βάση της διαδικασίας της μείωσης (Banet & Ayuso, 2000; Orcajo and Martinez Aznar, 2005; Martínez Aznar and Ibáñez, 2005). Οι Orcajo and Martinez Aznar (2005), συνοψίζουν τις δυσκολίες που παρουσιάζονται στη διδασκαλία και μάθηση αυτών των εννοιών και τα συμπεράσματά τους σχετικά με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών παρουσιάζονται στον πίνακα 2.

Μια άλλη σημαντική έννοια που δημιουργεί συχνά σύγχυση στους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αλλά και σε μαθητές που διδάσκονται βιολογία σε ανώτερο επίπεδο, είναι αυτή της φυσικής επιλογής. Οι δυσκολίες βρίσκονται στο γεγονός ότι πρέπει να συνδυαστούν δύο φαινομενικά ανεξάρτητες εξελικτικές διεργασίες: η εμφάνιση νέων κληρονομούμενων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό και η επίδρασή τους στην μακροχρόνια επιβίωση του πληθυσμού. Πολλοί μαθητές πιστεύουν ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι υπεύθυνες για τις αλλαγές στα χαρακτηριστικά και ότι οι οργανισμοί αναπτύσσουν νέα χαρακτηριστικά, επειδή τα χρειάζονται για να επιβιώσουν (Bishop and

Πίνακας 2. Εναλλακτικές ιδέες μαθητών σχετικές με την έννοια της κληρονομικότητας (Orcajo and Martinez Aznar, 2005).

Έννοια προς διερεύνηση	Εναλλακτικές ιδέες
Θέση της κληρονομούμενης πληροφορίας	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ζωντανοί οργανισμοί που δεν είναι ζωικοί, όπως τα φυτά, δεν έχουν κύτταρα, ούτε χρωμοσώματα, ούτε γονίδια. ❖ Η γενετική πληροφορία βρίσκεται μόνο στους γαμέτες ή στα γενετικά χρωμοσώματα. ❖ Οι μαθητές δεν τοποθετούν τα χρωμοσώματα στον πυρήνα και τα γονίδια στα χρωμοσώματα. ❖ Οι μαθητές δε διακρίνουν τις διαφορές μεταξύ αδελφών χρωματίδων και ομολόγων χρωμοσωμάτων. Πιστεύουν ότι τα ομόλογα χρωμοσώματα περιέχουν την ίδια πληροφορία ενώ οι χρωματίδες διαφορετική. ❖ Κάθε κύτταρο περιέχει διαφορετική γενετική πληροφορία ανάλογα με τη δράση του. Κύτταρα του ίδιου είδους είναι πανομοιότυπα γενετικά. Η μορφή ενός νεοσχηματιζόμενου κυττάρου καθορίζεται από τη λειτουργία του.
Η μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας.	<p>Οι μαθητές πιστεύουν ότι μερικά χαρακτηριστικά εμφανίζονται εξ' αιτίας της επιρροής των γονιών και συνήθως του πατέρα είναι ισχυρότερη. Πιστεύουν επίσης ότι τα δίδυμα είναι όμοια γιατί προέρχονται από τους ίδιους γονείς και γεννιούνται ταυτόχρονα. Θεωρούν ότι η κληρονομία του φύλου καθορίζεται είτε από το σπερματοζωάριο είτε από το αίμα, είτε ακόμα από την τύχη.</p>
Η εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών.	<p>Οι μαθητές έχουν την πεποίθηση ότι η πηγή της γενετικής ποικιλότητας τόσο στους ανθρώπους, όσο και σε άλλους ζωντανούς οργανισμούς, βρίσκεται στην επιρροή ορισμένων περιβαλλοντικών παραγόντων. Επίσης θεωρούν ότι κάθε μετάλλαξη σε κάθε κύτταρο κληρονομείται στους απογόνους του οργανισμού που την φέρει.</p>

Anderson, 1990). Αντίθετα, οι μαθητές δεν κατανοούν το ρόλο της τύχης στην εμφάνιση κληρονομικών χαρακτηριστικών, μέσω νέων συνδυασμών των ήδη υπαρχόντων γονιδίων ή μέσω μεταλλάξεων. Οι μαθητές επίσης δύσκολα αντιλαμβάνονται ότι οι αλλαγές ενός πληθυσμού είναι αποτέλεσμα της επιβίωσης μερικών ατόμων του που πλεονεκτούν και προτιμούνται για αναπαραγωγή και όχι από τη σταδιακή αλλαγή όλων των ατόμων του πληθυσμού (Lewis and Wood-Robinson, 2000).

Σε αρκετές έρευνες επίσης τεκμηριώνονται οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου από τις ποικίλες χρήσεις της λέξης «προσαρμογή». Στην καθημερινή του χρήση ο όρος εμπεριέχει σκοπιμότητα, δηλαδή τα άτομα επιδιώκουν την προσαρμογή. Αντίθετα, υπό το πρίσμα της φυσικής επιλογής, οι πληθυσμοί αλλάζουν ή προσαρμόζονται κατά την εναλλαγή των γενεών, χωρίς να το επιδιώκουν. Μαθητές κάθε ηλικίας συχνά πιστεύουν ότι οι προσαρμογές προκαλούνται από κάποιο συνολικό αίτιο ή σχέδιο, είτε περιγράφουν τις προσαρμογές ως μια συνεχή διεργασία που προσπαθεί να καλύψει κάποιες ανάγκες ή επιδιώξεις των πληθυσμών. Οι μικρής ηλικίας μαθητές, επίσης, τείνουν να συγχέουν τις μη κληρονομούμενες προσαρμογές που εκδηλώνονται κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ατόμου, με τα χαρακτηριστικά που οδηγούν στην προσαρμογή και κληρονομούνται σε έναν πληθυσμό (Lewis and Wood-Robinson, 2000; Efferth T., 2001).

Η κατανόηση της κληρονομικότητας και της εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση, για να μεταβούν οι μαθητές σε πιο σύνθετες έννοιες, όπως αυτή της βιοποικιλότητας. Η μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας και η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον που οδηγεί στην διαμόρφωση της γενετικής ποικιλότητας, η εμφάνιση της γενετικής πληροφορίας σε πληθυσμιακό επίπεδο και ο ρόλος της φυσικής επιλογής που εξηγεί την ποικιλότητα των ειδών, καθώς και οι σύνθετες αλληλεπιδράσεις έμβιων και αβιοτικών παραγόντων που οδηγούν στην ποικιλότητα των οικοσυστημάτων, είναι στοιχεία κλειδιά της έννοιας που συχνά συγκρούονται με τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι μαθητές εμφανίζουν έλλειψη στη γνώση κρίσιμων συστατικών των βιολογικών συστημάτων, δε συνδέουν τις αλλαγές σε διαφορετικά συστήματα με επιτυχία και αντιλαμβάνονται περιορισμένα ορισμένες θεμελιώδεις αρχές (Leach *et al.*, 1996; Bischoff and Anderson, 2001; Sander *et al.*, 2006). Τα αποτελέσματα ερευνών σε σχολεία της Αμερικής συνοψίζονται στον Πίνακα 3, όπου παρουσιάζονται και τα απαιτούμενα στάδια γνωστικής αλλαγής, από τις απλές εναλλακτικές αντιλήψεις σε πιο

Ένα άλλο πεδίο όπου εμφανίζονται ισχυρές εναλλακτικές αντιλήψεις στους μαθητές, αφορά τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των φυσικών συστημάτων και τις διεργασίες που τα συνδέουν. Οι μαθητές φαίνεται να αποδίδουν την γενετική ποικιλότητα που εμφανίζεται σε έναν πληθυσμό αποκλειστικά στην επίδραση του περιβάλλοντος και όχι ως αλληλεπίδραση γονιδίων και περιβάλλοντος και έτσι, αδυνατούν να συνδέσουν τα δύο συστήματα. Επιπρόσθετα, ενώ περιγράφουν και αιτιολογούν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ γονότυπου και φαινοτύπου, εμφανίζουν δυσκολίες στη σύνδεση μεταξύ των χαρακτηριστικών και των εξελικτικών πιέσεων που οδήγησαν στην επικράτησή τους, κυρίως λόγω της αναζήτησης ενός σκοπού. Οι μαθητές δηλαδή συνήθως πιστεύουν ότι τα χαρακτηριστικά επεκράτησαν ως απάντηση στις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Μια διαφορετική παράμετρος αφορά τη διαφοροποίηση των φυσικών συστημάτων σε βάθος χρόνου. Η συλλογιστική που αφορά τον τρόπο που κάθε αλλαγή συμβαίνει στα φυσικά συστήματα όλων των επιπέδων, απαιτεί από τους μαθητές να είναι εξοικειωμένοι με έναν σημαντικό αριθμό επιστημονικών όρων και να μπορούν να περιγράψουν τους μηχανισμούς που διέπουν τις αλλαγές αυτές. Για παράδειγμα, η διαδικασία της φυσικής επιλογής καθορίζεται από ορισμένους νόμους, όπως ότι τα άτομα ενός πληθυσμού δεν είναι πανομοιότυπα, ότι η επιβίωση τους δεν καθορίζεται από την τύχη αλλά συγκεκριμένα χαρακτηριστικά πλεονεκτούν και ότι οι πληθυσμοί αλλάζουν στον χρόνο όσο η συχνότητα των πλεονεκτικών αλληλομόρφων / χαρακτηριστικών αυξάνει. Όταν εξετάζονται λοιπόν διεργασίες που εμπλέκουν την φυσική επιλογή, οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν και να εφαρμόσουν τους κατάλληλους νόμους για το υπό εξέταση σύστημα (Hogan, 2000; Grotzer and Bell Basca 2003; Kumar, 2005). Όταν πρόκειται να αντιμετωπίσουν τέτοια θέματα οι μαθητές της μέσης εκπαίδευσης σπάνια βλέπουν την ανάγκη ύπαρξης ενός μηχανισμού που να περιγράφει το πώς συμβαίνει η προσαρμογή, αλλά αντίθετα περιγράφουν το γιατί συμβαίνει. Ακόμα και αυτοί που αναγνωρίζουν την αναγκαιότητα του μηχανισμού της φυσικής επιλογής συνήθως περιγράφουν Λαμαρκικούς ή τελεολογικούς μηχανισμούς, παρά οικοδομούν ένα επιστημονικό μοντέλο.

Οι Myers *et al.*, 2004, παρουσιάζουν μια διαφορετική στρατηγική, περιγράφοντας τις κοινές αφετηρίες της σκέψης των μαθητών ανάλογα με το αναπτυξιακό τους στάδιο. Στην έρευνά τους παρουσιάζεται ότι όταν ρωτούνται για οικολογικά θέματα, οι μαθητές, χρησιμοποιούν κοινωνικές, μηχανιστικές, βιολογικές ή απλές οικολογικές εξηγήσεις. Φαίνεται λοιπόν ότι η κατανόηση της επιστημονικά οικολογικής θεωρίας ξεκινά ως μια περίπλοκη σύνθεση

γνώσεων από άλλα αντικείμενα, περιορίζοντας την αυθόρμητη επίτευξή τους. Σε μια άλλη θεώρηση, αναγνωρίζονται τρεις κοινές κατηγορίες των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών για οικολογικές έννοιες: α) τον προσανατολισμό σε ό,τι είναι ορατό, β) την προστασία της ζωής και γ) τις μονόδρομες σχέσεις. Αυτές οι αντιλήψεις παίζουν καθοριστικό ρόλο στην κατανόηση των εννοιών του οικοσυστήματος και της ισορροπίας στη φύση (Sander et al., 2006). Οι μαθητές κατευθύνουν τη σκέψη τους σε ό,τι είναι ορατό, κυρίως σε χωρικές ιδιότητες, όπως για παράδειγμα η βλάστηση, όταν αναφέρονται σε μια βιοκοινότητα ή ένα οικοσύστημα. Συνεπώς, διαχωρίζουν τις έννοιες της βιοκοινότητας και του οικοσυστήματος μόνο ανάλογα με το μέγεθός τους: το δάσος είναι η βιοκοινότητα, ενώ η κλιματική ζώνη το οικοσύστημα. Το μέγεθος είναι ο παράγοντας που χρησιμοποιούν για να διακρίνουν τις δύο περιοχές. Από την άλλη, οι μαθητές φαίνεται ότι είναι πεπεισμένοι ότι η βιολογική ισορροπία υπάρχει στη φύση και πάντα επιστρέφει μετά από κάθε διαταραχή. Στις αντιλήψεις τους, η ισορροπία αποτελεί ένα θεμελιώδες φυσικό χαρακτηριστικό, συχνά αντιμετωπίζεται ως την *κανονική* ή *φυσική* κατάσταση της βιοκοινότητας. Τα αποτελέσματα από διεθνείς έρευνες, δείχνουν, ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν εναλλακτικά έννοιες, όπως οικοσύστημα, βιοκοινότητα και πληθυσμός, ενώ το θέμα της ισορροπίας στη φύση αντιμετωπίζεται ως ένας ‘φυσικός νόμος’ (Sander et al., 2006).

Αυτές οι απόψεις για την ισορροπία ως φυσική κατάσταση φαίνεται να είναι στενά συνδεδεμένες με τις καθημερινές ιδέες: στην χωρική και χρονική μας σκέψη θεωρούμε μια σταθερή και αναλλοίωτη φύση. Ακόμα μια φορά η νόηση εστιάζεται σε ό,τι είναι ορατό και αυτό είναι η σταθερότητα (Hogan, 2000; Kumar, 2005; Sander et al., 2006). Οι μαθητές όχι μόνο συνδέουν χωρικά τις βιοκοινότητες και τα οικοσυστήματα, αλλά επίσης θεωρούν ότι αναπτύσσονται και σχέσεις μεταξύ τους, οι οποίες θεωρούνται ως θεμελιώδεις για τη ζωή. Είναι ενδιαφέρον, επίσης, ότι θεωρούν τη γη, ως ένα παγκόσμιο οικοσύστημα, να εξαρτάται από την ύλη. Στη βάση μιας συνεχούς παραγωγής οξυγόνου και θρεπτικών συστατικών από τα φυτά και τα ζώα, δημιουργούνται οι κύκλοι των στοιχείων. Ο κάθε κύκλος με τη σειρά του, εξυπηρετεί την διατήρηση της ζωής. Με διαφορετικά λόγια, υπάρχει η πεποίθηση ότι η ισορροπία στη φύση συμβολίζει τη διατήρηση της ζωής, ενώ η διαταραχή της δεν θεωρείται ως αλλαγή αλλά ως κίνδυνος καταστροφής. Ένα κοινό και κεντρικό σημείο των αντιλήψεων των μαθητών για τις οικολογικές έννοιες είναι η θεώρηση της διατήρησης της ζωής. Η ισορροπία ταυτίζεται με την επιβίωση της ζωής, ενώ οι αλληλεπιδράσεις των βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων ενός οικοσυστήματος θεωρούνται απαραίτητες για την ύπαρξη της ζωής. Σε τοπικό επίπεδο, η διατήρηση της ζωής αναφέρεται στη διαθεσιμότητα της τροφής,

ενώ αντίθετα, σε παγκόσμιο επίπεδο, συνδέεται με τους κύκλους των στοιχείων. Οι μαθητές συχνά πιστεύουν ότι η ζωή παραμένει αμετάβλητη όταν δεν υπάρχουν εξωτερικές επιδράσεις (Leach *et al.* 1996; Hogan, 2000; Grotzer and Bell Basca 2003; Myers *et al.*, 2004; Kumar, 2005; Sander *et al.*, 2006).

Οι μαθητές συχνά θεωρούν ότι οι αλλαγές σε ένα οικοσύστημα έχουν αιτιακή σχέση με τις αλλαγές στο κλίμα. Γι' αυτούς, οργανισμοί και κλίμα συνθέτουν μια μονάδα, το οικοσύστημα (Sander *et al.*, 2006). Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ του κλίματος και των οργανισμών προσεγγίζονται με έναν μονόπλευρο τρόπο: μια αλλαγή στο κλίμα οδηγεί σε αντίστοιχη αλλαγή στη σύνθεση των ειδών (ή τα είδη πρέπει να προσαρμοστούν στην αλλαγή του κλίματος) και οι αλλαγές στη σύνθεση των ειδών νοούνται ως αλλαγές στο οικοσύστημα. Καταστροφές, όπως η πτώση ενός μετεωρίτη στην επιφάνεια της γης, θεωρούνται ότι προκαλούν αλλαγές στο κλίμα. Αντίθετα, οι ζωντανοί οργανισμοί, με εξαίρεση τον άνθρωπο, δεν έχουν επίδραση στο κλίμα. Έτσι, μιας και οι αλλαγές στη σύνθεση των ειδών εμπλέκονται στην αλλαγή του οικοσυστήματος, τα οικοσυστήματα θεωρούνται περιορισμένης χρονικής διάρκειας (Leach *et al.* 1996; Grotzer and Bell Basca 2003; Myers *et al.*, 2004). Ακόμα και το φαινόμενο της οικολογικής διαδοχής, οι μαθητές το προσεγγίζουν ως συνάρτηση αλλαγών στις περιβαλλοντικές συνθήκες: οι οργανισμοί αποικούν μια περιοχή κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, πρώτα τα φυτά και ακολούθως τα ζώα. Αυτές οι συνθήκες δεν θεωρούνται ότι αλλάζουν από τις δραστηριότητες των οργανισμών στο πέρας του χρόνου. Αυτό συνάδει με την πεποίθηση πολλών παιδιών ότι οργανισμοί που εμφανίστηκαν σε ένα αρχικό στάδιο της ανάπτυξης της γης θα είναι συνεχώς παρόντες ακόμα και μετά από καιρό. Με τον τρόπο αυτό φαίνεται και η μονόπλευρη αντίληψη των σχέσεων μεταξύ των οργανισμών και του περιβάλλοντος. Οι μαθητές δεν πιστεύουν ότι η δραστηριότητα των οργανισμών επηρεάζει το αβιοτικό περιβάλλον με κανένα προφανή τρόπο (Leach *et al.* 1996; Grotzer and Bell Basca 2003; Sander *et al.*, 2006).

Σύμφωνα με μια άλλη θεώρηση, πηγή παρανοήσεων και ίσως η αιτία που βρίσκεται πίσω από αυτές τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών για την έννοια της βιοποικιλότητας αποτελεί και ο ίδιος ο ορισμός της. Η έννοια, εμφανίζεται με ποικίλες μορφές και όρους: στην μελέτη της βιωσιμότητας αξιολογείται ως φυσικός πλούτος, στην θεωρία της εξέλιξης αντιμετωπίζεται τόσο ως δείκτης ποιότητας της ζωής, όσο και προϊόν της φυσικής επιλογής, στην οικολογία αποτελεί αντικείμενο μέτρησης και παρακολούθησης για να ανιχνεύσει περίπλοκες αλλαγές στα οικοσυστήματα. Σπάνια θα δοθεί ο ίδιος ορισμός της

βιοποικιλότητας, ακόμα και από τον ίδιο άνθρωπο, σε δύο διαφορετικές περιπτώσεις (Jensen and Schnack, 1997; Jickling, 1997; Van Weelie and Wals 2002). Το γεγονός αυτό οδηγεί σε μια ασάφεια τόσο στους μαθητές όσο και στους διδάσκοντες και θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ένας ‘ασαφής’ ορισμός.

Η ασάφεια αυτή στον ορισμό της βιοποικιλότητας, καταδεικνύει ότι δεν υπάρχει ένας μοναδικός τρόπος περιγραφής και εξήγησης της έννοιας ή της ιδέας με τρόπο που να ταιριάζει σε όλα τα συγκείμενα (Van Weelie and Wals 2002). Αν και ένας τέτοιος ορισμός θα μπορούσε να αποδώσει την βιοποικιλότητα ως έννοια άχρηστη ή να την μειώσει σε ένα ρητορικό εργαλείο από μια μοντέρνα οπτική γωνία, την κάνει πιο ελκυστική από μια μεταμοντέρνα οπτική. Εξάλλου, όσο για αυτό η ασαφής φύση της βιοποικιλότητας ή της βιωσιμότητας προτείνει:

- Την ανάγκη σεβασμού του πλουραλισμού (σεβασμός σε διαφορετικές αξίες, απόψεις, αντιλήψεις κλπ)
- Την αέναη παρουσία στοιχείων αντίθετων αλλά και την αβεβαιότητα στη λήψη περιβαλλοντικών αποφάσεων
- Την ανάγκη μάθησης σε ένα πλούσιο συγκείμενο, που να επιτρέπει πολλαπλές διασαφηνίσεις της πραγματικότητας να εισαχθούν στη διαδικασία μάθησης

Σε αυτό το πλαίσιο δεν λαμβάνεται η ασαφής φύση της βιοποικιλότητας ως αδυναμία αλλά περισσότερο ως ισχύς από την οπτική της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Παρόλα αυτά, η ασάφεια από μόνη της δεν είναι αρκετή για να μετατρέψει τον ορισμό σε εκπαιδευτικό. Η προσεχτική καθοδήγηση είναι απαραίτητη, ώστε να εκμαιευτεί η εν δυνάμει εκπαιδευτική της φύση (Jensen and Schnack, 1997; Jickling, 1997; Van Weelie and Wals 2002).

2.4.2 Έρευνες που αφορούν διδακτικές παρεμβάσεις για την κατανόηση της βιοποικιλότητας.

Υπάρχει μια αυξανόμενη ανησυχία ανάμεσα στους επιστήμονες παγκοσμίως σχετικά με το περιβάλλον. Η βιοποικιλότητα βρίσκεται στο επίκεντρο αυτού του ενδιαφέροντος, καθώς η επιταχυνόμενη μείωση της βιοποικιλότητας εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων αποτελεί ένα από τα πιο επείγοντα περιβαλλοντικά θέματα. Παρόλα αυτά, μόνο πρόσφατα η βιοποικιλότητα έχει καταστεί βασικό σημείο τόσο της επιστημονικής έρευνας και της πολιτικής συζήτησης, όσο και της εκπαιδευτικής έρευνας και της επίσημης εκπαίδευσης, καθώς για να διαφυλαχθεί ο παγκόσμιος πλούτος των μορφών ζωής, κρίνεται απαραίτητο να ενημερωθεί η κοινή γνώμη σχετικά με την ανάγκη διατήρησης της βιολογικής ποικιλότητας (United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization, 1993; World Resources Institute & The World Conservation Union/United Nations Environment Program., 1992).

Ο Weillbacher (1993) έχει υποστηρίξει ότι ένα είδος λείπει στους ανθρώπους μόνο αν το γνωρίζουν και έχουν ήδη αναπτύξει μια σχέση με αυτό. Η μελέτη των οργανισμών και η ποικιλότητά τους βρισκόταν για χρόνια στο επίκεντρο της παραδοσιακής διδασκαλίας της βιολογίας, αλλά τις τελευταίες δεκαετίες η βιολογία έχει κυριευθεί από τη φυσιολογία, τη μοριακή βιολογία και τη γενετική (Yore and Boyear, 1997). Η κρίση της βιοποικιλότητας έχει πυροδοτήσει νέο ενδιαφέρον για την οργανισμική βιολογία και έχει προκαλέσει απαιτήσεις για μεγαλύτερη έμφαση στη μελέτη των οργανισμών και της ποικιλότητάς τους, στο πλαίσιο της εκπαίδευσης. Χωρίς αμφιβολία, όμως οι μαθητές δεν πρέπει να είναι παθητικοί αποδέκτες ονομάτων χωρίς νόημα και πληροφοριών στο στυλ της ταξινόμησης. Σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Γερμανία, οι περισσότεροι ειδικοί υποστήριξαν ότι η εκπαίδευση που βασίζεται στη βιοποικιλότητα θα έπρεπε να συνιστά μια ενεργή διαδικασία, κατά την οποία οι μαθητές (Lindemann-Matthies, 2002):

- ✓ Παρατηρούν και ερευνούν τα φυτά και τα ζώα στο άμεσό τους περιβάλλον
- ✓ Αποκτούν γνώση των τοπικών ειδών
- ✓ Κατανοούν και εκτιμούν τη βιοποικιλότητα

Τελευταία, εκπαιδευτικά προγράμματα και ανάλογο υλικό έχουν αναπτυχθεί σε όλες ευρωπαϊκές χώρες σε μια προσπάθεια να ενδυναμωθεί η κατανόηση της βιοποικιλότητας. Παράλληλα, πολλές έρευνες έχουν επικεντρωθεί στην επίδραση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στις γνώσεις, τις στάσεις και τη συμπεριφορά των μαθητών απέναντι στο

περιβάλλον (Gayford, 2000; Hawkey, 2001; Lindemann-Matthies, 2002; Bartosh *et al.*, 2006; Randler and Bogner, 2006). Τα εκπαιδευτικά προγράμματα συνήθως σχεδιάζονται για έναν συγκεκριμένο τύπο σχολείου (π.χ: για το δημοτικό ή το γυμνάσιο) και όχι για συγκεκριμένα επίπεδα τάξης. Για να ενισχυθεί η καταλληλότητα των προγραμμάτων, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε αν παιδιά διαφορετικής ηλικίας' ωφελούνται σε παρόμοιο βαθμό από ένα πρόγραμμα, καθώς τα ερευνητικά δεδομένα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το ενδιαφέρον των παιδιών για τη βιολογία αυξάνεται μέχρι τις αρχές της εφηβείας και έπειτα μειώνεται σημαντικά μετά την ηλικία των 15 ετών (Gayford, 2000; Hawkey, 2001; Lindemann-Matthies, 2002; Bartosh *et al.*, 2006; Randler and Bogner, 2006).

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι η μεθοδολογία και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται ως τώρα στη διδασκαλία περιβαλλοντικών εννοιών είναι κοινές με αυτές της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και κυρίως βασίζονται σε αυτές που σχετίζονται επισήμως με τον ορισμό της Π.Ε.. Οι πιο κοινές από αυτές τις μεθόδους είναι η επίλυση προβλημάτων και τα σχέδια εργασίας, η συνεργατική μάθηση, οι συζητήσεις, η εργασία πεδίου και τα πειράματα. Όλα τα παραπάνω με μικρές αποκλίσεις είναι χρήσιμα και προσαρμόσιμα στις επικρατούσες συνθήκες, ενώ σε πολλές περιπτώσεις αρκετά από αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό. Παρά το γεγονός ότι κάποιες από αυτές τις μεθόδους είναι προαπαιτούμενες για άλλες (π.χ: διαλέξεις), έχουν γίνει αρκετές απόπειρες να ταξινομηθούν σύμφωνα με την επίδρασή τους στη βάση της αξιολόγησής τους από τη σκοπιά και την εμπειρία των εκπαιδευτικών.

Σε έρευνες που διεξήχθησαν στις Η.Π.Α., βασισμένες σε απόψεις περιβαλλοντολόγων εκπαιδευτικών γίνονται προσπάθειες για την αξιολόγηση των μεθόδων και της μεθοδολογίας που εφαρμόζεται στην Π.Ε. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ως πιο σημαντικές μεθόδους την επίλυση προβλημάτων και τη συνεργατική μάθηση. Ακολουθούν τα σχέδια εργασίας, ενώ χαμηλότερα αξιολογούνται η χρήση των πηγών της κοινότητας, οι στρατηγικές διδασκαλίας στο πεδίο και τα πειράματα, που υπερισχύουν της καθοδηγούμενης έρευνας. Η συγκέντρωση στοιχείων και η ανάλυσή τους θεωρούνται ισχυρότερα μεθοδολογικά εργαλεία από τη διερεύνηση ενός θέματος, το παιχνίδι ρόλων και τις δραστηριότητες στον υπολογιστή. Στις χαμηλότερες θέσεις της αξιολόγησης τοποθετούνται από τους εκπαιδευτικούς οι προσομοιώσεις, οι μελέτες περίπτωσης και οι διαλέξεις. Αντίθετα με την παραπάνω αξιολόγηση, οι μέθοδοι που το ίδιο δείγμα των εκπαιδευτικών χρησιμοποιούν πιο συχνά στο σχολείο περιλαμβάνουν σε μεγαλύτερο βαθμό τις διαλέξεις και

ακολουθούν οι παρατηρήσεις, η οπτικοακουστική, οι στρατηγικές διδασκαλίας στο πεδίο, η συγκέντρωση στοιχείων και η ανάλυσή τους, τα σχέδια εργασίας, η χρήση των πηγών της κοινότητας, τα πειράματα και οι μελέτες περίπτωσης, η διερεύνηση ενός θέματος και σπανιότερα τις προσομοιώσεις και το παιχνίδι ρόλων (Smith-Sebasto, 1998).

Τέλος, επιβεβαιώνεται η μεγάλη σημασία των δραστηριοτήτων σε επίπεδο κοινότητας και / ή σε συνεργασία με την τοπική κοινωνία. Τέτοιες δραστηριότητες περιελάμβαναν: διενέργεια ερευνών και συνεντεύξεις για την αναγνώριση των αντιλήψεων των ανθρώπων για τα περιβαλλοντικά θέματα, παρουσίαση των σχεδίων εργασίας και των αποτελεσμάτων των ερευνών και της μελέτης πεδίου στο ευρύτερο κοινό, κοινοποίηση των δραστηριοτήτων στον τοπικό τύπο, εμπλοκή των τοπικών επιχειρήσεων και των πολιτών σε περιβαλλοντικά σχέδια εργασίας, όπως και αιτήσεις προς την τοπική βιομηχανία να κοινοποιήσει την περιβαλλοντική της πολιτική. Σε κάθε περίπτωση όμως, η αναγνώριση και επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων αποτελεί βασικό στόχο της Π.Ε. και απαιτεί από το μαθητή να κατακτήσει την πιο σύνθετη ιεραρχικά «νοητική δεξιότητα». Ο μαθητής, για να αναζητήσει λύση σ' ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα, πρέπει να ανακαλέσει βασικές οικολογικές έννοιες και αρχές, που δεν προκύπτουν από την εμπειρική γνώση (Scoulos and Malotidi, 2004). Αξίζει να αναφερθεί η μετα-ανάλυση του Zelensky (1997) στις εκδοθείσες έρευνες από το 1971 ως το 1996 για την επίδραση των εφαρμοσμένων εκπαιδευτικών μεθόδων πάνω στη συμπεριφορά των νεαρών μαθητών και ενηλίκων απέναντι στο περιβάλλον. Οι τύποι των μεθόδων που εξετάστηκαν κατηγοριοποιήθηκαν διτώς: σε 'συνθήκες τάξης', όπως διαλέξεις, παιχνίδια προσομοιώσεων, διδασκαλία πάνω σε ένα θέμα και δράση, και σε 'μη παραδοσιακές', όπως εργαστήρια, κατασκηνώσεις στη φύση και μελέτη πεδίου. Η έρευνα αποκάλυψε ότι όλες οι πρακτικές στην τάξη βελτίωσαν την περιβαλλοντική συμπεριφορά, ενώ μόνο ένα 44% των μη παραδοσιακών, ειδικά αυτό των κατασκηνώσεων, είχε ένα τέτοιο αποτέλεσμα. Επίσης, οι εκπαιδευτικές μέθοδοι που εμπλέκουν τους μαθητές με πιο ενεργητικό τρόπο ήταν πιο αποτελεσματικές στη βελτίωση της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς σε σχέση με τις μη ενεργητικές. Επιπρόσθετα, η αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων Π.Ε ήταν μεγαλύτερη σε συμμετέχοντες κάτω των 18 ετών, ένα εύρημα κοινό και σε άλλες παρόμοιες έρευνες, ενδεικτικό του γεγονότος ότι οι νεότεροι άνθρωποι επηρεάζονται πιο πολύ από προγράμματα Π.Ε. (Zelensky, 1999).

Γενικά, οι στρατηγικές διδασκαλίας που οι εκπαιδευτικοί θεωρούν σημαντικές και αποτελεσματικές και τις οποίες επίσης προσπαθούν να χρησιμοποιούν στα προγράμματα Π.Ε

είναι μέθοδοι βασισμένες στον εποικοδομητισμό, που χαρακτηρίζονται ως (Karyla and Wahkstrom, 2000; May, 2000):

- Ⓘ *μαθητο-καθοδηγούμενες*, που παρέχουν τους μαθητές τις ευκαιρίες για ενεργή εμπλοκή και συνεργασία και
- Ⓘ *προσανατολισμένες στη βιωματικότητα*, συμπεριλαμβανομένων μεταξύ άλλων, της μελέτης εκπαιδευτικών αξιών και της διερεύνησης συγκεκριμένων θεμάτων.

Στην αρχή της Π.Ε η μετάβαση από το επιστημονικό γεγονός ήταν η πιο κοινή μέθοδος. Αυτό αναπτύχθηκε περαιτέρω και συνδυάστηκε με στοιχεία, όπως η ενεργή εμπλοκή των μαθητών και οι προσεγγίσεις της επίλυσης προβλήματος. Τώρα προτείνεται η εστίαση σε συμμετοχικές και δημοκρατικές διαδικασίες προς αναζήτηση συναίνεσης και αμοιβαίας κατανόησης. Όλες αυτές οι εξελίξεις αντικατοπτρίζονται στα 'Βασικά Στοιχεία για την UNECE Στρατηγική της Εκπαίδευσης για Αειφορική Ανάπτυξη'. Το έγγραφο τονίζει τη σημασία των μεθόδων που περιλαμβάνουν ενεργή μάθηση, δημιουργική συζήτηση και κριτική σκέψη. Στη συνάντηση αυτή που πραγματοποιήθηκε στο Κίεβο το 2003 τέθηκαν τα εξής χαρακτηριστικά που πρέπει να διέπουν τις μεθοδολογικές προσεγγίσεις για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και την Εκπαίδευση για τη Βιωσιμότητα:

- ⊕ *Διδασκαλία και μάθηση με προσανατολισμό στην πράξη*: Οι προσεγγίσεις που βασίζονται στη διδασκαλία και μάθηση με προσανατολισμό στην πράξη δίνουν έμφαση στο ότι η Π.Ε. έχει το γενικό σκοπό της συνεισφοράς στις κοινωνικές αλλαγές προς την αειφορία. Τα παιδιά δε θεωρούνται μόνο ως μαθητές αλλά επίσης και ως *ποιούντες* και υποκινητές μιας δύναμης για αλλαγή. Μια τέτοια προσέγγιση έχει δύο στόχους: να συνεισφέρει στην ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να αναλαμβάνουν δράση και να διευκολύνει βιώσιμες αλλαγές τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα.
- ⊕ *Προσεγγίσεις που αναπτύσσουν την κριτική σκέψη*: Γενικά, η κριτική σκέψη μπορεί να οριστεί ως η συνειδητή και ελεύθερη υιοθέτηση από κάθε άτομο της πληροφόρησης στο προσωπικό του σύστημα αξιών, ενδιαφερόντων και γνώσης. Πρέπει να δοθεί έμφαση στις προσεγγίσεις που προωθούν ένα ανοιχτό μυαλό, ειδικά σε ό,τι αφορά τα θέματα βιώσιμης ανάπτυξης τα οποία περιλαμβάνουν διάφορες οπτικές και διαστάσεις (πολιτιστική, οικονομική, οικολογική, πολιτική, κοινωνική κ.τ.λ).
- ⊕ *Δημοκρατικές αρχές και διαδικασίες*: Συνιστά επιτακτική ανάγκη να συμμετέχουν οι νέοι ενεργά σε όλα τα σχετικά επίπεδα των διαδικασιών της λήψης αποφάσεων. Οι νέοι, εκτός από την πνευματική τους συνεισφορά και την ικανότητά τους να κινητοποιούν

υποστήριξη, συχνά φέρουν μοναδικές και αυθεντικές συνεισφορές και οπτικές που πρέπει να ληφθούν υπόψη.

⊕ **Ολιστικές:** Η πεποίθηση ότι κάθε τι φυσικό με κάποιο τρόπο συνδέεται με όλα τα άλλα και αποτελεί ένα μέρος του συνόλου που είναι πιο σημαντικό από τα μέρη που το απαρτίζουν. Στο πλαίσιο της Π.Ε. ο όρος αυτός αναφέρεται σε ένα επίπεδο κατανόησης στο οποίο οι μαθητές και οι μαθησιακές διαδικασίες αντιμετωπίζονται με ένα συνολικό και συναφή τρόπο. Οι μαθητές αποτελούν ολοκληρωμένες προσωπικότητες που περιλαμβάνουν όχι μόνο τις δεξιότητές τους και τις γνώσεις τους, αλλά επίσης τις ανάγκες τους, τα κίνητρά τους, τα συναισθήματα και άλλα χαρακτηριστικά τους.

⊕ **Διαθεματικές και πολυθεματικές προσεγγίσεις:** Αυτές δίνουν έμφαση στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφορετικών θεματικών πεδίων. Η πολυθεματικότητα αναφέρεται στην προσέγγιση ενός θέματος από διαφορετικές οπτικές γωνίες χωρίς να είναι απαραίτητο να ενσωματωθούν σε ένα πλαίσιο. Η διαθεματική προσέγγιση εμπλέκει δύο ή περισσότερα επιστημονικά πεδία και απαιτεί την συνεργασία και την ενσωμάτωσή τους σε ένα κοινό πλαίσιο.

⊕ **Χρήση των σύγχρονων τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας:** Αναφέρεται στην εφαρμογή της πληροφορικής στην εκπαιδευτική διαδικασία, για την πρόσβαση σε πληροφορίες, εκπαιδευτικό υλικό και καλύτερες εκπαιδευτικές πρακτικές σε όλα τα επιστημονικά πεδία. Αυτό θεωρείται περισσότερο ως εργαλείο και λιγότερο ως ανεξάρτητη μέθοδος.

⊕ **Μάθηση βασισμένη σε προβλήματα ή επίλυση προβλημάτων:** Αυτό σημαίνει την οργάνωση της διδασκαλίας και της μάθησης γύρω από ένα συμπαγές θέμα ή / και πρόβλημα (κατά προτίμηση τοπικό), η επίλυση του οποίου είναι ο βασικός στόχος. Έτσι, η μάθηση επιτυγχάνεται από τη διαμόρφωση του συγκεκριμένου και την ανάλυση των παραμέτρων του προβλήματος, ανάλογα με τις δυνατότητες που προσφέρουν οι πραγματικές συνθήκες.

⊕ **Εργασία σε project:** Αυτή χαρακτηρίζεται από την πρωτοβουλία των μαθητών, την κατεύθυνση στη δράση, τη διαθεματικότητα, την ομαδική εργασία και τον κοινό σχεδιασμό από τους μαθητές και τους διδάσκοντές τους. Το θέμα της εργασίας πρέπει να προκύπτει από την τοπική πραγματικότητα και ανάλογα με τη σχετική με το θέμα γνώση.

2.5 Η διδασκαλία της έννοιας όπως εμφανίζεται στα σχολικά εγχειρίδια της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Από την αρχή της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, στην Α' Γυμνασίου, εισάγονται έννοιες που αφορούν τη γενετική και τη κληρονομικότητα, καθώς και την ποικιλότητα που υπάρχει σε διάφορες μορφές ζωής, χωρίς όμως να γίνεται καμία σύνδεση μεταξύ τους και χωρίς να γίνεται άμεση αναφορά στην έννοια της βιοποικιλότητας. Στην τάξη αυτή υπάρχει ένα εξελικτικά διατυπωμένο βιβλίο, όπου αναδεικνύεται και τονίζεται η ενότητα όλων των οργανισμών, οι οποίοι παρουσιάζονται με τη σειρά πολυπλοκότητας που εμφανίζουν και όχι με τον κλασικό τρόπο της παρουσίασης των οργανισμών ανά φύλα. Σε αυτήν ακριβώς την ενότητα και την αυξανόμενη πολυπλοκότητα των οργανισμών, ο εκπαιδευτικός μπορεί να επιμείνει, να δώσει έμφαση και να εμπλουτίσει την διδασκαλία με πλήθος από δραστηριότητες. Οι μαθητές μπορούν – όσο επιτρέπει η ηλικιακή τους δυνατότητα - να συγκρίνουν συστήματα οργανισμών, να τοποθετήσουν τους οργανισμούς σε εξελικτική σειρά, να βρουν ομόλογα όργανα, να μελετήσουν απολιθώματα, αναζητήσουν προγονικές μορφές (και όχι μόνο δεινόσαυρους) και τελικά να ανακαλύψουν την ξεχωριστή σημασία της γενετικής ποικιλότητας και της ποικιλότητας των ειδών, τόσο για την ύπαρξη ενός είδους όσο και για την ίδια τη ζωή.

Στην Γ' Γυμνασίου υπάρχει μια σημαντική ευκαιρία για να γνωρίσουν οι μαθητές έννοιες που έχουν σαν βάση την βιοποικιλότητα, όπως η αναπαραγωγή, η κληρονομικότητα και η εξέλιξη. Αυτό γίνεται όμως μέσω ενός κεφαλαίου το οποίο στη συντριπτική πλειοψηφία των σχολείων, δεν προλαβαίνει να διδαχτεί. Παρ' όλα αυτά δεν είναι ακατόρθωτο, αν γίνει από την αρχή της χρονιάς μια σωστή διαχείριση της ύλης π.χ. με την παρουσίαση του κεφαλαίου για τις εξαρτησιογόνες ουσίες με ευέλικτο και εμβόλιμο τρόπο (εργασίες, συζήτηση) ή και με κάποιες μικρές συντομεύσεις σε επί μέρους θέματα άλλων κεφαλαίων. Αν οι διδάσκοντες επιδιώξουν, προτείνουν αλλά και δουλέψουν ουσιαστικά δραστηριότητες με βιολογική κατεύθυνση, όπως θέματα που αφορούν το περιβάλλον, την υγεία κ.α, (πάντα κάτω από την εξελικτική θεώρηση) δίνεται η δυνατότητα και η ευκαιρία να ενσωματωθούν και να διευκρινιστούν επιπλέον έννοιες (όπως η γενετική ποικιλότητα, η εξαφάνιση των ειδών και η ποικιλότητα των οικοσυστημάτων) και να γίνει μια προσπάθεια ουσιαστικής εμπλοκής των μαθητών με ένα συστηματικό τρόπο σκέψης. Μια τέτοια προσπάθεια, απαιτεί τη χρήση εποπτικού και υποστηρικτικού υλικού, που είναι κάτι παραπάνω από απαραίτητο, γιατί αποτελεί το ερέθισμα και το κέντρισμα του ενδιαφέροντος για τον μαθητή που θα κληθεί να ασχοληθεί με ένα αντικείμενο που δεν περιλαμβάνεται άμεσα στο βιβλίο και κατά συνέπεια

δεν απαιτεί διάβασμα για τις εξετάσεις. Ενώ η βιοποικιλότητα διδάσκεται στην τρίτη τάξη του Γυμνασίου, δεν είναι ξεκάθαρο εάν αυτή μπορεί να εισαχθεί και σε μικρότερες ηλικίες, οι οποίες καλούνται να εξοικειωθούν με σύνθετα περιβαλλοντικά προβλήματα και τις λύσεις τους από πολύ νωρίς. Τέλος, από τη διδασκαλία των θεμάτων αυτών απουσιάζει η εξελικτική σκοπιά, υπό το πρίσμα της οποίας τα περιβαλλοντικά φαινόμενα μπορούν να αναλυθούν και να εξηγηθούν σε μεγαλύτερο βάθος. Το να διδάσκει κανείς βιολογία χωρίς να εξηγεί τις εξελικτικές έννοιες, αποστερεί τους μαθητές από μια δυναμική ιδέα που συγκροτεί και συμπυκνώνει την κατανόησή μας για τη ζωή. Ειδικά η κατανόηση των σύγχρονων περιβαλλοντικών προβλημάτων που ολοένα και διογκώνονται δεν μπορεί να επιτευχθεί έξω από ένα εξελικτικό πλαίσιο.

Στο Λύκειο οι δυνατότητες μειώνονται αναγκαστικά λόγω του σφιχτού και ασφυκτικού προγράμματος και η μόνη τυπική δυνατότητα να διδαχτεί η Γενετική και η Εξέλιξη στην Γ Λυκείου εξοβελίζεται χάριν της «εξεταστέας» ύλης. Δεν έχει νόημα να επιχειρηματολογήσει κανείς για την μεγαλύτερη ή μικρότερη χρησιμότητα των επιμέρους κεφαλαίων, ούτε πρέπει να μπει κανείς σε αυτή τη λογική. Πρόταση για νέο πρόγραμμα σπουδών που θα περιλαμβάνονται και έννοιες όπως η βιοποικιλότητα και η εξέλιξη, δεν είναι στους στόχους αλλά ούτε και στις δυνατότητες αυτής της εργασίας. Είναι πάντως κρίμα να έχουμε ένα λυκειακό πρόγραμμα σπουδών χωρίς άμεσες αναφορές στις έννοιες αυτές, γιατί αυτές ακριβώς οι ηλικίες αποτελούν τις ιδανικές για την κατανόηση τόσο σύνθετων εννοιών, που μόνο περιγραφικά μπορεί να αναπτυχθεί στις κατώτερες βαθμίδες. Έτσι μπαίνει στην προσωπική πρωτοβουλία και ευχέρεια του κάθε εκπαιδευτικού να «μυθήσει» όσο και όταν μπορέσει τους μαθητές.

Ωστόσο το βιβλίο της Β Λυκείου Γενικής Παιδείας δίνει κάποιες λίγες αφορμές και ερεθίσματα. Για παράδειγμα η παρουσίαση του ευκαρυωτικού κυττάρου μπορεί να συνοδευτεί από την σύντομη παρουσίαση και του προκαρυωτικού για να τονιστεί η εξελικτική τους συνάφεια και πορεία. Αντίστοιχα οι μεταβολικές οδοί μπορούν να μελετηθούν εξελικτικά τονίζοντας τα κοινά τους χαρακτηριστικά και την αυξανόμενη πολυπλοκότητα με την πάροδο του γεωλογικού χρόνου. Το κεφάλαιο της γενετικής προσφέρει πολλές ευκαιρίες για αναφορές στην κοινή προέλευση των οργανισμών, και την βιοχημική τους ενότητα καθώς και στην αιτιολόγηση της ποικιλομορφίας που επιδιώκεται από τους ανώτερους οργανισμούς. Στο αντίστοιχο βιβλίο της κατεύθυνσης δίνεται για παράδειγμα, η ευκαιρία της παρουσίασης της εξελικτικής πορείας του ανθρώπινου

εγκεφάλου. Στην Γ Λυκείου πολύ λίγα μπορούν να γίνουν κύρια σε μαθητές που εξετάζονται πανελλαδικά το μάθημα. Στην θετική κατεύθυνση, υπάρχουν πέντε συνολικά κεφάλαια που συνδέονται με την γενετική ποικιλότητα, χωρίς όμως να δημιουργούνται οι απαραίτητες συνδέσεις με την ζωή και τα καθημερινά φαινόμενα. Ωστόσο στην καθημερινή ροή του μαθήματος νύξεις για την εξελικτική πορεία των κυττάρων ή των συστημάτων ομοιόστασης ή για την προσαρμογή των οργανισμών στο περιβάλλον πάντα μπορούν και πρέπει να γίνονται. Στη Βιολογία γενικής παιδείας, υπάρχει ένα κεφάλαιο για την εξέλιξη που όμως είναι εκτός ύλης πανελλαδικών εξετάσεων και για το λόγο αυτό δεν διδάσκεται στην τάξη. Αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει μια καλή ευκαιρία για συνδέσεις των εννοιών και των φαινομένων μεταξύ τους. Επίσης, θα μπορούσε επίσης να βρεθεί χρόνος για μια εισαγωγή στην Εξέλιξη στους μαθητές που δεν εξετάζονται πανελλαδικά. Η εξελικτική ματιά είναι μια από τις οπτικές γωνίες που θα πρέπει να παρουσιάζονται όταν διδάσκονται τα αντικείμενα της Βιολογίας. Ταυτόχρονα πρέπει να δίνονται και άλλες διαστάσεις που έχουν αυτά τα αντικείμενα όπως η σχέση τους με την υγεία ή το περιβάλλον ή η σύνδεσή τους με άλλες επιστήμες.

Εκτός από τη θέση της στο Αναλυτικό Πρόγραμμα, η έννοια της βιοποικιλότητας είναι ιδιαίτερα σημαντική και για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (Π.Ε.). Εμπεριέχει μείζονες έννοιες για την Π.Ε., οι οποίες είναι σημαντικές για την κατανόηση περισσότερο πολύπλοκων οικολογικών αρχών και διαμορφώνουν τη βάση για την κατανόηση κρίσιμων περιβαλλοντικών θεμάτων όπως προστασία ειδών, διαχείριση πληθυσμών, ερημοποίηση οικοσυστημάτων κ.α.. Επίσης, οι μαθητές έρχονται συχνά σε επαφή με τον όρο στην καθημερινή τους ζωή, πολλές φορές με λάθος τρόπο, ενώ τα σχολικά εγχειρίδια προσεγγίζουν το θέμα αποσπασματικά και συχνά με παραλείψεις. Η έννοια σχετίζεται και με θέματα της εξέλιξης των ειδών, τα οποία παρά τη σημασία τους δεν διδάσκονται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Αξιοσημείωτο είναι τέλος το γεγονός, ότι παρά την αναφορά στο αναλυτικό πρόγραμμα για τη διαθεματικότητα και την διεπιστημονική προσέγγιση των εννοιών, δεν εισάγεται η έννοια του «συστήματος» ως αντικείμενου μελέτης. Η συνολική και ολοκληρωμένη μελέτη ενός καθημερινού συστήματος, π.χ. μιας κοινότητας ζώων, ανθρώπων ή φυτών, μπορεί να δώσει αφορμή για την διευκρίνιση πολύ-επιστημονικών εννοιών και μπορεί να αποτελέσει παράδειγμα για την εφαρμογή των γνώσεων στην καθημερινή πράξη. Προς αυτή την κατεύθυνση κινείται η διδασκαλία της έννοιας της γενετικής ποικιλότητας.

2.6 Αναγκαιότητα της έρευνας

Όπως παρουσιάζεται εκτενέστερα στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, πολλές έρευνες έχουν δείξει στο παρελθόν, ότι η πλειονότητα των μαθητών απλά δεν καταλαβαίνει θεμελιώδεις έννοιες της οικολογίας και της εξελικτικής θεωρίας. Οι μαθητές συχνά συνεχίζουν να διατηρούν τις πρότερες απόψεις τους για οικολογικά φαινόμενα, οι οποίες διαφέρουν από τις επιστημονικές εξηγήσεις που σχετίζονται με την εξέλιξη και ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τη διαδικασία της φυσικής επιλογής. Ακόμα και μαθητές που διδάχτηκαν σχετικές έννοιες, συνεχίζουν να σκέφτονται περιγραφικά και τελεολογικά, ενώ θα ήταν αναμενόμενο να διαμορφώσουν απόψεις βασισμένες στην αλληλεπίδραση μεταξύ των πληθυσμών. Παρά το γεγονός ότι οι έρευνες σχετικά με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για βιολογικά φαινόμενα συνεχώς αυξάνονται (Adeniyi, 1985; Barak and Gorodetsky, 1999; Hogan, 2000), λίγες αφορούν τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές σκέφτονται σχετικά με τις οικολογικές 'ενότητες', με την ισορροπία ή την αλλαγή στον χρόνο (Hogan and Thomas, 2001). Ακόμα λιγότερες έρευνες αφορούν τα θέματα των τροφικών αλυσίδων, των οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητας (Grotzer and Bell Basca, 2003).

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, επίσης συμπεραίνεται, ότι ελάχιστα έχουν γίνει στη χώρα μας σχετικά με τη διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την έννοια της βιοποικιλότητας και την εφαρμογή διδακτικών παρεμβάσεων για την αναδόμησή τους. Στη παρούσα έρευνα γίνεται μια προσπάθεια να προσεγγίσει τα ζητήματα αυτά. Σε ένα πρώτο επίπεδο, μελετά τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών Γυμνασίου για μια βασική έννοια της οικολογίας, την βιοποικιλότητα, και διερευνά τον τρόπο με τον οποίο οι ιδέες αυτές αξιοποιούνται από τους μαθητές για την επίλυση προβλημάτων στο χώρο της βιολογίας και της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Σε ένα δεύτερο επίπεδο, γίνεται μια προσπάθεια να εκτιμηθούν τα αποτελέσματα ενός ημερήσιου προγράμματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στην αναδόμηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών τόσο σε γνωστικό όσο και σε συναισθηματικό επίπεδο. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος αυτού, εφαρμόστηκαν διδακτικές διαθεματικές παρεμβάσεις σύμφωνα με τα ευρήματα από τη διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων που προέκυψαν από μια πιλοτική έρευνα.

Επιλέχθηκε η έννοια της βιοποικιλότητας, γιατί προσφέρει τη δυνατότητα διερεύνησης των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών τόσο σε θεμελιώδεις βιολογικές έννοιες που

σχετίζονται με αυτήν όσο και σε θέματα γενικότερης οικολογικής σκέψης. Η πολυεπίπεδη δομή της έννοιας, ενσωματώνει γνώσεις από τους τομείς της γενετικής, της μοριακής και πληθυσμιακής βιολογίας και της οικολογίας, οι οποίες πρέπει να συνδυαστούν στο μυαλό των μαθητών για την εξέταση κάθε συστήματος.

Πολύ συχνά δημιουργείται η εντύπωση ότι η έννοια της βιοποικιλότητας δεν είναι ιδιαίτερα δύσκολη για τους μαθητές. Ωστόσο, από την ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας προκύπτει ότι τόσο αυτή όσο και οι οικολογικές αρχές που εκφράζονται μέσα από αυτή (κληρονομικότητα, εξαφάνιση ειδών κ.α.) παρουσιάζουν ιδιαίτερη δυσκολία για τα παιδιά. Παρ' όλα αυτά στην Ελλάδα δεν έχει γίνει εκτεταμένη έρευνα για τα θέματα αυτά και πολλά ακόμα μένει να απαντηθούν. Ενώ η βιοποικιλότητα διδάσκεται στην τρίτη τάξη του Γυμνασίου, δεν είναι ξεκάθαρο εάν αυτή μπορεί να εισαχθεί και σε μικρότερες ηλικίες, οι οποίες καλούνται να εξοικειωθούν με σύνθετα περιβαλλοντικά προβλήματα και τις λύσεις τους από πολύ νωρίς. Τέλος, από τη διδασκαλία των θεμάτων αυτών απουσιάζει η εξελικτική σκοπιά, υπό το πρίσμα της οποίας τα περιβαλλοντικά φαινόμενα μπορούν να αναλυθούν και να εξηγηθούν σε μεγαλύτερο βάθος. Το να διδάσκει κανείς βιολογία χωρίς να εξηγήει τις εξελικτικές έννοιες, αποστερεί τους μαθητές από μια δυναμική ιδέα που συγκροτεί και συμπυκνώνει την κατανόησή μας για τη ζωή. Ειδικά η κατανόηση των σύγχρονων περιβαλλοντικών προβλημάτων που ολοένα και διογκώνονται δεν μπορεί να επιτευχθεί έξω από ένα εξελικτικό πλαίσιο.

Επί πλέον, υπάρχουν συνδέσεις τόσο με άλλα θετικά επιστημονικά πεδία, όπως η χημεία και τα μαθηματικά, όσο και με θεωρητικά. Μέσω λοιπόν της διερεύνησης αυτής μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για την ικανότητα συνδυαστικής σκέψης και τη θεώρηση βιολογικών συστημάτων. Με τον τρόπο αυτό η εργασία αυτή συμμετέχει στην έρευνα που αναπτύσσεται, από τα μέσα της δεκαετίας του '70, στον τομέα της διδακτικής των φυσικών επιστημών και έχει εστιάσει την προσοχή των ερευνητών στην καταγραφή των ιδεών ή εναλλακτικών πλαισίων (alternative frameworks), ή ακόμη εναλλακτικών απόψεων ή αντιλήψεων (alternative conceptions) των παιδιών για διάφορες επιστημονικές έννοιες. Αυτή η γνώση έχει ένα αριθμό από χαρακτηριστικά τα οποία διαφέρουν από τις αντιλήψεις της επίσημης επιστήμης και ακόμη σπουδαιότερα, μπορεί να είναι καταπληκτικά επίμονη και να ανθίστανται στην αλλαγή. Είναι γι' αυτό βασικό η παιδαγωγική επιστήμη να ερευνήσει τις απόψεις των παιδιών και να μελετήσει τις συνέπειες τους στην διδασκαλία της επιστήμης (Libarkin and Kurdziel, 2001). Άπτεται λοιπόν θεμάτων που αφορούν τη διδακτική της

Βιολογίας και ειδικότερα σε θέματα οικολογίας, γενετικής και εξελικτικής βιολογίας, όπου σύγχρονες έρευνες δείχνουν ότι ακόμα και μια μικρή αύξηση της αλληλεπίδρασης στην σχολική τάξη, μέσω πιο ενεργητικών και συνεργατικών τεχνικών μάθησης, μπορούν να έχουν σημαντικά αυξημένα γνωστικά οφέλη σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία (Handelsman *et al.*, 2004).

Η έρευνα επίσης, εμπίπτει στον χώρο της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Π.Ε.) που κυοφορήθηκε ως η ιδέα για μια εκπαίδευση σχετική με το περιβάλλον στη διάρκεια της δεκαετίας του '60, στους κόλπους της γενικότερης οικολογικής προβληματικής και ανησυχίας. Ανταποκρίνεται δε και στα τέσσερα επίπεδα στόχων της Π.Ε. όπως περιγράφηκαν σε προηγούμενη ενότητα, αφού διερευνά τις ιδέες των παιδιών για βασικές οικολογικές έννοιες – κλειδιά και το πώς οι μαθητές εφαρμόζουν αυτές τις γνώσεις τους για να κατανοήσουν περιβαλλοντικά προβλήματα, αλλά και προτείνει διδακτικές παρεμβάσεις για την επίτευξη των στόχων αυτών. Η καταγραφή των ιδεών των παιδιών για τις παραπάνω οικολογικές έννοιες – κλειδιά, που επιχειρείται με την παρούσα έρευνα, θα είναι χρήσιμη γνώση για τους εκπαιδευτικούς που ασχολούνται με την Π.Ε., γιατί θα μπορούν πλέον να γνωρίζουν τις ιδέες των μαθητών τους γύρω από τις έννοιες αυτές, καθώς και τις δυσκολίες που συναντούν τα παιδιά στην προσπάθειά τους να κατανοήσουν σχετικά περιβαλλοντικά προβλήματα.

Το να λαμβάνομε υπόψη τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών είναι μια από τις στρατηγικές, αν και όχι βέβαια η μοναδική, που δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να προσαρμόζουν τη διδασκαλία τους καλύτερα στις ανάγκες των μαθητών. Συνεπώς, κατά την κατασκευή μιας διδασκαλίας ή ενός περιβαλλοντικού προγράμματος σημαντικό ρόλο στην επιλογή του περιεχομένου, των διδακτικών στρατηγικών και των μαθησιακών δραστηριοτήτων έχουν αυτά που γνωρίζει ήδη ο μαθητής. Η παρούσα έρευνα εντάσσεται στη σύγχρονη προβληματική για την Π.Ε. αφού στοχεύει να αναδείξει το βαθμό στον οποίο οι μαθητές έχουν κατακτήσει βασικές οικολογικές έννοιες – κλειδιά και κατανοούν περιβαλλοντικά προβλήματα.

III. Η ΕΡΕΥΝΑ

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε το σχολικό έτος 2006 – 2007, σε Γυμνάσια που επισκέφτηκαν το Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Μακρινίτσας, για να συμμετέχουν σε πιλοτικό πρόγραμμα με θέμα τη βιοποικιλότητα. Μπορεί να διαχωριστεί σε δύο μέρη:

α) Το πρώτο αφορά τον προσδιορισμό των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών για την έννοια της βιοποικιλότητας και την επίδραση τριών ανεξάρτητων μεταβλητών (φύλο, ηλικία και περιοχή διαβίωσης) στη διαμόρφωσή τους,

β) το δεύτερο τη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού για την εφαρμογή μιας διδακτικής παρέμβάσης στο πλαίσιο ενός ημερήσιου προγράμματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της στην αναδόμηση των εναλλακτικών αντιλήψεων που προσδιορίστηκαν.

A' ΜΕΡΟΣ

1. Διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών για τη βιοποικιλότητα

3.1.1 Στόχοι

Σύμφωνα με την οριοθέτηση του προβλήματος της έρευνας και βασιζόμενοι στα θεωρητικά και ερευνητικά δεδομένα από τη βιβλιογραφία τέθηκε ο σκοπός για το πρώτο μέρος της εργασίας που αφορά τη διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών Γυμνασίου για την έννοια της βιοποικιλότητας. Έτσι αντικείμενο αυτού αποτελεί η διερεύνηση:

- ☼ των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών Γυμνασίου για την έννοια της βιοποικιλότητας, καθώς και για βασικές βιολογικές έννοιες που σχετίζονται με αυτήν (κληρονομικότητα, τροφική αλυσίδα, προσαρμογή, ανταγωνισμός, φυσική επιλογή, εξέλιξη),
- ☼ της ικανότητάς τους να κατανοούν τις περιβαλλοντικές σχέσεις μεταξύ των συστημάτων στα οποία εμφανίζεται η βιοποικιλότητα.
- ☼ των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών Γυμνασίου για την διαμόρφωση των χαρακτηριστικών ενός ατόμου και για την αλληλεπίδραση των οργανισμών με το περιβάλλον τους.

Επίσης έγινε προσπάθεια να προσδιοριστεί:

- ✱ η κατάλληλη ηλικία στην οποία οι μαθητές μπορούν να έρθουν σε επαφή με την έννοια της βιοποικιλότητας.
- ✱ εάν οι μαθητές μπορούν να αναγνωρίσουν τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την αύξηση της βιοποικιλότητας.
- ✱ εάν οι μαθητές μπορούν να συνδέσουν τον εαυτό τους με το περιβάλλον μέσα στο οποίο υπάρχει.
- ✱ η επίδραση τριών ανεξάρτητων μεταβλητών (φύλο, ηλικία και περιοχή διαβίωσης), στην διαμόρφωση αυτών των εναλλακτικών αντιλήψεων.

3.1.2 Δείγμα

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το σχολικό έτος 2006 – 2007 και αφορούσε μαθητές και των τριών τάξεων του Γυμνασίου, ώστε να γίνει μια προσπάθεια προσδιορισμού της επίδρασης της ηλικίας στη διαμόρφωση των αντιλήψεων των μαθητών. Συνολικά περιλάμβανε 134 μαθητές, 69 κορίτσια και 65 αγόρια, έτσι ώστε το δείγμα να είναι όσο το δυνατόν πιο ισοσταθμισμένο ως προς το φύλο και να καταστεί δυνατή η αναζήτηση τυχόν διαφορών. Έγινε προσπάθεια να διατηρηθεί η ισορροπία του δείγματος ως προς το φύλο και μεταξύ των μαθητών της κάθε τάξης ξεχωριστά, αν και αυτό δεν ήταν εφικτό για την Γ' Γυμνασίου (Πίνακας 1). Η δειγματοληψία που επιλέχθηκε μπορεί να χαρακτηριστεί ως δειγματοληψία κατά δεσμίδες (Βάμβουκας, 1998), μια και το δείγμα αποτέλεσαν φυσικές τάξεις σχολείων, κυρίως από τον Νομό Μαγνησίας, τα οποία επέλεξαν να συμμετέχουν σε μια τέτοια πιλοτική έρευνα. Το δείγμα επίσης λόγω των χαρακτηριστικών του μπορεί να χαρακτηριστεί ως συμπτωματικό δείγμα (Παρασκευόπουλος, 1984). Τα συμπεράσματα που εξάγονται από τη μελέτη ενός τέτοιου συμπτωματικού δείγματος γενικεύονται μόνο σε πληθυσμούς που έχουν χαρακτηριστικά όμοια με αυτά του δείγματος.

Πίνακας 1: Αριθμός μαθητών των τριών τάξεων του Γυμνασίου που συμμετείχαν στην έρευνα και η κατανομή τους ανά φύλο.

Τάξη	Αριθμός Μαθητών	Αγόρια	Κορίτσια
A' Γυμνασίου	48	25	23
B' Γυμνασίου	43	22	21
Γ' Γυμνασίου	43	18	25
Σύνολα	134	65	69

Πίνακας 2: Σχολεία που συμμετείχαν στην έρευνα και αριθμός μαθητών σε κάθε ένα από αυτά.

Σχολείο	Αριθμός Μαθητών
Αγ. Απόστολος ο νέος	19
Γυμνάσιο Αγχιάλου	27
Γυμνάσιο Ιωλκού	20
Γυμνάσιο Στεφανοβικείου	29
7 ^ο Γυμνάσιο Λάρισας	28
13 ^ο Γυμνάσιο Ηρακλείου	11
Σύνολο	134

Τα σχολεία που συμμετείχαν στην έρευνα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Όπως φαίνεται από αυτόν, το δείγμα περιλάμβανε τέσσερα σχολεία από το νομό Μαγνησίας, ένα από το νομό Λάρισας και ένα από το νομό Ηρακλείου Κρήτης και έτσι μπορεί να χαρακτηριστεί ποικίλο ως προς προέλευση των μαθητών. Αναλυτικά σε ό,τι αφορά το γυμνάσιο Ιωλκού η δοκιμαστική δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του σχολείου και στη συνέχεια στο πεδίο, ενώ στα υπόλοιπα πέντε σχολεία στις εγκαταστάσεις του Κέντρου Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (ΚΠΕ) Μακρινίτσας κατά την επίσκεψή τους. Η συλλογή των στοιχείων πραγματοποιήθηκε, πριν να έρθουν οι μαθητές σε επαφή με οποιοδήποτε τρόπο με την έννοια, καθώς στις δύο πρώτες τάξεις δε συμπεριλαμβάνεται στο αναλυτικό πρόγραμμα της Βιολογίας, για δε την τρίτη η διδασκαλία της γίνεται προς το τέλος της σχολικής χρονιάς. Στους μαθητές που επισκέφτηκαν το ΚΠΕ η συλλογή πραγματοποιήθηκε, πριν να γίνει η εισαγωγική ενημέρωσή τους.

Τα σχολεία επίσης επιλέχθηκαν να προέρχονται ισοσταθμισμένα από αστικές, ημιαστικές και αγροτικές περιοχές, ώστε να ελεγχθεί εάν ο παράγοντας αυτός επηρεάζει τη σκέψη των μαθητών. Για την ισορροπία του δείγματος επιλέχθηκε και μια τυχαία ομάδα από το 13^ο Γυμνάσιο Ηρακλείου ώστε να αυξηθεί ο αριθμός τόσο των ατόμων που προέρχονται από αστικές περιοχές όσο και από την Γ' Γυμνασίου. Αναλυτικά, η κατανομή των μαθητών ανάλογα με την περιοχή κατοικίας τους παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Κατανομή μαθητών ανά περιοχή διαμονής τους.

Τόπος Διαμονής	Αριθμός Μαθητών
Αστική	47
Ημιαστική	43
Αγροτική	44
Σύνολο	134

3.3 Ερωτήματα για τις εναλλακτικές αντιλήψεις

Σύμφωνα με την οριοθέτηση του προβλήματος της έρευνας και βασιζόμενοι στα θεωρητικά και ερευνητικά δεδομένα που αναλύθηκαν, έγινε μια προσπάθεια να προσδιοριστούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών γύρω από την έννοια της βιοποικιλότητας, καθώς και για σχετικές οικολογικές και βιολογικές έννοιες και αρχές. Τα ερωτήματα που τέθηκαν σε αυτό το σκέλος της έρευνας ήταν τα ακόλουθα:

- ☀ Μπορούν οι μαθητές να εντοπίσουν τα κατάλληλα συστήματα στα οποία εμφανίζεται η βιοποικιλότητα;
- ☀ Μπορούν να αναγνωρίσουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συστημάτων;
- ☀ Πως αντιμετωπίζουν οι μαθητές την αλλαγή ενός συστήματος στο χρόνο;
- ☀ Μπορούν να εντοπίσουν την αλληλεπίδραση κληρονομικότητας και περιβάλλοντος;
- ☀ Μπορούν οι μαθητές να αναγνωρίσουν τον μηχανισμό εμφάνισης νέων χαρακτηριστικών;
- ☀ Μπορούν να αναγνωρίσουν τα πλεονεκτήματα της αυξημένης βιοποικιλότητας στα τρία επίπεδα εμφάνισής της (γονίδια, είδη, οικοσυστήματα);
- ☀ Έχουν ως κέντρο του συλλογισμού τους την διατήρηση της ζωής;
- ☀ Μπορούν να περιγράψουν αμφίδρομες σχέσεις;
- ☀ Επηρεάζει το φύλο τον τρόπο που αντιλαμβάνονται την έννοια;
- ☀ Επηρεάζει η ηλικία τον τρόπο που αντιλαμβάνονται την έννοια;
- ☀ Επηρεάζει ο τόπος διαμονής τον τρόπο που αντιλαμβάνονται την έννοια;

Τα ερωτήματα αυτά μπορούν να οδηγήσουν στην κατανόηση του τρόπου προσέγγισης της έννοιας από τους μαθητές, έτσι ώστε ανάλογα με την επεξεργασία τους να προσδιοριστεί σε ποια σημεία πρέπει να εστιαστεί μια διδακτική παρέμβαση για να πετύχει την εννοιολογική αλλαγή προς την επιστημονική άποψη. Κρίσιμη επίσης θεωρείται η άποψη που έχουν οι ίδιοι οι μαθητές για το πόσο γνωρίζουν ήδη την έννοια και κατά πόσο η πεποίθησή τους αυτή είναι κοντά στην πραγματικότητα.

3.4 Μέθοδος

Ένας τρόπος να αναγνωριστούν οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών είναι να δημιουργηθεί ένα σύντομο ερωτηματολόγιο, μέσω του οποίου να εξερευνούνται οι πρότερες γνώσεις τους (Libarkin and Kurdziel, 2001). Βέβαια, για την επιλογή και διατύπωση των κατάλληλων ερωτήσεων είναι απαραίτητο να αναζητηθούν στη διεθνή βιβλιογραφία ανάλογα παραδείγματα. Από τη διερεύνηση αυτή φαίνεται ότι η πλειονότητα των ερευνών αφορά θέματα που άπτονται της Φυσικής, ενώ λιγότερες είναι εκείνες που εστιάζονται σε περιβαλλοντικά και βιολογικά θέματα. Στις αναφορές αυτές, παρουσιάζονται ως εναλλακτικές μέθοδοι για τη διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών και οι ημιδομημένες συνεντεύξεις και η κατασκευή εννοιολογικών χαρτών και δικτύων, με προσανατολισμό στην υπό εξέταση έννοια (Sogunro, 2001; Lindemann-Matthies, 2002; Chand and Shukla, 2003; Steel *et al.*, 2004; Myers *et al.*, 2004; Magntorn and Helldén, 2005; Randler and Bogner, 2006; Sander *et al.*, 2006).

Σε ένα ερωτηματολόγιο μπορούν να τοποθετηθούν τόσο ανοιχτές όσο και κλειστές ερωτήσεις. Οι ανοιχτές ερωτήσεις που θα γίνουν θα πρέπει να δίνουν τη δυνατότητα της ελεύθερης έκφρασης των μαθητών. Επίσης, οι μαθητές πρέπει να γνωρίζουν το λόγο που είναι απαραίτητη η συνεισφορά τους, καθώς και να είναι βέβαιοι ότι δεν αξιολογούνται από τη συμμετοχή τους αυτή. Οι κλειστές ερωτήσεις μπορεί να έχουν και τη μορφή πολλαπλής επιλογής. Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας είναι δυνατόν να προσδιοριστεί, εκτός από τη μορφή των ερωτήσεων, και ένα εύρος πιθανών απαντήσεων που οι μαθητές έχουν δώσει σε αντίστοιχες έρευνες και οι οποίες μπορούν να παίξουν το ρόλο των εναλλακτικών απαντήσεων σε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Είναι καλό βέβαια οι απαντήσεις αυτές να συγκριθούν με τις απόψεις ενός μικρού δείγματος μαθητών, ώστε να διαπιστωθεί ότι πραγματικά ανήκουν μέσα στο φάσμα των απόψεων που έχουν. Στην ιδεατή περίπτωση, κάθε προτεινόμενη απάντηση αντιπροσωπεύει μια ιδέα που οι ίδιοι οι μαθητές πρότειναν για το θέμα που πραγματεύεται η ερώτηση. Εναλλακτικά, εκτός από ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, μπορεί να ζητηθεί από τους μαθητές να εξηγήσουν την επιλογή τους προσφέροντας στον ερευνητή επιπρόσθετη πληροφορία για τον τρόπο σκέψης τους (Sogunro, 2001; Lindemann-Matthies, 2002; Myers *et al.*, 2004; Randler and Bogner, 2006).

Στη βιβλιογραφία προτείνονται και άλλες μέθοδοι διερεύνησης των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών που δεν επιλέχθηκαν για τη συγκεκριμένη έρευνα, όπως η κατασκευή εννοιολογικών χαρτών και οι ομαδικές συζητήσεις σε συνδυασμό με συνεντεύξεις

επικεντρωμένες σε ένα πρόβλημα. Οι εννοιολογικοί χάρτες είναι διαγράμματα που παρουσιάζουν τις νοητικές συνδέσεις που κάνουν οι μαθητές, ανάμεσα στην έννοια που εξετάζεται και σε άλλες έννοιες που έχουν διδαχτεί (Libarkin and Kurdziel, 2001; Sogunro, 2001). Όταν οι μαθητές εξοικειωθούν με τους εννοιολογικούς χάρτες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ένα εργαλείο για τη διερεύνηση των ιδεών των μαθητών. Η μέθοδος αυτή μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματική στο να συζητήσουν οι μαθητές τον τρόπο που σκέφτονται και να φανερωθούν τα θέματα που έχουν καταλάβει και αυτά που έχουν παρανοηθεί. Η μέθοδος αυτή όμως απαιτεί περισσότερο χρόνο στην τάξη. Ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα είναι, επίσης, ότι οι μαθητές δεν έχουν ξαναδεί τέτοιους χάρτες, ενώ κάποιιο πιθανόν να μην έχουν τις μαθησιακές δεξιότητες να τους κατασκευάσουν (Grotzer and Bell Basca 2003; Randler and Bogner, 2006). Για μια εμπειρική διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τη φύση μπορεί να χρησιμοποιηθούν και οι ομαδικές συζητήσεις σε συνδυασμό με συνεντεύξεις επικεντρωμένες σε ένα πρόβλημα (Sander *et al.*, 2006). Οι πρώτες, εστιάζονται σε ηθικές διαμάχες για θέματα που βρίσκονται κοντά στα ενδιαφέροντα των μαθητών (για παράδειγμα, η δημιουργία ενός κέντρου διασκέδασης μέσα σε ένα σημαντικό οικοσύστημα). Οι δεύτερες χρησιμοποιούνται, για να καθοριστούν οι αναλυτικές αντιλήψεις για οικολογικά φαινόμενα. Με συνδυασμό αυτών των δύο μεθόδων είναι δυνατό να αναλυθούν οι αντιλήψεις σχετικά με τη φύση, αλλά και ηθικά διλήμματα (Grotzer and Bell Basca 2003; Steel *et al.*, 2004; Magntorn and Helldén, 2005).

Για την διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών για την έννοια της βιοποικιλότητας, στην παρούσα εργασία, επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί ένα ερωτηματολόγιο που περιείχε τόσο ανοιχτές όσο και κλειστές ερωτήσεις. Σκοπός των ερωτήσεων ήταν να διερευνηθούν οι αντιλήψεις των παιδιών για τα οικολογικά φαινόμενα και οι εξηγήσεις που δίνουν γι' αυτά με δικούς τους όρους και γλώσσα. Έτσι διαμορφώθηκαν βασιζόμενες σε μια φαινομενολογική περισσότερο προσέγγιση, χρησιμοποιώντας πολλές ανοικτές ερωτήσεις προσεκτικά διατυπωμένες, ώστε να εκμαιευτούν οι αυθόρμητες σκέψεις των παιδιών, ερωτήσεις πάνω σε καταστάσεις που απαιτούν από το μαθητή να εφαρμόσει τη γνώση του γύρω από τη βιοποικιλότητα και όχι απλά να ανακαλέσει μια προφορική πληροφορία. 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». Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι ανοικτές ερωτήσεις επιτρέπουν στους μαθητές να εκφραστούν αυθόρμητα, χρησιμοποιώντας το δικό τους λεξιλογικό πλούτο, πράγμα που επιτρέπει τη συναγωγή συμπερασμάτων για τον τρόπο

σκέψης τους. Αφήνουν ωστόσο μεγάλα περιθώρια υποκειμενισμού, τόσο κατά τη σύνταξή τους όσο και στις φάσεις της επεξεργασίας τους και της ερμηνείας των αποτελεσμάτων της έρευνας. Οι κλειστές ερωτήσεις αντίθετα απαιτούν λιγότερο χρόνο απάντησης και είναι πιο αντικειμενική η κωδικοποίηση των απαντήσεων και η ταξινόμησή τους, ωστόσο οι προδιατυπωμένες απαντήσεις δεν επιτρέπουν στο υποκείμενο να εκφράσει ελεύθερα τις ιδέες του, καθώς και τη δημιουργική και αποκλίνουσα σκέψη του. Πολλές από τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου έχουν δύο σκέλη. Το πρώτο σκέλος αποτελείται από μία ερώτηση πολλαπλής επιλογής (κλειστή), ενώ στο δεύτερο σκέλος ζητείται από τον μαθητή να αιτιολογήσει τη μία και μοναδική επιλογή του (ανοικτή ερώτηση). Έτσι ελαχιστοποιείται ο παράγοντας τύχη στην επιλογή και δίνεται η δυνατότητα στον μαθητή να παραθέσει τον τρόπο σκέψης που το οδήγησε στη συγκεκριμένη επιλογή. Οι ερωτήσεις ακολούθησαν πρότυπα ερωτήσεων που βρέθηκαν στη βιβλιογραφία και αφορούσαν τη διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών για οικολογικές έννοιες, μετά τις απαραίτητες τροποποιήσεις (Angell *et al.*, 2001; Libarkin and Kurdziel, 2001; Hawkey, 2001; Sogunro, 2001; Lindemann-Matthies, 2002; Chand and Shukla, 2003; Steel *et al.*, 2004; Myers *et al.*, 2004; Knight and Wood, 2005; Magntorn and Helldén, 2005; Bartosh *et al.*, 2006; Randler and Bogner, 2006; Sander *et al.*, 2006).

Πριν δοθεί οτιδήποτε στους μαθητές γνωστοποιήθηκε στα παιδιά ο σκοπός της έρευνας, δόθηκαν οδηγίες για την συμπλήρωσή του, τονίστηκε ότι δε βαθμολογούνται για τις απαντήσεις που θα δώσουν και ότι δε χρειάζεται να γράψουν το επίθετό τους. Τα στοιχεία που ζητήθηκαν να δώσουν εκτός από το βαπτιστικό τους όνομα από το οποίο καθορίζεται και το φύλο θεωρήθηκαν απαραίτητα για τον προσδιορισμό των δύο ανεξάρτητων μεταβλητών που εξετάστηκαν, δηλαδή ηλικία και περιοχή διαμονής. Τέλος, προτρέπουμε τους μαθητές να εκφράσουν με σαφήνεια τι σκέφτονται για κάθε ερώτηση. Στη συνέχεια δίνεται στους μαθητές το ερωτηματολόγιο που περιλαμβάνει εννέα ερωτήσεις, για τις οποίες, για να εξασφαλιστεί ότι θα τις απαντήσουν αυθόρμητα, προσφέρεται συγκεκριμένος χρόνος (20 λεπτά). Από αυτές, οι τρεις απαντιούνται με ναι ή όχι και ακολουθεί επεξήγηση, τρεις είναι τύπου σωστό – λάθος και τρεις είναι ανοιχτής απάντησης. Συγκεκριμένα, στην πρώτη ερώτηση ζητείται από τους μαθητές να προσδιορίσουν εάν έχουν ξανακούσει τη λέξη βιοποικιλότητα και ανάλογα με την απάντησή τους παραπέμπονται σε περαιτέρω διευκρινήσεις της ιδέας που κατέχουν για τη σημασία της. Εάν απαντήσουν καταφατικά, καλούνται να επιλέξουν σε ποια φυσικά ή ανθρωπογενή συστήματα αναφέρονται, καθώς και να περιγράψουν την έννοια με δικά τους λόγια. Εάν απαντήσουν αρνητικά, ζητείται η

προσωπική τους άποψη για την έννοια. Η δεύτερη και η τρίτη ερώτηση αφορά τις αντιλήψεις που έχουν σχετικά με την κληρονομικότητα και τη μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας, καθώς και με την αλληλεπίδραση γενετικών χαρακτηριστικών και περιβάλλοντος. Στις δύο επόμενες ερωτήσεις ζητείται από τους μαθητές να περιγράψουν παράγοντες που είναι σημαντικοί τόσο για την δική τους επιβίωση όσο και γενικότερα για την επιβίωση της ζωής, προσπαθώντας να ανιχνευτεί εάν έχουν κάποια ιδέα για τις εξελικτικές πιέσεις. Το τελευταίο τμήμα του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει ερωτήσεις του τύπου σωστό – λάθος, ώστε να ανιχνευτούν οι αντιλήψεις των παιδιών σχετικά με τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η αυξημένη ποικιλότητα τόσο σε έναν πληθυσμό όσο και σε ολόκληρο το οικοσύστημα. Τέλος, ζητείται να εξηγήσουν τον τρόπο που σκέφτηκαν για να επιλέξουν τις απαντήσεις τους.

Η πιλοτική εφαρμογή του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε στο Γυμνάσιο Ιωλκού σε ένα τμήμα της Β' Γυμνασίου τον Δεκέμβριο του 2006. Στην αρχική του μορφή περιελάμβανε 17 ερωτήσεις που δόθηκαν ταυτόχρονα στους μαθητές και ακολούθησε συζήτηση για κάθε ερώτηση ξεχωριστά, για να διαπιστωθούν οι δυσκολίες και οι τυχόν ασάφειες. Διαπιστώθηκε ότι ο χρόνος απάντησης των ερωτήσεων ήταν μεγάλος (σχεδόν ολόκληρη η διδακτική ώρα), ενώ μερικοί μαθητές δεν κατάφεραν να απαντήσουν σε όλες τις ερωτήσεις. Φάνηκε ότι οι ερωτήσεις κούρασαν τους μαθητές, ενώ πολλοί από αυτούς προσπάθησαν να αντιγράψουν από τους διπλανούς τους. Κάποιοι τελείωσαν γρηγορότερα από άλλους και στη συνέχεια προσπάθησαν να παρέμβουν, ενώ σημειώθηκαν και περιπτώσεις άρνησης από μεμονωμένους μαθητές. Από την συζήτηση αποφασίστηκε να συμπυκνωθούν και να παραμείνουν μόνο οι εννέα ερωτήσεις όπως περιγράφηκε παραπάνω. Στην τελική του μορφή δοκιμάστηκε στο δεύτερο τμήμα της Β' Γυμνασίου του ίδιου σχολείου, όπου και διαπιστώθηκε ότι είχε καλύτερα αποτελέσματα.

Η συλλογή των στοιχείων πραγματοποιήθηκε για μεν το Γυμνάσιο Ιωλκού στις εγκαταστάσεις του σχολείου, ενώ για τα υπόλοιπα σχολεία στις εγκαταστάσεις του Κέντρου Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Μακρινίτσας, το οποίο επισκέφτηκαν για να συμμετάσχουν στην πιλοτική έρευνα για την βιοποικιλότητα. Το ερωτηματολόγιο μοιράστηκε στους μαθητές πριν να έρθουν σε οποιαδήποτε επαφή με την έννοια και στη συνέχεια συμπλήρωσαν τα φύλα εργασίας. Συνολικά η διαδικασία διήρκεσε μια διδακτική ώρα στο Γυμνάσιο Ιωλκού και περίπου τον ίδιο χρόνο στα υπόλοιπα σχολεία. Πριν την συμπλήρωση του έγιναν ενημερωτικές συζητήσεις για τους σκοπούς της έρευνας και δόθηκαν οδηγίες στους μαθητές. Το ερωτηματολόγιο παρουσιάζεται στο Παράρτημα Ι, στο τέλος της εργασίας.

3.1.5 Κατηγοριοποίηση και κωδικοποίηση των απαντήσεων

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου που περιγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα επεξεργάστηκαν με διαφορετικό τρόπο, έτσι ώστε να γίνει δυνατό να εξαχθούν αποτελέσματα για τα ζητούμενα ερωτήματα. Συγκεκριμένα, η κατηγοριοποίηση και η κωδικοποίηση των απαντήσεων των μαθητών έγινε ανάλογα με το είδος των ερωτήσεων, ώστε να είναι δυνατή η στατιστική επεξεργασία τους. Όπως αναφέρθηκε, στο ερωτηματολόγιο μπορούν να βρεθούν τόσο κλειστές όσο και ανοιχτές ερωτήσεις, στις οποίες η κωδικοποίηση τους έγινε διαφορετικά. Σε ότι αφορά τις κλειστές ερωτήσεις, μπορούμε να διακρίνουμε τρεις κατηγορίες: α) αυτές που απαντιούνται με ναι ή όχι, β) αυτές που καλούνται να επιλέξουν μεταξύ δύο απαντήσεων και γ) μια ερώτηση πολλαπλής επιλογής. Στις τρεις ερωτήσεις της πρώτης κατηγορίας αποδόθηκε ένας διαφορετικός αριθμός για το ναι και το όχι (1 και 2 αντίστοιχα). Το ίδιο μοτίβο ακολούθηθηκε και στις ερωτήσεις της δεύτερης κατηγορίας, στις οποίες αποδόθηκε ο αριθμός 1 για τη απάντηση που επιλέχθηκε και ο αριθμός 2 για αυτή που δεν επιλέχθηκε. Οι απαντήσεις στην ερώτηση πολλαπλής επιλογής κωδικοποιήθηκαν ανάλογα με το αν ήταν η κάθε μια σωστή ή λάθος. Έτσι η ερώτηση αυτή διαιρέθηκε σε δέκα ερωτήσεις, όσες και οι δυνατές επιλογές. Κάθε μία από αυτές θεωρήθηκε διχοτομική και κωδικοποιήθηκε ως εξής: κατηγορία 1- απάντηση που επιλέχθηκε και κατηγορία 2 - απάντηση που δεν επιλέχθηκε.

Η κατηγοριοποίηση των ανοικτών ερωτήσεων έγινε με τη μέθοδο ανάλυσης περιεχομένου (content analysis), έτσι όπως περιγράφεται στη βιβλιογραφία (Βάμβουκας, 1998, Libarkin and Kurdziel, 2001; Sander *et al.*, 2006). Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη για επεξεργασία ποιοτικού υλικού και αποσκοπεί στον μετασχηματισμό ποιοτικών δεδομένων σε ποσοτικά και συνεπώς μετρήσιμα. Η ταξινόμηση των απαντήσεων έγινε ανάλογα με το θέμα, δηλαδή ένα τμήμα του λόγου που αντιστοιχεί σε μια ιδέα. Κυρίως εντάχθηκαν στην ίδια κατηγορία απαντήσεις που εκφράζουν κοινό νόημα. Επειδή μας ενδιαφέρει στην παρούσα έρευνα να καταγραφούν οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη βιοποικιλότητα και τις έννοιες που την επηρεάζουν, κατηγοριοποιήθηκε κάθε εναλλακτική αντίληψη που μας βοηθά να κατανοήσουμε τον τρόπο σκέψης των παιδιών ακόμη κι αν δεν συναντάται σε ιδιαίτερα μεγάλη συχνότητα. Υπάρχουν απαντήσεις που συγχωνεύονται στην πλησιέστερη εννοιολογικά κατηγορία, σε κάθε περίπτωση όμως αυτό αναφέρεται. Για να είναι έγκυρο και αποτελεσματικό το σύστημα της κατηγοριοποίησης, έγινε προσπάθεια να δημιουργηθούν κατηγορίες που να είναι «εξαντλητικές και αμοιβαία αποκλειόμενες» (Βαμβουκας, 1998),

δηλαδή όλες οι ενότητες ανάλυσης να μπορούν να υπαχθούν σε αυτές και μια ενότητα ανάλυσης να μην κωδικοποιείται συγχρόνως σε δύο κατηγορίες. Η ανάλυση περιεχομένου είναι εξ ορισμού αντικειμενική, που σημαίνει ότι η ταξινόμηση ενός σημασιολογικού στοιχείου στην άλφα ή βήτα κατηγορία δεν εξαρτάται από την προσωπικότητα εκείνου που το ταξινομεί (Sander *et al.*, 2006). Στη παρούσα έρευνα, περιορίστηκε το στοιχείο της υποκειμενικότητας συγκρίνοντας τις κατηγορίες που προέκυψαν με αυτές ερευνών του εξωτερικού και διαπιστώνοντας ότι υπήρχε ταύτιση στις περισσότερες. Τέλος, έγινε προσπάθεια οι κατηγορίες ανάλυσης να είναι κατάλληλες, δηλαδή να ταιριάζουν με τον στόχο της έρευνας και κυρίως να δίνουν την ευκαιρία να διαφανεί το νοητικό πλαίσιο των μαθητών. Η κωδικοποίηση των ανεξάρτητων μεταβλητών φύλο, ηλικία και τόπος διαμονής ακολούθησε απλή βαθμολόγηση. Για το φύλο, στο στατιστικό πρόγραμμα επεξεργασίας, η παράμετρος «κορίτσι» κωδικοποιήθηκε με τον αριθμό 1 και η παράμετρος «αγόρι» με τον κωδικό 2. Σε ότι αφορά την ηλικία με τον κωδικό 1 ταξινομήθηκαν οι μαθητές της Α' Γυμνασίου (12 – 13 ετών), με τον κωδικό 2 αυτοί της Β' Γυμνασίου και με τον κωδικό 3 της Γ' Γυμνασίου. Για τον τόπο διαμονής καθορίστηκαν τρεις ομάδες: αστική περιοχή που αποδόθηκε ο αριθμός 1, ημιαστική περιοχή με τον αριθμό 2 και αγροτική περιοχή με τον αριθμό 3. Αναλυτικά η κωδικοποίηση και κατηγοριοποίηση των μεταβλητών αναφέρονται στο παράτημα II.

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το SPSS (Στατιστικό Πακέτο για τις Κοινωνικές επιστήμες). Αρχικά έγινε ποιοτική ανάλυση των μεταβλητών, σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση που έχουμε ήδη αναφέρει, εκλαμβάνοντας τα δεδομένα της έρευνας ως *κατηγορικές μεταβλητές*. Έτσι καταγράφηκαν οι κατηγορίες εναλλακτικών αντιλήψεων και στη συνέχεια η συχνότητα εμφάνισης αυτών στους μαθητές σε όλες τις τάξεις που αποτέλεσαν το δείγμα της έρευνας, ξεχωριστά. Για το σκοπό αυτό προσδιορίστηκαν για κάθε ερώτηση οι απόλυτες και σχετικές συχνότητες των απαντήσεων. Η ποιοτική ανάλυση επέτρεψε να διερευνηθούν οι αντιλήψεις των παιδιών για τα οικολογικά φαινόμενα και οι εξηγήσεις που δίνουν αυτά με τους δικούς τους όρους και γλώσσα, που ήταν και ένας βασικός στόχος της έρευνας.

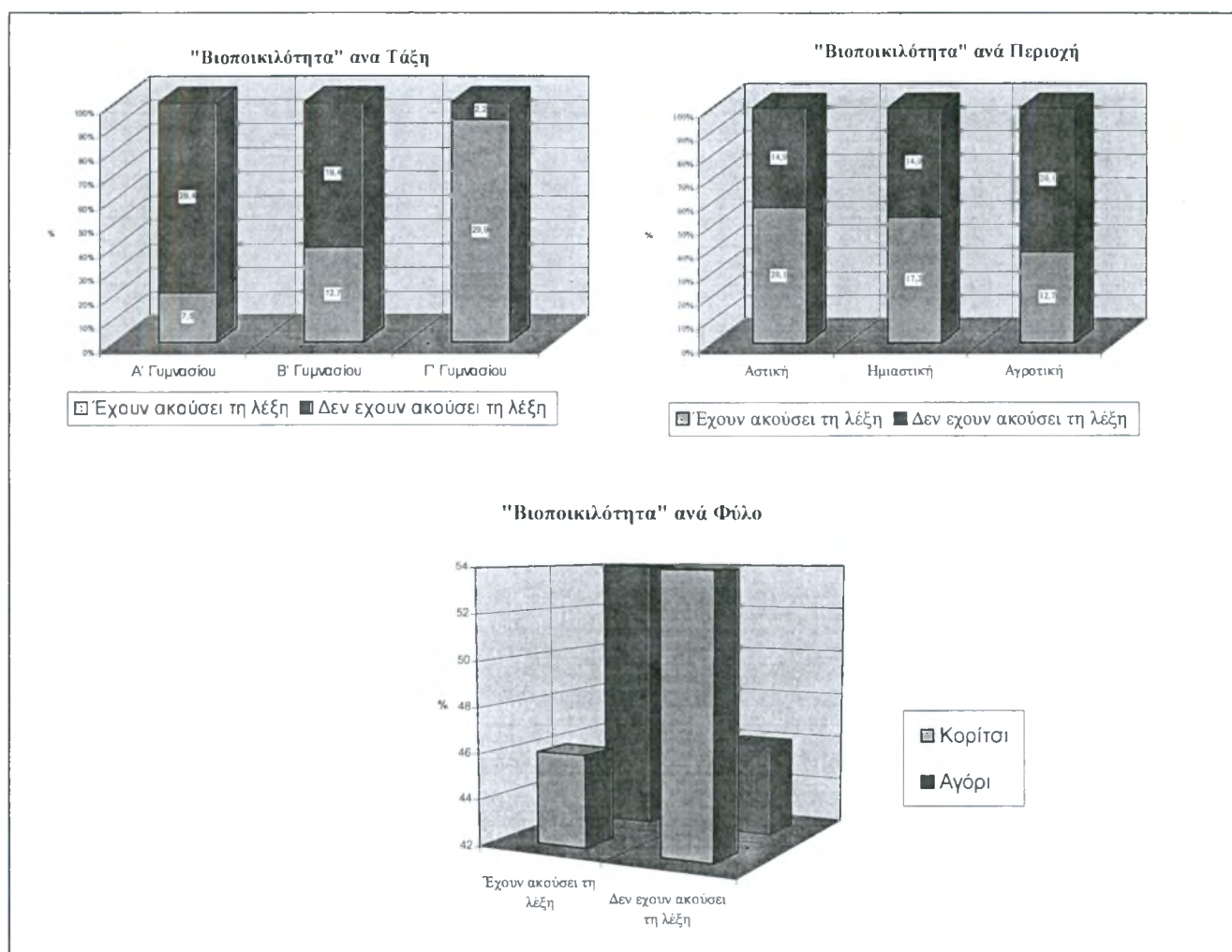
3.1.6 Αποτελέσματα και συζήτηση

Όπως περιγράφηκε ήδη στις προηγούμενες ενότητες, για τη διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών για την έννοια της βιοποικιλότητας, στην παρούσα εργασία, επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί ένα ερωτηματολόγιο που περιείχε όλων των μορφών τις ερωτήσεις, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφική εμπειρία. Οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές όπως περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα επεξεργάστηκαν με διαφορετικό τρόπο, έτσι ώστε να γίνει δυνατό να εξαχθούν αποτελέσματα για τα ζητούμενα ερωτήματα. Αρχικά έγινε ποιοτική ανάλυση των μεταβλητών, σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση που έχουμε ήδη αναφέρει, εκλαμβάνοντας τα δεδομένα της έρευνας ως *κατηγορικές μεταβλητές*. Η κατηγοριοποίηση των απαντήσεων έγινε με τη μέθοδο ανάλυσης περιεχομένου (content analysis), έτσι όπως περιγράφεται στη βιβλιογραφία (Βάμβουκας, 1998, Libarkin and Kurdziel, 2001; Sander *et al.*, 2006). Έτσι καταγράφηκαν οι κατηγορίες εναλλακτικών αντιλήψεων και στη συνέχεια η συχνότητα εμφάνισης αυτών στους μαθητές. Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη για επεξεργασία ποιοτικού υλικού και αποσκοπεί στο μετασχηματισμό ποιοτικών δεδομένων σε ποσοτικά και συνεπώς μετρήσιμα. Οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές σε κάθε ερώτηση, λοιπόν, δημιουργούν μια εξαρτημένη μεταβλητή που αποτέλεσε στοιχείο διερεύνησης. Η ποιοτική ανάλυση επέτρεψε να διερευνηθούν οι αντιλήψεις των παιδιών για τα οικολογικά φαινόμενα και οι εξηγήσεις που δίνουν αυτά με τη δικιά τους γλώσσα, που ήταν και ένας βασικός στόχος της έρευνας. Ακριβώς το χαρακτηριστικό αυτό των εξαρτημένων μεταβλητών που εξετάστηκαν οδηγεί στην επιλογή του στατιστικού κριτηρίου χ^2 (chi-square) για την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, ώστε να εκτιμηθεί ο ρόλος των ανεξάρτητων μεταβλητών στη διαμόρφωση των εναλλακτικών αντιλήψεων (Ρούσσος και Τσαούσης, 2006).

3.1.6.1 Για τα συστήματα που εμφανίζεται η βιοποικιλότητα

Η πρώτη ερώτηση που έγινε στους μαθητές αφορούσε το εάν είχαν ακούσει ξανά την λέξη βιοποικιλότητα. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 4, το 20,8 % των μαθητών της Α' Γυμνασίου (7,5 % του συνολικού δείγματος) απάντησε ότι είχε ξανακούσει τη λέξη, ενώ το 79,2 % (28,4 % συνολικά) έδωσε αρνητική απάντηση. Τα ποσοστά των θετικών απαντήσεων αυξάνονται ανά τάξη, με τους μαθητές της Γ' Γυμνασίου να δηλώνουν σε ποσοστό 93 % (29,9 % του συνολικού δείγματος) ότι έχουν ακούσει τη λέξη. Διαφορές παρατηρούνται επίσης, εάν εξετάσουμε τις απαντήσεις ανά φύλο ή ανά περιοχή προέλευσης των μαθητών. Συγκεκριμένα, το 57,4 % των μαθητών που ζουν σε αστική περιοχή (20,1 % του συνολικού

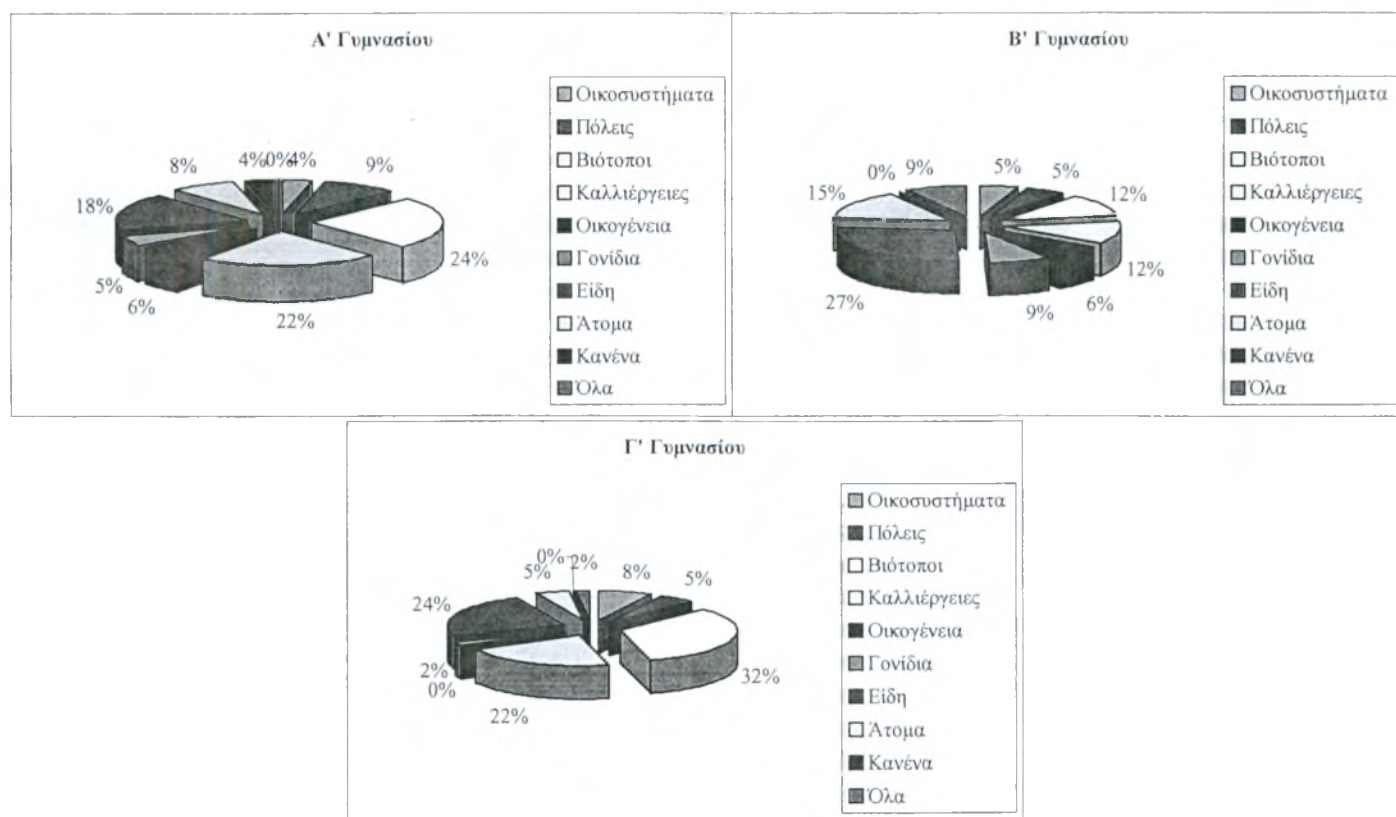
δείγματος) έδωσε θετική απάντηση. Τα ποσοστά είναι σχεδόν ίδια στα παιδιά που προέρχονται από ημιαστικές περιοχές (53,5 και 17,2 %), ενώ σημαντική είναι η διαφορά στις απαντήσεις των μαθητών που ζουν σε αγροτικές περιοχές, καθώς μόνο το 38,6 % (12,7 % συνολικά) απαντά ότι έχει ξανακούσει την λέξη. Διαφορές εμφανίζονται και εάν εξετάσουμε τα αποτελέσματα ανάλογα με το φύλο των μαθητών. Τα αγόρια σε ποσοστό 54 % απάντησαν θετικά στην ερώτηση, ενώ τα ευρήματα για τα κορίτσια ήταν αντίστροφα. Αναλυτικά τα αποτελέσματα σε κάθε κατηγορία παρουσιάζονται στο Παράρτημα III, όπου παρατίθενται αναλυτικά όλα τα αποτελέσματα. Οι μαθητές όσο περνούν τα χρόνια έρχονται σε επαφή με περισσότερες έννοιες, που είτε μεσουρανούν στην επικαιρότητα, είτε αναφέρονται στο σχολείο ή στα Μ.Μ.Ε.. Έτσι βλέπουμε ότι σχεδόν όλοι οι μαθητές της Γ' Γυμνασίου δηλώνουν ότι έχουν ξανακούσει τη λέξη βιοποικιλότητα, ενώ στην Α' Γυμνασίου μόνο ένας στους πέντε μαθητές δηλώνει το ίδιο.



Σχήμα 4: Απαντήσεις των μαθητών ανάλογα με το εάν είχαν ξανακούσει τη λέξη «βιοποικιλότητα».

Για να διαπιστωθεί κατά πόσο οι μαθητές μπορούν να εντοπίσουν τα κατάλληλα συστήματα στα οποία εμφανίζεται η βιοποικιλότητα, κλήθηκαν να απαντήσουν σε μια ερώτηση πολλαπλής επιλογής. Για παράδειγμα υπήρχαν οι επιλογές οικοσύστημα και καλλιέργειες, καθώς σε είδη και σε άτομα, επιλογές που στο μυαλό των μαθητών συχνά έχουν την ίδια βαρύτητα. Από τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται ότι πραγματικά οι περισσότεροι μαθητές και των τριών τάξεων συγχέουν λεκτικά τα οικοσυστήματα με τους βιοτόπους, καθώς μικρά μόνο ποσοστά επιλέγουν τα οικοσυστήματα ως σύστημα εμφάνισης της βιοποικιλότητας. Αντίθετα, πολλοί είναι αυτοί που επιλέγουν τις καλλιέργειες, ιδιαίτερα μαθητές που ζουν σε αγροτικές και ημιαστικές περιοχές. Έτσι, οι βιότοποι επιλέγονται συνολικά από το 23,7 % των μαθητών και ακολουθούν σε επιλογές τα είδη από το 23 % και οι καλλιέργειες από το 18,7 %. Μόνο το 5,7 % επιλέγει τα οικοσυστήματα, ενώ ακόμη λιγότεροι μαθητές επιλέγουν τα γονίδια (4,9 %). Αξιοσημείωτο είναι επίσης ότι κυρίως παιδιά αστικών και ημιαστικών περιοχών επιλέγουν τις πόλεις και τα άτομα ως σύστημα αναφοράς της βιοποικιλότητας.

Για να διερευνηθεί σε μεγαλύτερο βάθος η σκέψη των παιδιών, τους ζητήθηκε να διευκρινίσουν περαιτέρω τις επιλογές τους. Στους μαθητές που δήλωσαν ότι είχαν ακούσει



Σχήμα 5: Επιλογές των μαθητών για τα συστήματα στα οποία εμφανίζεται η βιοποικιλότητα.

ξανά την λέξη «βιοποικιλότητα» ζητήθηκε να την περιγράψουν, ενώ στους υπόλοιπους ζητήθηκε να γράψουν σε τι πιστεύουν ότι αναφέρεται. Οι απαντήσεις που έδωσαν κωδικοποιήθηκαν σε έξι κατηγορίες όπως περιγράφεται στο Παράρτημα ΙΙΙ (Ερώτηση ΙΓ). Απαντήσεις όπως: *‘Η βιοποικιλότητα αναφέρεται σε ζώα, σε πεδιάδες και σε πράγματα’* πήραν τον κωδικό 2, ενώ όμοιες με: *‘βίος σημαίνει ζωή και ποικιλότητα σημαίνει ποικιλία’* κωδικοποιήθηκαν με τον αριθμό 3. Στον κωδικό 4 τοποθετήθηκαν απαντήσεις όπως: *‘Είναι η ποικιλία στη ζωή και τον βίο των ανθρώπων’*, στον 5 οι όμοιες με: *‘έχει σχέση με τη φύση και τους οργανισμούς που ζουν σ’ αυτή’* και τέλος στην τελευταία κατηγορία απαντήσεις όπως: *‘ότι έχει σχέση με ζωντανούς οργανισμούς’*. Τέσσερις μαθητές εστίασαν στο πρόβλημα (π.χ. *‘η εξαφάνιση των ειδών που οφείλεται στον άνθρωπο’*) και κατηγοριοποιήθηκαν μαζί με την τέταρτη κατηγορία. Συνολικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο σχήμα 6.

Οι περισσότεροι από τους μαθητές που απαντούν εύστοχα την ερώτηση (όχι γενικά και αόριστα), δίνουν ανθρωποκεντρική απάντηση (19%) που συχνά εστιάζονται σε κάποιο περιβαλλοντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν στην καθημερινότητά τους. Αυτό παρατηρείται κυρίως μεταξύ των μαθητών των δύο πρώτων τάξεων, ενώ αυτοί της Γ’ Γυμνασίου επικεντρώνονται κυρίως σε ό,τι μπορούν να αντιληφθούν με τις αισθήσεις τους. Αντίστοιχη διαφορά παρατηρείται και μεταξύ των μαθητών διαφορετικού φύλου, όπου τα αγόρια εμφανίζουν περισσότερο ανθρωποκεντρική σκέψη, ενώ τα κορίτσια επηρεάζονται από το πλαίσιο και συχνά χρησιμοποιούν διαφορετικές ιδέες, για να περιγράψουν την ίδια

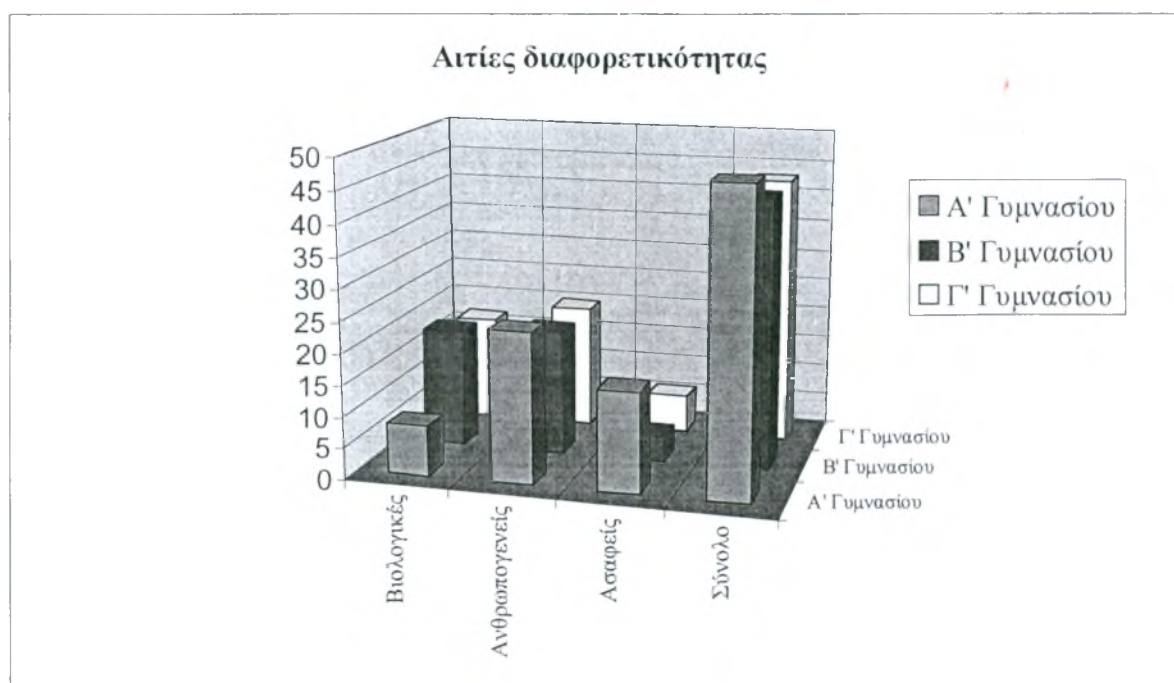


Σχήμα 6: Απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές για να περιγράψουν την έννοια της βιοποικιλότητας.

κατάσταση. Αξίζει να αναφερθεί ότι ενώ είναι μικρό το ποσοστό των μαθητών που δίνουν ετυμολογική απάντηση (9%), αυτοί ανήκουν κυρίως στην Γ΄ Γυμνασίου και είναι κορίτσια, γεγονός που δηλώνει ότι προσπαθούν να περιγράψουν την έννοια με έναν ορισμό, όπως συνηθίζεται στη σχολική πράξη. Μετά την κωδικοποίηση εφαρμόστηκε το στατιστικό κριτήριο χ^2 από το οποίο διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις απαντήσεις των μαθητών των τριών τάξεων του Γυμνασίου (36,682, 10, $p < 0,01$), αλλά και μεταξύ των δύο φύλων (11,596, 10, $p < 0,05$).

3.1.6.2 Για την αλληλεπίδραση των συστημάτων

Στις επόμενες δύο ερωτήσεις έγινε μια προσπάθεια να διερευνηθεί η αντίληψη των μαθητών για τα αίτια που δημιουργούν την ποικιλότητα στα διάφορα συστήματα. Έτσι μπορεί να διαπιστωθεί κατά πόσο μπορούν τα παιδιά να αναγνωρίζουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συστημάτων που οδηγούν στην εμφάνιση των χαρακτηριστικών ενός ατόμου. Στην πρώτη οι μαθητές κλήθηκαν να αναφέρουν παράγοντες που, κατά τη γνώμη τους, μας κάνουν διαφορετικούς τον έναν από τον άλλο και στη συνέχεια ζητήθηκε η άποψη τους για την αιτία των χαρακτηριστικών που μας κάνουν διαφορετικούς. Οι απαντήσεις που έδωσαν κωδικοποιήθηκαν σε τρεις κύριες κατηγορίες, οι δύο από τις οποίες ήταν σύνθετες και αναλύθηκαν σε απλούστερες (Παράρτημα III, ερώτηση 2 και 3). Η κατανομή των απαντήσεων ανά τάξη παρουσιάζεται στο σχήμα 7. Επειδή η ερώτηση ήταν ανοιχτή, κάθε



Σχήμα 7: Παράγοντες που οι μαθητές πιστεύουν ότι οφείλονται για τη δημιουργία διαφορετικών μορφών ζωής

μαθητής μπορούσε να συνδυάσει στην απάντησή του περισσότερες από μια αιτίες και έτσι η στατιστική επεξεργασία έγινε ανάλογα με την αναφορά της κάθε αιτίας από τους μαθητές ξεχωριστά. Δηλαδή, κάθε αιτία αποτέλεσε μια εξαρτημένη δυαδική μεταβλητή και εξετάστηκε πόσοι μαθητές την συμπεριέλαβαν στις απαντήσεις τους. Ως βιολογικές αιτίες ομαδοποιήθηκαν γενετικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες που αναφέρθηκαν, ως ανθρωπογενείς διάφοροι κοινωνικοί και συναισθηματικοί και τέλος ασαφείς χαρακτηρίστηκαν άλλες απαντήσεις.

Απαντήσεις των μαθητών που κατατάχθηκαν στη κατηγορία 'βιολογικές αιτίες', περιλαμβάνουν αιτιάσεις για τη διαφορετικότητα μεταξύ των ανθρώπων όπως για παράδειγμα: «*οι παράγοντες που μας κάνουν διαφορετικούς είναι τα γονίδια και το DNA*», «*Η διαμόρφωση ενός ατόμου εξαρτάται από τα χρωμοσώματα, εάν είναι ίδια τότε και τα άτομα είναι ίδια*» και «*ο συνδυασμός των γονιδίων από τους γονείς μας*». Χαρακτηριστικό είναι ότι μόνο δύο μαθητές αναφέρθηκαν σε περιβαλλοντικούς παράγοντες με έμμεσο τρόπο: «*Η τροφή, ο τρόπος ζωής, τα χαρακτηριστικά (ίσως κληρονομικά)*» και «*Ο τρόπος ζωής του καθενός αλλά και τα γονίδια που κληρονομούμε απ' τους γονείς μας*».

Περισσότεροι μαθητές αναφέρουν αιτίες που έχουν συναισθηματική ή κοινωνική βάση, όπως για παράδειγμα: «*ο χαρακτήρας, οι απόψεις μας και ο τρόπος που αντιμετωπίζουμε ορισμένα πράγματα*», «*τα άλλα άτομα*», «*τα ενδιαφέροντά μας*», «*η προσωπικότητα, το στυλ και το ήθος του*» και «*το στυλ μας, ο τρόπος ζωής μας, τα συναισθήματά μας*». Οι μαθητές που έδωσαν τέτοιου είδους απαντήσεις επέκτειναν το σκεπτικό τους και στα αντίστοιχα φύλλα εργασίας, όπου μπορούν να βρεθούν αιτιάσεις για την διαφορετικότητα δύο διδύμων όπως: «*οι διαφορετικές συνθήκες ζωής, αλλά και θέματα που έχουν σχέση με τον χαρακτήρα και τα πιστεύω τους*» και «*ο χαρακτήρας, η εμφάνιση (ενδυμασία), η αντίληψη*». Λίγοι μαθητές περιλαμβάνουν το φύλο ως αιτία διαφορετικότητας ή χρησιμοποιούν αιτιάσεις που μπορούν να καταταχθούν και στις δύο κατηγορίες, όπως για παράδειγμα: «*το φύλο, το πάχος, η οικογένεια, το DNA, το ύψος*» και «*λόγω του DNA που καθορίζει τον τρόπο σκέψης μας (την προσωπικότητά μας) και την εξωτερική μας εμφάνιση*». Οι απαντήσεις αυτές προσμετρήθηκαν και στις δύο κατηγορίες και για το λόγο αυτό ο αριθμός των απαντήσεων ξεπερνά τον αριθμό των μαθητών του δείγματος.

Στην τελευταία κατηγορία κατατάχθηκαν απαντήσεις που ήταν ασαφείς όπως για παράδειγμα: «*πολλά πράγματα*», «*τα βότανα*» και «*ο κάθε ένας είναι διαφορετικός*». Στην

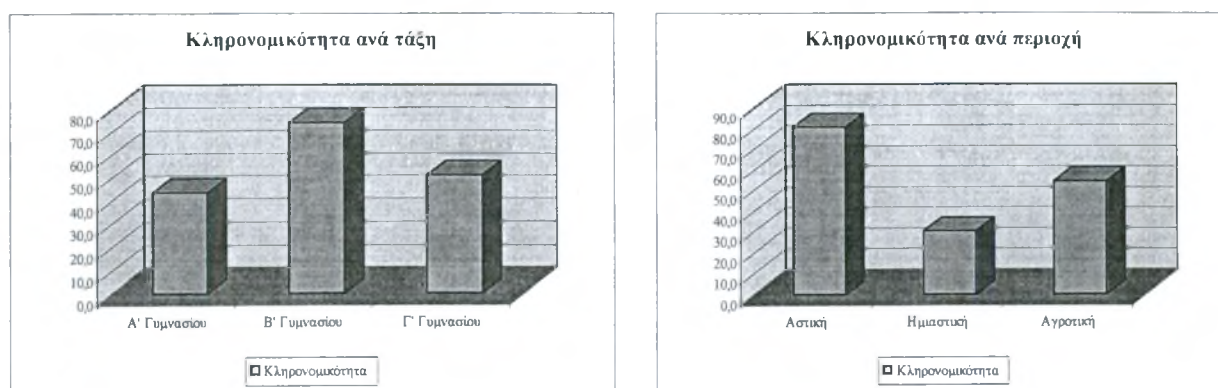
κατηγορία αυτή επίσης κατατάχθηκαν και οι μαθητές που δεν έδωσαν καμία απάντηση ή απάντησαν «δεν γνωρίζω». Χαρακτηριστικό είναι ότι οι μαθητές αυτής της κατηγορίας όταν συμπλήρωσαν τα φύλα εργασίας, προσπάθησαν να αιτιολογήσουν τις διαφορές που εμφανίζονται μεταξύ των διαφορετικών ατόμων, επιστρατεύοντας τόσο την κληρονομικότητα όσο και συναισθηματικούς παράγοντες. Για παράδειγμα: «τα εξωτερικά και τα εσωτερικά χαρακτηριστικά», «το πάχος, το ύψος, το χρώμα, η προσωπικότητα», «ο χαρακτήρας, οι αντιλήψεις και οι αξίες που έχουμε μας κάνουν διαφορετικούς και ξεχωριστούς» και «στην προσπάθεια μας να γίνουμε προσιτοί και να πλησιάσουμε κάποια άτομα, οδηγούμαστε στην αλλαγή της εξωτερικής μας εμφάνισης. Αυτό είναι αρνητικό για εμάς, αφού καθρεφτίζεται κάτι ξένο και αλλόκοτο και όχι εμείς αυτοπροσώπως».

Σχεδόν οι μισοί από τους μαθητές που έλαβαν μέρος στην έρευνα θεωρούν ότι αιτία εμφάνισης χαρακτηριστικών αποτελούν και διάφοροι ανθρωπογενείς παράγοντες, όπως για παράδειγμα τα ρούχα και άλλα στοιχεία της εξωτερικής εμφάνισης, αλλά και συναισθηματικοί ή κοινωνικοί παράγοντες. Μάλιστα παρατηρείται ότι οι μαθητές της Α' Γυμνασίου στη συντριπτική τους πλειοψηφία (50%) επικαλούνται τέτοιου είδους παράγοντες ως αιτία διαφορετικότητας των ατόμων ενός πληθυσμού. Αντίθετα, οι μαθητές αυτής της τάξης δεν αναφέρουν συχνά τους γενετικούς παράγοντες, για να αιτιολογήσουν την εμφάνιση διαφορετικών χαρακτηριστικών. Οι μαθητές των δύο άλλων τάξεων αναφέρουν με την ίδια συχνότητα βιολογικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες αλλά σε καμία περίπτωση δεν παρατηρήθηκε συνδυασμός και των δύο. Μάλιστα είναι χαρακτηριστικό ότι οι μαθητές της Β' Γυμνασίου επικαλούνται την κληρονομικότητα ως καθοριστικό παράγοντα εμφάνισης των χαρακτηριστικών περισσότερο από κάθε άλλης τάξης (70%).

Διαφορές παρατηρούνται επίσης στις απαντήσεις των μαθητών σχολείων από διαφορετικές περιοχές. Συγκεκριμένα, οι μαθητές σχολείων από αγροτικές περιοχές επικαλούνται κοινωνικούς και άλλους ανθρωπογενείς παράγοντες ως σημαντικούς για την εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών, σε σημαντικά μεγαλύτερα ποσοστά από αυτούς άλλων περιοχών, ενώ σπάνια αναφέρουν γενετικούς παράγοντες. Παρ' όλα αυτά, σε επόμενη ερώτηση επικαλούνται σε σημαντικό ποσοστό (60%) την κληρονομικότητα ως αιτία εμφάνισης των χαρακτηριστικών αυτών. Αντίθετα, οι μαθητές σχολείων από αστικές περιοχές προσδιορίζουν σε σημαντικό ποσοστό (66%) τα γονίδια και το DNA ως παράγοντες μεταβίβασης των κληρονομικών χαρακτηριστικών. Αξίζει να αναφερθεί και η διαφορά που παρατηρείται στην επίκληση από περισσότερα κορίτσια συναισθηματικών παραγόντων ως αιτία

διαφορετικότητας. Κοινωνικές δομές όπως η οικογένεια κατέχουν σημαντική θέση μεταξύ των απαντήσεων κυρίως των μαθητών της Β' και Γ' Γυμνασίου, ενώ και οι μαθητές σχολείων αγροτικών περιοχών αναφέρουν πολύ συχνά τους φίλους και την κοινωνία. Περιγράφουν επίσης περιβαλλοντικούς παράγοντες μονοδιάστατα, όπως για παράδειγμα την αναγκαιότητα της τροφής για την επιβίωσή τους (ιδιαίτερα οι μαθητές της Α' Γυμνασίου και ημιαστικών ή αγροτικών περιοχών), χρησιμοποιώντας ανθρωποκεντρική λογική. Ο τρόπος αυτός σκέψης δεν άλλαξε, ακόμα και όταν εξαιρέθηκε ο άνθρωπος από το οπτικό τους πεδίο.

Από τον στατιστικό έλεγχο των απαντήσεων διαπιστώθηκαν σημαντικές στατιστικές διαφορές στις απαντήσεις των μαθητών διαφορετικών τάξεων ($13,895, 4, p<0,01$) και σ' αυτές από διαφορετικές περιοχές ($12,449, 4, p<0,05$). Από τα αποτελέσματα της δοκιμασίας για κάθε παράγοντα ξεχωριστά φαίνεται ότι, σε ό,τι αφορά τους μαθητές διαφορετικών τάξεων οι στατιστικά σημαντικές διαφορές εστιάζονται στην επιλογή γενετικών παραγόντων ($12,557,2, p<0,01$), τους οποίους οι μαθητές της Α' Γυμνασίου δεν αναφέρουν συχνά. Το ίδιο συμβαίνει και μεταξύ των μαθητών που προέρχονται από διαφορετικές περιοχές ($\chi^2=10,119, 2, p<0,01$), καθώς οι μαθητές που προέρχονται από αγροτικές περιοχές αναφέρουν γενετικούς παράγοντες σπανιότερα. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η διαφορά μεταξύ των φύλων σε ό,τι αφορά την επιλογή συναισθηματικών παραγόντων ($\chi^2=6,195, 1, p<0,05$), καθώς τα κορίτσια τους επικαλούνται συχνότερα ως αιτίες διαφορετικότητας. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ των μαθητών διαφορετικών τάξεων που αναφέρουν την κληρονομικότητα ως αιτία των διαφορετικών χαρακτηριστικών ($\chi^2=9,251, 2, p<0,01$), καθώς οι μαθητές της Β' Γυμνασίου αναφέρουν την κληρονομικότητα πιο συχνά από τους άλλους (Σχήμα 8). Το ίδιο παρατηρείται και μεταξύ των μαθητών που προέρχονται από διαφορετικές περιοχές ($\chi^2=23,401, 2, p<0,01$), καθώς οι μαθητές που



Σχήμα 8: Ποσοστά μαθητών διαφορετικών τάξεων και περιοχών που ανέφεραν την κληρονομικότητα ως αιτία εμφάνισης διαφορετικών χαρακτηριστικών.

προέρχονται από αστικές περιοχές την αναφέρουν σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό από τους άλλους (Σχήμα 8). Μάλιστα οι μαθητές που προέρχονται από αστικές περιοχές προσδιορίζουν και σε σημαντικό ποσοστό (66%) τα γονίδια και το DNA ως παράγοντες μεταβίβασης των κληρονομικών χαρακτηριστικών.

3.1.6.3 Για τις αλλαγές στα συστήματα

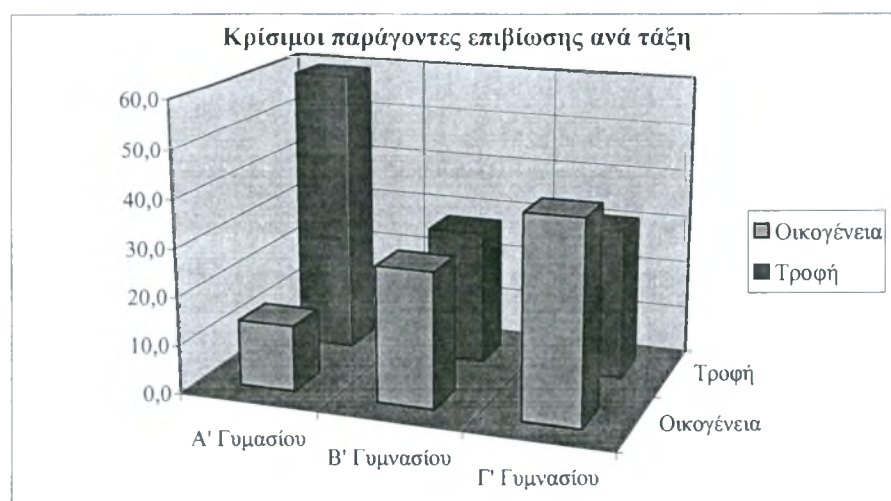
Οι επόμενες δύο ερωτήσεις που έγιναν στους μαθητές αποσκοπούσαν στη διερεύνηση των αντιλήψεών τους σχετικά με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες οι οποίοι είναι σημαντικοί για την επιβίωση τόσο τη δικιά τους όσο και για άλλα είδη ζωντανών οργανισμών. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να γίνει φανερό κατά πόσο τα παιδιά μπορούν να αντλήσουν πληροφορίες από ένα σύστημα για να ερμηνεύσουν τις αλλαγές που συμβαίνουν σε ένα άλλο. Για παράδειγμα εάν μπορούν να συνδυάσουν πληροφορίες σχετικές με το κλίμα ή τη σύσταση του εδάφους, με την εμφάνιση ή όχι κάποιων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό. Με άλλα λόγια διερευνάται κατά πόσο οι μαθητές μπορούν να αναγνωρίσουν παράγοντες που μπορούν να παίξουν τον ρόλο των εξελικτικών πιέσεων, μια σημαντική παράμετρος για την διαμόρφωση της βιοποικιλότητας.

Στην πρώτη περίπτωση, που αφορούσε την δική τους ζωή, οι απαντήσεις ομαδοποιήθηκαν σε έξι κατηγορίες, ενώ αρκετοί μαθητές χρησιμοποίησαν εξηγήσεις που εμπίπτουν σε περισσότερες από μία. Οι κατηγορίες αυτές είχαν να κάνουν με την εξωτερική εμφάνιση, την οικογένεια, περιβαλλοντικούς παράγοντες, κοινωνικούς παράγοντες, την τροφή και τέλος κάποιες άσχετες απαντήσεις που ομαδοποιήθηκαν μαζί με αυτούς που δεν απάντησαν. Κάθε κατηγορία επεξεργάστηκε λοιπόν ξεχωριστά ως μια εξαρτημένη δυαδική μεταβλητή με βάση το πόσοι μαθητές την χρησιμοποίησαν στην απάντησή τους (Παράρτημα III, ερώτηση 4). Παραδείγματα απαντήσεων που ομαδοποιήθηκαν στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνουν «το ντύσιμο», «τα ρούχα», «το βάρος», «η μόδα» και «το στυλ» που έδωσαν κάποιοι μαθητές. Πολλοί μαθητές κυρίως της Β' και Γ' Γυμνασίου αναφέρθηκαν στον ρόλο της οικογένειας και έδωσαν απαντήσεις όπως: «οι γονείς, τα αδέρφια, οι φίλοι και γενικώς η οικογένεια», «οι γονείς μου, εγώ και οι παππούδες μου» και «η οικονομική κατάσταση των γονιών μας και τα αγαθά που μας προσφέρουν», εμφανώς επηρεασμένοι από τις αντιλήψεις του άμεσου περιβάλλοντός τους.

Πολλοί μαθητές της Α' κυρίως Γυμνασίου επέλεξαν την τροφή ως καθοριστικό παράγοντα επιβίωσης και μάλιστα την διαχώρισαν από τους υπόλοιπους περιβαλλοντικούς παράγοντες

και για τον λόγο αυτό οι απαντήσεις τους τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστή κατηγορία. Για παράδειγμα απαντήσεις όπως: «η τροφή, το νερό, το οξυγόνο κι άλλα», «το οξυγόνο, το φαγητό, το νερό, η γυμναστική», «η τροφή, η στέγη, η ένδυση, το περιβάλλον» και «το νερό, ο αέρας και το φαγητό», ανήκουν σε αυτή την περίπτωση. Μερικοί μαθητές επέλεξαν μόνο το περιβάλλον ως αιτία, μάλιστα κάποιος μαθητής εντελώς αρνητικά: «το περιβάλλον δεν με αφήνει να κάνω τα δικά μου πράγματα». Σε πολλές περιπτώσεις συναισθηματικοί και κοινωνικοί παράγοντες επιλέγονται αποκλειστικά στις απαντήσεις των παιδιών ή εμπλέκονται μαζί με άλλους: «η μόδα, οι παρέες που κάνουμε», «η ζωή, το παιχνίδι, το διάβασμα», «η διάθεσή μου, το στυλ μου, οι γονείς και οι φίλοι μου» και «ο δυναμικός μου χαρακτήρας, η συμπεριφορά μου αλλά και ο τρόπος που εκφράζω τα συναισθήματά μου προς τους άλλους». Τέλος, κάποιιοι μαθητές δεν έδωσαν καμιά απάντηση ή έδωσαν απαντήσεις που δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν και έτσι τοποθετήθηκαν μαζί. Τέτοιες ήταν: «δεν υπάρχουν» και «κάθε κίνηση πρέπει να συνοδεύεται από τη λογική. Θεωρώ είναι το καλύτερο για να αποφύγω βιαστικές και περιττές κινήσεις. Επίσης προσπαθώ να είμαι πάντα αληθινός».

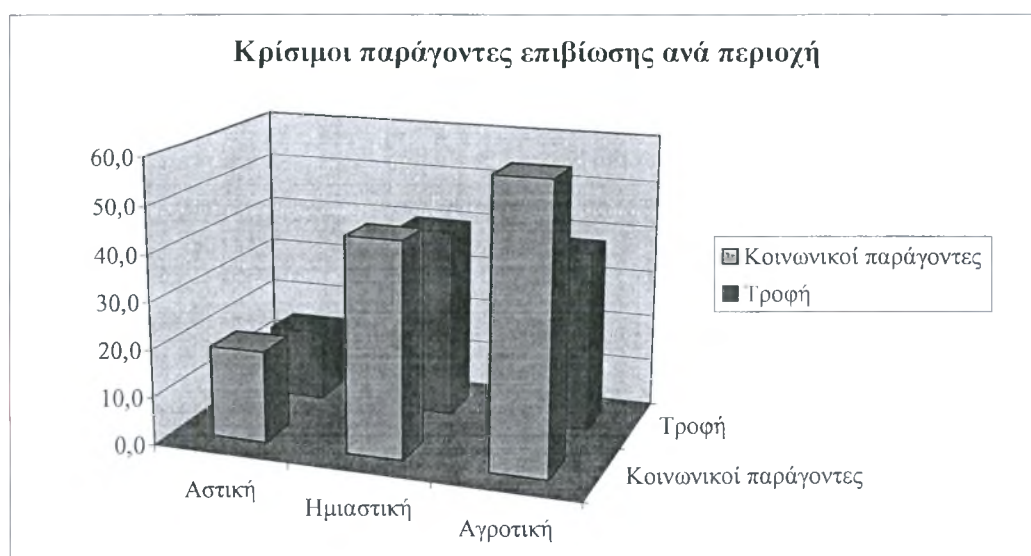
Στατιστικά σημαντικές διαφορές που προέκυψαν αφορούσαν τις αναφορές των μαθητών διαφορετικών τάξεων στην οικογένεια ($\chi^2=6,527, 2, p<0,05$), όπου λίγοι είναι οι μαθητές της Α' Γυμνασίου που αναφέρουν την οικογένεια ως καθοριστικό παράγοντα για τη ζωή τους (13,5%), ενώ οι μαθητές των μεγαλύτερων τάξεων την αναφέρουν συχνότερα (Σχήμα 9). Αντίθετα, σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό μαθητών της Α' Γυμνασίου επιλέγουν την τροφή ως κρίσιμο παράγοντα στη ζωή τους (59,5%), ενώ οι μαθητές των άλλων τάξεων δεν δίνουν ανάλογη σημασία. Αυτό επιβεβαιώνεται και στατιστικά ($\chi^2=9,460, 2, p<0,01$).



Σχήμα 9: Απόψεις των μαθητών ανά τάξη για κρίσιμους παράγοντες που καθορίζουν την ζωή τους.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν επίσης και στις απαντήσεις των μαθητών που προέρχονταν από διαφορετικές περιοχές, όπως παρουσιάζεται και στο σχήμα 10. Οι μαθητές σχολείων από αγροτικές περιοχές θεωρούν κοινωνικούς παράγοντες, όπως τους φίλους τους, το σχολείο και την κοινωνία ως κρίσιμους για την ζωή τους σε ποσοστό 59,5%. Σημαντικό ρόλο παίζουν οι κοινωνικοί παράγοντες και για τους μαθητές που ζουν σε ημιαστικές περιοχές (45%), ενώ δεν αναφέρονται συχνά από μαθητές αστικών περιοχών. Η σημαντικότητα των διαφορών αυτών επιβεβαιώνεται και από τη στατιστική δοκιμασία ($\chi^2=15,452$, 2, $p<0,01$). Ανάλογα ήταν και τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου στις απόψεις που έχουν οι μαθητές για την αξία της τροφής στην επιβίωσή τους ($\chi^2=7,475$, 2, $p<0,05$). Οι μαθητές που ζουν σε αστικές περιοχές δεν αναφέρουν συχνά την τροφή ως κρίσιμο παράγοντα (14,9%), σε αντίθεση με αυτούς που προέρχονται από ημιαστικές και αγροτικές περιοχές που την αναφέρουν σχεδόν με την ίδια συχνότητα (40% και 38,1% αντίστοιχα).

Σε συνέχεια της διερεύνησης, ζητήθηκε από τους μαθητές να εκφράσουν τις πεποιθήσεις τους για κρίσιμους παράγοντες που αφορούν την επιβίωση άλλων ειδών ζωής εκτός του ανθρώπου, έτσι ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο έχουν την δυνατότητα να αντιλαμβάνονται τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συστημάτων και να αντλούν πληροφορίες από αυτές. Οι απαντήσεις που έδωσαν τα παιδιά σε αυτή την ερώτηση ομαδοποιήθηκαν, όπως προηγουμένως σε έξι κατηγορίες, ενώ αρκετοί μαθητές χρησιμοποίησαν στην απάντησή τους



Σχήμα 10: Απόψεις των μαθητών ανά περιοχή για κρίσιμους παράγοντες που καθορίζουν την ζωή τους.

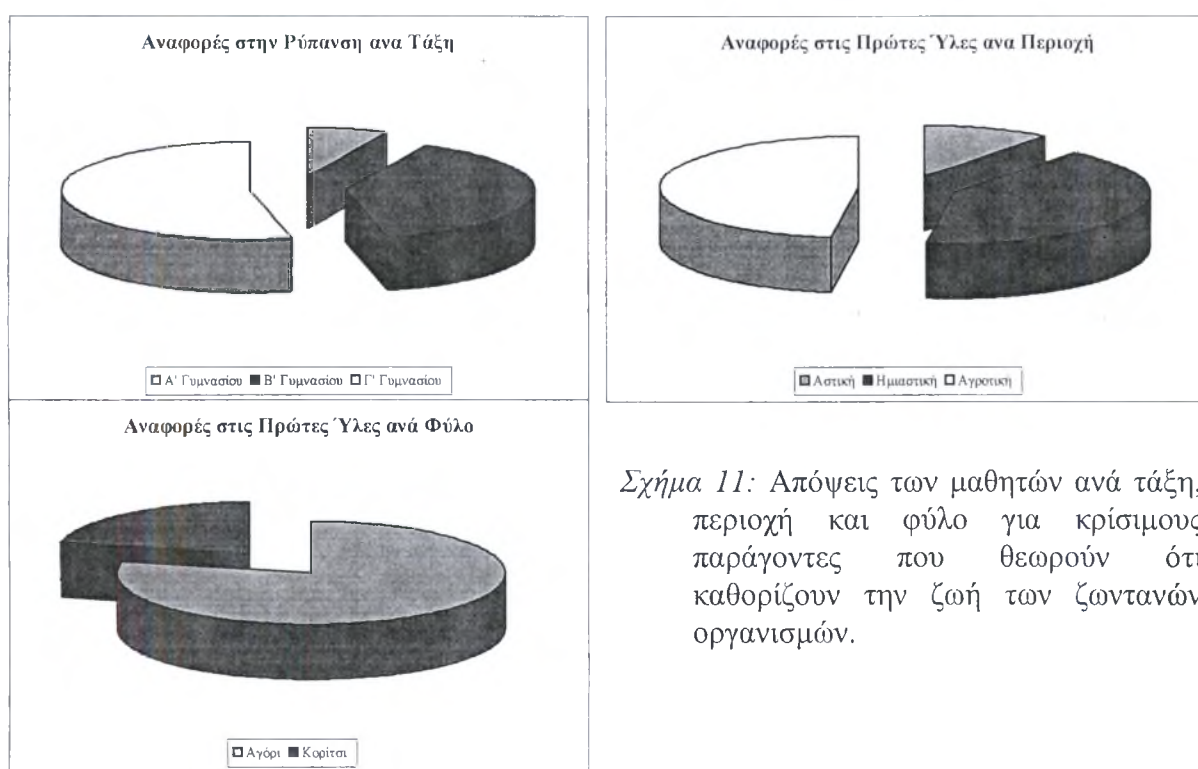
εξηγήσεις που εμπίπτουν σε περισσότερες από μία. Οι κατηγορίες αυτές είχαν να κάνουν με την ρύπανση, το κλίμα, τις πρώτες ύλες, κοινωνικά προβλήματα, την συνολική παρουσία του ανθρώπου και τέλος κάποιες άσχετες απαντήσεις που ομαδοποιήθηκαν μαζί με αυτούς που δεν απάντησαν. Κάθε κατηγορία επεξεργάστηκε λοιπόν ξεχωριστά ως μια εξαρτημένη δυαδική μεταβλητή με βάση το πόσοι μαθητές τη χρησιμοποίησαν στην απάντησή τους (Παράρτημα ΙΙΙ, ερώτηση 5).

Οι μεγαλύτεροι μαθητές επιλέγουν την ρύπανση ως κρίσιμο παράγοντα για την επιβίωση ενός είδους, εστιάζοντας έτσι σε κάποιο πρόβλημα για να βρουν απάντηση. Απαντήσεις όπως: *«έλλειψη νερού, ρύπανση της ατμόσφαιρας»*, *«η ρύπανση του περιβάλλοντος επηρεάζει κάθε είδος αρνητικά»* και *«τα καύσιμα και τα απόβλητα προκαλούν μεγάλο ρήγμα στο περιβάλλον αλλά μας βοηθούν σε παραγωγή προϊόντων και την μεταφορά τους»*. Μερικοί μάλιστα μαθητές φαίνεται ότι δεν έχουν ξεχωρίσει τη διαφορά μεταξύ ρύπανσης και μόλυνσης και έτσι απαντήσεις όπως *«η μόλυνση, ο βρώμικος αέρας, τα καυσαέρια των αυτοκινήτων»* μπορούν να βρεθούν. Σημαντικό ρόλο φαίνεται να παίζουν στη διαμόρφωση αυτών των αντιλήψεων οι προσπάθειες ανάδειξης περιβαλλοντικών προβλημάτων της επικαιρότητας, όπως για παράδειγμα την έλλειψη νερού και την αύξηση της θερμοκρασίας. Όπως χαρακτηριστικά απαντά ένας μαθητής: *«η βροχή πολλές φορές έως πάντα εξασφαλίζει νερό το οποίο είναι απαραίτητο για πολλούς οργανισμούς, όμως στον ίδιο βαθμό είναι και καταστροφική όταν λόγω βροχών καταστρέφονται φωλιές και προκαλούνται πλημμύρες»*, ενώ κάποιος άλλος: *«η αύξηση της θερμοκρασίας. Ο ήλιος είναι απαραίτητος για τη διατήρηση της ζωής στον πλανήτη, όταν όμως η θερμοκρασία αυξηθεί πολύ προκαλούνται προβλήματα στην ισορροπία της ζωής στη γη»*.

Οι κλιματικές συνθήκες επιλέγονται επίσης από κάποιους μαθητές: *«το κλίμα, οι συνθήκες ζωής, διάφορα προβλήματα, κληρονομικότητα»* και *«καιρικές συνθήκες, διάφορες μεταβολές του καιρού»*. Επίσης, στις απαντήσεις μπορούν να βρεθούν αναφορές για τις πρώτες ύλες όπως για παράδειγμα: *«η τροφή, η ενδυμασία ανάλογα με τον καιρό, το νερό κ.α.»*. Σε μια διαφορετική κατηγορία τοποθετήθηκαν απαντήσεις που είχαν αναφορές σε κοινωνικά προβλήματα όπως ο αλκοολισμός και το κάπνισμα. Χαρακτηριστικές απαντήσεις περιλαμβάνουν: *«ο αλκοολισμός, το ποτό, το τσιγάρο»*, *«οξυγόνο και ναρκωτικά»* και *«κάποια βλαβερά φυτά»*. Αρκετοί μαθητές εστιάζουν την προσοχή τους αποκλειστικά στον άνθρωπο ή σε υλικά αγαθά. Για παράδειγμα: *«εμείς οι άνθρωποι είμαστε ο μοναδικός παράγοντας που επηρεάζει την επιβίωση των διαφόρων ειδών καθώς εμείς, έχουμε προκαλέσει»*

τα περισσότερα προβλήματα στο περιβάλλον, βλέποντας τους οργανισμούς που ζουν σ' αυτό» και «δεν είναι σημαντικοί όταν υπάρχουν χρήματα», αντίστοιχα. Ένας μόνο μαθητής δίνει απάντηση που αφορά την αλληλεπίδραση μεταξύ των οργανισμών: «η ομαλή συμβίωση με όλα τα άλλα άτομα». Τέλος, σε μια ξεχωριστή κατηγορία μαζί με τους μαθητές που δεν απάντησαν, τοποθετήθηκαν ασαφείς απαντήσεις όπως: «κουνέλι, δεινόσαυρος» και «τα νέα δέντρα που φυτρώνουν».

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στις απαντήσεις των μαθητών από διαφορετικές τάξεις που ανέφεραν την ρύπανση ως κρίσιμο παράγοντα επιβίωσης ($\chi^2=12,427$, 2, $p<0,01$). Όπως παρουσιάζεται και στο σχήμα 11, οι μαθητές της Α' Γυμνασίου αναφέρουν την ρύπανση ως κρίσιμο παράγοντα μόνο κατά 7%, ενώ μαθητές μεγαλύτερων τάξεων την αναφέρουν συχνότερα (30,2% οι μαθητές της Β' Γυμνασίου και 41,4% οι μαθητές της Γ' Γυμνασίου). Αντίστοιχα σημαντικές διαφορές εντοπίστηκαν στις αναφορές των παιδιών που προέρχονται από διαφορετικές περιοχές σχετικά με την σημασία των πρώτων υλών (π.χ. θρεπτικών συστατικών - $\chi^2=8,012$, 2, $p<0,05$). Οι μαθητές που προέρχονται από αστικές περιοχές αναφέρουν τις πρώτες ύλες ως κρίσιμο παράγοντα μόνο κατά 6,4%, σε αντίθεση με αυτούς που προέρχονται από αγροτικές 28,6% και ημιαστικές 25%. Οι αναφορές στις πρώτες ύλες εμφανίζονται να έχουν στατιστικά σημαντική διαφορετική βαρύτητα στις απόψεις μαθητών των δύο φύλων ($\chi^2=7,537$, 1, $p<0,01$). Τα αγόρια αναφέρουν τις πρώτες ύλες ως κρίσιμο παράγοντα σε ποσοστό 28,1%, ενώ τα κορίτσια μόνο κατά 7,7%. Οι αναφορές στους υπόλοιπους παράγοντες δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

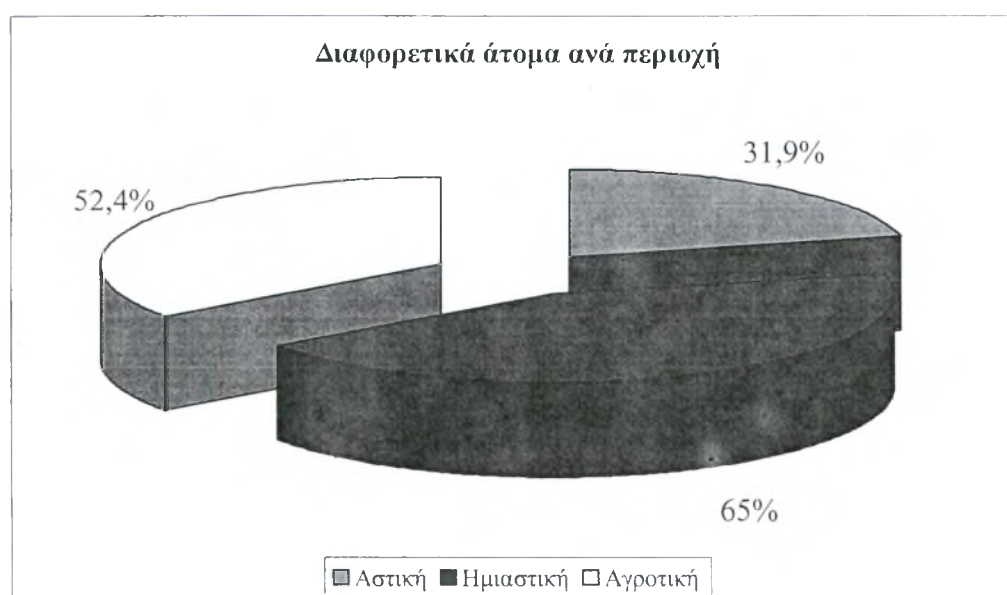


Σχήμα 11: Απόψεις των μαθητών ανά τάξη, περιοχή και φύλο για κρίσιμους παράγοντες που θεωρούν ότι καθορίζουν την ζωή των ζωντανών οργανισμών.

3.1.6.4 Για την παράμετρο του χρόνου

Το τελευταίο τμήμα του ερωτηματολογίου αποσκοπούσε να διερευνήσει το πώς αντιμετωπίζουν οι μαθητές την αλλαγή ενός συστήματος στο χρόνο, έτσι ώστε να διαπιστωθεί εάν μπορούσαν να αναγνωρίσουν τα σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρει η αυξημένη βιοποικιλότητα στα φυσικά συστήματα. Οι ερωτήσεις της ενότητας αυτής είναι διπλής επιλογής, κατά συνέπεια επεξεργάζονται ως εξαρτημένες δυαδικές μεταβλητές, ανάλογα με το πόσοι μαθητές συμφωνούν με κάθε επιλογή που προτείνεται στους μαθητές (Παράρτημα ΙΙΙ, ερωτήσεις 6Α, 6Β και 6Γ). Στην πρώτη ερώτηση, οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν εάν το είδος οργανισμών που μπορεί να επιβιώσει περισσότερα χρόνια είναι αυτό που έχει ομοιόμορφα άτομα ή αυτό που έχει διαφορετικά άτομα. Οι μαθητές σχολείων ημιαστικών περιοχών επιλέγουν κατά 65% το είδος με λιγότερα αλλά διαφορετικά άτομα ως το πιο σταθερό στον χρόνο. Ακολουθούν οι μαθητές αγροτικών περιοχών (52,4%) και οι μαθητές αστικών περιοχών μόνο με 31,9% (Σχήμα 12). Οι διαφορές αυτές εμφανίζονται να είναι στατιστικά σημαντικές σύμφωνα με την εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου ($\chi^2=7,351, 2, p<0,05$). Αντίθετα, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιλογές των μαθητών διαφορετικών τάξεων και διαφορετικών φύλων.

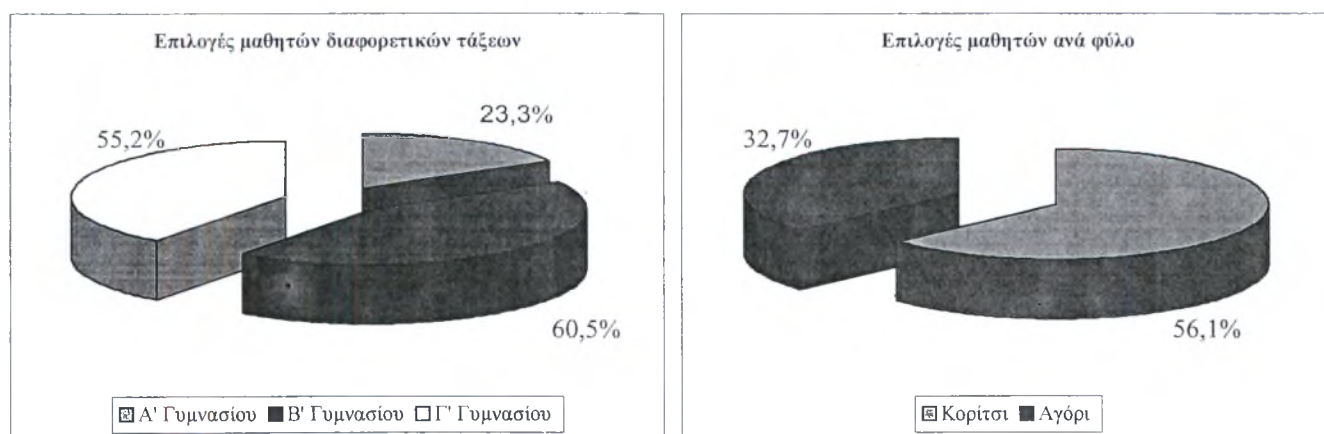
Στην δεύτερη ερώτηση της ενότητας, οι μαθητές κλήθηκαν να επιλέξουν το είδος οργανισμών που μπορεί να εκμεταλλευτεί το περιβάλλον του χωρίς να το καταστρέψει. Οι επιλογές που τους προσφέρθηκαν αφορούσαν ένα είδος με ομοιόμορφα άτομα και ένα είδος με διαφορετικά



Σχήμα 12: Ποσοστά μαθητών που επέλεξαν ότι το είδος με λιγότερα αλλά διαφορετικά άτομα μπορεί να επιβιώσει περισσότερα χρόνια.

άτομα. Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο στις απαντήσεις των μαθητών διαφορετικών τάξεων, όσο και σε αυτές των δύο φύλων (Σχήμα 13). Συγκεκριμένα οι μαθητές της Β' και Γ' Γυμνασίου φαίνεται να πιστεύουν ότι το είδος με ομοιόμορφα άτομα εκμεταλλεύεται καλύτερα το περιβάλλον του και δεν το καταστρέφει σε ποσοστά 60,5% και 55,2% αντίστοιχα. Μάλιστα αιτιολογούν την επιλογή τους με έναν συλλογισμό όπως ότι: *‘Τα ομοιόμορφα άτομα θα αναπαράγονται με γοργό ρυθμό. Τα διαφορετικά χαρακτηριστικά θα καταστρέψουν το περιβάλλον’*. Αντίθετα οι μαθητές της Α' Γυμνασίου συμφωνούν μόνο κατά 23,3% με αυτή την επιλογή. Οι διαφορές αυτές είναι στατιστικά σημαντικές ($\chi^2=16,714, 2, p<0,01$).

Αντίστοιχες διαφορές παρατηρούνται στις απαντήσεις των μαθητών των δύο φύλων. Συγκεκριμένα τα κορίτσια πιστεύουν σε ποσοστό 56,1% ότι το είδος με τα πολλά ομοιόμορφα άτομα δεν καταστρέφει το περιβάλλον που ζει, ενώ το ποσοστό στα αγόρια μειώνεται στο 32,7% (Σχήμα 13). Η εφαρμογή του στατιστικού κριτηρίου επιβεβαιώνει ότι και αυτή η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική ($\chi^2=6,042, 1, p<0,05$). Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα του συλλογισμού που χρησιμοποίησε μια μαθήτρια της Γ' Γυμνασίου ήταν ότι: *‘Είναι καλό να υπάρχει μεγάλος αριθμός όμοιων φυτών και ζώων γιατί βοηθάει την βιοποικιλότητα και τη χώρα μας’* ή *‘Οι κατσαρίδες επιβιώνουν με ευκολία και είναι σχεδόν ίδιες’*. Αντίθετα δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στις απαντήσεις των μαθητών που προέρχονται από διαφορετικές περιοχές.

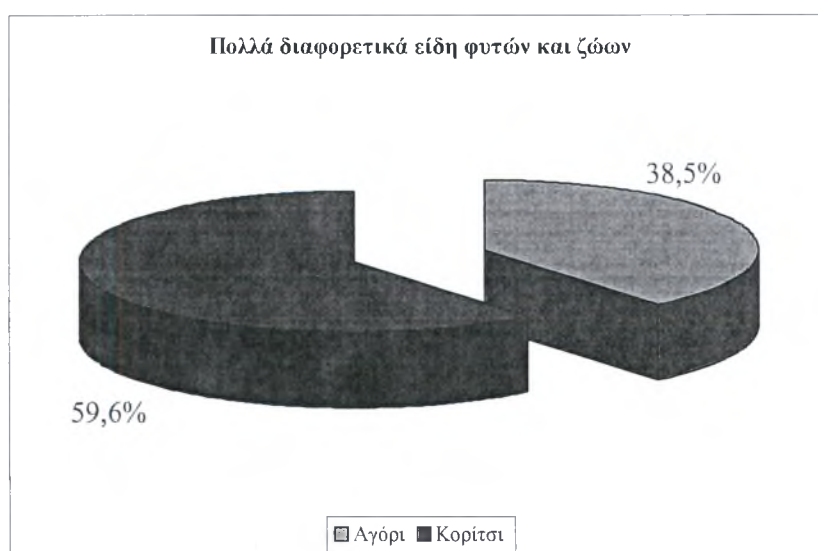


Σχήμα 13: Ποσοστά μαθητών που επέλεξαν ότι το είδος με πολλά και ομοιόμορφα άτομα εκμεταλλεύεται το περιβάλλον του χωρίς να το καταστρέφει.

Στην τελευταία ερώτηση της ενότητας οι μαθητές κλήθηκαν να αποφασίσουν ποια περιοχή είναι περισσότερο σταθερή στον χρόνο και υποστηρίζει καλύτερα τα είδη που ζουν σε αυτή: η περιοχή που φιλοξενεί μικρό ή μεγάλο αριθμό διαφορετικών ειδών φυτών και ζώων; Οι απαντήσεις εξετάστηκαν παράλληλα με τις αντίστοιχες ερωτήσεις των φύλων εργασίας.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 14, το 59,6% των κοριτσιών που συμμετείχαν στην έρευνα επέλεξε την περιοχή με πολλά διαφορετικά είδη φυτών και ζώων, όταν το αντίστοιχο ποσοστό των αγοριών ήταν 38,5%. Μια χαρακτηριστική αιτιολογία της επιλογής αυτής που έδωσε μια μαθήτρια της Α' Γυμνασίου ήταν: *‘Όταν υπάρχουν στο περιβάλλον πολλά και διαφορετικά είδη, τότε γίνεται πιο γόνιμο και ωραίο’*. Η διαφορά αυτή επιβεβαιώνεται και στατιστικά ότι είναι σημαντική ($\chi^2=4,883, 1, p<0,05$). Αντίθετα δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στις απαντήσεις που δίνουν οι μαθητές, όταν ταξινομηθούν ανάλογα με την τάξη ή την περιοχή προέλευσης, παρ' ότι το ποσοστό των μαθητών της Β' Γυμνασίου που επιλέγουν την ίδια απάντηση είναι μόλις 39,5%, όπως και των μαθητών που προέρχονται από σχολεία αστικών περιοχών 44,7%.

Από τις παραπάνω συγκρίσεις γίνεται λοιπόν φανερό ότι ο τρόπος σκέψης των μαθητών, ο οποίος επηρεάζεται από τη προσήλωσή τους σε ό,τι είναι ορατό, από την τάση να προστατεύουν τη ζωή και να εστιάζονται σε μονόδρομες σχέσεις, τους οδηγεί στη διαμόρφωση εναλλακτικών αντιλήψεων για την έννοια της ισορροπίας των συστημάτων διαφορετικών από τις κρατούσες επιστημονικές.



Σχήμα 14: Ποσοστά μαθητών που επέλεξαν ότι η πιο σταθερή στον χρόνο περιοχή είναι αυτή που υποστηρίζει πολλά διαφορετικά είδη φυτών και ζώων.

3.1.7 Συμπεράσματα για τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών

Η ποικιλότητα εμφανίζεται σε πολλά επίπεδα μέσα στα φυσικά συστήματα, από τη γενετική ποικιλότητα μέσα σε πληθυσμούς σε ποικιλότητα των ειδών μέσα σε βιοκοινότητες και έως την ποικιλότητα των οικοσυστημάτων. Η βιοποικιλότητα επίσης σε όλα τα επίπεδα δεν είναι μια σταθερή έννοια, αλλά αντίθετα μεταβάλλεται στο χρόνο από έναν μεγάλο αριθμό διαφορετικών φυσικών διεργασιών. Για παράδειγμα, η γενετική ποικιλότητα σε έναν πληθυσμό αυξάνεται μέσω της αμφιγονικής αναπαραγωγής και των μεταλλάξεων και ελαττώνεται από την φυσική επιλογή. Είναι επίσης εμφανές ότι οποιαδήποτε αλλαγή στη βιοποικιλότητα ενός συστήματος σε ένα επίπεδο έχει άμεση επίδραση στην ποικιλότητα του συστήματος σε άλλα επίπεδα. Για παράδειγμα, η απομόνωση των βιοτόπων μπορεί να οδηγήσει σε ελάττωση του μεγέθους του πληθυσμού και αναπόφευκτα σε ελάττωση της γενετικής του ποικιλότητας.

Οι άνθρωποι από τη μεριά τους, με τις δραστηριότητες που αναπτύσσουν, ολοένα και περισσότερο αλλάζουν τη δομή των φυσικών συστημάτων, με αποτέλεσμα να προκαλούν σοβαρές συνέπειες σε όλα τα επίπεδα της ποικιλότητας. Πολλά παραδείγματα μπορούν να αναγνωριστούν γύρω μας, όπως η μεταβολή των ρυθμών γέννησης και θανάτου σε πολλά είδη, η απομάκρυνση ή η προσθήκη παραγόντων που παίζουν το ρόλο επιλεκτικών πιέσεων, η εισαγωγή ενός ξενικού είδους σε μια περιοχή, καθώς και η αλλαγή των οικοσυστημάτων μέσα από την εξάπλωση της αγροτικής και αστικής χρήσης της γης. Η κατανόηση των επιπτώσεων που θα έχουν οι ανθρωπογενείς αυτές μεταβολές στα φυσικά συστήματα μπορεί να γίνει μόνο μέσα από τις δυνατότητες που προσφέρουν η οικολογική και εξελικτική θεωρία.

Συγκεκριμένα για την έννοια της βιοποικιλότητας, τόσο για την κατανόησή της όσο και για τη δημιουργία προβλέψεων για το μέλλον ανάλογα με τη συνέχιση ενός φαινομένου, οι θεωρίες αυτές προσφέρουν πολύτιμη βοήθεια, για να συνδυαστούν οι γνώσεις σε τρία επίπεδα: α) στα συστήματα στα οποία η βιοποικιλότητα εμφανίζεται, β) στις διεργασίες αλληλεπίδρασης τόσο μεταξύ των συστατικών του κάθε συστήματος όσο και μεταξύ των συστημάτων και γ) στις διαδικασίες που προκαλούν την αλλαγή της βιοποικιλότητας στο χρόνο. Εάν γίνει αυτό εφικτό, τότε τα οφέλη είναι πολλά: όχι μόνο βελτιώνεται το γνωστικό επίπεδο των μαθητών σε επιστημονικά και περιβαλλοντικά θέματα, αλλά και δημιουργούνται οι κατάλληλες προϋποθέσεις για τη δημιουργία υπεύθυνων πολιτών με περιβαλλοντική

συνείδηση. Κάθε διερεύνηση λοιπόν των αντιλήψεων των μαθητών για τη βιοποικιλότητα πρέπει να περιλαμβάνει και τα τρία αυτά επίπεδα.

Όπως παρουσιάστηκε αναλυτικά στο θεωρητικό πλαίσιο, πολλοί μαθητές απλά δεν καταλαβαίνουν θεμελιώδεις οικολογικές και εξελικτικές έννοιες. Σχεδόν πάντα διακατέχονται από διαφορετικές εναλλακτικές αντιλήψεις από τις εδραιωμένες επιστημονικές εξηγήσεις, ιδιαίτερα σε ότι αφορά την εξέλιξη υπό το πρίσμα της φυσικής επιλογής. Έχει ήδη αναφερθεί ότι συχνές παρανοήσεις αφορούν αλλά δεν περιορίζονται σε λαμαρκικές (τα χαρακτηριστικά πάντα κληρονομούνται) ή τελεολογικές (υπάρχει σκοπιμότητα εμφάνισης όλων των χαρακτηριστικών) εξηγήσεις των φυσικών φαινομένων (Bischoff and Anderson, 2001; Carlsson, 2002; Kumar, 2005; Sander et al., 2006). Αυτός ο τρόπος σκέψης είναι κυρίαρχος σε μαθητές όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων και μπορεί ακόμα να βρεθεί μεταξύ φοιτητών του Πανεπιστημίου (Leach *et al.*, 1996). Στα αποτελέσματα που προέκυψαν από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων της παρούσας έρευνας, είναι ξεκάθαρο ότι ο συλλογισμός των μαθητών των τριών τάξεων του Γυμνασίου που εξετάστηκαν ακολουθεί αυτά τα πρότυπα. Και μάλιστα γίνεται φανερό ότι η ύπαρξη τέτοιων παρανοήσεων δυσχεραίνει την αναγνώριση τόσο συστημάτων που εμφανίζουν ποικιλότητα, όσο και του ρόλου της βιοποικιλότητας στην εξελικτική αλλαγή.

3.1.7.1 Για τα συστήματα που εμφανίζεται η βιοποικιλότητα

Τα φυσικά συστήματα μπορούν να λογιστούν ως μια γραμμική σειρά από συνεχόμενες θέσεις, με τα αλληλόμορφα γονίδια στο ένα άκρο και τα παγκόσμια συστήματα στο άλλο. Μεταξύ των δύο άκρων τοποθετούνται οι οργανισμοί, οι πληθυσμοί, τα είδη, οι βιοκοινότητες και τα οικοσυστήματα. Κάποια από τα συστήματα αυτά είναι οικεία στους μαθητές και κάποια άλλα παραμένουν αόρατα στο μεγαλύτερό τους μέρος. Στη διεθνή βιβλιογραφία βρίσκονται πολλά παραδείγματα που παρουσιάζουν ότι η επίγνωση της ποικιλότητας μέσα στους πληθυσμούς αυξάνεται βαθμιαία από την πρωτοβάθμια στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, αλλά η γενετική ποικιλότητα ως η αιτία που την δημιούργησε σπάνια αναφέρεται. Αντί να κάνουν αυτή τη σύνδεση, οι μαθητές συχνά χρησιμοποιούν κανόνες χωρίς ιδιαίτερη επιστημονική βάση, συχνά χρησιμοποιώντας τελεολογική ρητορική (Bischoff and Anderson, 2001; Carlsson, 2002; Kumar, 2005; Sander et al., 2006). Άλλωστε έχει ήδη περιγραφεί ότι στη σκέψη των παιδιών κυριαρχεί η αισθητηριακή αντίληψη, δηλαδή οι μαθητές ερμηνεύουν τα φαινόμενα με βάση ό,τι αντιλαμβάνονται με τις αισθήσεις τους.

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων προκύπτουν αντίστοιχα συμπεράσματα. Συγκεκριμένα:

A. Από τα αποτελέσματα και της συγκεκριμένης έρευνας φαίνεται ότι οι μαθητές θεωρούν ότι γνωρίζουν την έννοια, χωρίς να μπορούν να την περιγράψουν. Οι μαθητές όσο περνούν τα χρόνια έρχονται σε επαφή με περισσότερες έννοιες, που είτε μεσουρανούν στην επικαιρότητα, είτε αναφέρονται στο σχολείο ή στα Μ.Μ.Ε.. Έτσι βλέπουμε ότι σχεδόν όλοι οι μαθητές της Γ' Γυμνασίου δηλώνουν ότι έχουν ξανακούσει τη λέξη βιοποικιλότητα, ενώ στην Α' Γυμνασίου μόνο ένας στους πέντε μαθητές δηλώνει το ίδιο. Να σημειωθεί εδώ ότι διαφορές που φαίνονται να υπάρχουν στο φύλο (περισσότερα αγόρια απαντούν θετικά), δεν αντικατοπτρίζουν την πραγματικότητα και οφείλονται μάλλον σε κοινωνικούς λόγους, καθώς στη συνέχεια πολλά από αυτά αρνούνται να περιγράψουν την έννοια με δικά τους λόγια. Αντίθετα, οι διαφορές που παρατηρούνται ως προς την περιοχή διαβίωσης των μαθητών μπορούν να αξιοποιηθούν, καθώς λιγότεροι μαθητές που προέρχονται από αγροτικές περιοχές δηλώνουν ότι έχουν ξανακούσει τη λέξη ίσως γιατί δεν χρησιμοποιείται ευρέως, παρ' όλα αυτά φαίνεται ότι αντιλαμβάνονται την έννοια με τον ίδιο τρόπο, όπως και οι υπόλοιποι.

B. Από τις απαντήσεις των μαθητών, γίνεται ξεκάθαρο ότι οι μαθητές εστιάζονται σε ό,τι είναι ορατό. Παρά το γεγονός ότι τα παιδιά θεωρούν ότι γνωρίζουν την έννοια της βιοποικιλότητας, όταν καλούνται να εμβαθύνουν και να την περιγράψουν, εστιάζονται σε συστήματα που μπορούν εύκολα να αντιληφθούν γύρω τους με τις αισθήσεις τους. Μόνο το 4,6% επιλέγει τα γονίδια ως ποικίλο σύστημα. Γενικότερα, στη βιβλιογραφία μπορούν να βρεθούν πολλές ανάλογες αναφορές για την αδυναμία που εμφανίζουν τα παιδιά να αντιληφθούν συστήματα που βρίσκονται έξω από το φάσμα των αισθήσεών τους και ειδικότερα με αυτά που σχετίζονται με τη γενετική πληροφορία (Banet and Ayuso, 2000; Orcajo and Martinez Aznar, 2005; Martínez Aznar and Ibáñez, 2005). Για να διδαχθούν έννοιες της βιολογίας ή άλλων φυσικών επιστημών που δε γίνονται άμεσα αντιληπτές, όπως για παράδειγμα τα γονίδια, τα παιδιά εμπλέκονται στη δόμηση νοητικών μοντέλων για αφηρημένες οντότητες. Η δόμηση τέτοιων πολύπλοκων μοντέλων απαιτεί σημαντική προσπάθεια από μέρους του μαθητή και συνήθως παίρνει χρόνο, πριν γίνει αυτό εφικτό (Leach *et al.*, 1996; Driver and Easley, 1998; Libarkin and Kurdziel, 2001).

Γ. Φαίνεται ότι υπάρχει ισχυρή επίδραση του περιβάλλοντος που ζούνε τα παιδιά στις απόψεις τους για τα συστήματα που εμφανίζεται η βιοποικιλότητα. Προχωρώντας ένα βήμα παραπέρα, βλέπουμε από τα αποτελέσματα ότι, ανάλογα με την περιοχή που ζουν τα παιδιά, επιλέγουν,

ως φυσικά, συστήματα που δεν είναι. Οι μαθητές που προέρχονται από σχολεία αστικών περιοχών επιλέγουν συχνά τις πόλεις ως σύστημα αναφοράς βιοποικιλότητας, ενώ μαθητές από ημιαστικές και κυρίως αγροτικές περιοχές επιλέγουν τις καλλιέργειες. Αντίθετα, δεν υπάρχει ανάλογη σύγχυση σε ό,τι αφορά τα άτομα και τα είδη, καθώς πολλοί μαθητές επιλέγουν τα είδη ως σύστημα αναφοράς και πολύ λίγοι τα άτομα και κυρίως παιδιά που προέρχονται από αστικές περιοχές.

Δ. Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, τόσο μεταξύ των δύο φύλων όσο και μεταξύ μαθητών διαφορετικών τάξεων, σχετικά με την ερμηνεία της έννοιας. Αυτό γίνεται περισσότερο ορατό από την επεξεργασία των περιγραφών που δίνουν οι ίδιοι οι μαθητές για την έννοια. Οι περισσότεροι από αυτούς που απαντούν εύστοχα την ερώτηση (όχι γενικά και αόριστα), δίνουν ανθρωποκεντρική απάντηση (19%) που συχνά εστιάζονται σε κάποιο περιβαλλοντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν στην καθημερινότητά τους. Αυτό παρατηρείται κυρίως μεταξύ των μαθητών των δύο πρώτων τάξεων, ενώ αυτοί της Γ' Γυμνασίου επικεντρώνονται κυρίως σε ό,τι μπορούν να αντιληφθούν με τις αισθήσεις τους. Αντίστοιχη διαφορά παρατηρείται και μεταξύ των μαθητών διαφορετικού φύλου, όπου τα αγόρια εμφανίζουν περισσότερο ανθρωποκεντρική σκέψη, ενώ τα κορίτσια επηρεάζονται από το πλαίσιο και συχνά χρησιμοποιούν διαφορετικές ιδέες, για να περιγράψουν την ίδια κατάσταση. Αξίζει να αναφερθεί ότι ενώ είναι μικρό το ποσοστό των μαθητών που δίνουν ετυμολογική απάντηση (9%), αυτοί ανήκουν κυρίως στην Γ' Γυμνασίου και είναι κορίτσια, γεγονός που δηλώνει ότι προσπαθούν να περιγράψουν την έννοια με έναν ορισμό, όπως συνηθίζεται στη σχολική πράξη.

3.1.7.2 Για την αλληλεπίδραση μεταξύ των συστημάτων

Όπως περιγράφηκε εκτενώς σε προηγούμενο κεφάλαιο, ένα άλλο πεδίο, όπου εμφανίζονται ισχυρές εναλλακτικές αντιλήψεις στους μαθητές, αφορά τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των φυσικών συστημάτων και τις διεργασίες που τα συνδέουν. Έτσι:

Ε. Οι μαθητές φαίνεται να αποδίδουν την γενετική ποικιλότητα που εμφανίζεται σε έναν πληθυσμό αποκλειστικά στην επίδραση του περιβάλλοντος και όχι ως αλληλεπίδραση γονιδίων και περιβάλλοντος και έτσι, αδυνατούν να συνδέσουν τα δύο συστήματα. Πολύ συχνά αναγνωρίζουν μια αιτία στην εμφάνιση κάποιου γενετικού χαρακτηριστικού, δηλαδή θεωρούν ότι τα καινούρια γενετικά χαρακτηριστικά εμφανίζονται ως αντίδραση στις αλλαγές του περιβάλλοντος. Επιπρόσθετα, ενώ περιγράφουν και αιτιολογούν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ γονότυπου και φαινότυπου, εμφανίζουν δυσκολίες στη σύνδεση μεταξύ των

χαρακτηριστικών και των εξελικτικών πιέσεων που οδήγησαν στην επικράτησή τους, κυρίως λόγω της αναζήτησης ενός σκοπού. Η επίγνωση της ποικιλότητας μέσα στους πληθυσμούς αυξάνεται βαθμιαία από την πρωτοβάθμια στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση, αλλά η γενετική ποικιλότητα ως η αιτία που την δημιούργησε σπάνια αναφέρεται. Αντί να κάνουν αυτή τη σύνδεση, οι μαθητές συχνά χρησιμοποιούν κανόνες χωρίς ιδιαίτερη επιστημονική βάση, συχνά χρησιμοποιώντας τελεολογική ρητορική (Bischoff and Anderson, 2001; Carlsson, 2002; Kumar, 2005; Sander et al., 2006).

ΣΤ. *Οι μαθητές θεωρούν ότι η κληρονομικότητα υποσκελίζει την επίδραση του περιβάλλοντος και την φυσική επιλογή.* Πολλά φαινόμενα αντιμετωπίζονται από τους μαθητές ως δεδομένα και σταθερά, συνθέτοντας μια φυσική κατάσταση που θεωρούν ότι εκφράζεται με τη μορφή μιας φυσικής ισορροπίας (Hogan, 2000; Kumar, 2005). Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας αφ' ενός επιβεβαιώνονται τα παραπάνω ευρήματα. Μάλιστα είναι χαρακτηριστικό ότι οι μαθητές της Β' Γυμνασίου επικαλούνται την κληρονομικότητα ως καθοριστικό παράγοντα εμφάνισης των χαρακτηριστικών περισσότερο από κάθε άλλης τάξης (70%).

Ζ. *Στις απαντήσεις τους παρατηρείται γραμμικός αιτιακός συλλογισμός, καθώς δεν συμπεριλαμβάνουν την αλληλεπίδραση που έχουν οι μορφές ζωής με το περιβάλλον, αλλά διαλέγουν μονόδρομες σχέσεις.* Θεωρούν ότι αιτία εμφάνισης χαρακτηριστικών αποτελούν και διάφοροι ανθρωπογενείς παράγοντες, όπως για παράδειγμα τα ρούχα και άλλα στοιχεία της εξωτερικής εμφάνισης, αλλά και συναισθηματικοί ή κοινωνικοί παράγοντες. Συγκεκριμένα, οι μαθητές σχολείων από αγροτικές περιοχές επικαλούνται κοινωνικούς και άλλους ανθρωπογενείς παράγοντες ως σημαντικούς για την εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών, σε σημαντικά μεγαλύτερα ποσοστά από αυτούς άλλων περιοχών, ενώ σπάνια αναφέρουν γενετικούς παράγοντες. Αξίζει να αναφερθεί και η διαφορά που παρατηρείται στην επίκληση από περισσότερα κορίτσια συναισθηματικών παραγόντων ως αιτία διαφορετικότητας. Οι αντιλήψεις αυτές κυριάρχησαν, ακόμα και όταν τους ζητήθηκε να περιγράψουν περιβαλλοντικούς παράγοντες που είναι καθοριστικοί για την επιβίωση τόσο την δικιά τους όσο και άλλων ειδών ζωής.

Η. *Φαίνεται επίσης από τις απαντήσεις που δίνουν ότι αναζητούν ένα σκοπό, για να αναφέρουν έναν παράγοντα.* Οι μαθητές συνέχισαν να χρησιμοποιούν ανθρωποκεντρική λογική εστιάζοντας πολύ συχνά σε προβλήματα (π.χ. ρύπανση), ενώ περιγράφουν περιβαλλοντικούς παράγοντες (νερό, πρώτες ύλες) αποκομμένα και όχι ως συστατικά ενός συστήματος. Χαρακτηριστική είναι η απάντηση ενός μαθητή που θεωρεί την ύπαρξη

ζωολογικών κήπων ως σημαντικό παράγοντα επιβίωσης των ζώων. Γενικότερα, το θέμα της φυσικής επιλογής και της εξέλιξης και ειδικότερα ο ρόλος τους στην αύξηση της βιοποικιλότητας δημιουργεί σύγχυση στο μυαλό των μαθητών με αποτέλεσμα να συγκρούεται από τη μια μεριά η ανάγκη για ισορροπία των συστημάτων που σχετίζεται με την προστασία της ζωής σε αυτά και από την άλλη οι αλλαγές που συμβαίνουν και οδηγούν στην εξέλιξη του συστήματος (Bishop and Anderson 1990; Demastes *et al.*, 1995; Anderson *et al.*, 2002; Sander *et al.*, 2006).

⊕. *Εμφανίζουν δε αδυναμία να αντλήσουν πληροφορίες από ένα σύστημα (π.χ. οικοσύστημα), για να αιτιολογήσουν φαινόμενα που εμφανίζονται σε ένα άλλο (π.χ. τα είδη και οι αβιοτικοί παράγοντες που το συνθέτουν).* Παρ' ότι εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μαθητών διαφορετικών τάξεων, περιοχών και φύλων σε επιμέρους παράγοντες (ρύπανση, πρώτες ύλες), είναι εμφανής η αδυναμία όλων των μαθητών να προσδιορίσουν παράγοντες που μπορούν να παίξουν το ρόλο εξελικτικών πιέσεων. Επίσης, στις αντιλήψεις των μαθητών δεσπόζει ο άνθρωπος είτε ως σημείο αναφοράς για την αναζήτηση των αιτιών που εξηγούν τα φυσικά φαινόμενα μέσω της εκπλήρωσης των αναγκών του, είτε ως πηγή αλλαγών στα διάφορα συστήματα. Αυτό οδηγεί τα παιδιά να υιοθετούν τις κυρίαρχες κοινωνικές αντιλήψεις, για παράδειγμα ότι η οικογένεια και άλλες κοινωνικές δομές είναι σημαντικές για την ύπαρξή τους ή ακόμα ότι ο αλκοολισμός και άλλα κοινωνικά προβλήματα μπορούν να καθορίσουν την επιβίωση ενός είδους.

3.1.7.3 Για την παράμετρο του χρόνου

Εκτός από την κατανόηση των φυσικών συστημάτων και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ τους, σημαντικός παράγοντας που εμφανίζεται να συγκρούεται με τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών είναι ο χρόνος που πραγματοποιείται μια αλλαγή. Έχει ήδη αναφερθεί στις προηγούμενες ενότητες ότι η έννοια της αλλαγής παίζει σημαντικό ρόλο στη σκέψη των παιδιών με δύο τρόπους. Αφ' ενός πολύ συχνά οι μαθητές αντιλαμβάνονται τα φυσικά φαινόμενα μέσα από τις αλλαγές που συμβαίνουν, όπως για παράδειγμα μια φυσική καταστροφή, αφ' ετέρου οι αλλαγές αντιμετωπίζονται ως πρόβλημα, καθώς μεταβάλλουν μια ισορροπημένη κατάσταση που έχει προσληφθεί ως φυσική. Ακόμα και μέσα από την εκπαιδευτική τους εμπειρία μαθαίνουν να εστιάζονται στο γιατί συμβαίνει μια αλλαγή και φαίνεται να αδυνατούν να αναζητήσουν το μηχανισμό της (Hogan, 2000; Grotzer and Bell Basca 2003; Kumar, 2005). Επιπρόσθετες δυσκολίες δημιουργεί το γεγονός ότι ο τρόπος που κάθε αλλαγή συμβαίνει στα φυσικά συστήματα, απαιτεί από τους μαθητές να είναι

εξοικειωμένοι με έναν σημαντικό αριθμό επιστημονικών όρων και να μπορούν να περιγράψουν τους μηχανισμούς που διέπουν τις αλλαγές αυτές. Για παράδειγμα, η διαδικασία της φυσικής επιλογής καθορίζεται από ορισμένους νόμους, όπως ότι τα άτομα ενός πληθυσμού δεν είναι πανομοιότυπα, ότι η επιβίωσή τους δεν καθορίζεται από την τύχη, αλλά συγκεκριμένα χαρακτηριστικά πλεονεκτούν και ότι οι πληθυσμοί αλλάζουν στο χρόνο όσο η συχνότητα των πλεονεκτικών χαρακτηριστικών αυξάνει. Όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία η παράμετρος που δυσχεραίνει την αντίληψη του μηχανισμού μιας αλλαγής είναι η έννοια του χρόνου. Αυτό γίνεται αντιληπτό και από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας:

I. Από τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου φαίνεται ότι τα παιδιά δεν μπορούν να συνειδητοποιήσουν ότι η αλλαγή σε έναν πληθυσμό δε συμβαίνει αυτόματα στα άτομα που ήδη υπάρχουν, αλλά εμφανίζεται μέσα από τη διαδικασία της εξέλιξης στις επόμενες γενιές μέσα από την επιλογή του καταλληλότερου για αναπαραγωγή. Οι ρίζες αυτής της πεποίθησης βρίσκονται στην εσφαλμένη θεώρηση της έννοιας της προσαρμογής, η οποία επίσης συμπεριλαμβάνει τον χρόνο ως παράμετρο. Τα παιδιά έχουν εικόνες οργανισμών που προσαρμόζονται σε αλλαγές των περιβαλλοντικών συνθηκών, όπως για παράδειγμα η σαύρα, ενώ πολύ συχνά ακούν γύρω τους εκφράσεις, όπως για παράδειγμα πρέπει να προσαρμοστούμε στις νέες συνθήκες, στις οποίες απουσιάζει εντελώς η έννοια του χρόνου. Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των σχετικών με τις αλλαγές αντιλήψεων των μαθητών παίζει επίσης το γεγονός ότι συχνά στη σκέψη τους δεν διαχωρίζονται οι έννοιες, αλλά αντίθετα διαφορετικές έννοιες μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για να περιγράψουν το ίδιο φαινόμενο (Myers *et al.*, 2004).

IA. Στις εξηγήσεις των μαθητών, εκφράζεται η αδυναμία να συνδέουν το αποτέλεσμα με κάποιο μηχανισμό, αλλά είτε περιγράφουν μόνο την τελική κατάσταση, είτε την αντιμετωπίζουν ως ένα φυσικό νόμο. Όπως διαπιστώνεται από τα ευρήματα της έρευνας, δεν είναι εμφανή στους περισσότερους μαθητές τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η αυξημένη βιοποικιλότητα σε ένα σύστημα, καθώς υπάρχουν πολλές διαφορετικές υποψήφιες πλεονεκτικές μονάδες, για να αναπαραχθούν και να διατηρήσουν το σύστημα σε βάθος χρόνου. Ιδιαίτερα σε μαθητές σχολείων που προέρχονται από αστικές περιοχές η αντίληψη ότι ένα σύστημα με πολλά ομοιόμορφα άτομα μπορεί να επιβιώσει περισσότερο στο χρόνο κυριαρχεί. Όταν λοιπόν καλούνται να εκφράσουν τις απόψεις τους για ένα διαχρονικό φαινόμενο, αφ' ενός αναφέρονται στην αρχική και την τελική του κατάσταση, αφ' ετέρου δεν περιλαμβάνουν στη σκέψη τους και το μηχανισμό με τον οποίο προκλήθηκε η μεταβολή. Συνεχίζουν δηλαδή να εκφράζουν μια άποψη που είχαν διαμορφώσει, ακόμα και όταν τα δεδομένα δεν την ευνοούν.

Άλλωστε κάτι τέτοιο αναφέρεται και σε άλλες έρευνες στη βιβλιογραφία (Leach *et al.*, 1996). Βλέπουμε λοιπόν να επιβεβαιώνεται η άποψη ότι οι αιτιάσεις των μαθητών δεν συμπεριλαμβάνουν αναφορές για κάποιο μηχανισμό που να προκαλεί το αναμενόμενο αποτέλεσμα, αλλά συχνά ούτε λαμβάνουν υπόψη τους τη διάσταση του χρόνου, ούτε τις αλλαγές που πρόκειται να συμβούν στο πέρασμα του σε κάθε περίπτωση.

ΙΒ. *Οι μαθητές συσχετίζουν την διατήρηση της ζωής με τους κύκλους της ύλης.* Οι απόψεις αυτές στηρίζονται σε εσφαλμένες αντιλήψεις για την ισορροπία των συστημάτων και για το μηχανισμό που λειτουργεί, για να διατηρείται αυτή στον χρόνο. Μέσα στο πλαίσιο αυτό, πολύ συχνά θεωρούν ότι οι φυσικοί πόροι είναι ανεξάντλητοι και δεν επηρεάζονται από τους βιοτικούς παράγοντες ενός οικοσυστήματος. Βέβαια, η αιτία φαίνεται να είναι βαθύτερη. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων στη φύση προσλαμβάνονται σε ένα καθημερινό πλαίσιο της εκπλήρωσης των αναγκών τους. Έτσι, οι αντιλήψεις τους απέχουν πολύ από την επιστημονική θεωρία που συνδέει τον όρο οικοσύστημα με τη ροή ύλης και ενέργειας τόσο μεταξύ των οργανισμών όσο και μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων. Ο τρόπος με τον οποίο ο οργανισμοί αλλάζουν τις φυσικές συνθήκες γύρω τους κατέχει επίσης δεσπόζουσα θέση στις επιστημονικές εξηγήσεις για την ερμηνεία της διαδικασίας της διαδοχής, η οποία στηρίζεται στις αμοιβαίες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των οργανισμών και των αβιοτικών παραγόντων που τους περιβάλλουν.

ΙΓ. *Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών μοιάζουν με εκείνες διακεκριμένων επιστημόνων του παρελθόντος.* Σήμερα οι οικολογικές θεωρίες κλίνουν στην άποψη ότι η ισορροπία στα οικολογικά συστήματα είναι μάλλον μια εξαίρεση, ενώ η ανισορροπία αντιπροσωπεύει την φυσική κατάσταση. Περισσότερη προσοχή δίνεται στη θεώρηση της ετερογένειας των οικολογικών συστημάτων ανάλογα με τη χωρική και χρονική κλίμακα που καταλαμβάνουν, όπως για παράδειγμα κατά τη δυναμική των πληθυσμών. Η επικρατούσα λοιπόν επιστημονική αντίληψη εκτιμά ότι ο καθοριστικός παράγοντας είναι η διαταραχή, για παράδειγμα από κάποιο φυσικό φαινόμενο ή ανθρώπινη δράση, ο οποίος καθορίζει και το θεωρητικό πλαίσιο που θα χρησιμοποιηθεί για την ερμηνεία προτύπων και διεργασιών του περιβάλλοντος, όπως για παράδειγμα την προστασία της ποικιλότητας των ειδών. Η διαφορά των αντιλήψεων των μαθητών από τις επιστημονικές που περιγράφηκαν στην προηγούμενη παράγραφο είναι μεγάλη. Μάλιστα με μια προσεχτική ματιά σ' αυτές προκύπτει ότι βρίσκονται πολύ πιο κοντά στις κλασικές οικολογικές αντιλήψεις και όχι στις πιο σύγχρονες. Σύμφωνα με την κλασική οικολογική θεωρία, κάθε οικοσύστημα χαρακτηρίζεται από μια οικολογική ισορροπία ή τείνει να φτάσει στην κατάσταση ισορροπίας.

B' ΜΕΡΟΣ

2. Διδακτική Παρέμβαση

3.2.1 Στόχοι

Ο προσδιορισμός των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών αποτελεί το πρώτο βήμα για την ανάπτυξη μιας διδακτικής παρέμβασης. Σύμφωνα με τη θεωρία της νοηματικής αλλαγής (conceptual change theory), ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να ελαττώσει την ισχύ των εναλλακτικών αντιλήψεων και να ενισχύσει τις επιστημονικές (Barker and Elliott, 2000). Παρ' ότι αυτή η τεχνική δεν είναι πάντα αποτελεσματική, ιδιαίτερα σε μαθητές που δεν συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία, στη βιβλιογραφία μπορούν να βρεθούν πολλά παραδείγματα στα οποία ήταν αποτελεσματική (Libarkin and Kurdziel, 2001; Hawkey, 2001; Bartosh *et al.*, 2006; Randler and Bogner, 2006; Sander *et al.*, 2006). Γίνεται λοιπόν σαφές ότι, εκτός από τη προσπάθεια αλλαγής των εναλλακτικών αντιλήψεων, μια επιπλέον παράμετρος αφορά την ενεργοποίηση μεγαλύτερου αριθμού μαθητών στη διδασκαλία.

Σύμφωνα με τα παραπάνω και μετά την επεξεργασία των στοιχείων που συλλέχθηκαν από τη δοκιμαστική εφαρμογή του ερωτηματολογίου και τα φύλα εργασίας των μαθητών, σχεδιάστηκε μια διδακτική παρέμβαση με ενσωματωμένες δραστηριότητες στο φυσικό περιβάλλον. Ο σκοπός ήταν να ενισχυθούν οι επιστημονικές αντιλήψεις για την έννοια της βιοποικιλότητας και των σχετικών με αυτήν εννοιών, έναντι των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών. Το ενδιαφέρον εστιάστηκε σε τέσσερα σημεία:

- ✓ Στα συστήματα που εμφανίζεται βιοποικιλότητα και την περιγραφή της,
- ✓ Στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συστημάτων αυτών,
- ✓ Στις αλλαγές που συμβαίνουν σ' αυτά και
- ✓ Στην παράμετρο του χρόνου που απαιτείται για να εμφανιστούν αυτές οι αλλαγές.

Η διδακτική αυτή παρέμβαση εφαρμόστηκε σε μαθητές και των τριών τάξεων του Γυμνασίου, ξεχωριστά ανά ηλικία, κατά την επίσκεψή τους στο Κ.Π.Ε Μακρινίτσας. Οι διδακτικοί στόχοι που τέθηκαν, αφορούσαν:

- ⊕ Να μπορούν να διακρίνουν οι μαθητές, τις σχέσεις μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων στα οποία οργανώνεται η ζωή.
- ⊕ Να μπορούν να συσχετίζουν οι μαθητές την ποικιλομορφία των οργανισμών με την ανάγκη προσαρμογής τους στο περιβάλλον που ζουν.

- ⊕ Να μπορούν να διαπιστώνουν και να περιγράφουν οι μαθητές σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των παραγόντων ενός οικοσυστήματος.
- ⊕ Να μπορούν να αναγνωρίζουν οι μαθητές παράγοντες που μπορούν να οδηγήσουν σε τροποποίηση της γενετικής ποικιλότητας ενός είδους.
- ⊕ Να περιγράφουν πώς επηρεάζει η γενετική ποικιλότητα ενός είδους την επιβίωσή του.
- ⊕ Να μπορούν να αναλύουν οι μαθητές δεδομένα και να ανακαλύπτουν τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζει η βιοποικιλότητα τη διατήρηση της ζωής.

Παράλληλα, βαρύτητα δόθηκε και στους ερευνητικούς στόχους. Έτσι έγινε μια προσπάθεια:

- ✱ Να διερευνηθούν εποικοδομητικές διδακτικές προσεγγίσεις για την έννοια της βιοποικιλότητας και να αξιοποιηθούν ερευνητικά δεδομένα σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών και την εφαρμογή σύγχρονων εκπαιδευτικών περιβαλλόντων συνεργατικής μάθησης κατά τη διδασκαλία.
- ✱ Να προσδιοριστεί εάν η παρέμβαση που εφαρμόστηκε ήταν αποτελεσματική σε ότι αφορά την αναδόμηση των πρότερων αντιλήψεων όπως προσδιορίστηκαν στο προηγούμενο μέρος.
- ✱ Να προσδιοριστεί η επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών (φύλο, ηλικία και περιοχή διαβίωσης) στην αποτελεσματικότητα της παρέμβασης και κυρίως ο προσδιορισμός της κατάλληλης ηλικίας των μαθητών για την εισαγωγή της έννοιας.
- ✱ Να διερευνηθεί εάν επιδρούν ορισμένες ανεξάρτητες μεταβλητές, όπως φύλο και τόπος διαμονής στην ικανότητα των μαθητών να τροποποιούν τις αντιλήψεις τους μετά από την διδασκαλία.
- ✱ Να γίνει μια προσπάθεια αξιοποίησης των ερευνητικών δεδομένων και της διεθνούς εμπειρίας για τη βελτίωση της διδασκαλίας της έννοιας, την ενσωμάτωσή της σε ευρύτερη διδασκαλία της Βιολογίας ή / και άλλων θεματικών πεδίων.
- ✱ Να αναζητηθούν συνδεδετικοί κρίκοι με καθημερινά θέματα ενδιαφέροντος, καθώς και με άλλα πεδία της Βιολογίας και άλλων επιστημών, έτσι ώστε να γίνει εφικτό το πέρασμα σε μια διδασκαλία ενός βιολογικού συστήματος και όχι αποσπασματικών εννοιών.
- ✱ Τέλος, να γίνει προσπάθεια προτάσεων για διδακτικό υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τη διδασκαλία της έννοιας, καθώς και δραστηριότητες που πρέπει να αναπτυχθούν έτσι ώστε να γίνει αυτή εφικτή.

3.2.2 Δείγμα

Το δείγμα για το δεύτερο μέρος της έρευνας ήταν το ίδιο με αυτό που περιγράφηκε και για τον προσδιορισμό των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών. Συνολικά περιλάμβανε 134 μαθητές και των τριών τάξεων του Γυμνασίου, 69 κορίτσια και 65 αγόρια και ισοκατανεμημένο ως προς την περιοχή διαβίωσης των μαθητών. Έτσι μπορεί να είναι όσο το δυνατόν πιο ισοσταθμισμένο ως προς τις ανεξάρτητες μεταβλητές και να καταστεί δυνατή η αναζήτηση τυχόν διαφορών. Αναλυτικά τα στοιχεία έχουν παρουσιαστεί στους πίνακες 1, 2 και 3, στο πρώτο μέρος της έρευνας. Η δειγματοληψία που επιλέχθηκε μπορεί να χαρακτηριστεί ως δειγματοληψία κατά δεσμίδες (Βάμβουκας, 1998), μια και το δείγμα αποτέλεσαν φυσικές τάξεις σχολείων, κυρίως από τον Νομό Μαγνησίας, τα οποία επέλεξαν να συμμετέχουν σε μια τέτοια πιλοτική έρευνα. Το δείγμα επίσης λόγω των χαρακτηριστικών του μπορεί να χαρακτηριστεί ως συμπτωματικό δείγμα (Παρασκευόπουλος, 1984). Τα συμπεράσματα που εξάγονται από τη μελέτη ενός τέτοιου συμπτωματικού δείγματος γενικεύονται μόνο σε πληθυσμούς που έχουν χαρακτηριστικά όμοια με αυτά του δείγματος.

3.2.3 Ερωτήματα για την αποτελεσματικότητα της παρέμβασης

Η βελτίωση της σχολικής επίδοσης πάντα αποτελούσε τον κύριο στόχο της εκπαίδευσης, ενώ αντικείμενο έρευνας και πειραματισμών αποτελούσε και αποτελεί ο προσδιορισμός των παραγόντων που την επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά. Τα τελευταία χρόνια πολλοί από αυτούς ερμηνεύτηκαν και περιγράφηκαν οι σύνθετες σχέσεις αλληλεπίδρασης που τους συνδέουν. Ολοένα και περισσότερο τα συμπεράσματα από τις έρευνες αυτές δείχνουν ότι τα χαρακτηριστικά των μαθητών, το περιβάλλον στο οποίο ζουν και αυτό στο οποίο μαθαίνουν, καθώς και ο τρόπος διδασκαλίας επηρεάζει την επίδοσή τους στο σχολείο και τελικά στο γνωστικό επίπεδο που αυτοί φτάνουν (House, 2002). Έτσι, ένα ερώτημα που συχνά ταλανίζει τη σύγχρονη έρευνα έχει να κάνει με την αποτελεσματικότητα μιας διδασκαλίας. Σε ό,τι αφορά ειδικότερα την διδασκαλία περιβαλλοντικών εννοιών, το ενδιαφέρον επεκτείνεται και στη συνολική βελτίωση του γνωστικού επιπέδου των μαθητών, μέσω της επίτευξης επιστημονικών απόψεων (Sogunro, 2001; Angell *et al.*, 2001; Lindemann-Matthies, 2002; Steel *et al.*, 2004; Knight and Wood, 2005; Randler and Bogner, 2006). Πολλές αναφορές μπορούν να βρεθούν επίσης σχετικά με την επίπτωση της διδασκαλίας περιβαλλοντικών θεμάτων σε τυπικά θεματικά αντικείμενα του σχολείου, καθώς και σε σχολικές δοκιμασίες (Hoody, 1995; Myers *et al.*, 2004; ; Bartosh *et al.*, 2006).

Τα ειδικότερα ερωτήματα που τέθηκαν σε αυτό το σκέλος της έρευνας ήταν τα ακόλουθα:

- ☀ Μπορούν οι μαθητές μετά την παρέμβαση να διαμορφώσουν μια ξεκάθαρη εικόνα για την έννοια που να μπορούν να περιγράψουν και να εντοπίσουν τα κατάλληλα συστήματα στα οποία εμφανίζεται η βιοποικιλότητα;
- ☀ Οδήγησε η παρέμβαση στην αναδόμηση των αντιλήψεων που έφεραν οι μαθητές σχετικά με την αλληλεπίδραση κληρονομικότητας και περιβάλλοντος για την εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών;
- ☀ Οδήγησε η παρέμβαση τους μαθητές να διευρύνουν τη σκέψη τους από το ειδικό στο γενικό, να ξεφύγουν δηλαδή από τον μικρόκοσμό τους και να κοιτάξουν συνολικά το περιβάλλον;
- ☀ Μπορούν μετά την παρέμβαση να αναγνωρίσουν τα πλεονεκτήματα της αυξημένης βιοποικιλότητας στα τρία επίπεδα εμφάνισής της;
- ☀ Οδήγησε η παρέμβαση τους μαθητές να εστιάσουν ακόμα και σε ότι δεν είναι ορατό;
- ☀ Ενσωματώνουν οι μαθητές μετά την παρέμβαση στο γνωστικό τους οικοδόμημα την αλλαγή στο χρόνο;
- ☀ Οδήγησε η παρέμβαση τους μαθητές να οικοδομήσουν ένα μοντέλο σκέψης για την έννοια;
- ☀ Εμφανίζονται διαφορές στα δύο φύλα σε ότι αφορά την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας;
- ☀ Εμφανίζονται διαφορές στις τρεις τάξεις σε ότι αφορά την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας;
- ☀ Εμφανίζονται διαφορές στους μαθητές από διαφορετικές περιοχές προέλευσης σε ότι αφορά την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας;

Με βάση τα ερωτήματα που τέθηκαν στο στάδιο αυτό της έρευνας, εξετάστηκαν οι απαντήσεις για να διαπιστωθεί εάν άλλαξε ο τρόπος προσέγγισης της έννοιας από τους μαθητές και να προσδιοριστεί εάν τα σημεία που εστιάστηκε η διδακτική παρέμβαση για να πετύχει την εννοιολογική αλλαγή προς την επιστημονική άποψη ήταν κατάλληλα. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην ανίχνευση του τρόπου με τον οποίο η παρέμβαση οδηγεί τους μαθητές στην οικοδόμηση ενός μοντέλου σκέψης και στην περιγραφή αυτού του μοντέλου.

3.2.4 Μέθοδος

Η διδακτική παρέμβαση που σχεδιάστηκε με βάση τα αποτελέσματα από την πιλοτική εφαρμογή του ερωτηματολογίου, πραγματοποιήθηκε στους μαθητές των ίδιων σχολείων που επισκέφτηκαν το Κ.Π.Ε. Μακρινίτσας και συμμετείχαν και στο πρώτο μέρος της έρευνας. Όλοι οι μαθητές συμπλήρωσαν το ίδιο ερωτηματολόγιο (που θεωρήθηκε ως *pretest*) πριν την παρέμβαση και μετά από αυτή (θεωρήθηκε ως *posttest*). Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση του επιπέδου βελτίωσης των μαθητών στις δύο παρεμβάσεις ήταν το ίδιο όπως περιγράφηκε στο πρώτο μέρος της έρευνας (Παράρτημα Ι). Κάποιες από τις ερωτήσεις του εξαιρέθηκαν από την επεξεργασία, γιατί απαντήθηκαν κατά τον ίδιο τρόπο από όλους τους μαθητές (για παράδειγμα εάν έχουν ξανακούσει την έννοια). Οι ερωτήσεις διατυπώθηκαν με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι εφικτή η αξιολόγησή τους και δοκιμάστηκε στην πιλοτική εφαρμογή, για να διαπιστωθεί ότι είναι κατανοητές από όλους τους μαθητές. Μετά την δοκιμαστική εφαρμογή ακολούθησε συζήτηση και έγιναν οι απαραίτητες τροποποιήσεις ώστε το ερωτηματολόγιο να μπορεί να επιτελέσει τον διττό του ρόλο. Για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των διδασκαλιών δεν χρησιμοποιήθηκαν τα φύλλα εργασίας μετά από τη διδασκαλία, καθώς θα αύξαναν υπερβολικά τον χρόνο και τη δυσφορία των μαθητών.

Οι απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο τόσο πριν, όσο και μετά τις παρεμβάσεις αξιολογήθηκαν με τον ίδιο τρόπο και ανάλογα με το πόσο πλησίαζαν στην επιστημονική θεώρηση που τους παρουσιάστηκε. Για τον λόγο αυτό δημιουργήθηκε ένα σύστημα βαθμολόγησης της κάθε απάντησης που παρουσιάζεται στο Παράρτημα ΙΙΙ. Για τις κλειστές ερωτήσεις τύπου σωστό – λάθος και πολλαπλής επιλογής βαθμολογήθηκε μόνο η σωστή απάντηση. Για τις ανοιχτές ερωτήσεις αντίθετα παρατηρήθηκε μεγάλη ετερογένεια απαντήσεων και για τον λόγο αυτό κρίθηκε απαραίτητο να δημιουργηθεί μια κλίμακα βαθμολογίας για την κάθε μια. Το άριστα σε ένα ερωτηματολόγιο καθορίστηκε το 10. Στη συνέχεια τα αποτελέσματα επεξεργάστηκαν στατιστικά.

Οι απαντήσεις των μαθητών στα δύο ερωτηματολόγια (*pretest* και *posttest*) δεν αναλύθηκαν μόνο ποσοτικά. Η ποσοτική προσέγγιση των αποτελεσμάτων, θεωρήθηκε ότι δεν μπορούσε να προσφέρει μια ολοκληρωμένη εικόνα για την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων στη σκέψη των μαθητών. Για το λόγο αυτό επιχειρήθηκε ταυτόχρονα και μια ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων (για τις ανοιχτές ερωτήσεις), έτσι ώστε να γίνει κατανοητός και ο βαθμός κατά τον οποίο επηρεάστηκαν οι μαθητές στην κάθε περίπτωση.

3.2.5 Η διδακτική παρέμβαση

Η ύπαρξη περισσότερων του ενός εκατομμυρίου ειδών πάνω στη γη δεν μπορεί να περάσει απαρατήρητη από τους μαθητές και αποτελεί μια ισχυρή απόδειξη της μεγάλης ποικιλότητας των ζωντανών οργανισμών. Στη μέση εκπαίδευση, οι μαθητές εκφράζουν την περιέργειά τους για τη φύση και εξερευνούν πολλούς διαφορετικούς οργανισμούς με πολλούς διαφορετικούς τρόπους (ξεκινώντας από την πρώτη Γυμνασίου στο Αναλυτικό Πρόγραμμα) και πολύ συχνά αναζητούν εξηγήσεις για τον τρόπο που αυτή δημιουργήθηκε και τη σημασία της στη ζωή. Για να γίνει κατανοητή όμως η έννοια της βιοποικιλότητας και να εξηγηθεί ο τρόπος με τον οποίο αυτή προέκυψε, είναι απαραίτητο να έρθουν σε επαφή οι μαθητές με την εξελικτική θεωρία, η οποία αποτελεί κομβικό σημείο στην κατανόηση της τεράστιας ποικιλομορφίας της ζωής. Ιδιαίτερη σημασία έχει η εξήγηση της *φυσικής επιλογής και της προσαρμογής*, που αποτελούν τους μηχανισμούς με τους οποίους εμφανίζονται νέα χαρακτηριστικά και είδη.

Πριν την διδακτική παρέμβαση οι μαθητές εργάζονται σε εισαγωγικά φύλα εργασίας που παρατίθενται στο παράρτημα IV. Οι μαθητές, ενώ έχουν μια γενική εντύπωση των εξελικτικών αλλαγών και του τρόπου που αυτές εμφανίζονται, δεν είναι σε θέση να διακρίνουν τον τρόπο που αυτή η διαδικασία μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία νέων ειδών και να αυξήσει την βιοποικιλότητα. Έτσι, είναι απαραίτητο να διευρύνουν την σκέψη τους από το άτομο στο σύνολο και να κατανοήσουν ότι όλα αυτά τα διαφορετικά είδη οργανισμών συνθέτουν ένα επίπεδο βιοποικιλότητας, την ποικιλότητα των ειδών. Για να γίνει αυτό εφικτό, η εισαγωγή του μαθήματος καλό είναι να περιλαμβάνει κάποια παραδείγματα. Στα παραδείγματα αυτά οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να έρθουν σε επαφή με το θεωρητικό υπόβαθρο της έννοιας, αλλά και άλλων οικολογικών εννοιών, καθώς και τον ρόλο του ανθρώπου στα σχετικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Μέσα από τα παραδείγματα αυτά οι μαθητές αρχίζουν να συζητούν τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η αυξημένη βιοποικιλότητα τόσο σε ένα είδος οργανισμού όσο και σε ένα πληθυσμό και οικοσύστημα.

Κατά τη διάρκεια της εισαγωγικής φάσης δίνεται η δυνατότητα να αποκαλυφθεί τι γνωρίζουν οι μαθητές σχετικά με την κληρονομικότητα, την προσαρμογή στο περιβάλλον και την φυσική επιλογή, θέματα στα οποία συχνά παρουσιάζονται παρανοήσεις. Η κύρια δυσκολία που εντοπίζεται σε ερευνητικά δεδομένα για την κατανόηση της φυσικής επιλογής, έχει να κάνει με την αδυναμία σύνδεσης στο μυαλό των μαθητών δύο ανεξάρτητων διαδικασιών της εξέλιξης: της εμφάνισης νέων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό και τη συνεισφορά αυτών στην επιβίωση του πληθυσμού στον χρόνο. Πολλοί μαθητές πιστεύουν ότι οι περιβαλλοντικές

συνθήκες είναι υπεύθυνες για τις αλλαγές των χαρακτηριστικών, είτε ότι οι οργανισμοί αναπτύσσουν καινούρια χαρακτηριστικά, γιατί τα χρειάζονται, για να επιβιώσουν, είτε ακόμα ότι αυτά εμφανίζονται, γιατί υπέρ- ή υπό- χρησιμοποιούν κάποια όργανα του σώματός τους.

Μετά την εισαγωγική φάση, εφαρμόζεται το σχέδιο διδασκαλίας που έχει σχεδιαστεί για δραστηριότητες μέσα στο φυσικό περιβάλλον, έτσι ώστε οι μαθητές να έρθουν σε επαφή, τόσο με την ερευνητική μεθοδολογία, όσο και να αποκτήσουν μια βιωματική εικόνα για το θέμα που διδάσκονται. Μπορεί να αποτελέσει ένα αυτόνομο ημερήσιο πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης ή ακόμα τμηματικά, τόσο για τη διδασκαλία τόσο Βιολογικών θεμάτων, όσο και σε συνδυασμό με άλλα μαθήματα (κυρίως Μαθηματικά και Φυσικές Επιστήμες) να αποτελέσει εφελκυστικό για διεπιστημονικές προσεγγίσεις. Η διδασκαλία μπορεί να χωριστεί σε τρεις φάσεις:

- ⊕ Η πρώτη φάση, περιλαμβάνει εισαγωγικές δραστηριότητες πριν την εξόρμηση στο πεδίο, έτσι ώστε σε συνέχεια της προηγούμενης συζήτησης, να δημιουργηθούν τα κατάλληλα ερεθίσματα στους μαθητές για αναζήτηση και να διατυπωθούν τα ερωτήματα που θα διερευνηθούν.
- ⊕ Η δεύτερη φάση, πραγματοποιείται αποκλειστικά στο φυσικό περιβάλλον. Οι μαθητές καλούνται να πραγματοποιήσουν μετρήσεις τόσο αβιοτικών όσο και βιοτικών παραγόντων στις περιοχές που επισκέπτονται, να παρατηρήσουν τους ζωντανούς οργανισμούς και να αποκτήσουν μια εμπειρική εικόνα της έννοιας.
- ⊕ Η τρίτη φάση, περιλαμβάνει την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν στο πεδίο και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Οι μαθητές αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με το διδάσκοντα, αναζητούν πληροφορίες σε έντυπο και ηλεκτρονικό υλικό και προσπαθούν να εκτιμήσουν τη βιοποικιλότητα των περιοχών που επισκέφτηκαν, τους κινδύνους που αντιμετωπίζει και τα πλεονεκτήματα και ενδεχομένως τα μειονεκτήματα που απορρέουν από αυτή.

Για την εκτέλεση των δραστηριοτήτων είναι απαραίτητη η ύπαρξη οργάνων μέτρησης του pH, της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ηλιοφάνειας, για τη συλλογή των στοιχείων. Επίσης, παρέχεται στους μαθητές ένα φορητό κασετόφωνο, για να καταγράψουν το κελάδημα διαφορετικών ειδών πτηνών που συναντούν στην εξόρμησή τους. Σε μία ομάδα δίνεται ένα δοχείο συλλογής εντόμων και λαβίδες, ενώ μεγεθυντικοί φακοί σ' αυτούς που θα καταγράψουν τα φυτά και πυξίδα και αλτίμετρο σ' αυτούς που θα δημιουργήσουν τον χάρτη. Μετά την επιστροφή από το πεδίο είναι διαθέσιμα βιβλία σχετικά με τη βλάστηση, την εντομοπανίδα και την ορνιθοπανίδα της περιοχής.

Αναλυτικότερα για κάθε μια από αυτές:

Πρώτη φάση: Η αρχική ενότητα της εργασίας, που πραγματοποιείται πριν την εξόρμηση στο πεδίο περιλαμβάνει ανακεφαλαίωση των συμπερασμάτων που εξήχθησαν από τα παραδείγματα της εισαγωγικής φάσης. Αρκετά τέτοια παραδείγματα μπορούν να βρεθούν επίσης και στο διαδίκτυο (π.χ. <http://unisci.com>). Σημαντικό είναι να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στα τρία επίπεδα που εμφανίζεται η βιοποικιλότητα (άτομα, είδη, οικοσυστήματα), στις αλληλεπιδράσεις που συμβαίνουν μεταξύ τους και στους παράγοντες που επεμβαίνουν για τη διαμόρφωση της. Ακολουθεί χωρισμός των μαθητών σε πέντε ομάδες των δύο ατόμων και εξηγούνται αναλυτικά τα καθήκοντα της κάθε ομάδας. Οι μαθητές ενημερώνονται ότι θα επισκεφτούν δύο διαφορετικές περιοχές που βρίσκονται πολύ κοντά η μια με την άλλη, αλλά διαφέρουν αρκετά στους βιοτικούς και τους αβιοτικούς παράγοντες που περιέχουν. Σκοπός τους θα είναι να εντοπίσουν και να υπολογίσουν τους αβιοτικούς παράγοντες που μπορούν να αποτελέσουν ‘εξελικτικές πιέσεις’ και να οδηγήσουν στην επικράτηση διαφορετικών μορφών ζωής σε κάθε περιοχή. Κάθε μέλος της ομάδας θα αναλάβει μια διαφορετική αρμοδιότητα. Θα πρέπει να μαζέψουν στοιχεία για τα εξής:

☼ Τους αβιοτικούς παράγοντες μιας περιοχής, δηλαδή το pH του εδάφους, τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ηλιοφάνεια και τη σύσταση του εδάφους. Κάποιοι λοιπόν θα παίζουν τον ρόλο των Γεωλόγων.

☼ Τη βλάστηση της περιοχής. Μέσα στα στενά όρια της περιοχής μελέτης τους θα πρέπει να καταγραφούν από κάποιους, που θα αναλάβουν το ρόλο του Βοτανολόγου της παρέας, τα στοιχεία που αφορούν τα φυτά και τα δέντρα.

☼ Τα έντομα που συναντούμε στην περιοχή μελέτης μας. Σίγουρα δεν είναι δυνατόν να τα αναγνωρίσουν όλα, αλλά τουλάχιστον μπορούν να τα μετρήσουν και να καταγράψουν τα σημαντικότερα. Οι μετρήσεις θα συνεχιστούν στο εργαστήριο σε δείγμα από το χώμα που θα μαζέψουν.

☼ Τα πτηνά που θα συναντήσουμε στην περιοχή. Οι Ορνιθολόγοι θα αναλάβουν να μετρήσουν πόσα διαφορετικά είδη θα πετάξουν και πόσα θα σταματήσουν μέσα στις περιοχές που θα επισκεφτούν.

☼ Τέλος η ομάδα των Χαρτογράφων θα αναλάβουν να τοποθετήσουν όλες τις πληροφορίες που θα συλλέξουν οι υπόλοιπες ομάδες σε έναν χάρτη της κάθε περιοχής.

Δεύτερη φάση: Η ανάπτυξη της δεύτερης ενότητας στηρίζεται στη συλλογή στοιχείων από τους μαθητές στο φυσικό περιβάλλον. Χωρίζονται σε ομάδες των δύο ή τριών ατόμων και επισκέπτονται δύο περιοχές στο φυσικό ή ανθρωπογενές περιβάλλον, διαφορετικές εάν είναι δυνατόν μεταξύ τους. Κάθε μια από τις ομάδες αυτές θα συλλέξει διαφορετικά περιβαλλοντικά δεδομένα τόσο για τους βιοτικούς παράγοντες δύο περιοχών, όσο και για τους αβιοτικούς. Σημαντικό είναι να γίνει μια εισαγωγική συζήτηση για τα συστατικά των οικοσυστημάτων (βιοτικοί – αβιοτικοί παράγοντες και μεταξύ τους σχέσεις), έτσι ώστε κατά την εξόρμησή τους οι μαθητές να έχουν κατανοήσει ότι οι μετρήσεις τους αποτελούν μέρος ενός συνόλου που αλληλεπιδρά με τα άλλα. Οι ομάδες συμπληρώνουν τους πίνακες που έχουν στα φύλα εργασίας τους και στη συνέχεια προσπαθούν να εξάγουν συμπεράσματα από τα στοιχεία τους, τόσο για την κάθε περιοχή ξεχωριστά όσο και για τις ομοιότητες και διαφορές μεταξύ τους. Στη φάση αυτή, προτείνεται να γίνει συζήτηση για τον τρόπο δειγματοληψίας (π.χ. τυχαία επιλογή σημείων, περισσότερες επαναλήψεις), τον κίνδυνο αντιμετώπισης σφαλμάτων και παρερμηνειών κατά την επεξεργασία. Εξηγείται επίσης στους μαθητές η χρήση κάποιων οργάνων, π.χ. μέτρησης του pH. Ιδιαίτερα για τη δημιουργία του χάρτη της κάθε περιοχής καλό είναι να επικοινωνούν οι χαρτογράφοι με τις άλλες ομάδες και όχι αντίθετα.

Τρίτη φάση: Μετά την επιστροφή των μαθητών από το πεδίο, γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν (π.χ. υπολογισμός μέσων όρων) και συζητείται το θέμα της στατιστικής επεξεργασίας. Οι μαθητές κάθε ομάδας, μόνοι τους στην αρχή, προσπαθούν να χαρακτηρίσουν την κάθε περιοχή ως προς τα χαρακτηριστικά που μέτρησαν και στη συνέχεια να συγκρίνουν τις δύο περιοχές ως προς αυτά. Οι μαθητές ενθαρρύνονται συνεχώς να σκεφτούν και να συζητήσουν και το γιατί της εμφάνισης των χαρακτηριστικών που μέτρησαν. Στη συνέχεια οι ομάδες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, συνθέτουν τα διαφορετικά επίπεδα πληροφορίας, έτσι ώστε να γίνει κατανοητό ότι οι φυσικοί παράγοντες (τόσο βιοτικοί όσο και αβιοτικοί), συν-διαμορφώνονται και επηρεάζονται ο ένας από τον άλλο. Σημαντικό είναι σε όλη τη διαδικασία να εστιάζεται το ενδιαφέρον των μαθητών τόσο στις αλληλεπιδράσεις, όσο και στη διαμόρφωση της βιοποικιλότητας της κάθε περιοχής ανάλογα με τις αλληλεπιδράσεις αυτές.

Από τις ερωτήσεις που έχουν γίνει ήδη στις προηγούμενες ενότητες μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα, τα οποία σε αυτή την ενότητα πρέπει να συγκεντρωθούν, να

ενοποιηθούν, να γενικευτούν και να παρουσιαστούν. Η συζήτηση καλό είναι να εστιαστεί στο πιο κρίσιμο σημείο της κατανόησης των εννοιών, δηλαδή στην αλλαγή ως διαδικασία και πώς μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία κληρονομήσιμων χαρακτηριστικών με την πάροδο του χρόνου. Εστιάζοντας στο σκοπό αυτό, μπορούμε να βεβαιωθούμε ότι οι μαθητές δε θα παρανοήσουν το 'γιατί' της αξίας της επιβίωσης. Στο τέλος της ενότητας πρέπει να είμαστε σίγουροι ότι οι μαθητές δεν πιστεύουν εσφαλμένα ότι το περιβάλλον υπαγορεύει τις αλλαγές, αλλά ότι το περιβάλλον υπαγορεύει ποιο άτομο θα επιβιώσει και θα κληρονομήσει τα χαρακτηριστικά του.

Τέλος, οι μαθητές καλούνται να αναπτύξουν ένα φανταστικό σενάριο, για τις συνέπειες που θα έχει σε κάθε περιοχή που επισκέφτηκαν στη περίπτωση που μια φυσική καταστροφή εμφανιζόταν, για παράδειγμα μια παρατεταμένη ξηρασία. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να γίνει κατανοητό με ποιόν τρόπο η ποικιλότητα των ειδών μπορεί να επηρεάσει την σταθερότητα ενός οικοσυστήματος. Όσο περισσότερα διαφορετικά είδη υπάρχουν στην περιοχή τόσο περισσότερες είναι οι πιθανότητες να αντιδράσουν απέναντι σε μια καταστροφή. Επιδεικνύονται επίσης ομοιότητες και συνδέσεις με το θέμα της γενετικής ποικιλότητας και τον τρόπο που ένας πληθυσμός του ίδιου είδους μπορεί να επιβιώσει των αλλαγών όταν έχει μεγάλη ποικιλότητα. Ακολουθεί σύνθεση και παρουσίαση των συμπερασμάτων.

3.2.6 Αποτελέσματα και συζήτηση

Για να εκτιμηθεί εάν η διδακτική παρέμβαση ήταν αποτελεσματική σύμφωνα με τους στόχους που τέθηκαν, αξιολογήθηκαν οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στο αρχικό και στο τελικό ερωτηματολόγιο, όπως ήδη αναφέρθηκε. Σκοπός της διερεύνησης αυτής ήταν να διαπιστωθεί αφ' ενός εάν η παρέμβαση που σχεδιάστηκε μπορούσε να βελτιώσει την επίδοση των μαθητών σε θέματα που άπτονται της βιοποικιλότητας και αφ' ετέρου εάν μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές να αναδομήσουν κάποιες από τις πρότερες αντιλήψεις τους για την έννοια. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών, έπαιξε το ρόλο και του οργάνου αξιολόγησης των γνώσεών τους σχετικά με την έννοια της βιοποικιλότητας. Οι απαντήσεις που δόθηκαν στις ανοιχτές ερωτήσεις συγκρίθηκαν με τις αρχικές, έτσι ώστε να γίνει μια εκτίμηση για το μέγεθος της αλλαγής των αντιλήψεων του κάθε μαθητή. Τα αποτελέσματα αυτής της σύγκρισης παρουσιάζονται περιγραφικά. Αντίθετα, έγινε και μια προσπάθεια ποσοτικής σύγκρισης των απαντήσεων των μαθητών σύμφωνα με μια κλίμακα αξιολόγησης, η οποία δημιουργήθηκε για το σκοπό αυτό. Ανάλογα με τις απαντήσεις που έδωσε κάθε μαθητής, κυρίως στις κλειστές ερωτήσεις, βαθμολογήθηκε με άριστα το 10, τόσο πριν δεχθεί κάποια διδακτική παρέμβαση (pretest), όσο και μετά από αυτή (posttest). Κάποιες ερωτήσεις εξαιρέθηκαν από τη βαθμολογία, γιατί είχαν πολύ μεγάλο εύρος απαντήσεων και εμπειρείχαν μεγάλο βαθμό υποκειμενικότητας, όπως για παράδειγμα η ερώτηση 4: *Ποιοι παράγοντες καθορίζουν τη δική σου επιβίωση στην καθημερινή σου ζωή;*

Με τη βοήθεια της αξιολογικής κλίμακας, δημιουργήθηκε για κάθε μαθητή κάθε τάξης ένα ζευγάρι τιμών πριν και μετά την διδασκαλία, που αποτέλεσαν δύο συσχετισμένα δείγματα, στα οποία τα άτομα που συγκρίνουμε είναι τα ίδια. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ένας τρόπος, για να εξεταστεί εάν μια διδασκαλία οδήγησε σε στατιστικά σημαντική βελτίωση της επίδοσης των μαθητών στηρίζεται στην εφαρμογή του κριτηρίου t για δύο συσχετισμένες ομάδες ή δείγματα (paired samples t-test). Με την εφαρμογή του κριτηρίου αυτού είναι δυνατό να καθοριστεί εάν υπάρχει κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών των μέσων όρων των δύο ομάδων που αποτελούνται από τα ίδια άτομα (Angell *et al.*, 2001; Lindemann-Matthies, 2002; Bartosh *et al.*, 2006; Randler and Bogner, 2006).

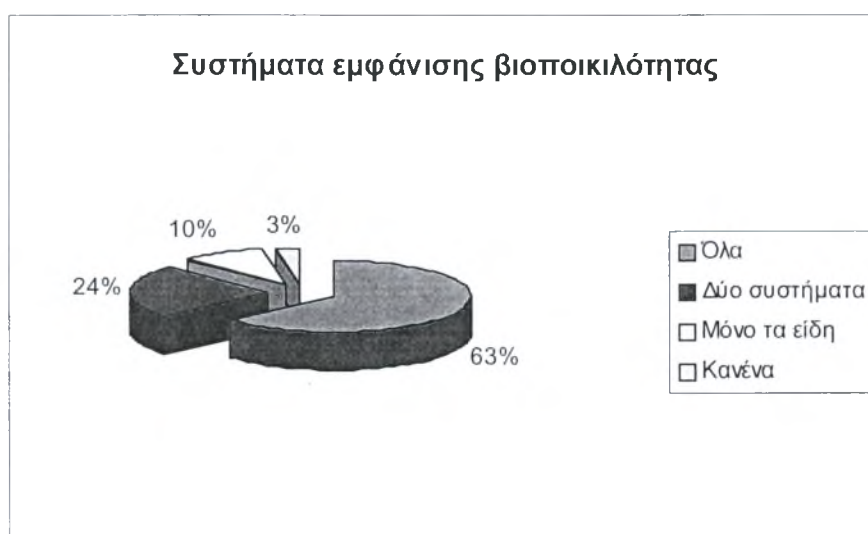
Από την επεξεργασία του δείγματος προέκυψε ότι δεν υπάρχουν ακραίες τιμές που μπορούν να επηρεάσουν την ομοιομορφία της κατανομής, η οποία πλησιάζει την κανονική και πληροί

τις προϋποθέσεις για την εφαρμογή παραμετρικών κριτηρίων. Έτσι, για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων εφαρμόστηκε το κριτήριο t για δύο συσχετισμένες ομάδες ή δείγματα (paired samples t-test). Η επιλογή αυτής της δοκιμασίας επιλέχθηκε, γιατί οι ομάδες των μαθητών πριν και μετά τη διδασκαλία ήταν οι ίδιες, έτσι ώστε για κάθε μαθητή δημιουργήθηκε ένα ζευγάρι τιμών. Κατά την εκτέλεσή της συγκρίνεται ο μέσος όρος της βαθμολογίας της ίδιας ομάδας μαθητών πριν και μετά τη διδασκαλία και εκτιμώνται οι διαφορές για το πόσο σημαντικές είναι στατιστικά. Για να μπορεί όμως να εφαρμοστεί το κριτήριο αυτό, θα πρέπει να ικανοποιούνται οι βασικές προϋποθέσεις που ισχύουν για τα παραμετρικά κριτήρια, δηλαδή: α) η κατανομή του πληθυσμού να είναι κανονική, β) η δειγματοληψία να είναι τυχαία, γ) οι εξαρτημένες μεταβλητές να είναι συνεχείς, και δ) οι διακυμάνσεις των ομάδων σύγκρισης του πληθυσμού να είναι ίσες (Ρούσσοσ και Τσαούσης, 2006). Μια ένδειξη μπορεί να μας δώσουν τα αποτελέσματα από το Levene's test όπου εάν ο δείκτης σημαντικότητας είναι μικρότερος από 0,05 τότε δεν μπορεί να εφαρμοστεί το παραμετρικό κριτήριο. Θα πρέπει, λοιπόν, πρώτα να ελέγχεται το δείγμα για το αν πληρούνται οι απαιτήσεις για τη χρήση παραμετρικών ελέγχων και στην περίπτωση που υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις παραβίασης, τότε πρέπει να επιλέγεται ένα μη παραμετρικό κριτήριο, που στα δεδομένα της συγκεκριμένης έρευνας είναι το Kruskal-Wallis 2 related samples.

Τέλος, για να διαπιστωθεί εάν οι ανεξάρτητες μεταβλητές (τάξη, φύλο, περιοχή προέλευσης) επηρεάζουν τα αποτελέσματα των δύο παρεμβάσεων, ελέγχθηκαν σε όλο το δείγμα και σε κάθε τάξη ξεχωριστά. Για την επίδραση του φύλου χρησιμοποιήθηκαν τα παραμετρικά και μη παραμετρικά στατιστικά κριτήρια που ήδη αναφέρθηκαν, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του δείγματος, ενώ για την τάξη και την περιοχή προέλευσης το παραμετρικό κριτήριο που χρησιμοποιήθηκε ήταν η ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA) και, όταν δεν ήταν εφικτό, το αντίστοιχο μη παραμετρικό κριτήριο Kruskal-Wallis. Όλα τα δεδομένα έτυχαν στατιστικής επεξεργασίας στο ειδικό λογισμικό SPSS (Στατιστικό Πακέτο για τις Κοινωνικές επιστήμες) και αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Παράρτημα V.

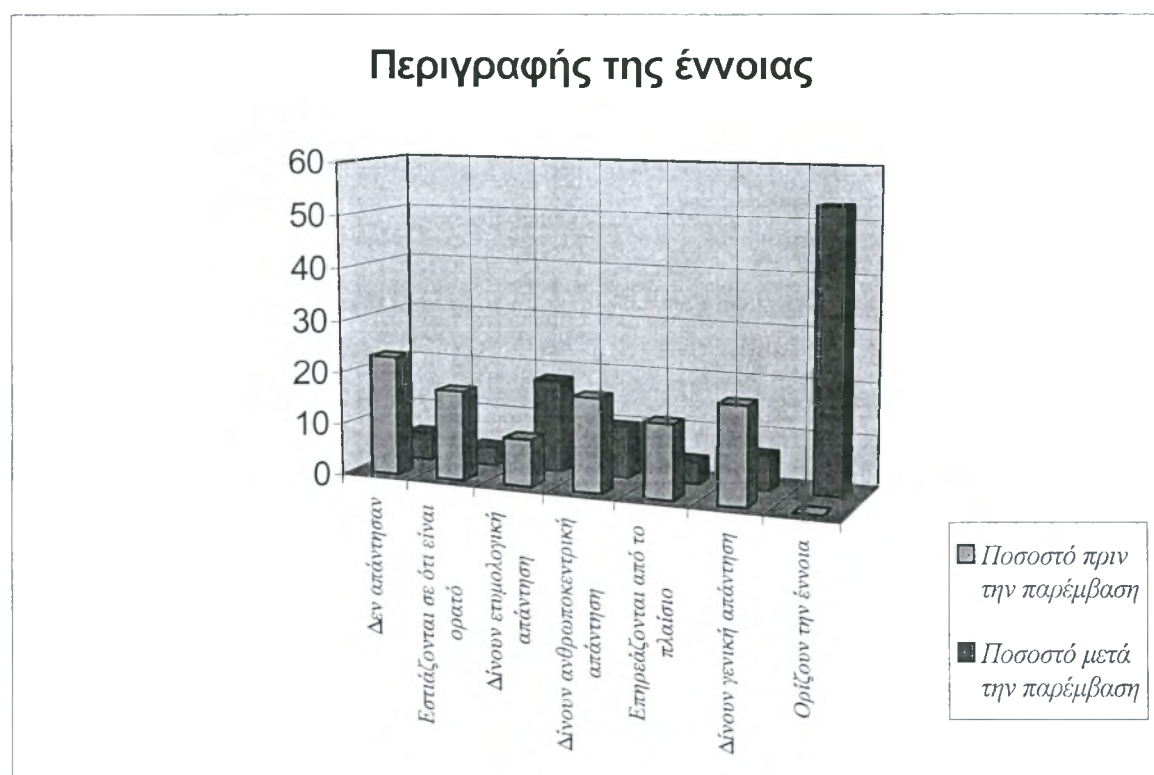
3.2.6.1 Για τα συστήματα που εμφανίζεται

Η πρώτη ερώτηση του ερωτηματολογίου που αφορούσε το εάν είχαν ακούσει ξανά την λέξη βιοποικιλότητα, εξαιρέθηκε από την ανάλυση γιατί μετά τη διδασκαλία όλοι οι μαθητές απάντησαν θετικά. Έτσι το ενδιαφέρον εστιάστηκε στο κατά πόσο οι μαθητές, μετά τη διδασκαλία, μπορούν να εντοπίσουν τα κατάλληλα συστήματα στα οποία εμφανίζεται η βιοποικιλότητα, μέσω της δεύτερης ερώτησης πολλαπλής επιλογής. Όπως παρουσιάζεται και στο σχήμα 15, τα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά. Το 63% των μαθητών αναγνωρίζει και τα τρία φυσικά συστήματα που εμφανίζουν βιοποικιλότητα, ενώ στο αρχικό ερωτηματολόγιο κανένας μαθητής δεν είχε επιλέξει και τα τρία συστήματα. Το 24% των παιδιών επιλέγουν δύο σωστά συστήματα, αγνοώντας είτε τα οικοσυστήματα είτε τα γονίδια. Μερικοί μαθητές συνεχίζουν να συγχέουν την έννοια του οικοσυστήματος με αυτή των βιοτόπων, λιγότερα όμως από πριν, ενώ τα περισσότερα επιλέγουν τα οικοσυστήματα ως σύστημα εμφάνισης της βιοποικιλότητας. Το 11% των μαθητών επιλέγει μόνο τα είδη, ενώ υπάρχουν και κάποιοι μαθητές (3%) που δεν επιλέγουν κανένα σύστημα σωστά. Σημαντικά λιγότεροι μαθητές επιλέγουν τους βιότοπους, αλλά και τις καλλιέργειες, ακόμα και μαθητές που ζουν σε αγροτικές και ημιαστικές περιοχές. Σημαντική είναι επίσης και η αλλαγή των μαθητών αστικών και ημιαστικών περιοχών που είχαν επιλέξει τις πόλεις και τα άτομα ως σύστημα αναφοράς της βιοποικιλότητας στην αρχή και άλλαξαν στάση. Οι αλλαγές αυτές εμφανίζονται εξ' ίσου στις τρεις τάξεις του Γυμνασίου, αλλά και στα δύο φύλα ανεξάρτητα από την περιοχή προέλευσης.



Σχήμα 15: Ποσοστά μαθητών ανάλογα με τις επιλογές τους για συστήματα στα οποία εμφανίζεται βιοποικιλότητα..

Από τις περιγραφές που έδωσαν τα παιδιά για τη λέξη βιοποικιλότητα φαίνεται ότι υπάρχουν σημαντικές αλλαγές στον τρόπο που προσεγγίζουν την έννοια. Οι απαντήσεις που έδωσαν κωδικοποιήθηκαν σε έξι κατηγορίες, με τον ίδιο τρόπο που περιγράφηκε στο πρώτο μέρος της έρευνας και μπορεί να βρεθεί στο Παράρτημα III (Ερώτηση 1Γ). Στις πέντε ήδη διαμορφωμένες κατηγορίες, μετά την παρέμβαση προστίθεται άλλη μια που πριν δεν υπήρχε: πολλοί μαθητές (53,1%) προσπάθησαν να ορίσουν την έννοια με τρόπο που να πλησιάζει στον επιστημονικό ορισμό. Απαντήσεις όπως: *‘Η βιοποικιλότητα αναφέρεται σε διαφορετικά γονίδια, είδη και βιοτόπους’* και *‘είναι τα διαφορετικά είδη, γονίδια και οικοσυστήματα’* είναι πλέον συχνές. Βέβαια, επιβεβαιώνεται η σύγχυση που επικρατεί σχετικά με τα οικοσυστήματα καθώς μερικοί μαθητές χρησιμοποιούν τους βιοτόπους ή άλλες λέξεις όπως *‘τοπία’* ή *‘περιβάλλον’* για να τα περιγράψουν. Από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο σχήμα 16, φαίνεται ότι το ποσοστό των μαθητών που δίνει απαντήσεις που εντάσσονται στις περισσότερες από τις άλλες κατηγορίες είναι μικρότερο. Μόνο οι μαθητές που δίνουν ετυμολογική απάντηση έχουν αυξηθεί, καθώς αρκετά παιδιά (17,7%) συγχέουν γραμματικά τον ορισμό με την ετυμολογία της λέξης. Τέλος, σχεδόν το ίδιο ποσοστό μαθητών εστιάζουν στο πρόβλημα συνεχίζοντας να αναφέρουν ότι *‘η βιοποικιλότητα αναφέρεται στην εξαφάνιση ειδών και οργανισμών λόγω της επίδρασης του ανθρώπου’*.



Σχήμα 16: Σύγκριση των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές για να περιγράψουν την έννοια της βιοποικιλότητας, πριν και μετά την παρέμβαση.

3.2.6.2 Για την αλληλεπίδραση μεταξύ των συστημάτων και τις αλλαγές τους

Στις επόμενες ερωτήσεις έγινε μια προσπάθεια να διερευνηθεί η αντίληψη των μαθητών για τα αίτια που δημιουργούν την ποικιλότητα στα διάφορα συστήματα, έτσι ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο μπορούν πλέον τα παιδιά να αναγνωρίζουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συστημάτων που οδηγούν στην εμφάνιση των χαρακτηριστικών ενός ατόμου. Το ενδιαφέρον εστιάστηκε στο εάν οι μαθητές αφ' ενός αναγνωρίζουν την αλληλεπίδραση κληρονομικότητας και περιβάλλοντος ως αιτία εμφάνισης ενός φαινοτύπου και αφ' ετέρου στην αναγνώριση της σημασίας ορισμένων κρίσιμων παραγόντων για τη διαμόρφωση της βιοποικιλότητας, όπως για παράδειγμα την αμφιγονική αναπαραγωγή και τις μεταλλάξεις, αλλά και ορισμένων περιβαλλοντικών πιέσεων. Από την διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των παιδιών που προηγήθηκε, διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρχαν μαθητές που να συνδυάζουν όλες ή κάποιες από αυτές τις παραμέτρους στις απαντήσεις τους, γι' αυτό αποτέλεσε έναν σημαντικό σκοπό της παρέμβασης.

Στην πρώτη περίπτωση οι μαθητές αναφέρουν παράγοντες που, κατά τη γνώμη τους, μας κάνουν διαφορετικούς τον έναν από τον άλλο και στη συνέχεια γράφουν την άποψη τους για την αιτία των χαρακτηριστικών που μας κάνουν διαφορετικούς. Οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές μετά την παρέμβαση εμφανίζουν μια σαφή μετακίνηση προς τον επιθυμητό σκοπό. Ενώ πριν την παρέμβαση μόνο δύο μαθητές αναφέρθηκαν σε περιβαλλοντικούς παράγοντες με έμμεσο τρόπο, μετά από αυτή σχεδόν όλοι (78%), ενσωματώνουν στις απαντήσεις τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και μάλιστα εμφανίζεται μια μικρή κατηγορία που εστιάζεται μόνο στο φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον: *‘το κλίμα, το νερό και οι σχέσεις μας με άλλους ανθρώπους’*. Σχεδόν όλοι οι μαθητές, αναφέρουν την κληρονομικότητα στις απαντήσεις τους, άλλοι εστιάζοντας μόνο σ' αυτή: *«η γεννητική μας ύλη, δηλ. τα γονίδια. Είναι διαφορετικά όπως και τα ζώα στη φύση»*, άλλοι πλέον καθορίζοντας την ανάμιξη της γενετικής πληροφορίας από τους δύο γονείς: *«τα γονίδια που είναι διαφορετικά αφού τα παίρνουμε από διαφορετικούς γονείς»* ή *«από τον συνδυασμό των χρωμοσωμάτων των γονιών του»*.

Ελάχιστοι μαθητές επιμένουν να αναφέρονται σε κοινωνικούς ή συναισθηματικούς παράγοντες, όπως για παράδειγμα: *«η συμπεριφορά μας, ο χαρακτήρας, η ανατροφή και οι δραστηριότητες εκτός σχολείου»*. Επίσης, δεν συναντώνται απαντήσεις που να αναφέρουν εξωτερικά χαρακτηριστικά όπως η μόδα και το στυλ, που είχαν παρατηρηθεί στο πρώτο μέρος της έρευνας. Μια πολύ μικρή ομάδα μαθητών (2%), εξακολουθεί να δίνει ασαφείς απαντήσεις, όπως για παράδειγμα: *«ο εξωτερικός και ο εσωτερικός κόσμος»*. Μικρότερο

είναι τέλος και το ποσοστό των μαθητών που δεν έδωσαν καμιά απάντηση (3%), σε αντίθεση με το 12% που υπήρχε πριν από την παρέμβαση. Αναλύοντας μάλιστα ξεχωριστά τα ερωτηματολόγια αυτών των μαθητών διαπιστώνεται ότι οι περισσότεροι εστιάζονται είτε στην κληρονομικότητα είτε στο περιβάλλον ως κρίσιμο παράγοντα για τις διαφορές μεταξύ των ατόμων και μόνο ένας αναφέρει την αλληλεπίδρασή τους.

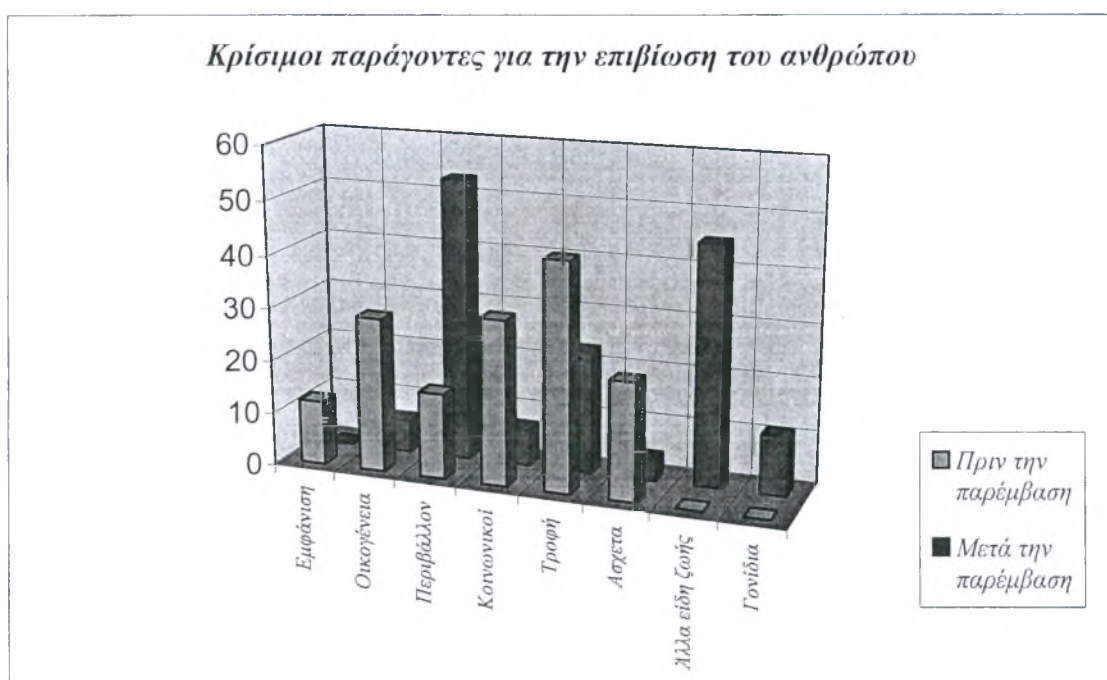
Στη δεύτερη περίπτωση για την αναγνώριση της σημασίας ορισμένων κρίσιμων παραγόντων για τη διαμόρφωση της βιοποικιλότητας, επεξεργάστηκαν οι δύο ερωτήσεις που αποσκοπούσαν στη διερεύνηση των αντιλήψεών τους σχετικά με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες οι οποίοι είναι σημαντικοί για την επιβίωση τόσο τη δικιά τους όσο και για άλλα είδη ζωντανών οργανισμών. Με τον τρόπο αυτό μπορεί γίνεται φανερό κατά πόσο τα παιδιά μπορούν να αντλήσουν πληροφορίες από ένα σύστημα για να ερμηνεύσουν τις αλλαγές που συμβαίνουν σε ένα άλλο. Για παράδειγμα εάν μπορούν να συνδυάσουν πληροφορίες σχετικές με το κλίμα ή τη σύσταση του εδάφους, με την εμφάνιση ή όχι κάποιων χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό. Με άλλα λόγια διερευνάται κατά πόσο οι μαθητές μετά την παρέμβαση μπορούν να αναγνωρίσουν παράγοντες που μπορούν να παίξουν τον ρόλο των εξελικτικών πιέσεων, μια σημαντική παράμετρος για την διαμόρφωση της βιοποικιλότητας.

Σε ότι αφορά τη δική τους ζωή, όπως παρουσιάστηκε στο Α' μέρος της έρευνας, οι απαντήσεις είχαν να κάνουν με την εξωτερική εμφάνιση, την οικογένεια, περιβαλλοντικούς παράγοντες, κοινωνικούς παράγοντες, την τροφή και τέλος κάποιες άσχετες απαντήσεις που ομαδοποιήθηκαν μαζί με αυτούς που δεν απάντησαν. Μετά την παρέμβαση μια από τις κατηγορίες αυτές δεν εμφανίζονται καθόλου, ενώ άλλες εμφανίζονται ελάχιστα. Αντίθετα, μια καινούρια κατηγορία δημιουργείται και κάποιες ενισχύονται. Αναλυτικότερα, παραδείγματα απαντήσεων που ομαδοποιήθηκαν στην κατηγορία 'εμφάνιση' πριν την παρέμβαση και περιλαμβάνουν απαντήσεις όπως: «*το ντύσιμο*», «*τα ρούχα*», «*το βάρος*», «*η μόδα*» και «*το στυλ*» που έδωσαν κάποιοι μαθητές, δεν εμφανίζονται από κανέναν μαθητή μετά την παρέμβαση. Είναι προφανές ότι τα παιδιά μετατοπίζουν την σκέψη τους σε άλλους παράγοντες που μπορούν να χαρακτηριστούν περισσότερο 'βιολογικοί' (σχήμα 17).

Όπως παρουσιάστηκε ήδη στο πρώτο μέρος της έρευνας, πολλοί μαθητές κυρίως της Β' και Γ' Γυμνασίου αναφέρθηκαν στον ρόλο της οικογένειας και έδωσαν απαντήσεις όπως: «*οι γονείς, τα αδέρφια, οι φίλοι και γενικώς η οικογένεια*», «*οι γονείς μου, εγώ και οι παππούδες μου*» και «*η οικονομική κατάσταση των γονιών μας και τα αγαθά που μας προσφέρουν*»,

εμφανώς επηρεασμένοι από τις αντιλήψεις του άμεσου περιβάλλοντός τους. Όπως φαίνεται παραστατικά στο σχήμα 17, μετά την παρέμβαση το ποσοστό τους μειώνεται από το 19% στο 4,3%, παραμένοντας κυρίως κάποιοι μαθητές κυρίως της Β' Γυμνασίου που εξακολουθούν να θεωρούν ότι η επιβίωσή τους εξαρτάται από την οικογένειά τους. Ανάλογη μείωση φαίνεται και στα ποσοστά των μαθητών που επιλέγουν συναισθηματικούς και κοινωνικούς παράγοντες στις απαντήσεις τους ή εμπλέκονται μαζί με άλλους, όπως για παράδειγμα: «η μόδα, οι παρέες που κάνουμε», «η ζωή, το παιχνίδι, το διάβασμα», «το σχολείο, η οικογένεια, οι φίλοι, η κοινωνία και το καθαρό περιβάλλον», «η διάθεσή μου, το στυλ μου, οι γονείς και οι φίλοι μου». Μετά την παρέμβαση το ποσοστό τους μειώνεται από το 20,3% στο 5,1%. Αξιοσημείωτο είναι ότι πολλά από τα παιδιά των δύο αυτών κατηγοριών, μετακινούνται προς αιτιάσεις που υπολογίζουν την ύπαρξη άλλων ειδών ζωής ως σημαντικές για την επιβίωσή τους, κατηγορία που δεν υπήρχε πριν την παρέμβαση.

Πριν την παρέμβαση πολλοί μαθητές της Α' κυρίως Γυμνασίου επέλεξαν την τροφή ως καθοριστικό παράγοντα επιβίωσης και μάλιστα την διαχώρισαν από τους υπόλοιπους περιβαλλοντικούς παράγοντες και για τον λόγο αυτό οι απαντήσεις τους τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστή κατηγορία. Μερικοί μαθητές (5,9%) επέλεξαν μόνο το περιβάλλον ως αιτία, ενώ κάποιοι (23,6%) αποκλειστικά και μόνο την τροφή. Υπήρχαν τέλος κάποιοι (4,6%) που ανέφεραν στις απαντήσεις τους και τους δύο αυτούς παράγοντες ταυτόχρονα. Μετά από την



Σχήμα 17: Σύγκριση των απόψεων των μαθητών για κρίσιμους παράγοντες που καθορίζουν την ζωή τους, πριν και μετά την παρέμβαση.

παρέμβαση τα ποσοστά των μαθητών που αναφέρονται στο περιβάλλον (παράγοντες όπως *‘νερό, οξυγόνο, καθαρός αέρας, κλίμα και καλό έδαφος’*), αυξάνονται από 10,5% στο 38,4%, ενώ αυτών που αναφέρονται στην τροφή μειώνονται από το 28,1% στο 16,7%. Με την διαφορά ότι τη δεύτερη φορά όσοι μαθητές αναφέρουν την τροφή, αναφέρουν παράλληλα και άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες, ενώ κανένας μαθητής δεν χρησιμοποιεί τη λέξη *‘φαγητό’* όπως συνέβαινε στην αρχή.

Δύο καινούριες κατηγορίες απαντήσεων δημιουργήθηκαν μετά την παρέμβαση. Η πρώτη όπως ήδη αναφέρθηκε είχε να κάνει με τη ύπαρξη άλλων ειδών ζωής, απαντήσεις για παράδειγμα όπως: *‘η ύπαρξη πολλών φυτών για φάρμακα’* και *‘άλλα είδη ζώων και φυτών’*. Όπως φαίνεται από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων στην κατηγορία αυτή μετακινήθηκαν κυρίως μαθητές που πριν την παρέμβαση αξιολογούσαν κυρίως τους παράγοντες *‘οικογένεια’* και *‘κοινωνία’* ως σημαντικούς. Η δεύτερη κατηγορία που εμφανίζεται κυρίως στους μεγαλύτερους μαθητές, οι οποίοι εισαγάγουν γενετικούς παράγοντες στον συλλογισμό τους, όπως για παράδειγμα *‘κληρονομικές ασθένειες’* ή *‘μεταλλάξεις’*, αλλά και *‘ο συνδυασμός των γονιδίων και του περιβάλλοντος’* που χρησιμοποίησε κάποιος μαθητής. Τέλος, το ποσοστό των μαθητών που δεν έδωσαν καμιά απάντηση ή έδωσαν απαντήσεις που δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν μειώθηκε δραματικά από το 14,4% πριν, στο 2,9% μετά την παρέμβαση. Φαίνεται ότι σχεδόν όλοι οι μαθητές κάτι είχαν να πουν.

Σε συνέχεια της διερεύνησης, ζητήθηκε από τους μαθητές να εκφράσουν τις πεποιθήσεις τους για κρίσιμους παράγοντες που αφορούν την επιβίωση άλλων ειδών ζωής εκτός του ανθρώπου, έτσι ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο έχουν την δυνατότητα να αντιλαμβάνονται τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συστημάτων και να αντλούν πληροφορίες από αυτές. Οι απαντήσεις που έδωσαν τα παιδιά σε αυτή την ερώτηση ομαδοποιήθηκαν, όπως παρουσιάστηκε στο πρώτο μέρος, σε έξι κατηγορίες, ενώ αρκετοί μαθητές χρησιμοποίησαν στην απάντησή τους εξηγήσεις που εμπίπτουν σε περισσότερες από μία. Οι κατηγορίες αυτές είχαν να κάνουν με την ρύπανση, το κλίμα, τις πρώτες ύλες, κοινωνικά προβλήματα, την συνολική παρουσία του ανθρώπου και τέλος κάποιες άσχετες απαντήσεις που ομαδοποιήθηκαν μαζί με αυτούς που δεν απάντησαν. Οι μεγαλύτεροι κυρίως μαθητές είχαν επιλέξει την ρύπανση ως κρίσιμο παράγοντα για την επιβίωση ενός είδους, εστιάζοντας έτσι σε κάποιο πρόβλημα για να βρουν απάντηση. Μετά την παρέμβαση αυξάνεται το ποσοστό των παιδιών που αναγνωρίζουν περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως για παράδειγμα: η

λειψυδρία, η ατμοσφαιρική ρύπανση και η υπερθέρμανση του πλανήτη, ως κρίσιμα για την επιβίωση της ζωής. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 18, από 19,3% που ήταν πριν, γίνεται 26,2% μετά την παρέμβαση. Μάλιστα οι απαντήσεις αυτές συναντώνται πλέον και μεταξύ μαθητών μικρότερων τάξεων και όχι μόνο της τρίτης. Αύξηση επίσης των ποσοστών εμφανίζεται στις κατηγορίες απαντήσεων σχετικά με τις κλιματικές συνθήκες, τις πρώτες ύλες και την ανθρώπινη δραστηριότητα. Συγκεκριμένα, οι κλιματικές συνθήκες επιλέγονται στην αρχή από το 17,1% των μαθητών, ενώ μετά το ποσοστό αυτό αυξάνεται στο 22,8%. Οι απαντήσεις στις οποίες μπορούσαν να βρεθούν αναφορές για τις πρώτες ύλες όπως για παράδειγμα: «η τροφή, η ενδυμασία ανάλογα με τον καιρό, το νερό κ.α.», από το 14,3% των μαθητών συναντάται στο 20% των απαντήσεων που δίνουν τα παιδιά μετά την παρέμβαση. Το 5% των μαθητών είχαν εστιάσει την προσοχή τους αποκλειστικά στον άνθρωπο ή σε υλικά αγαθά, αλλά μετά την παρέμβαση το ποσοστό αυξήθηκε στο 15,9%, με τη διαφορά ότι πλέον δεν γίνονται αναφορές στα υλικά αγαθά, αλλά στις ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως για παράδειγμα: «η καταστροφή βιοτόπων και οι οργανώσεις προστασίας ζώων για τη σωτηρία της ζωής». Μείωση των ποσοστών παρατηρείται στην αναφορά κοινωνικών παραγόντων (από 10,7% σε 2,1%) και ασαφών απαντήσεων (από 32,9% σε 4,8%). Ένας μόνο μαθητής έδωσε πριν την παρέμβαση απάντηση που αφορά την αλληλεπίδραση μεταξύ των οργανισμών: «η ομαλή συμβίωση με όλα τα άλλα άτομα». Το ποσοστό αυτό αυξήθηκε στο 8,3% μετά την παρέμβαση, όπου πολλοί μαθητές αναφέρουν ότι η ύπαρξη άλλων ειδών ζωής είναι απαραίτητη για την επιβίωση ενός είδους (σχήμα 18).

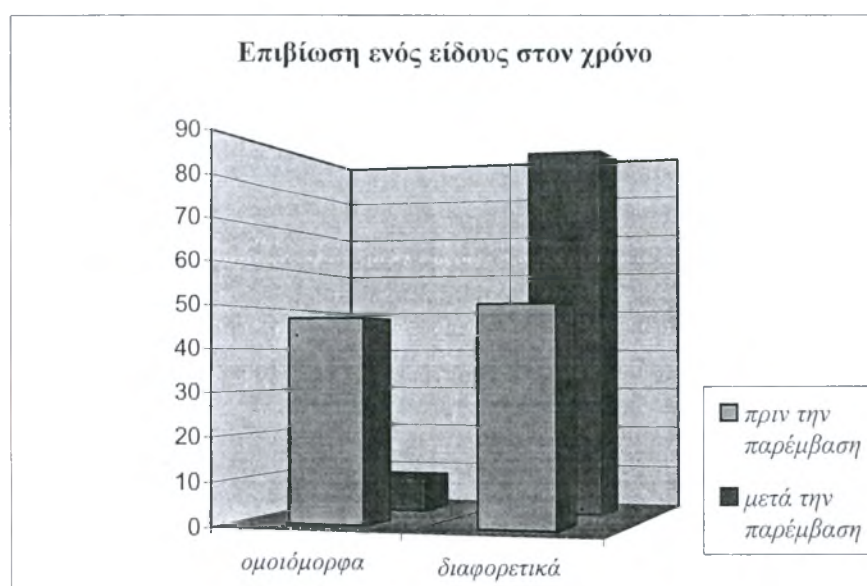


Σχήμα 18: Σύγκριση των απόψεων των μαθητών για κρίσιμους παράγοντες που καθορίζουν την ζωή όλων των ειδών, πριν και μετά την παρέμβαση.

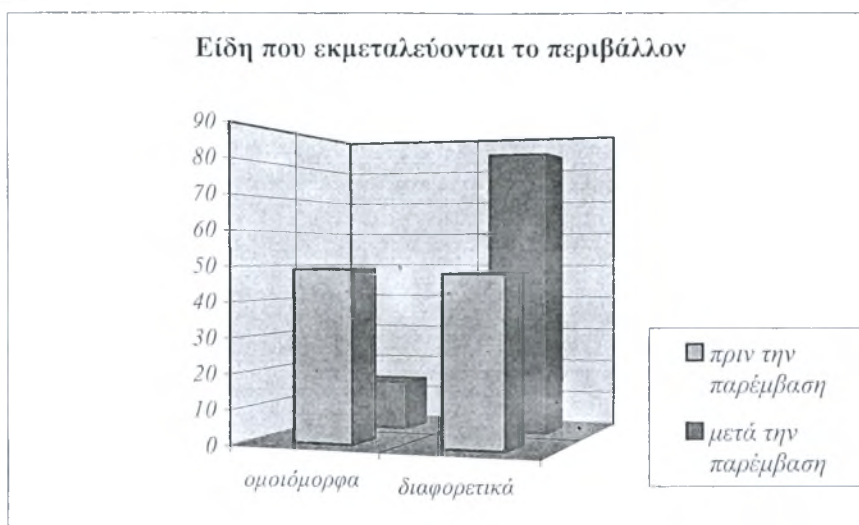
3.2.6.3 Για την παράμετρο του χρόνου

Το τελευταίο τμήμα του ερωτηματολογίου αποσκοπούσε να διερευνήσει το πώς αντιμετωπίζουν οι μαθητές την αλλαγή ενός συστήματος στο χρόνο, έτσι ώστε να διαπιστωθεί εάν μπορούσαν να αναγνωρίσουν τα σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρει η αυξημένη βιοποικιλότητα στα φυσικά συστήματα. Στην πρώτη ερώτηση, οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν εάν το είδος οργανισμών που μπορεί να επιβιώσει περισσότερα χρόνια είναι αυτό που έχει ομοιόμορφα άτομα ή αυτό που έχει διαφορετικά άτομα. Οι μαθητές πριν την παρέμβαση επιλέγουν σε ποσοστό 51,5% το είδος με διαφορετικά άτομα ως αυτό που μπορεί να επιβιώσει περισσότερο στο χρόνο. Το ποσοστό αυτό μετά την παρέμβαση αυξάνεται στο 91,8% (Σχήμα 19). Αντίθετα με τις διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ των μαθητών ανάλογα με την περιοχή προέλευσης τους και εμφανίστηκαν να είναι στατιστικά σημαντικές πριν την διδασκαλία, μετά από αυτή δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στις επιλογές των μαθητών.

Στην δεύτερη ερώτηση της ενότητας, οι μαθητές κλήθηκαν να επιλέξουν το είδος οργανισμών που μπορεί να εκμεταλλευτεί το περιβάλλον του χωρίς να το καταστρέψει. Οι επιλογές που τους προσφέρθηκαν αφορούσαν ένα είδος με ομοιόμορφα άτομα και ένα είδος με διαφορετικά άτομα. Παρατηρείται μια σαφής μετατόπιση των επιλογών των μαθητών, οι οποίοι πριν την παρέμβαση επιλέγουν κατά 50,5% το είδος με διαφορετικά άτομα, ενώ μετά από αυτή το ποσοστό αυξάνεται στο 85,6% (Σχήμα 20). Στην περίπτωση αυτή, επίσης, όποιες στατιστικά



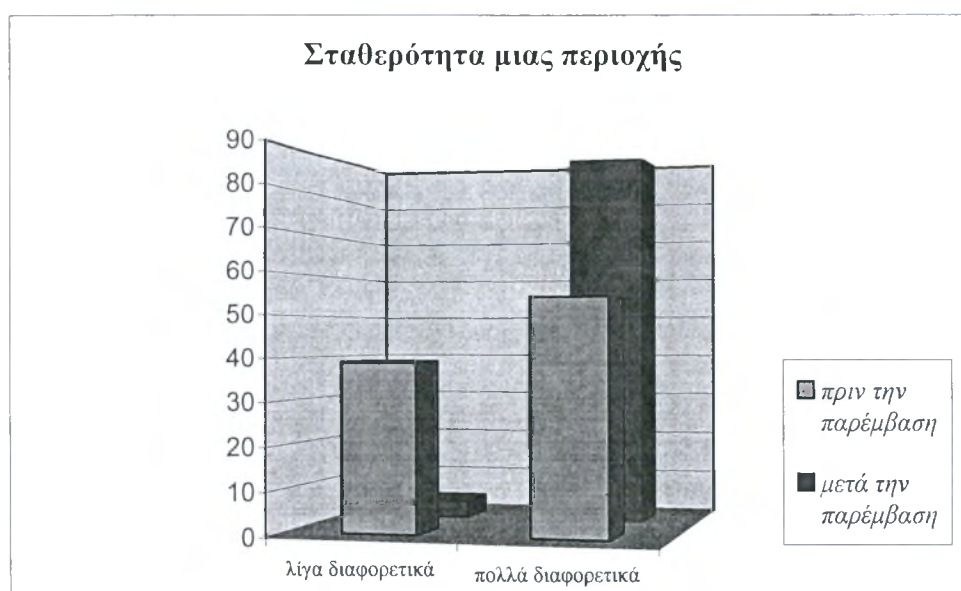
Σχήμα 19: Ποσοστά μαθητών που επέλεξαν ότι το είδος με διαφορετικά άτομα μπορεί να επιβιώσει περισσότερα χρόνια.



Σχήμα 20: Ποσοστά μαθητών που επέλεξαν ποιο είδος εκμεταλλεύεται το περιβάλλον του χωρίς να το καταστρέφει, πριν και μετά την παρέμβαση.

σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν πριν την παρέμβαση εξομαλύνθηκαν μετά από αυτή. Συγκεκριμένα, στατιστικά σημαντικές διαφορές που είχαν παρατηρηθεί τόσο στις απαντήσεις των μαθητών διαφορετικών τάξεων, όσο και σε αυτές των δύο φύλων, δεν συνεχίζουν να εμφανίζονται στις απαντήσεις των μαθητών μετά την παρέμβαση.

Στην τελευταία ερώτηση της ενότητας οι μαθητές κλήθηκαν να αποφασίσουν ποια περιοχή είναι περισσότερο σταθερή στον χρόνο και υποστηρίζει καλύτερα τα είδη που ζουν σε αυτή: η περιοχή που φιλοξενεί μικρό ή μεγάλο αριθμό διαφορετικών ειδών φυτών και ζώων. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 21 και σε αυτή την περίπτωση εμφανίζεται μετατόπιση των

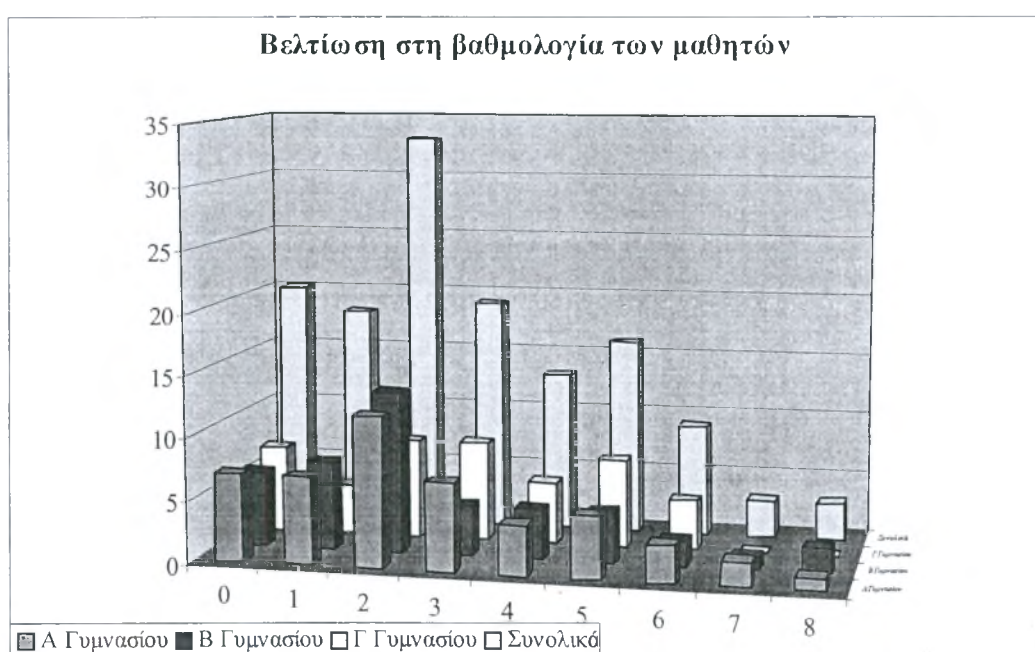


Σχήμα 21: Ποσοστά μαθητών που επέλεξαν ότι η πιο σταθερή στον χρόνο περιοχή είναι αυτή που υποστηρίζει πολλά διαφορετικά είδη φυτών και ζώων.

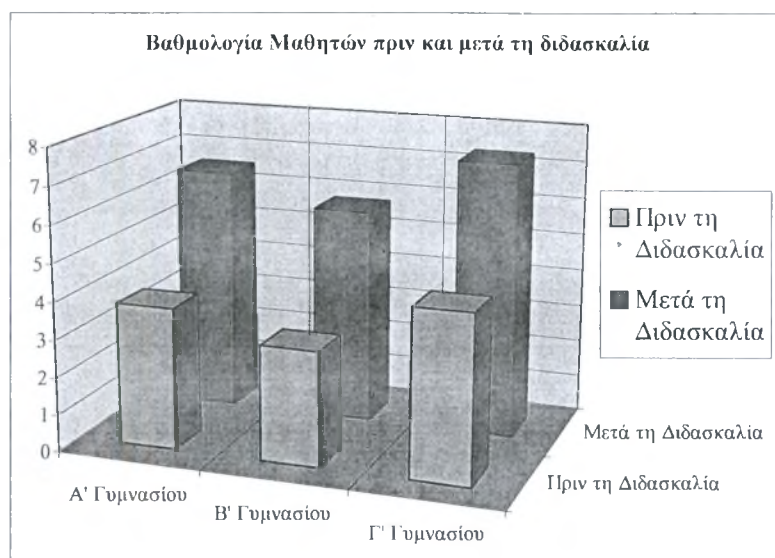
απαντήσεων των μαθητών προς την απάντηση της μεγάλης βιοποικιλότητας. Συγκεκριμένα, από 58,1% των απαντήσεων πριν, αυξήθηκε στο 95,7% των απαντήσεων μετά την παρέμβαση. Ενώ αρχικά υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων στις επιλογές τους, καθώς το 59,6% των κοριτσιών που συμμετείχαν στην έρευνα επέλεξε την περιοχή με πολλά διαφορετικά είδη φυτών και ζώων, όταν το αντίστοιχο ποσοστό των αγοριών ήταν 38,5%, διαφορά που επιβεβαιώνεται και στατιστικά ότι είναι σημαντική. Αντίθετα, μετά την παρέμβαση, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στις απαντήσεις που δίνουν οι μαθητές σε καμιά κατηγορία.

3.2.6.4 Εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας

Για να εκτιμηθεί εάν η διδακτική παρέμβαση ήταν αποτελεσματική σύμφωνα με τους στόχους που τέθηκαν, αξιολογήθηκαν οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στο αρχικό και στο τελικό ερωτηματολόγιο, όπως ήδη αναφέρθηκε. Σκοπός της διερεύνησης αυτής ήταν να διαπιστωθεί αφ' ενός εάν μπορούσε να βελτιώσει την επίδοση των μαθητών σε θέματα που άπτονται της βιοποικιλότητας και αφ' ετέρου εάν μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να αναδομήσουν κάποιες από τις πρότερες αντιλήψεις τους για την έννοια. Από την επεξεργασία του δείγματος προέκυψε ότι δεν υπάρχουν ακραίες τιμές που μπορούν να επηρεάσουν την ομοιομορφία της κατανομής, η οποία πλησιάζει την κανονική και πληροί τις προϋποθέσεις που περιγράφηκαν ήδη για την εφαρμογή παραμετρικών κριτηρίων. Έτσι, για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων εφαρμόστηκε το κριτήριο t για δύο συσχετισμένες ομάδες ή



Σχήμα 22: Βελτίωση στην επίδοση των μαθητών μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις.



Σχήμα 23: Διαφορές στην επίδοση των μαθητών των τριών τάξεων πριν και μετά την διδασκαλία.

δείγματα (paired samples t-test). Η επιλογή αυτής της δοκιμασίας επιλέχθηκε, γιατί οι ομάδες των μαθητών πριν και μετά τη διδασκαλία ήταν οι ίδιες, έτσι ώστε για κάθε μαθητή δημιουργήθηκε ένα ζευγάρι τιμών. Κατά την εκτέλεσή της συγκρίνεται ο μέσος όρος της βαθμολογίας της ίδιας ομάδας μαθητών πριν και μετά τη διδασκαλία και εκτιμώνται οι διαφορές για το πόσο σημαντικές είναι στατιστικά.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση των ερωτηματολογίων και παρουσιάζονται στο σχήμα 22, δείχνουν ότι στη συντριπτική πλειοψηφία τους οι μαθητές βελτιώνουν την επίδοσή τους μετά από την παρέμβαση. Μόνο το 14,9% των μαθητών μένει ανεπηρέαστο από αυτή και δεν εμφανίζει καμία αλλαγή, ενώ οι περισσότεροι μαθητές φαίνεται να βελτιώνουν την βαθμολογία τους κατά 2 μονάδες (24,6%).

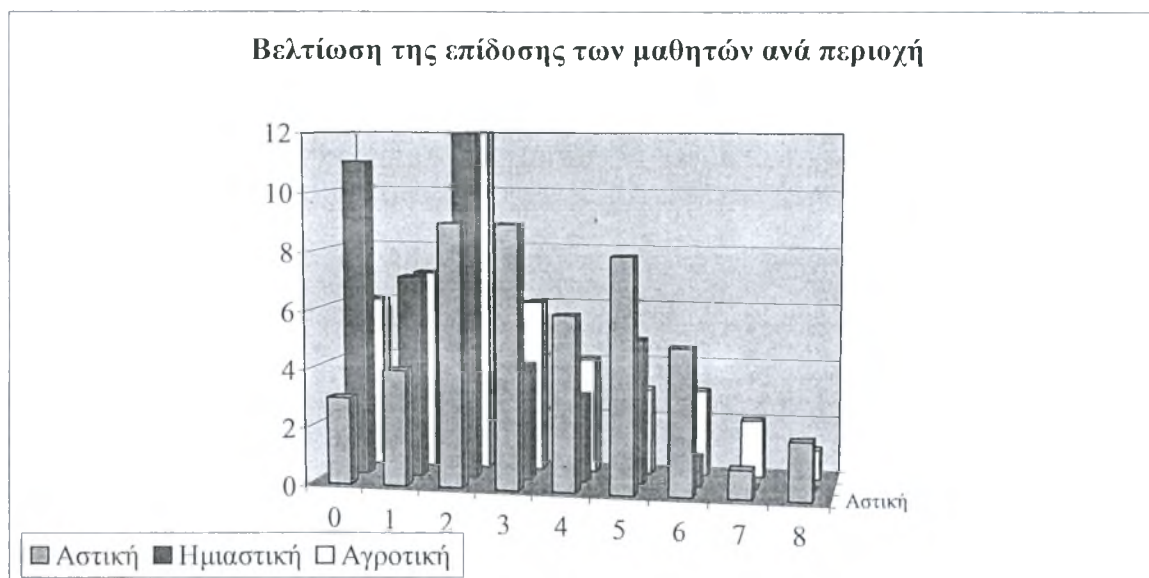
Αντίστοιχα αποτελέσματα προκύπτουν από την εξέταση των μέσων όρων. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 23, ο μέσος όρος των επιδόσεων των μαθητών και των τριών τάξεων του Γυμνασίου που δέχθηκαν την παρέμβαση, βελτιώθηκαν σημαντικά. Ο μέσος όρος της βαθμολογίας των μαθητών της Α' Γυμνασίου ήταν 3,79 στο αρχικό ερωτηματολόγιο και 6,56 στο τελικό. Όπως προκύπτει από την εφαρμογή της στατιστικής δοκιμασίας, η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική ($t=-9,115, 47, p<0,01$). Για την Β' Γυμνασίου οι τιμές ήταν 3,07 πριν και 5,77 μετά τη διδασκαλία, επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά ($t=-8,208, 42, p<0,01$). Ανάλογα ήταν και τα αποτελέσματα για την Τρίτη τάξη του Γυμνασίου, όπου οι τιμές διαμορφώθηκαν από το 4,47 πριν στο 7,33 μετά τη διδασκαλία ($t=-9,759, 42, p<0,01$).

3.2.6.5 Επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών

Μετά τις διαπιστώσεις που περιγράφηκαν στην προηγούμενη ενότητα για την αποτελεσματικότητα της διδακτικής παρέμβασης, τα δεδομένα εξετάστηκαν για την επίδραση που έχουν οι ανεξάρτητες μεταβλητές στην επίδοση των μαθητών. Ήδη, διαπιστώθηκε στην προηγούμενη ενότητα ότι υπάρχει διαφορά στην κατανομή των απαντήσεων των μαθητών στην Γ' Γυμνασίου, όπου πλησιάζουν την κανονική σε αντίθεση με τις δύο πρώτες τάξεις που δεν είναι ομοιόμορφες. Η διαφορά αυτή όμως δεν αλλοιώνει τα αποτελέσματα που εμφανίζονται στο συνολικό δείγμα και σε κάθε τάξη ξεχωριστά. Έτσι, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα των μαθητών των τριών τάξεων, καθώς και στις τρεις τάξεις οι μαθητές βελτίωσαν ανάλογα την επίδοσή τους. Το γεγονός αυτό προσφέρει την δυνατότητα ομαδοποίησης των αποτελεσμάτων και των τριών τάξεων για περαιτέρω διερεύνηση των άλλων ανεξάρτητων μεταβλητών.

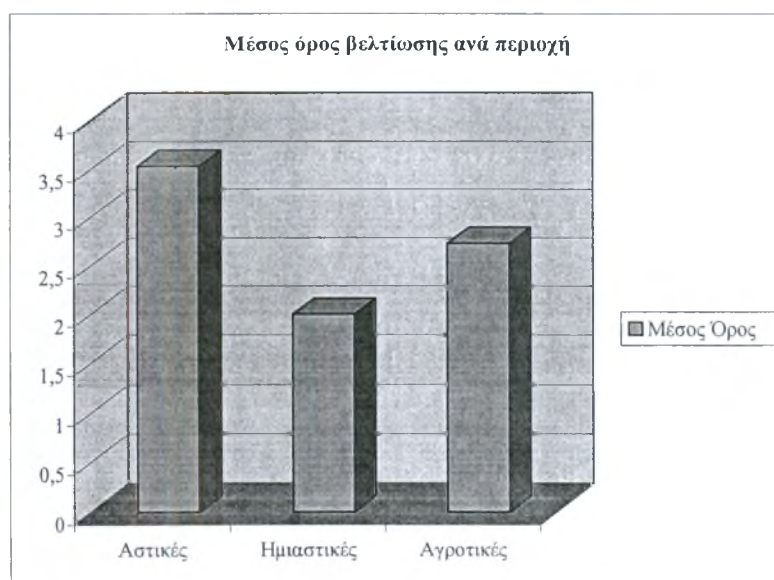
Για να εξεταστεί ο ρόλος του φύλου στην βελτίωση της επίδοσης των μαθητών, ομαδοποιήθηκαν τα αποτελέσματα μετά από τη διδακτική παρέμβαση ως τελική κατάσταση και έγινε εκτίμηση του αποτελέσματος που είχαν σε μαθητές κάθε κατηγορίας, τόσο συνολικά όσο και σε κάθε τάξη ξεχωριστά. Από την εφαρμογή των στατιστικών κριτηρίων δεν εμφανίστηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μαθητών των δύο φύλων τόσο στο συνολικό δείγμα όσο σε κάθε τάξη ξεχωριστά. Έτσι, είναι δυνατή η ομαδοποίηση των δεδομένων κάθε φύλου χωρίς να αλλοιώνονται τα αποτελέσματα από τις στατιστικές δοκιμασίες. Για να γίνει λοιπόν η διερεύνηση της επίδρασης του παράγοντα 'περιοχή προέλευσης' στη βελτίωση της επίδοσης των μαθητών, τα αποτελέσματα εξετάστηκαν συνολικά, καθώς οι άλλες δύο ανεξάρτητες μεταβλητές δεν αλλοιώνουν το δείγμα.

Από την αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών στα ερωτηματολόγια προέκυψαν σημαντικές διαφορές σχετικά με τις επιδόσεις τους ανάλογα με την περιοχή προέλευσης του σχολείου τους. Τα παιδιά που προέρχονταν από αστικές περιοχές φαίνεται να πετυχαίνουν καλύτερες επιδόσεις μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων. Συγκεκριμένα, λίγοι είναι οι μαθητές που δεν βελτιώνουν την βαθμολογία τους (6,4%) σε σχέση με τους μαθητές που προέρχονται από ημιαστικές περιοχές (25,6%) και αυτών που προέρχονται από αγροτικές (13,6%). Επίσης, στην τελευταία τάξη εμφανίζεται το μεγαλύτερο ποσοστό μαθητών με βελτίωση στη βαθμολογία τους από τέσσερις μονάδες έως οκτώ μονάδες (46,8%), ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά στις άλλες τάξεις ήταν 20,9% για τα παιδιά ημιαστικών και 29,5% για τα



Σχήμα 24: Επίδραση των δύο διδακτικών παρεμβάσεων στην επίδοση των μαθητών συνολικά.

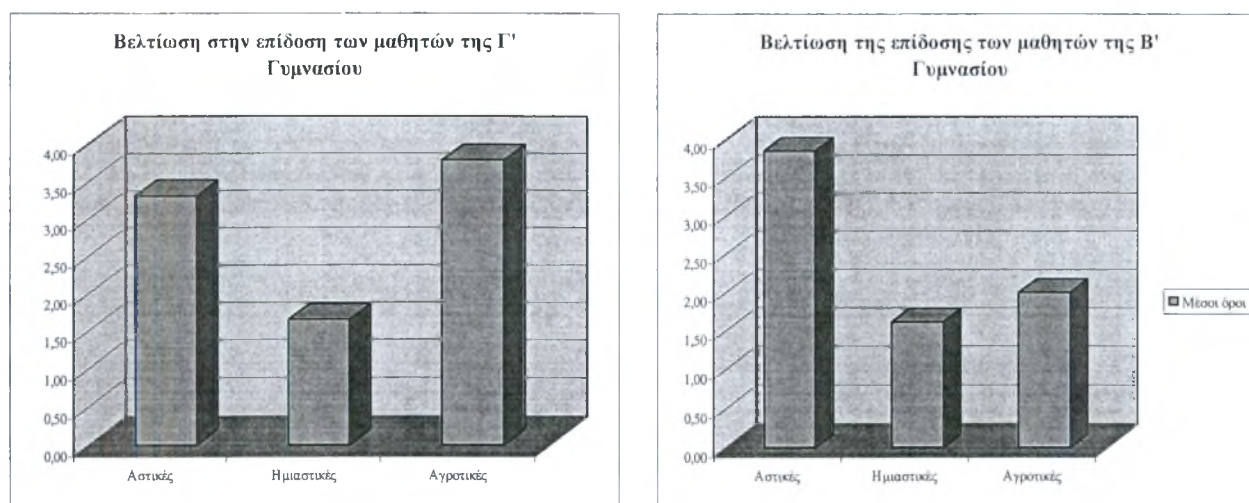
παιδιά που προέρχονται από αγροτικές περιοχές, όπως περιγραφικά παρουσιάζεται στο σχήμα 24. Τα ευρήματα αυτά αποκτούν και στατιστική σημαντικότητα με την εφαρμογή του κατάλληλου στατιστικού κριτηρίου, που για την συγκεκριμένη περίπτωση είναι η ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA). Το κριτήριο αυτό επιλέχθηκε, αφ' ενός γιατί η συνολική κατανομή του δείγματος πλησιάζει την κανονική χωρίς ακραίες τιμές που αλλοιώνουν την ομοιομορφία της, ενώ πληρούνται όλες οι προϋποθέσεις για την εφαρμογή παραμετρικών κριτηρίων. Αυτό επιβεβαιώνεται από την εφαρμογή της δοκιμασίας Levene's (1,235, $p > 0,05$). Στο σχήμα 25 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι της βελτίωσης που πέτυχαν οι μαθητές στην βαθμολογία τους μετά από την όποια διδασκαλία ανάλογα με την περιοχή στην οποία εδράζεται το σχολείο τους. Όπως φαίνεται και στο σχήμα οι μαθητές που προέρχονται από



Σχήμα 25: Μέσοι όροι βελτίωσης της επίδοσης των μαθητών σχολείων που εδράζονται σε διαφορετικές περιοχές

αστικές περιοχές εμφανίζουν τον μεγαλύτερο μέσο όρο αύξησης της βαθμολογίας τους (3,53 μονάδες), σε σύγκριση με αυτούς των ημιαστικών (2,00 μονάδες) και των αγροτικών περιοχών (2,78 μονάδες). Οι διαφορές αυτές είναι στατιστικά σημαντικές σύμφωνα με τα αποτελέσματα του στατιστικού κριτηρίου που εφαρμόστηκε ($F=6,836$, $p<0,01$). Αναλυτικότερα, συγκρίνοντας τις περιοχές αυτές ανά δύο με τη βοήθεια του κριτηρίου Tukey, φαίνεται ότι η διαφορά παρατηρείται κυρίως μεταξύ των μαθητών που προέρχονται από αστικές και ημιαστικές περιοχές ($F=1,532$, $p<0,01$), ενώ οι άλλες συγκρίσεις δεν δίνουν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα (Παράρτημα V).

Η ανάλυση της διακύμανσης εφαρμόστηκε και στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων των μαθητών της Γ' Γυμνασίου ξεχωριστά, καθώς το δείγμα της τάξης αυτής πληροί τις προϋποθέσεις εφαρμογής παραμετρικών κριτηρίων. Έτσι, προκύπτει ότι οι διαφορές μεταξύ των μαθητών της τάξης αυτής είναι στατιστικά σημαντικές ($F=5,236$, $p<0,01$), με τους μαθητές που προέρχονται από αστικές περιοχές να εμφανίζουν μέσο όρο βελτίωσης της βαθμολογίας τους κατά 3,30 μονάδες, τα παιδιά από ημιαστικές περιοχές 1,64 μονάδες, ενώ οι μαθητές που προέρχονται από αγροτικές περιοχές παρουσιάζουν την μεγαλύτερη βελτίωση κατά 3,78 μονάδες (σχήμα 26). Ανάλογες στατιστικά σημαντικές διαφορές εμφανίζονται και μεταξύ των μαθητών της Β' Γυμνασίου, μόνο που σε αυτή την περίπτωση τη μεγαλύτερη βελτίωση παρουσιάζουν οι μαθητές των αστικών περιοχών (3,85 μονάδες) σε σχέση με αυτή των μαθητών ημιαστικών (1,61 μονάδες) και αγροτικών περιοχών (2,00 μονάδες). Οι διαφορές αυτές επιβεβαιώνεται ότι είναι στατιστικά σημαντικές με την εφαρμογή του κριτηρίου Kruskal-Wallis, ($9,052$, 2 , $p<0,05$).

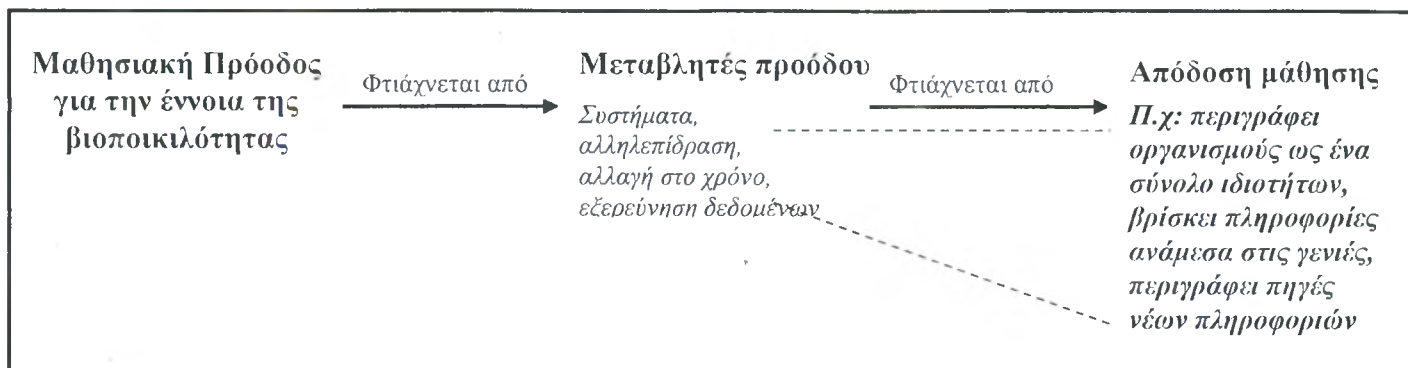


Σχήμα 26: Μέσοι όροι βελτίωσης της επίδοσης των μαθητών σχολείων που εδράζονται σε διαφορετικές περιοχές στη Β' και Γ' Γυμνασίου.

3.2.7 Συμπεράσματα για τη διδακτική παρέμβαση

Σύμφωνα με το μοντέλο που περιγράφηκε στο θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας, η διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών είναι το πρώτο βήμα για το σχεδιασμό των κατάλληλων παρεμβάσεων που θα οδηγήσουν στην αναδόμησή τους, ώστε να πλησιάσουν την επιστημονική θεώρηση. Ο όρος *εννοιολογική αναδόμηση (conceptual restructuring)* χρησιμοποιείται στην εργασία αντί του όρου *εννοιολογική αλλαγή*, για να περιγράψει τις νοητικές δραστηριότητες των μαθητών. Ένας όρος που ταιριάζει με την εποικοδομητική θεωρία της μάθησης: οι μαθητές δεν εγκαταλείπουν, ούτε υποκαθιστούν τις εναλλακτικές τους αντιλήψεις και δεν προσθέτουν νέες αντιλήψεις πάνω στις παλιές, αλλά αντίθετα οικοδομούν περιοδικά νέες αντιλήψεις (Sander *et al.*, 2006). Ένας σημαντικός παράγοντας για την αποτελεσματική εφαρμογή τέτοιων προσεγγίσεων, όπως προκύπτει από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, είναι η συμμετοχή των μαθητών και η δημιουργία των κατάλληλων προϋποθέσεων γι' αυτό (Hawkey, 2001; Lindemann-Matthies, 2002; Bartosh *et al.*, 2006).

Ο σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης που εφαρμόστηκε στην παρούσα έρευνα, κινήθηκε γύρω από αυτές τις διαπιστώσεις (αναδόμηση εναλλακτικών αντιλήψεων και κινητοποίηση μεγαλύτερου αριθμού μαθητών). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων, η διδασκαλία εστιάστηκε στην κατανόηση α) των συστημάτων στα οποία εμφανίζεται βιοποικιλότητα (γονίδια, είδη, οικοσυστήματα), β) των μηχανισμών αλληλεπίδρασης μέσα σε κάθε σύστημα και μεταξύ αυτών (π.χ. επίδραση των γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων σε αυτά) και γ) των διαδικασιών που οδηγούν σε αλλαγές στον χρόνο (π.χ. της εξέλιξης μέσω της φυσικής επιλογής). Ξεκινώντας από τις αρχικές αντιλήψεις επιδιώκεται η μαθησιακή πρόοδος, η οποία επιτυγχάνεται από τη διαδοχική ανάπτυξη πιο επιτηδευμένων τρόπων σκέψης ενός θέματος που ακολουθεί ο ένας τον άλλο, καθώς οι μαθητές προσεγγίζουν ή εξερευνούν την έννοια της βιοποικιλότητας και τις οικολογικές έννοιες που συνδέονται με αυτή. Για την παρακολούθηση της μαθησιακής προόδου, έγινε μια προσπάθεια να καθοριστούν κάποιες μεταβλητές που εξυπηρετούν στη διαμόρφωση μιας κλίμακας για τη μέτρηση της νοητικής ανάπτυξης των μαθητών. Η διαβάθμιση της κλίμακας αυτής δύναται να καθορίσει την απόδοση της μάθησης, δηλαδή να περιγράψει τι πρέπει οι μαθητές να μπορούν να κάνουν όσο προχωρούν σε πιο επιτηδευμένους τρόπους σκέψης.



Σχήμα 27: Κρίσιμα σημεία για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας.

Όπως αναπαριστάται στο σχήμα 27, οι μεταβλητές προόδου που αναπτύχθηκαν για την εκτίμηση της προόδου μάθησης της έννοιας της βιοποικιλότητας, προέκυψαν από τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών: συστήματα, αλληλεπίδραση μεταξύ τους, αλλαγή στο χρόνο, εξερεύνηση δεδομένων ενός συστήματος για την περιγραφή ενός άλλου. Οι περιγραφές των εξηγήσεων των μαθητών χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της μαθησιακής απόδοσης η οποία δημιουργεί τα επιτηδευμένα επίπεδα σκέψης για τις μεταβλητές προόδου.

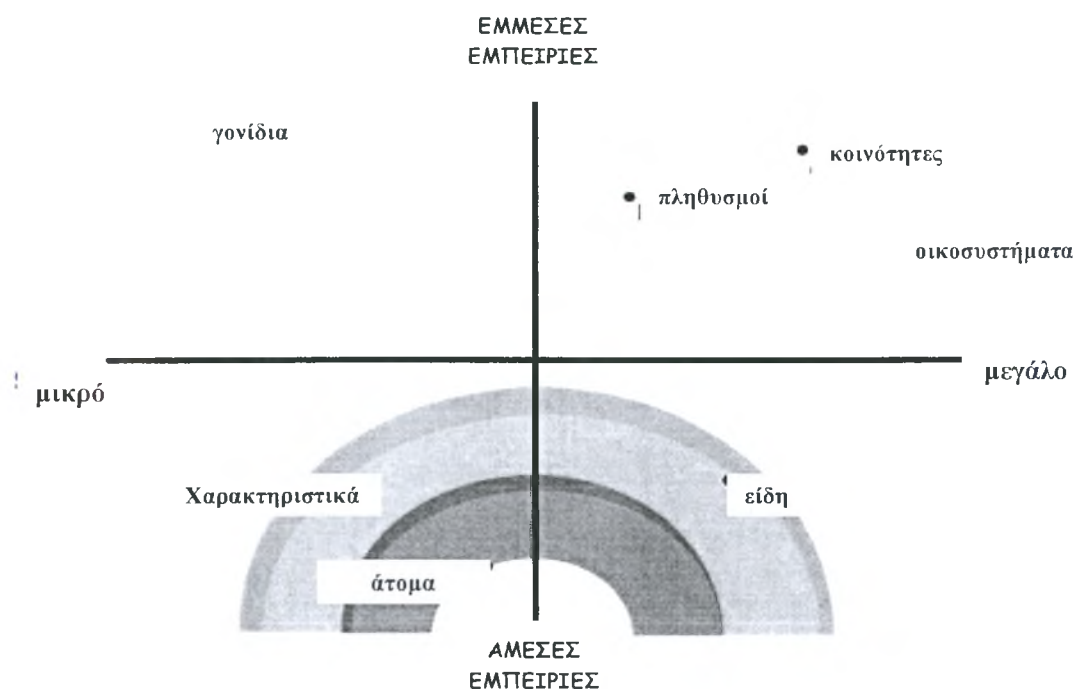
Υπό το πρίσμα αυτό, τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης μπορούν να αναγνωστούν και με έναν επί πλέον τρόπο: εκτός από τη σαφή βελτίωση των γνώσεων των μαθητών για το συγκεκριμένο θέμα που διδάχτηκαν, μπορεί να διαπιστωθούν αλλαγές και στον τρόπο που προσεγγίζουν τα θέματα που καθορίστηκαν ως μεταβλητές προόδου. Συγκεκριμένα, παρατηρείται το πέρασμα από την απλή ιστορική περιγραφή γεγονότων, σε εξηγήσεις των διαδικασιών που συμβαίνουν στα συστήματα, εξηγήσεις που στηρίζονται σε μοντέλα, καθώς και διαπιστώνεται μια αυξανόμενη συνειδητοποίηση των 'αόρατων' μερών των συστημάτων. Παρά το γεγονός ότι η βελτίωση που παρατηρήθηκε στη βαθμολογία των μαθητών διαφορετικών τάξεων δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές (οι μαθητές όλων των τάξεων βελτίωσαν αντίστοιχα τις επιδόσεις τους), μια ποιοτική προσέγγιση οδηγεί σε χρήσιμα συμπεράσματα. Φαίνεται λοιπόν ότι όσο μεγάλωναν οι ηλικίες, οι μαθητές έβλεπαν διαρκώς μια μεγαλύτερη ανάγκη να περιγράψουν τους μηχανισμούς αλλαγών στο πέρασμα του χρόνου (κινούμενοι από ένα γιατί σε ένα πώς) αλλά δεν ήταν ικανοί να χρησιμοποιήσουν τα επιστημονικά μοντέλα στην ανάπτυξη τέτοιων εξηγήσεων. Αυτή η ανάγκη για μια αιτιολόγηση βασισμένη σε μοντέλα είναι ένα βήμα κρίσιμης σημασίας για την ανάπτυξη του απαραίτητου γραμματισμού που χρησιμοποιείται στις περιβαλλοντικές επιστήμες. Οι μαθητές πρέπει επίσης να κινηθούν από την εστίαση της σκέψης τους γύρω από ορατά μέρη των συστημάτων, όπως οι ατομικοί οργανισμοί σε μια πιο νοητική οπτική του φυσικού κόσμου

που περιλαμβάνει τα συνδεδεμένα αλλά πιο αόρατα μέρη των συστημάτων, όπως οι πληθυσμοί και οι κοινότητες. Στο σχήμα 28 φαίνεται το πώς η αιτιολόγηση των μαθητών (η χρωματιστή περιοχή) εστιάζεται γύρω από τα συστήματα στο μακροσκοπικό επίπεδο και εκείνα που μπορούν εύκολα γίνουν ορατά με τις αισθήσεις. Μία από τις προκλήσεις που αντιμετώπισαν οι διδασκαλίες είναι λοιπόν να επεκταθεί η οπτική της αιτιολόγησης των μαθητών, με το να γίνουν τα πιο μακρινά συστήματα ορατά σε αυτούς και να αναπτυχθούν από την άλλη εμπειρίες με νόημα σε αυτά τα επίπεδα.

Έτσι από τα αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι οι πιο σημαντικές βελτιώσεις στις απαντήσεις των μαθητών ανάμεσα στο αρχικό και το τελικό ερωτηματολόγιο βρέθηκαν στους τομείς που σχετίζονταν στενά:

- ❖ με τα συστήματα που μελετούσαν (π.χ. ποικιλότητα των ειδών)
- ❖ με γενικά θέματα αλληλεπίδρασης των συστημάτων (π.χ το θέμα της βιοποικιλότητας και της σταθερότητας).
- ❖ με θέματα που σχετίζονταν με οικολογικές παρά με εξελικτικές αλλαγές (π.χ. αλληλεπίδραση μεταξύ των ειδών).

Τα συμπεράσματα αυτά ισχύουν και στις τρεις παραμέτρους που τέθηκαν ως σημεία εστίασης των παρεμβάσεων (αναγνώριση συστημάτων, αλληλεπιδράσεων, αλλαγών στο χρόνο).



Σχήμα 28: Περιοχή αιτιολόγησης των μαθητών ανάλογα με τη συνειδητοποίηση των συστημάτων που υπάρχουν γύρω τους.

Για τον πρώτο παράγοντα (αναγνώριση συστημάτων) τα αποτελέσματα είναι μετρήσιμα. Σχεδόν όλοι οι μαθητές μετά την παρέμβαση μπορούν να αναγνωρίσουν τα συστήματα στα οποία εμφανίζεται η βιοποικιλότητα. Αυτό που αξίζει να αναφερθεί είναι ότι στην περιγραφή της έννοιας μετά από την παρέμβαση όλα τα παιδιά χρησιμοποίησαν παραδείγματα από το σύστημα που μελέτησαν κατά τη διάρκειά της. Σε ό,τι αφορά την αλληλεπίδραση μεταξύ των συστημάτων παρατηρείται μια μετακίνηση του ενδιαφέροντος των μαθητών σε συστήματα που δεν είναι ορατά, για παράδειγμα αναγνωρίζουν μετά από την παρέμβαση τη σχέση μεταξύ του γονότυπου και του φαινοτύπου, καθώς και αναφέρονται συχνότερα στη γενετική ποικιλότητα ενός είδους. Επιπρόσθετα, αυξάνεται ο αριθμός των παιδιών που συνδέουν τις αλλαγές στις περιβαλλοντικές συνθήκες με τη γενετική ποικιλότητα ενός είδους, γεγονός που δηλώνει την ενσωμάτωση της χρονικής διάστασης στις απαντήσεις τους. Οι αλλαγές στον χρόνο αναγνωρίζονται επίσης και στις απαντήσεις που αφορούν τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η βιοποικιλότητα στα διάφορα συστήματα. Παρ' όλα αυτά, συνεχίζουν να χρησιμοποιούν τελεολογική λογική, όταν αναφέρονται στη φυσική επιλογή και την εξέλιξη δίνοντας γενικόλογες εξηγήσεις.

Όλα αυτά προσφέρουν σαφείς ενδείξεις ότι οι μαθητές αρχίζουν να διαμορφώνουν ένα μοντέλο, για να υποστηρίξουν την αιτιολόγησή τους χωρίς βέβαια αυτό να είναι πάντα εφικτό. Τα κύρια σημεία αυτού θα έπρεπε να είναι:

- ⊕ Τα άτομα σε έναν πληθυσμό δεν είναι πανομοιότυπα αλλά ποικίλουν σε πολλά χαρακτηριστικά.
- ⊕ Η επιβίωση των ατόμων δεν είναι τυχαία, αλλά συγκεκριμένα χαρακτηριστικά προσφέρουν πλεονεκτήματα.
- ⊕ Κάθε πληθυσμός αλλάζει στο χρόνο, καθώς η συχνότητα των πλεονεκτικών χαρακτηριστικών που εκφράζονται από γονίδια αυξάνεται.
- ⊕ Η φυσική επιλογή έχει γενετική βάση.

Κανένας μαθητής δεν ανέφερε στις απαντήσεις του και τα τέσσερα αυτά σημεία, μετά τις παρεμβάσεις όμως, παρατηρήθηκε, ότι αρκετοί μαθητές εστίασαν την προσοχή τους σε δύο ή τρία από αυτά. Ακόμα περισσότεροι χρησιμοποίησαν τον όρο 'προσαρμογή στο περιβάλλον', για να εξηγήσουν την εμφάνιση ενός χαρακτηριστικού, συχνά όμως παρουσιάζοντας μια 'ανάγκη' για προσαρμογή από συγκεκριμένα άτομα. Σε αυτή την κατεύθυνση κινείται και η μεταστροφή που εμφανίζεται στο τελικό ερωτηματολόγιο σχετικά με τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η αυξημένη βιοποικιλότητα στα συστήματα που εμφανίζεται. Σχεδόν όλοι οι

μαθητές επιλέγουν ότι το είδος με λιγότερα αλλά διαφορετικά άτομα μπορεί να επιβιώσει περισσότερο στο χρόνο και μάλιστα χρησιμοποιούν στο συλλογισμό τους κάποια από τα σημεία του μοντέλου που περιγράφηκε, όπως για παράδειγμα τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν σε έναν πληθυσμό τα ποικίλα χαρακτηριστικά.

Φαίνεται λοιπόν ότι οι διδακτικές παρεμβάσεις πετυχαίνουν τον πρώτο στόχο τους, δηλαδή να οδηγήσουν τους μαθητές στην αναδόμηση των εναλλακτικών τους αντιλήψεων, έστω κατά ένα μέρος, μέσω της οικοδόμησης ενός μοντέλου. Αυτό βέβαια συμβαίνει σε διαφορετικό βαθμό σε κάθε μαθητή και δεν είναι δυνατό να είναι καθολικό. Άλλωστε η εμπειρική έρευνα έχει δείξει ότι, ακόμα και μετά από μια σχολική διδασκαλία, οι μαθητές δεν καταλαβαίνουν βασικές οικολογικές έννοιες όπως 'οικοσύστημα' και 'οικολογική θέση' (Anderson *et al.*, 2002; Sander *et al.*, 2006).

Εμβαθύνοντας περισσότερο όμως στα αποτελέσματα, προκύπτει ότι οι δύο παρεμβάσεις εμφανίζουν μεταξύ τους σημαντικές διαφορές τόσο ως προς το βαθμό της μαθησιακής προόδου, όσο και ως προς το βαθμό κινητοποίησης των μαθητών. Τα στοιχεία δείχνουν ότι ο αριθμός των μαθητών που δε βελτιώνει την επίδοσή του και δεν επηρεάζεται από την πρώτη διδασκαλία είναι μεγαλύτερος σε σχέση με τη δεύτερη. Επίσης, ο αριθμός των μαθητών που παρουσιάζουν βελτίωση μεγαλύτερη από 3 μονάδες, είναι μεγαλύτερος στην δεύτερη περίπτωση, ενώ το σύνολο των μαθητών που βελτίωσε την επίδοσή του κατά 7 ή 8 μονάδες ανήκει σ' αυτούς που παρακολούθησαν την δεύτερη παρέμβαση. Φαίνεται λοιπόν ότι η δεύτερη διδακτική παρέμβαση που έφερε σε επαφή τους μαθητές με το φυσικό περιβάλλον παρακίνησε μεγαλύτερο ποσοστό μαθητών να εμπλακούν στη μαθησιακή διαδικασία, με όσα οφέλη συνεπάγεται αυτό. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει τόσο από τα συνολικά αποτελέσματα, όσο και από κάθε τάξης ξεχωριστά.

Πολλές αναφορές μπορούν να βρεθούν στη βιβλιογραφία που επιβεβαιώνουν ότι τα προσδοκώμενα οφέλη από τη διδασκαλία περιβαλλοντικών εννοιών αυξάνονται, όταν οι μαθητές προσεγγίσουν ένα θέμα βιωματικά μέσα από την ενεργή τους εμπλοκή στη μάθηση (Gayford, 2000; Hawkey, 2001; Lindemann-Matthies, 2002; Bartosh *et al.*, 2006; Randler and Bogner, 2006). Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα των ερευνών δείχνουν ότι συγκεκριμένα ερεθίσματα στις δεξιότητες αναγνώρισης των ειδών παράγουν αυξημένη γνώση σε επιλεγμένους τομείς της βιοποικιλότητας. Οι μαθητές, για παράδειγμα, ωφελούνται από τη χρήση βιβλίων αναγνώρισης, βελτιώνουν την ικανότητά τους στις δεξιότητες αναγνώρισης

και αποκομίζουν ένα βαθμό κατανόησης της βιοποικιλότητας. Η ταξινόμηση μπορεί να αυξήσει τις γνώσεις των μαθητών σχετικά με τα φυτά και τα ζώα, καθώς μπορεί να ενισχύσει τη στάση προστασίας των μαθητών απέναντι σε ένα συγκεκριμένο είδος. Έχει επίσης αποδειχθεί ότι μαθητές που συμμετείχαν σε μια εκδρομή στο δάσος και εξέτασαν οργανισμούς στο φυσικό τους περιβάλλον έμαθαν περισσότερα για τους δασικούς οργανισμούς σε σύγκριση με τους μαθητές που έτυχαν δίωρης καθοδήγησης στην τάξη για το ίδιο θέμα (Lindemann-Matthies, 1999; Randler and Bogner, 2006). Επιπρόσθετα, αναφέρεται ότι ειδικά οι μαθητές που εμφάνιζαν μειωμένη προσοχή στη σχολική τάξη και υστερούσαν σε βαθμολογία ωφελήθηκαν από την εργασία πεδίου (Allen and Tanner 2005; Randler and Bogner, 2006).

Ανάλογα ενθαρρυντικά αποτελέσματα προκύπτουν από τη συμμετοχή μαθητών σε προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Barker and Elliott, 2000; Angell *et al.* 2001). Η συμμετοχή σε περιβαλλοντικά προγράμματα αύξησε την αντίληψη των παιδιών για τα κοινά τοπικά είδη αλλά και την ικανότητά τους να τα ξεχωρίζουν. Οι περισσότεροι ερευνητές που ασχολήθηκαν με το θέμα βρίσκουν βαθμούς υψηλότερης επίδοσης, όταν προστίθενται ταξίδια στο πεδίο στην διδασκαλία στην τάξη. Αναφέρεται μάλιστα ότι οι μαθητές συνήθως μετέρχονται έννοιες, όταν τα μαθήματα ασχολούνται με καθημερινές καταστάσεις. Παρόλα αυτά, οι μαθητές σε ομάδες ελέγχου που διδάχτηκαν στη σχολική τάξη το ίδιο θέμα επίσης βελτίωσαν την αντίληψή τους σχετικά με τις οικολογικές έννοιες, αν και σε μικρότερο βαθμό. Το αποτέλεσμα αυτό τονίζει την ανάγκη πιο δομημένων σχεδίων στις εκπαιδευτικές μελέτες, ειδικά την ανάγκη να συμπεριληφθούν ομάδες ελέγχου με νόημα (Lindemann-Matthies, 2002). Επιπρόσθετα, οι ικανότητες των μαθητών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διδασκαλία εννοιών, όπως της βιοποικιλότητας, επειδή εμπεριέχει μάθηση για είδη οργανισμών, που είναι περίπλοκη, όταν συγκριθεί με ενότητες απλής λεξιλογικής εξάσκησης σε γλωσσικά μαθήματα. Σύμφωνα με μια άλλη θεώρηση, ένας τρόπος για να προσεγγίζονται οικολογικά θέματα περιλαμβάνει την οικοδόμηση μιας ισχυρής σχέσης με κάποιο είδος ζωντανού οργανισμού που προτιμούν οι μαθητές. Μέσα από την ενασχόλησή τους με τις ανάγκες του και τους κινδύνους που αντιμετωπίζει, μπορούν να πραγματοποιηθούν όλες οι απαραίτητες συνδέσεις με οικολογικές έννοιες που συνήθως δυσκολεύουν τα παιδιά (Mayers *et al.*, 2004).

Όλες αυτές οι αναφορές κλίνουν προς το συμπέρασμα ότι η εργασία πεδίου μέσα σε ένα δομημένο περιβάλλον εργασίας μπορεί να έχει εξαιρετικά αποτελέσματα για τη διδασκαλία

σύνθετων περιβαλλοντικών εννοιών. Η συγκεκριμένη έρευνα έρχεται να προσθέσει μερικές ακόμα ενδείξεις για το γεγονός αυτό. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι διαφορές μεταξύ των δύο διδακτικών παρεμβάσεων ενισχύονται από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των απαντήσεων των μαθητών. Συγκεκριμένα, φαίνεται ότι τα παιδιά που εργάστηκαν στο πεδίο έχουν δημιουργήσει μια εικόνα όχι μόνο για τα συστήματα που ασχολήθηκαν αλλά και γι' αυτά που συνυπάρχουν με αυτά και δεν είναι ορατά με τις αισθήσεις, όπως για παράδειγμα τους μικροοργανισμούς.

Ισχυρές επίσης είναι οι ενδείξεις ότι η αιτιολόγηση που χρησιμοποιούν στις επιλογές τους πλησιάζει περισσότερο στο μοντέλο που αναπτύχθηκε, καθώς φαίνεται ότι το επεκτείνουν και πέρα από τις αλληλεπιδράσεις που οδηγούν στην εξέλιξη ενός συγκεκριμένου είδους, σε αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ειδών ή άλλων φυσικών συστημάτων. Για παράδειγμα, χρησιμοποιούν παραδείγματα όπως ότι 'η ύπαρξη ενός ξενικού είδους μπορεί να οδηγήσει στην εξαφάνιση ενός τοπικού'. Περισσότεροι επίσης μαθητές παρουσιάζονται να συμπεριλαμβάνουν την αλληλεπίδραση των γονιδίων με το περιβάλλον ως αιτία φαινοτυπικής ποικιλίας, αλλά και εισαγάγουν τη διάσταση του χρόνου στις εξηγήσεις τους για τα πλεονεκτήματα της βιοποικιλότητας σε μεγαλύτερο βαθμό. Επίσης, οι μαθητές που δέχθηκαν την δεύτερη παρέμβαση παρουσιάζονται να μπορούν με μεγαλύτερη ευχέρεια να χρησιμοποιήσουν πληροφορίες από ένα σύστημα, για να περιγράψουν τις λειτουργίες του άλλου, όπως για παράδειγμα αντλούν στοιχεία από το οικοσύστημα, για να δικαιολογήσουν την ποικιλότητα των ειδών και αντίστροφα από την ποικιλότητα των ειδών, για να εκτιμήσουν την σταθερότητά του.

Συμπερασματικά, φαίνεται ότι η εργασία πεδίου αυξάνει όχι μόνο το ενδιαφέρον των μαθητών για τη μαθησιακή διαδικασία, αλλά δημιουργεί και συνθήκες 'ενεργής μάθησης', καθώς αυξάνει τη συμμετοχή των μαθητών σ' αυτή. Αναμφισβήτητα λοιπόν με αυτό τον τρόπο τα οφέλη πολλαπλασιάζονται, με την προϋπόθεση βέβαια ότι οι μαθητές θα εργάζονται με ένα δομημένο τρόπο που θα εστιάζει σε συγκεκριμένους διδακτικούς στόχους.

Βιβλιογραφία

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

Allen, D., and Tanner, K. (2005). Infusing active learning into the large enrollment biology class: seven strategies, from simple to complex. *Cell Biology Education Articles*, vol. 4, pp. 262–268.

Anamuah – Mensah, J., (1998). Native science beliefs, among some Canadian students. *International Journal of Science Education*, vol. 20, no 1, pp. 115-124.

Anderson, D. L., K. M. Fisher and G. J. Norman, (2002). Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. *Journal of Research in Science Teaching* vol. 39, no 10, pp. 952-978.

Angell, T., L. Ferguson, and M. Tudor, (2001). Better test scores through environmental education? *Clearing*, vol. 110, pp. 20 – 22.

Angus, J. W. (1981). Children's conceptions of the living world. *Australian Science Teacher's Journal*, vol. 27, no 3, pp. 65-68.

Bahar M., A. H. Johnstone and M. H Hansell, (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, vol. 33, pp. 84-86.

Banet, E., and E. Ayuso, (2000). Teaching genetics at secondary schools: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, vol. 84, no 3, pp. 313–351.

Barak, J. and M. Gorodetsky, (1999). As 'process' as it can get: Students' understanding of biological processes. *International Journal of Science Teaching*, vol. 21, no 12, pp. 1281-1292.

Barker, S. and P. Elliott, (2000). Planning a skills-based resource for biodiversity education. *Journal of Biological Education*, vol. 34, no. 3, pp. 123 – 127.

Bartosh O., M. Tudor, L.e Ferguson and C.e Taylor, (2006). Improving Test Scores Through Environmental Education: Is It Possible? *Applied Environmental Education and Communication*, vol. 5, pp. 161–169.

Bencze, L., (2004). Science teachers as metascientists: an inductive - deductive dialectic immersion in northern alpine field ecology. *International Journal of Science Education* vol. 26, no 12, pp. 1507 – 1526.

Bischoff, P.J. and O.R. Anderson, (2001). Development of knowledge frameworks and higher order cognitive operations among secondary school students who studies a unit on ecology. *Journal of Biological Education* vol. 35, no 2, pp. 81-88.

Bishop, B., and C. Anderson, (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 27, pp. 415-427.

-
- Carlsson, B. (2002). Ecological understanding 2: transformation - a key to ecological understanding. *International Journal of Science Education*, vol. 24, no7, pp. 701-715.
- Chand V. S. and S. R. Shukla, (2003). 'Biodiversity Contests': Indigenously Informed and Transformed Environmental Education. *Applied Environmental Education and Communication*, vol. 2, pp. 229-236.
- Chang, C., and J.P. Barufaldi, (1999). The use of problem solving-based instructional model in initiating change in students' achievement and alternative frameworks: *International Journal of Science Education*, vol. 21, pp. 373-388.
- Collins, S., J. Osborne, M. Ratcliffe, R. Millar and R. Duschl, (2001). What 'ideas about science' should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. Paper presented at the *Annual Conference of the American Educational Research Association*, Seattle, WA, 10-14 April.
- Demastes, S.S., J. Settlage, and R.G. Good, (1995). Students' conceptions of natural selection and its role in evolution: Cases of replication and comparison. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 32, pp. 535-550.
- Driver, R. and J. Easley, (1998). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, vol. 5, pp. 37-60.
- Duit, R., and D.F., Treagust, (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, vol. 25, pp. 671-688.
- Efferth T. (2001). Didactics of Molecular Ecology. *Theory Bioscience*, vol. 120, pp.139-148.
- Gallegos, L., M. Jrezano and F. Flores. (1994). Preconceptions and relations used by children in the construction of food chains. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 31, pp. 259-272.
- Gayford, C., (2000). Biodiversity Education: a teacher's perspective. *Environmental Education Research*, vol. 6, no 4.
- Grace, M.M. and M. Ratcliffe, (2002). The science and values that young people draw upon to make decisions about biological conservation issues. *International Journal of Science Education*, vol. 24, no 11, pp. 1157-1169.
- Greca, H.M. and M.A., Moreira, (2000). Mental models, conceptual models, and modelling, *International Journal of Science Education*, vol. 22, no 1, pp. 1-11.
- Grotzer, T. A. and B. Bell Basca, (2003). How does grasping the underlying causal structures of ecosystems impact students understanding. *Journal of Biological Education*, vol. 38, pp. 16-29.
- Handelsman, J., D. Ebert-May, R. Beichner, P. Bruns, A. Chang, R. DeHaan, J. Gentile, S. Lauffer, J. Stewart, S.M. Tilghman, and W.B. Wood, (2004). Policy forum: scientific teaching. *Science*, vol. 304, pp. 521-522.

-
- Hogan, K., (2000). Assessing students' systems reasoning in ecology. *Journal of Biological Education* vol. 35, pp. 22-28.
- Hogan, K. and D. Thomas. (2001). Cognitive comparisons of students' systems modeling in ecology. *Journal of Science Education Technology*, vol. 10, pp. 319-345
- Ideker, T., V. Thorsson, J.A. Ranish, R. Christmas, J. Buhler, J.K. Eng, R. Bumgarner, D.R. Goodlett, R. Aebersold, and L. Hood, (2001). Integrated genomic and proteomic analyses of a systematically perturbed metabolic network. *Science*, vol. 292, pp. 929–934.
- Jensen, B. B. and K. Schnack, (1997). The Action Competence approach in environmental education. *Environmental Education Research*, vol. 3, pp. 163–178.
- Jickling, B., (1997). If environmental education is to make sense for teachers, had we better rethink how we define it? *Canadian Journal of Environmental Education*, vol. 2, pp. 86–103.
- Libarkin J. C. and J. P. Kurdziel, (2001). Research Methodologies in Science Education Assessing Students' Alternative Conceptions. *Journal of Geoscience Education*, vol.49, no 4, pp. 378-383.
- Kapyla M. and R. Wahkstrom, (2000). An environmental education program for teacher trainers in Finland. *The Journal of Environmental Education*, vol. 31, no 2, pp. 31 – 37.
- Knight K. J. and W. B. Wood (2005). Teaching More by Lecturing Less. *Cell Biology Education Articles*, vol. 4, pp. 298-310.
- Kumar, A., (2005). Teaching Systems Biology: An Active-learning Approach. *Cell Biology Education Articles*, vol. 4, pp. 323-329.
- Leach J, R. Driver, P. Scott and S. Wood-Robinson, (1996). Children's ideas about ecology 1: Theoretical background, design and methodology. *International Journal of Science Education*, vol. 17, pp. 721-732.
- Leach J, R. Driver, P. Scott and S. Wood-Robinson, (1996). Children's ideas about ecology 2: ideas found in children aged 5 –16 about the cycling of matter, *International Journal of Science Education*, vol.18, no 1, pp.19 –34.
- Leach J, R. Driver, P. Scott and S. Wood-Robinson, (1996). Children's ideas about ecology 3: ideas found in children aged 5 –16 about the interdependency of organisms, *International Journal of Science Education*, vol. 18, no 2, pp.129 – 141.
- Lewis, J. and C. Wood-Robinson, (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance - do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, vol. 22, pp.177-195.
- Lindemann-Matthies P., (2002). The Influence of an Educational Program on Children's Perception of Biodiversity. *The Journal of Environmental Education*, vol. 33, no 2, pp.22-31.
- Martínez Aznar, Ma M., and MaT. Ibáñez (2005). Solving problems in genetics. *International Journal of Science Education*, vol. 27, no 1, pp. 101–121.

-
- May, T.S., (2000). Elements of Success in Environmental Education through practitioner eyes. *The Journal of Environmental Education*, vol. 31, no 3, pp. 4 – 11.
- Myers Jr. O.E., C.D. Saunders, and E. Garrett, (2004). What do children think animals need? Developmental trends. *Environmental Education Research*, vol. 10, no 4, pp. 545-562.
- Magntorn O., and G. Helldén, (2005). Student-Teachers' Ability to Read Nature: Reflections on their own learning in ecology. *International Journal of Science Education*. vol 27, no 10, pp. 1229–1254.
- NATIONAL ACADEMY PRESS, (1998). Teaching about evolution and the nature of science. Washington, DC 1998.
- Norman, N., A. Jennings and L. Wahl, (2006). The impact of environmentally – related education on academic achievement: A literature survey. Community Resources for Science, StopWaste.Org., Berkeley, August 2006.
- Orcajo, T., and M. Aznar, (2005). Solving Problems in Genetics II: Conceptual restructuring. *International Journal of Science Education* vol 27, no 12, pp. 1495–1519.
- Palmer, D.H., (1997). Students' application of the concept of interdependence to the issue of preservation of species: Observations of the ability to generalize. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 34, pp. 837-850.
- Randler C. and F. X. Bogner, (2006). Cognitive achievements in identification skills. *Journal of Biological Education*, vol. 40, no 4, Autumn 2006.
- Rosenberg, A., (1985). *The structure of biological science*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hawkey, R., (2001). Walking with woodlice: an experiment in biodiversity education. *Journal of Biological Education*, vol. 36, no 1.
- Sander, E., P. Jelemenskd and U. Kattmann, (2006). Towards a better understanding of ecology. *Journal of Biological Education*, vol. 40, no 3, Summer2006.
- Scoulos, M. J. and V. Malotidi, (2004). Handbook on methods used in Environmental Education for sustainable development. Mediterranean Education Initiative for Environment and Sustainability, MIO-ECSDE, Athens, 2004.
- Smith-Sebasto N., (1998). Environmental education in the University of Illinois Cooperative Extension Service: An Educator Survey. *The Journal of Environmental Education*, vol. 29, no 2, pp. 21-30.
- Sogunro, O., (2001). Selecting a quantitative or qualitative research methodology: an experience. *Educational Research Quarterly*, vol. 26, no 1, pp. 3 – 10.
- Steel, E. A., K. A. Kelsey and J. Morita, (2004). The Truth About Science: A middle school curriculum teaching the scientific method and data analysis in an ecology context. *Environmental and Ecological Statistics*, vol. 11, pp. 21 – 29.

UNECE, (2003). Basic Elements for the UNECE Strategy for Education for Sustainable Development. Statement for Sustainable Development by the UNECE Ministers of the Environment, UNECE 5th Ministerial Conference “Environment for Europe” Kiev, 21 –23 May, 2003.

UNESCO, (1993). *UNESCO, Agenda 21 and UNCED follow-up*. Paris, France: UNESCO.

Van Weelie, D. and A. E. J. Wals (2002). Making biodiversity meaningful through environmental education. *International Journal of Science Education*, vol. 24, no 11, pp. 1143–1156.

Vosniadou, S., (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, vol. 4, pp. 45–69.

Weilbacher, M., (1993). The renaissance of the naturalist. *The Journal of Environmental Education*, vol. 25, no 1, pp. 4-7.

White, B.Y. and J.R. Fredrickson, (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and Science* vol. 16, pp. 90-91.

Wilson, E.O. (1988). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, DC.

Wilson, E.O., (1992). *The diversity of life*. Harvard University Press, Cambridge.

WRI (World Resources Institute) and IUCN (The World Conservation Union) IUNEP (United Nations Environment Program) (1992). *Global biodiversity strategy: Guidelines for action to save and use earth's biotic wealth sustainably and equitably*. Washington, DC: WRI, IUCN/UNEP.

Wuketits, F. M. (1997). The Status of Biology and the Meaning of Biodiversity *Naturwissenschaften* vol. 84, pp. 473–479.

Yore, L. B., and S. Boyer, (1997). College students' attitudes towards living organisms: The influence of experience and knowledge. *The American Biology Teacher* vol. 59, no 9, pp. 558-563.

Zelensky L., (1999). Educational Interventions that improve environmental behaviors: A meta-analysis. *The Journal of Environmental Education*, vol. 31, no 1, pp. 5 – 14.

Βάμβουκας, Ι.Μ., (1998). *Εισαγωγή στην ψυχολογική έρευνα και μεθοδολογία*, Αθήνα, εκδ. Γρηγόρη (5^η έκδοση),

Γεωργόπουλος, Α. και Ε., Τσαλίκη, (1998). *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*, Αθήνα, εκδ. Gutenberg, 2^η εκδ.

Παρασκευόπουλος, Ι., (1985). *Εξελικτική Ψυχολογία*, Τόμος 1^{ος}, Αθήνα,

Ρούσσο, Α. Π. και Γ. Τσαούσης, (2006). *Στατιστική εφαρμοσμένη στις κοινωνικές επιστήμες*. Β' Αναθεωρημένη Έκδοση, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Αρχικό και Τελικό Ερωτηματολόγιο



Ερωτηματολόγιο



Στοιχεία μαθητή: Όνομα Μαθητή _____ Σχολείο: _____

Τάξη: _____ Τόπος διαμονής _____

Αγαπητή μαθήτριά / μαθητή...

Οι παρακάτω ερωτήσεις δεν αποτελούν μέρος του σχολικού μαθήματος της Βιολογίας και δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγησή σου. Σε παρακαλώ να τις απαντήσεις όλες τις ερωτήσεις με όσο πιο μεγάλη προσοχή διαθέτεις, ώστε να διαπιστώσουμε εάν η πειραματική διδασκαλία που θα γίνει είναι αποτελεσματική και σε ποιο βαθμό. Ευχαριστώ προκαταβολικά για το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή σου.

Απάντησε σε όλα τα παρακάτω...



Έχεις ξανακούσει τη λέξη βιοποικιλότητα;

ΝΑΙ



ΟΧΙ



Εάν ΝΑΙ:

Σε τι πιστεύεις ότι αναφέρεται (μπορείς να επιλέξεις περισσότερα από ένα);

Στην οικογένεια, Σε πόλεις, Σε καλλιέργειες, Σε οικοσυστήματα

Σε γονίδια, Σε είδη, Σε άτομα, Σε κανένα από αυτά, Σε όλα από αυτά

Περιέγραψε την έννοια με δικές σου λέξεις:

Εάν ΟΧΙ:

Τι πιστεύεις ότι σημαίνει;



Έχεις την ίδια εμφάνιση με τους γονείς σου;

ΝΑΙ



ΟΧΙ



Με τους συμμαθητές σου;

ΝΑΙ



ΟΧΙ



Ποιοι παράγοντες μας κάνουν διαφορετικούς; _____



Τις διαφορές αυτές τις κληρονόμησες;

ΝΑΙ



ΟΧΙ



Ποια νομίζεις ότι είναι η αιτία που προκάλεσε την εμφάνισή τους;



Ποιοι παράγοντες καθορίζουν τη δική σου επιβίωση στην καθημερινή σου ζωή;



Μπορείς να περιγράψεις μερικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες που να επηρεάζουν την επιβίωση ενός είδους τόσο θετικά όσο και αρνητικά;



Ποιο είδος οργανισμών μπορεί να επιβιώσει περισσότερα χρόνια;

Αυτό που έχει ομοιόμορφα άτομα; _____

Αυτό που έχει διαφορετικά άτομα; _____



Ποιο είδος οργανισμών μπορεί να εκμεταλλευτεί το περιβάλλον του χωρίς να το καταστρέψει; Αυτό που έχει ομοιόμορφα άτομα; _____

Αυτό που έχει διαφορετικά άτομα; _____



Ποια περιοχή είναι περισσότερο σταθερή στον χρόνο και υποστηρίζει καλύτερα τα είδη που ζουν σε αυτή;

Αυτή που φιλοξενεί μικρό αριθμό διαφορετικών ειδών φυτών και ζώων; _____

Αυτό που φιλοξενεί μεγάλο αριθμό διαφορετικών ειδών φυτών και ζώων; _____



Μπορείς να δώσεις μια εξήγηση για τα παραπάνω;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Κωδικοποίηση μεταβλητών



A. Στοιχεία του Δείγματος:

Τάξη	Κωδικός
Α' Γυμνασίου	1
Β' Γυμνασίου	2
Γ' Γυμνασίου	3

Φύλο	Κωδικός
Κορίτσι	1
Αγόρι	2

Περιοχή προέλευσης	Κωδικός
Αστική	1
Ημιαστική	2
Αγροτική	3

B. Κλείδα κωδικοποίησης των απαντήσεων στις ανοιχτές ερωτήσεις:

✘ Ερώτηση 1Γ: *Εάν έχεις ξανακούσει τη λέξη βιοποικιλότητα περιέγραψε την με δικές σου λέξεις. Εάν όχι τι πιστεύεις ότι σημαίνει;*

Κωδικός	Περιγραφή
1	Δεν απάντησαν
2	Εστιάζονται σε ότι είναι ορατό
3	Δίνουν ετυμολογική απάντηση
4	Δίνουν ανθρωποκεντρική απάντηση
5	Επηρεάζονται από το πλαίσιο
6	Δίνουν γενική απάντηση

✘ Ερώτηση 2: *Ποιοι παράγοντες μας κάνουν διαφορετικούς;*

Κωδικός	Περιγραφή
1	Βιολογικοί
2	Ανθρωπογενείς
3	Ασαφείς

✘ Ερώτηση 3: Ποια νομίζεις ότι είναι η αιτία που προκάλεσε την εμφάνισή τους;

Κωδικός	Περιγραφή
1	Κληρονομικότητα
2	Τελεολογικές
3	Κοινωνικοί
4	Περιβάλλον
5	Άσχετο

✘ Ερώτηση 4: Ποιοι παράγοντες καθορίζουν τη δική σου επιβίωση στην καθημερινή σου ζωή;

Περιγραφή	Κωδικός Επιλογής	Κωδικός Μη Επιλογής
Εμφάνιση	1	2
Οικογένεια	1	2
Περιβάλλον	1	2
Κοινωνικοί	1	2
Τροφή	1	2
Ασάφεια	1	2

✘ Ερώτηση 5: Μπορείς να περιγράψεις μερικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες που να επηρεάζουν την επιβίωση ενός είδους τόσο θετικά όσο και αρνητικά;

Περιγραφή	Κωδικός Επιλογής	Κωδικός Μη Επιλογής
Ρύπανση	1	2
Κλίμα	1	2
Πρώτες Ύλες	1	2
Κοινωνικά	1	2
Άνθρωπος	1	2
Ασάφεια	1	2

✘ Ερώτηση 6Α: Ποιο είδος οργανισμών μπορεί να επιβιώσει περισσότερα χρόνια;

Περιγραφή	Κωδικός Επιλογής	Κωδικός Μη Επιλογής
Αυτό που έχει πολλά ομοιόμορφα άτομα	1	2
Αυτό που έχει λιγότερα αλλά διαφορετικά άτομα	1	2

✘ Ερώτηση 6B: Ποιο είδος οργανισμών μπορεί να εκμεταλλευτεί το περιβάλλον του χωρίς να το καταστρέψει;

Περιγραφή	Κωδικός Επιλογής	Κωδικός Μη Επιλογής
Αυτό που έχει πολλά ομοιόμορφα άτομα	1	2
Αυτό που έχει λιγότερα αλλά διαφορετικά άτομα	1	2

✘ Ερώτηση 6Γ: Ποια περιοχή είναι περισσότερο σταθερή στον χρόνο και υποστηρίζει καλύτερα τα είδη που ζουν σε αυτή;

Περιγραφή	Κωδικός Επιλογής	Κωδικός Μη Επιλογής
Αυτή που φιλοξενεί μικρό αριθμό διαφορετικών ειδών φυτών και ζώων	1	2
Αυτό που φιλοξενεί μεγάλο αριθμό διαφορετικών ειδών φυτών και ζώων	1	2

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Στατιστικά για τις εναλλακτικές αντιλήψεις



A. Κωδικοποίηση απαντήσεων των μαθητών στο ερωτηματολόγιο συλλογής δεδομένων:

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Τάξη	Κωδικός
A' Γυμνασίου	1
B' Γυμνασίου	2
Γ' Γυμνασίου	3

Φύλο	Κωδικός
Κορίτσι	1
Αγόρι	2

Περιοχή προέλευσης	Κωδικός
Αστική	1
Ημιαστική	2
Αγροτική	3

ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ

Τάξη

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	A' Γυμνασίου	48	35,8	35,8	35,8
	B' Γυμνασίου	43	32,1	32,1	67,9
	Γ' Γυμνασίου	43	32,1	32,1	100,0
	Total	134	100,0	100,0	

Φύλο

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Κορίτσι	69	51,5	51,5	51,5
	Αγόρι	65	48,5	48,5	100,0
	Total	134	100,0	100,0	

Περιοχή

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Αστική	47	35,1	35,1	35,1
	Ημιαστική	43	32,1	32,1	67,2
	Αγροτική	44	32,8	32,8	100,0
	Total	134	100,0	100,0	

B. Κλείδα κωδικοποίησης των απαντήσεων στις ανοιχτές ερωτήσεις:

α Ερώτηση 1Γ: Εάν έχεις ξανακούσει τη λέξη βιοποικιλότητα περιέγραψε την με δικές σου λέξεις. Εάν όχι τι πιστεύεις ότι σημαίνει;

Κωδικός	Περιγραφή	Συχνότητα	Ποσοστό
1	Δεν απάντησαν	31	23,1
2	Εστιάζονται σε ότι είναι ορατό	23	17,2
3	Δίνουν ετυμολογική απάντηση	12	9,0
4	Δίνουν ανθρωποκεντρική απάντηση	24	17,9
5	Επηρεάζονται από το πλαίσιο	19	14,2
6	Δίνουν γενική απάντηση	25	18,7



Τάξη * Κωδικός Crosstabulation

			Κωδικός					Total	
			Δ/Α	Ορατό	Κανόνας	Ανθρωπο-κεντρικό	Πλαίσιο	Ασαφές	
Τάξη	A' Γυμνασίου	Count	18	4	3	8	7	8	48
		Expected Count	11,1	8,2	5,0	8,6	6,8	8,2	48,0
		Residual	6,9	-4,2	-2,0	-,6	,2	-,2	
B' Γυμνασίου	Count	9	2	3	11	7	11	43	
	Expected Count	9,9	7,4	4,5	7,7	6,1	7,4	43,0	
	Residual	-,9	-5,4	-1,5	3,3	,9	3,6		
Γ' Γυμνασίου	Count	4	17	8	5	5	4	43	
	Expected Count	9,9	7,4	4,5	7,7	6,1	7,4	43,0	
	Residual	-5,9	9,6	3,5	-2,7	-1,1	-3,4		
Total	Count	31	23	14	24	19	23	134	
	Expected Count	31,0	23,0	14,0	24,0	19,0	23,0	134,0	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	36,682(a)	10	,000
Likelihood Ratio	35,512	10	,000
Linear-by-Linear Association	,017	1	,895
N of Valid Cases	134		

a 2 cells (11,1%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,49.



Φύλο * Κωδικός Crosstabulation

			Κωδικός					Total	
			Δ/Α	Ορατό	Κανόνας	Ανθρωπο-κεντρικό	Πλαίσιο	Ασαφείς	
Φύλο	Κορίτσι	Count	10	10	9	11	13	16	69
		Expected Count	16,0	11,8	7,2	12,4	9,8	11,8	69,0
		Residual	-6,0	-1,8	1,8	-1,4	3,2	4,2	
Αγόρι	Αγόρι	Count	21	13	5	13	6	7	65
		Expected Count	15,0	11,2	6,8	11,6	9,2	11,2	65,0
		Residual	6,0	1,8	-1,8	1,4	-3,2	-4,2	
Total		Count	31	23	14	24	19	23	134
		Expected Count	31,0	23,0	14,0	24,0	19,0	23,0	134,0

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	11,596(a)	5	,041
Likelihood Ratio	11,847	5	,037
Linear-by-Linear Association	8,891	1	,003
N of Valid Cases	134		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,79.

✎ Ερώτηση 2: Ποιοι παράγοντες μας κάνουν διαφορετικούς;

Παράγοντες	Αιτίες	Κωδικός
Γενετικοί Περιβαλλοντικοί	Βιολογικές	1
Εμφάνιση Κοινωνικοί Συναισθηματικοί	Ανθρωπογενείς	2
Ασαφείς	Ασαφείς	3



Τάξη * Αιτία Crosstabulation

		reason			Total
		biologic	human	other	
A	Count	8	24	16	48
	Expected Count	15,8	22,9	9,3	48,0
	Residual	-7,8	1,1	6,7	
class B	Count	19	20	4	43
	Expected Count	14,1	20,5	8,3	43,0
	Residual	4,9	-,5	-4,3	
C	Count	17	20	6	43
	Expected Count	14,1	20,5	8,3	43,0
	Residual	2,9	-,5	-2,3	
Total	Count	44	64	26	134
	Expected Count	44,0	64,0	26,0	134,0

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	13,895(a)	4	,008
Likelihood Ratio	14,301	4	,006
Linear-by-Linear Association	8,386	1	,004
N of Valid Cases	134		

a 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 8,34.



Περιοχή * Αιτία Crosstabulation

		reason			Total
		biologic	human	other	
C	Count	24	18	5	47
	Expected Count	15,4	22,4	9,1	47,0
	Residual	8,6	-4,4	-4,1	
area S	Count	12	21	10	43
	Expected Count	14,1	20,5	8,3	43,0
	Residual	-2,1	,5	1,7	
A	Count	8	25	11	44
	Expected Count	14,4	21,0	8,5	44,0
	Residual	-6,4	4,0	2,5	
Total	Count	44	64	26	134
	Expected Count	44,0	64,0	26,0	134,0

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	12,499(a)	4	,014
Likelihood Ratio	12,691	4	,013
Linear-by-Linear Association	10,095	1	,001
N of Valid Cases	134		

a 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 8,34.

✘ Ερώτηση 3: Ποια νομίζεις ότι είναι η αιτία που προκάλεσε την εμφάνισή τους;

Κωδικός	Περιγραφή
1	Κληρονομικότητα
2	Τελεολογικές
3	Κοινωνικοί
4	Περιβάλλον
5	Άσχετο



Τάξη * Κληνομοκότητα Crosstabulation

		heritate		Total
		true	False	
A	Count	21	27	48
	Expected Count	26,9	21,1	48,0
	Residual	-5,9	5,9	
class B	Count	32	11	43
	Expected Count	24,1	18,9	43,0
	Residual	7,9	-7,9	
C	Count	22	21	43
	Expected Count	24,1	18,9	43,0
	Residual	-2,1	2,1	
Total	Count	75	59	134
	Expected Count	75,0	59,0	134,0

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9,251(a)	2	,010
Likelihood Ratio	9,568	2	,008
Linear-by-Linear Association	,640	1	,424
N of Valid Cases	134		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 18,93.



Περιοχή * Κληρονομοκότητα Crosstabulation

		heritate		Total
		true	False	
C	Count	38	9	47
	Expected Count	26,3	20,7	47,0
	Residual	11,7	-11,7	
area S	Count	13	30	43
	Expected Count	24,1	18,9	43,0
	Residual	-11,1	11,1	
A	Count	24	20	44
	Expected Count	24,6	19,4	44,0
	Residual	-,6	,6	
Total	Count	75	59	134
	Expected Count	75,0	59,0	134,0

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	23,401(a)	2	,000
Likelihood Ratio	24,606	2	,000
Linear-by-Linear Association	6,724	1	,010
N of Valid Cases	134		

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 18,93.

✕ Ερώτηση 4: Ποιοι παράγοντες καθορίζουν τη δική σου επιβίωση στην καθημερινή σου ζωή;



Τάξη * Οικογένεια Crosstabulation

		Family		Total
		C	F	
A	Count	5	32	37
	Expected Count	9,8	27,2	37,0
	Residual	-4,8	4,8	
class B	Count	12	31	43
	Expected Count	11,4	31,6	43,0
	Residual	,6	-,6	
C	Count	12	17	29
	Expected Count	7,7	21,3	29,0
	Residual	4,3	-4,3	
Total	Count	29	80	109
	Expected Count	29,0	80,0	109,0

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6,527(a)	2	,038
Likelihood Ratio	6,726	2	,035
Linear-by-Linear Association	6,464	1	,011
N of Valid Cases	109		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,72.



Τάξη * Τροφή Crosstabulation

		Food		Total
		C	F	
class A	Count	22	15	37
	Expected Count	14,6	22,4	37,0
	Residual	7,4	-7,4	
B	Count	12	31	43
	Expected Count	17,0	26,0	43,0
	Residual	-5,0	5,0	
C	Count	9	20	29
	Expected Count	11,4	17,6	29,0
	Residual	-2,4	2,4	
Total	Count	43	66	109
	Expected Count	43,0	66,0	109,0

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9,460(a)	2	,009
Likelihood Ratio	9,414	2	,009
Linear-by-Linear Association	6,145	1	,013
N of Valid Cases	109		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 11,44.



Περιοχή * Τροφή Crosstabulation

			Food		Total
			C	F	
area	C	Count	9	38	47
		Expected Count	18,5	28,5	47,0
		Residual	-9,5	9,5	
S	S	Count	9	11	20
		Expected Count	7,9	12,1	20,0
		Residual	1,1	-1,1	
A	A	Count	25	17	42
		Expected Count	16,6	25,4	42,0
		Residual	8,4	-8,4	
Total	Total	Count	43	66	109
		Expected Count	43,0	66,0	109,0

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	15,452(a)	2	,000
Likelihood Ratio	16,092	2	,000
Linear-by-Linear Association	15,093	1	,000
N of Valid Cases	109		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,89.



Περιοχή * Κοινωνικοί παράγοντες Crosstabulation

			Social		Total
			C	F	
area	C	Count	7	40	47
		Expected Count	13,4	33,6	47,0
		Residual	-6,4	6,4	
S	S	Count	8	12	20
		Expected Count	5,7	14,3	20,0
		Residual	2,3	-2,3	
A	A	Count	16	26	42
		Expected Count	11,9	30,1	42,0
		Residual	4,1	-4,1	
Total	Total	Count	31	78	109
		Expected Count	31,0	78,0	109,0

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	7,475(a)	2	,024
Likelihood Ratio	7,858	2	,020
Linear-by-Linear Association	5,957	1	,015
N of Valid Cases	109		

a. 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,69.

α Ερώτηση 5: Μπορείς να περιγράψεις μερικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες που να επηρεάζουν την επιβίωση ενός είδους τόσο θετικά όσο και αρνητικά;

Τάξη * Ρύπανση Crosstabulation

			Pollution		Total
			C	F	
class	A	Count	2	35	37
		Expected Count	9,2	27,8	37,0
		Residual	-7,2	7,2	
	B	Count	13	30	43
		Expected Count	10,7	32,3	43,0
		Residual	2,3	-2,3	
	C	Count	12	17	29
		Expected Count	7,2	21,8	29,0
		Residual	4,8	-4,8	
Total	Count	27	82	109	
	Expected Count	27,0	82,0	109,0	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	12,427(a)	2	,002
Likelihood Ratio	14,437	2	,001
Linear-by-Linear Association	11,669	1	,001
N of Valid Cases	109		

a 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,18.



Περιοχή * Πρώτες ύλες Crosstabulation

			Raw Material		Total
			C	F	
area	C	Count	3	44	47
		Expected Count	8,6	38,4	47,0
		Residual	-5,6	5,6	
	S	Count	5	15	20
		Expected Count	3,7	16,3	20,0
		Residual	1,3	-1,3	
	A	Count	12	30	42
		Expected Count	7,7	34,3	42,0
		Residual	4,3	-4,3	
Total	Count	20	89	109	
	Expected Count	20,0	89,0	109,0	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	8,012(a)	2	,018
Likelihood Ratio	8,846	2	,012
Linear-by-Linear Association	7,328	1	,007
N of Valid Cases	109		

a 1 cells (16,7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,67.



Φύλο * Πρώτες Ύλες Crosstabulation

			Raw Material		Total
			C	F	
gender	G	Count	16	41	57
		Expected Count	10,5	46,5	57,0
		Residual	5,5	-5,5	
	B	Count	4	48	52
		Expected Count	9,5	42,5	52,0
		Residual	-5,5	5,5	
Total		Count	20	89	109
		Expected Count	20,0	89,0	109,0

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	7,537(b)	1	,006		
Continuity Correction(a)	6,238	1	,013		
Likelihood Ratio	8,031	1	,005		
Fisher's Exact Test				,007	,005
Linear-by-Linear Association	7,468	1	,006		
N of Valid Cases	109				

a Computed only for a 2x2 table

b 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,54.

✕ Ερώτηση 6Α: Ποιο είδος οργανισμών μπορεί να επιβιώσει περισσότερα χρόνια;



Περιοχή * Διαφορετικά άτομα Crosstabulation

			Different		Total
			S	F	
area	C	Count	15	32	47
		Expected Count	21,6	25,4	47,0
		Residual	-6,6	6,6	
	S	Count	13	7	20
		Expected Count	9,2	10,8	20,0
		Residual	3,8	-3,8	
	A	Count	22	20	42
		Expected Count	19,3	22,7	42,0
		Residual	2,7	-2,7	
Total		Count	50	59	109
		Expected Count	50,0	59,0	109,0

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	7,351(a)	2	,025
Likelihood Ratio	7,470	2	,024
Linear-by-Linear Association	3,883	1	,049
N of Valid Cases	109		

a 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 9,17.

✕ Ερώτηση 6B: Ποιο είδος οργανισμών μπορεί να εκμεταλλευτεί το περιβάλλον του χωρίς να το καταστρέψει;



Τάξη * Όμοια άτομα Crosstabulation

			Similar		Total
			S	F	
class	A	Count	7	30	37
		Expected Count	16,6	20,4	37,0
		Residual	-9,6	9,6	
	B	Count	26	17	43
		Expected Count	19,3	23,7	43,0
		Residual	6,7	-6,7	
	C	Count	16	13	29
		Expected Count	13,0	16,0	29,0
		Residual	3,0	-3,0	
Total	Count	49	60	109	
	Expected Count	49,0	60,0	109,0	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	16,714(a)	2	,000
Likelihood Ratio	17,120	2	,000
Linear-by-Linear Association	8,096	1	,004
N of Valid Cases	109		

a 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 12,77.



Φύλο * Όμοια άτομα Crosstabulation

			Similar		Total
			S	F	
gender	G	Count	32	25	57
		Expected Count	25,6	31,4	57,0
		Residual	6,4	-6,4	
	B	Count	17	35	52
		Expected Count	23,4	28,6	52,0
		Residual	-6,4	6,4	
Total	Count	49	60	109	
	Expected Count	49,0	60,0	109,0	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	6,042(b)	1	,014		
Continuity Correction(a)	5,131	1	,023		
Likelihood Ratio	6,111	1	,013		
Fisher's Exact Test				,020	,011
Linear-by-Linear Association	5,986	1	,014		
N of Valid Cases	109				

a Computed only for a 2x2 table

b 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 23,38.

α Ερώτηση 6Γ: Ποια περιοχή είναι περισσότερο σταθερή στον χρόνο και υποστηρίζει καλύτερα τα είδη που ζουν σε αυτή;



Φύλο * Πολλά διαφορετικά άτομα Crosstabulation

			LotDif		Total
			S	F	
gender	G	Count	34	23	57
		Expected Count	28,2	28,8	57,0
		Residual	5,8	-5,8	
	B	Count	20	32	52
		Expected Count	25,8	26,2	52,0
		Residual	-5,8	5,8	
Total		Count	54	55	109
		Expected Count	54,0	55,0	109,0

Chi-Square Tests

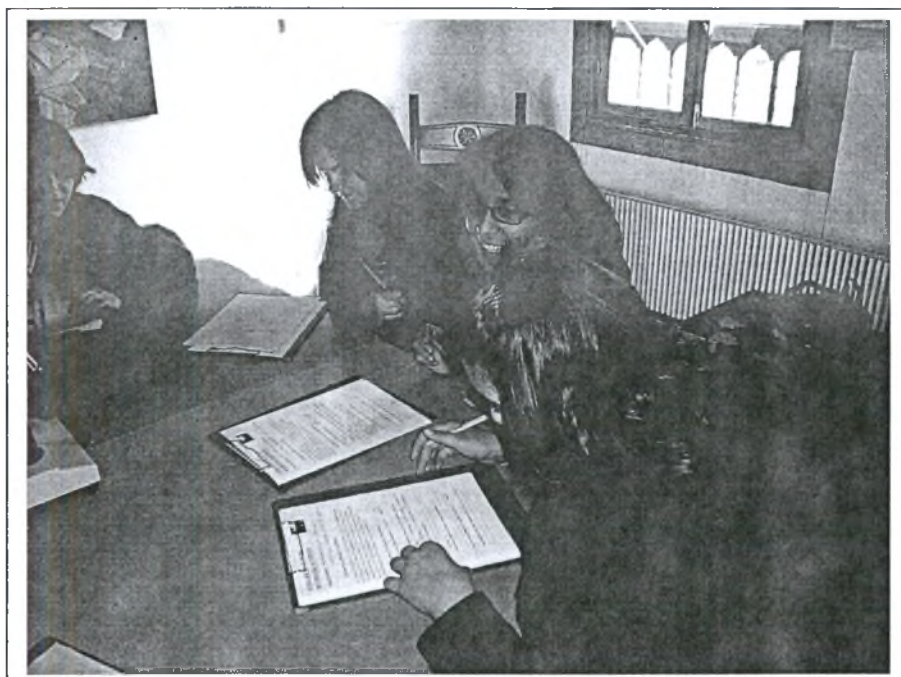
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	4,883(b)	1	,027		
Continuity Correction(a)	4,072	1	,044		
Likelihood Ratio	4,921	1	,027		
Fisher's Exact Test				,035	,022
Linear-by-Linear Association	4,838	1	,028		
N of Valid Cases	109				

a Computed only for a 2x2 table

b 0 cells (,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 25,76.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Φύλα εργασίας



Εισαγωγικά φύλλα εργασίας



Στοιχεία μαθητή: Όνομα Μαθητή _____ Σχολείο: _____

Παρακάτω παρουσιάζονται δύο φωτογραφίες, μια από ένα δάσος και μία από μια καλλιέργεια καλαμποκιού. Στα πλαίσια που βρίσκονται κάτω από κάθε φωτογραφία, προσπαθήστε να γράψετε όσο περισσότερους ζωντανούς οργανισμούς μπορείτε, που να χρησιμοποιούν τις περιοχές αυτές στη ζωή τους.

Δάσος



Καλλιέργεια





Στην πιο πάνω φωτογραφία εικονίζονται δύο αδερφές. Στα παρακάτω πλαίσια, περιγράψτε δύο ομοιότητες και δύο διαφορές τους και τους λόγους γιατί μοιάζουν ή διαφέρουν.

<p>Ομοιότητες:</p> <p>1.</p> <p>2.</p>	<p>Γιατί μοιάζουν:</p> <p>Αιτία:</p> <p>Αιτία:</p>
---	---

<p>Διαφορές:</p> <p>1.</p> <p>2.</p>	<p>Γιατί διαφέρουν:</p> <p>Αιτία:</p> <p>Αιτία:</p>
---	--



Η ποικιλία που εμφανίζουν τα είδη, δεν είναι η ίδια σε όλο τον πλανήτη, κάποιες περιοχές περιέχουν πολλά διαφορετικά είδη οργανισμών, ενώ άλλες λιγότερα. Όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα, η ποικιλότητα αυξάνεται από τους πόλους προς τον Ισημερινό: ενώ οι τροπικές περιοχές γύρω από τον Ισημερινό σφύζουν από ζωή, οι ηπειρωτικές περιοχές κοντά στους δύο πόλους έχουν λιγότερα είδη φυτών και ζώων, με την κατάσταση στους πόλους ακόμη φτωχότερη.

Γιατί πιστεύεις ότι συμβαίνει αυτό;

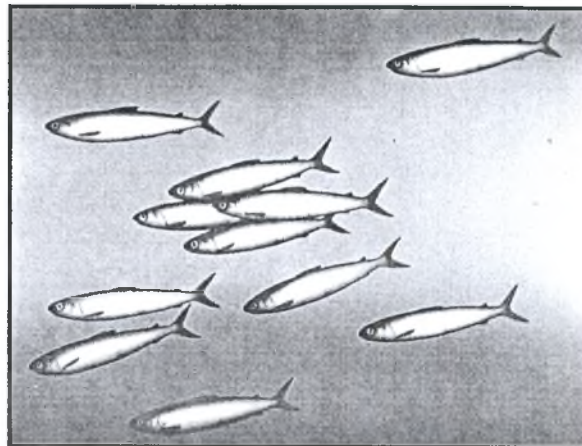
Ποια οικοσυστήματα πιστεύεις ότι είναι περισσότερο σταθερά, δηλαδή μπορούν να διατηρηθούν όταν αντιμετωπίσουν κάποια πίεση, διαταραχή και καταστροφή; Κύκλωσε ένα

Οικοσυστήματα με μικρή ποικιλότητα	Οικοσυστήματα με μεσαία ποικιλότητα	Οικοσυστήματα με μεγάλη ποικιλότητα
---------------------------------------	--	--

Εξήγησε γιατί επέλεξες αυτή την απάντηση:

Στην εικόνα δεξιά, εμφανίζεται μια ομάδα ψαριών. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις περιγράφει καλύτερα την εμφάνιση αυτής της ομάδας;

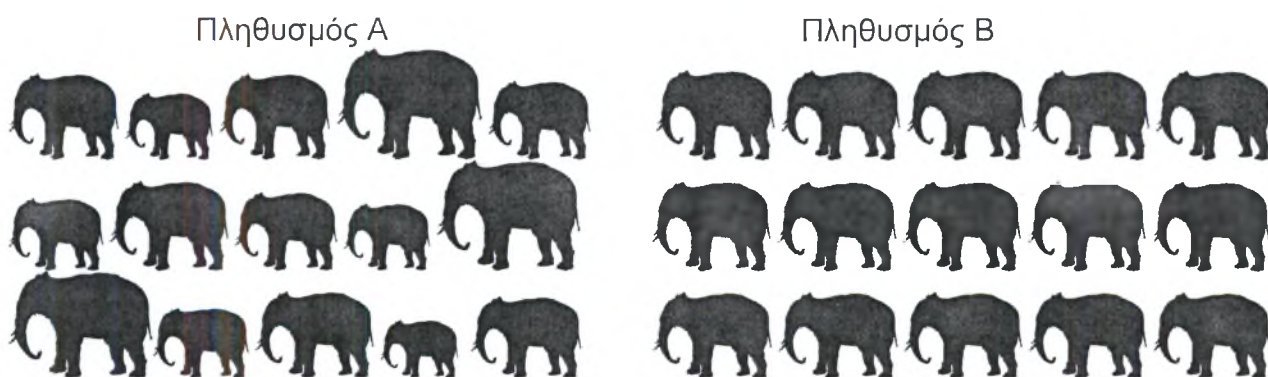
- i) Τα ψάρια είναι πανομοιότυπα μεταξύ τους.
- ii) Τα ψάρια είναι όλα πανομοιότυπα στο εσωτερικό τους, αλλά έχουν πολλές διαφορές στην εμφάνιση.
- iii) Τα ψάρια είναι πανομοιότυπα στην εμφάνιση, αλλά διαφέρουν μεταξύ τους στο εσωτερικό τους.
- iv) Τα ψάρια έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά, αλλά επίσης διαφέρουν σε πολλές ιδιότητες.
- v) Τα ψάρια είναι όλα εντελώς ξεχωριστά και δεν έχουν κοινές ιδιότητες.



Η απάντηση που διαλέξατε είναι:

Εξηγήστε γιατί διαλέξατε αυτή την απάντηση:

☀ Παρακάτω εμφανίζονται δύο διαφορετικοί πληθυσμοί από 15 ελέφαντες. Ο πληθυσμός A περιλαμβάνει ελέφαντες λίγο διαφορετικούς μεταξύ τους, ενώ ο πληθυσμός B περιλαμβάνει πανομοιότυπους ελέφαντες. Ποιος από τους δύο πληθυσμούς έχει περισσότερες πιθανότητες να επιβιώσει εάν συμβεί μια σοβαρή ξηρασία;



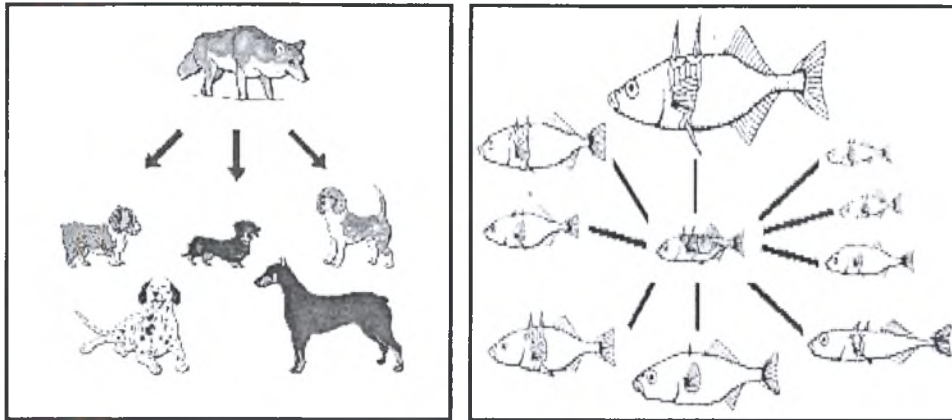
Κυκλώστε ένα:

Πληθυσμός A

Πληθυσμός B

Έχουν την ίδια πιθανότητα επιβίωσης

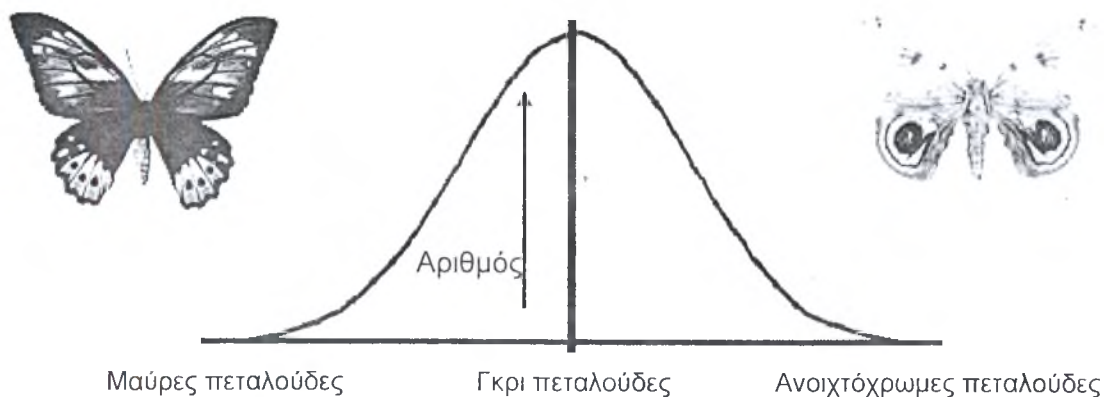
Εξήγησε γιατί διάλεξες αυτή την απάντηση:



Οι διάφορες ράτσες κατοικίδιων σκύλων εξελίχθηκαν από τους λύκους εδώ και 15000 χρόνια, με τους ανθρώπους επιλεκτικά να εκτρέφουν τα ζώα με επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως μέγεθος, δύναμη και ταχύτητα. Στα πλαίσια που ακολουθούν εξήγησε ποιες ομοιότητες και ποιες διαφορές έχει αυτή η διαδικασία από τον τρόπο που τα άγρια ζώα εξελίσσονται φυσικά, όπως για παράδειγμα τα ψάρια που εμφανίζονται στην δεξιά εικόνα.

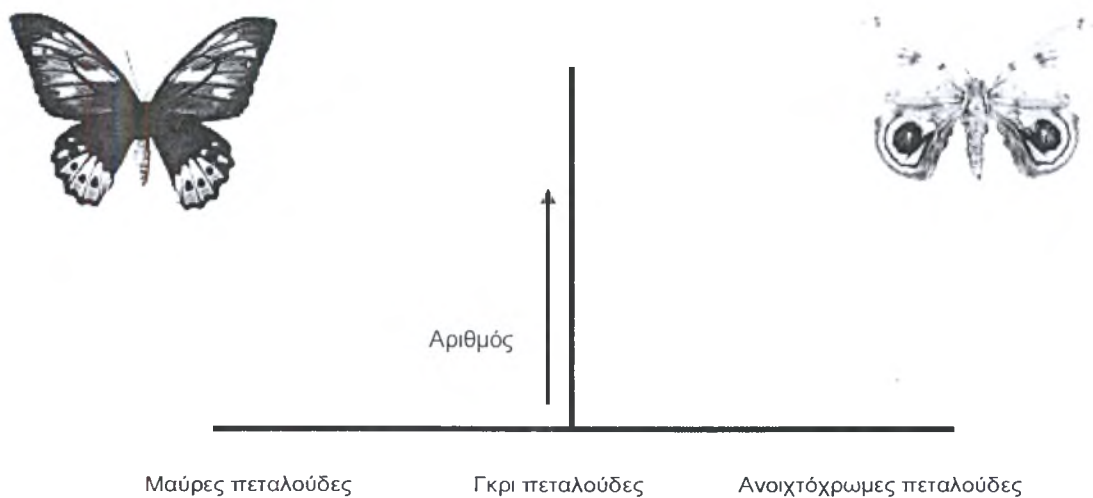
Ομοιότητες στις δύο διαδικασίες:

Διαφορές στις δύο διαδικασίες:



Η παραπάνω γραφική παράσταση τη διακύμανση του χρώματος ενός πληθυσμού 1000 πεταλούδων που ζουν σε ένα νησί. Όπως μπορεί να φανεί από την καμπύλη, υπάρχει ένας μικρός αριθμός μαύρων πεταλούδων, μεγάλος αριθμός γκρι πεταλούδων και μικρός αριθμός ανοιχτόχρωμων πεταλούδων. Εάν στο νησί εισαχθεί ένα είδος πτηνού που τρέφεται με τις ανοιχτόχρωμες πεταλούδες, αλλά δεν μπορεί να δει τις μαύρες πεταλούδες, πως νομίζεις ότι θα αλλάξει η κατανομή του χρώματος των πεταλούδων στο νησί;

Σχεδίασε την απάντησή σου στη παρακάτω γραφική παράσταση:



Μπορείς τώρα να εξηγήσεις την απάντησή σου,;

Εργασία πεδίου...

Θα επισκεφτούμε δύο διαφορετικές περιοχές που βρίσκονται πολύ κοντά η μια με την άλλη αλλά διαφέρουν αρκετά στους βιοτικούς και τους αβιοτικούς παράγοντες που περιέχουν. Σκοπός μας θα είναι να εντοπίσουμε και να υπολογίσουμε αβιοτικούς παράγοντες που μπορούν να αποτελέσουν ‘εξελικτικές πιέσεις’ και να οδηγήσουν στην επικράτηση διαφορετικών ειδών, σε κάθε περιοχή. Κάθε ένας από εμάς θα αναλάβει μια διαφορετική αρμοδιότητα. Θα πρέπει να μαζέψουμε στοιχεία για τα εξής:

- ☼ Τους αβιοτικούς παράγοντες μιας περιοχής, δηλαδή το pH του εδάφους, τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ηλιοφάνεια και τη σύσταση του εδάφους. Δύο λοιπόν Γεωλόγοι θα αναλάβουν να μετρήσουν όλους αυτούς τους παράγοντες σε κάθε περιοχή.
- ☼ Τη βλάστηση της περιοχής. Μέσα στα στενά όρια της περιοχής μελέτης μας θα πρέπει να καταγραφούν από τους Βοτανολόγους της παρέας μας τα στοιχεία που αφορούν τα φυτά και τα δέντρα.
- ☼ Τα έντομα που συναντούμε στην περιοχή μελέτης μας. Σίγουρα δεν είναι δυνατόν να τα αναγνωρίσουμε όλα, αλλά τουλάχιστον μπορούμε να τα μετρήσουμε και να καταγράψουμε τα σημαντικότερα. Οι μετρήσεις θα συνεχιστούν στο εργαστήριο σε δείγμα από το χώμα που θα μαζέψουμε.
- ☼ Τα πτηνά που θα συναντήσουμε στην περιοχή. Δύο Ορνιθολόγοι θα αναλάβουν να μετρήσουν πόσα διαφορετικά είδη θα πετάζουν και πόσα θα σταματήσουν μέσα στις περιοχές που θα επισκεφτούμε.
- ☼ Τέλος οι Χαρτογράφοι της ομάδας θα αναλάβουν να τοποθετήσουν όλες τις πληροφορίες που θα συλλέξουμε σε έναν χάρτη της κάθε περιοχής.

Θα ήθελα να σας παρακαλέσω να συμπληρώνετε τα στοιχεία στους πίνακες που θα σας μοιραστούν έτσι ώστε να είναι δυνατόν να τα αξιοποιήσουμε όσο καλύτερα μπορούμε.

Συνεργαστείτε μεταξύ σας για να γίνουν οι μετρήσεις όσο καλύτερα γίνεται. Εάν ο Γεωλόγος εντοπίσει ένα έντομο, μπορεί να φωνάξει τον Εντομολόγο ή και να το καταγράψει και ο ίδιος και να το μεταφέρει αργότερα.

Μην θέλετε όλοι μαζί να μεταφέρετε τα στοιχεία σας στους χαρτογράφους. Αφήστε τους να έρθουν μόνοι τους να σας πλησιάσουν και να συνεργαστείτε.

Γεωλογικά Στοιχεία...

Οι γεωλόγοι της ομάδας θα πραγματοποιήσουν μετρήσεις σε 10 διαφορετικά σημεία στην κάθε περιοχή που θα επισκεφτούμε. Η εκτίμηση της σύστασης του εδάφους θα είναι συνολική για όλη τη περιοχή, π.χ. πετρώδες και ξηρό.

Παράγοντας	Μετρήσεις 1 ^{ης} περιοχής										Μ.Ορ.	
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η	7 ^η	8 ^η	9 ^η	10 ^η		
ΡΗ												
Υγρασία												
Θερμοκρασία												
Ηλιοφάνεια												
Έδαφος												
Παράγοντας	Μετρήσεις 2 ^{ης} περιοχής										Μ.Ορ.	
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η	6 ^η	7 ^η	8 ^η	9 ^η	10 ^η		
ΡΗ												
Υγρασία												
Θερμοκρασία												
Ηλιοφάνεια												
Έδαφος												

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΗ

Μπορείτε τώρα να παρουσιάσετε τα αποτελέσματά σας σε όλους τους συμμαθητές σας;

Στοιχεία για τη βλάστηση...

Οι βοτανολόγοι της παρέας θα μετρήσουν τον αριθμό των διαφορετικών ειδών φυτών που θα παρατηρήσουν σε πέντε διαφορετικά τετράγωνα εμβαδού 1 m^2 το καθένα, σε κάθε περιοχή. Επίσης σημαντικό είναι να παρατηρήσουν ποια είδη είναι τα κυρίαρχα σε κάθε τετράγωνο, να προσδιορίσουν εάν υπάρχουν είδη που να είναι ίδια με άλλα τετράγωνα, να εκτιμήσουν το ποσοστό του τετραγώνου που καλύπτεται από φυτά και να αναζητήσουν τις ομοιότητες και τις διαφορές τους.

Παράγοντας	Μετρήσεις 1 ^{ης} περιοχής				
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
Αριθμός ειδών					
Κυρίαρχο είδος					
Αριθμός ίδιων ειδών					
Ποσοστό κάλυψης					
Είδη φυτών που μου έκαναν εντύπωση					

Παράγοντας	Μετρήσεις 2 ^{ης} περιοχής				
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
Αριθμός ειδών					
Κυρίαρχο είδος					
Αριθμός ίδιων ειδών					
Ποσοστό κάλυψης					
Είδη φυτών που μου έκαναν εντύπωση					

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΗ

Μπορείτε τώρα να παρουσιάσετε τα αποτελέσματά σας σε όλους τους συμμαθητές σας;

Στοιχεία για τα έντομα...

Οι εντομολόγοι της παρέας θα μετρήσουν τον αριθμό των διαφορετικών ειδών εντόμων που θα παρατηρήσουν σε πέντε διαφορετικά τετράγωνα εμβαδού 1 m² το καθένα, σε κάθε περιοχή. Επίσης σημαντικό είναι να παρατηρήσουν πόσα και αν είναι δυνατόν ποια είδη βρίσκονται σε διαφορετικές θέσεις μέσα στο κάθε τετράγωνο, να εκτιμήσουν τα διαφορετικά σημεία που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα έντομα για να καλύψουν τις ανάγκες τους και να αναζητήσουν τις ομοιότητες και τις διαφορές τους

Μετρήσεις 1 ^{ης} περιοχής					
Παράγοντας	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
Αριθμός ειδών στο έδαφος					
Αριθμός ειδών σε φυτά					
Αριθμός ειδών που πετούν					
Διαφορετικές θέσεις					
Είδη εντόμων που μου έκαναν εντύπωση					

Μετρήσεις 2 ^{ης} περιοχής					
Παράγοντας	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
Αριθμός ειδών στο έδαφος					
Αριθμός ειδών σε φυτά					
Αριθμός ειδών που πετούν					
Διαφορετικές θέσεις					
Είδη εντόμων που μου έκαναν εντύπωση					

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΗ

Μπορείτε τώρα να παρουσιάσετε τα αποτελέσματά σας σε όλους τους συμμαθητές σας;

Στοιχεία για την Ορνιθοπανίδα...

Οι ορνιθολόγοι της παρέας θα αναλάβουν να παρατηρήσουν τόσο τα είδη των πτηνών που θα εμφανιστούν ή θα ακουστούν μέσα στην κάθε περιοχή, να προσπαθήσουν να αναγνωρίσουν αν είναι δυνατόν κάποια από αυτά, αλλά και να παρατηρήσουν αν υπάρχουν φωλιές στην κάθε περιοχή, καθώς και τις διαφορετικές θέσεις που δίνει η κάθε περιοχή για χρήση από τα πτηνά, για παράδειγμα για κάλυψη ή τροφή.

Μετρήσεις 1 ^{ης} περιοχής					
Παράγοντας	Σε δέντρα	Στο έδαφος	Σε άλλα φυτά	Σε ερείπια	Στα όρια της περιοχής
Αριθμός ειδών					
Αριθμός διαφορετικών φωνών					
Φωλιές ή θέσεις για φωλιά					
Διαφορετικές θέσεις για χρήση					
Είδη πτηνών που μου έκαναν εντύπωση					

Μετρήσεις 2 ^{ης} περιοχής					
Παράγοντας	Σε δέντρα	Στο έδαφος	Σε άλλα φυτά	Σε ερείπια	Στα όρια της περιοχής
Αριθμός ειδών στο πετούν					
Αριθμός ειδών σε δέντρα					
Φωλιές ή θέσεις για φωλιά					
Διαφορετικές θέσεις					
Είδη πτηνών που μου έκαναν εντύπωση					

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΗ

Μπορείτε τώρα να παρουσιάσετε τα αποτελέσματά σας σε όλους τους συμμαθητές σας;

Χαρτογράφηση της περιοχής...

Οι χαρτογράφοι της παρέας θα αναλάβουν να τοποθετήσουν τις πληροφορίες που θα μαζέψουν οι υπόλοιποι ερευνητές σε ένα χάρτη. Αρχικά, η κάθε περιοχή έχει χωριστεί σε τετράγωνα μέσα στα οποία θα γίνουν οι μετρήσεις από τις ομάδες. Σημείωσε ένα κεντρικό σημείο της περιοχής και τον προσανατολισμό της και στη συνέχεια σε ποιο τετράγωνο εργάζεται κάθε ομάδα. Τοποθέτησε στον χάρτη σου σημαντικά κατά τη γνώμη σου σημεία, π.χ. κρήνες, δέντρα, χαλάσματα, μονοπάτια κ.λπ.

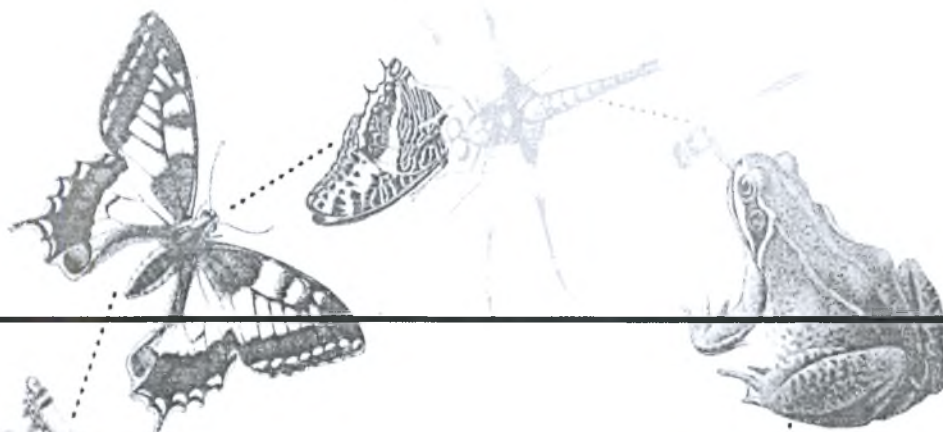
1^η ΠΕΡΙΟΧΗ

2^η ΠΕΡΙΟΧΗ

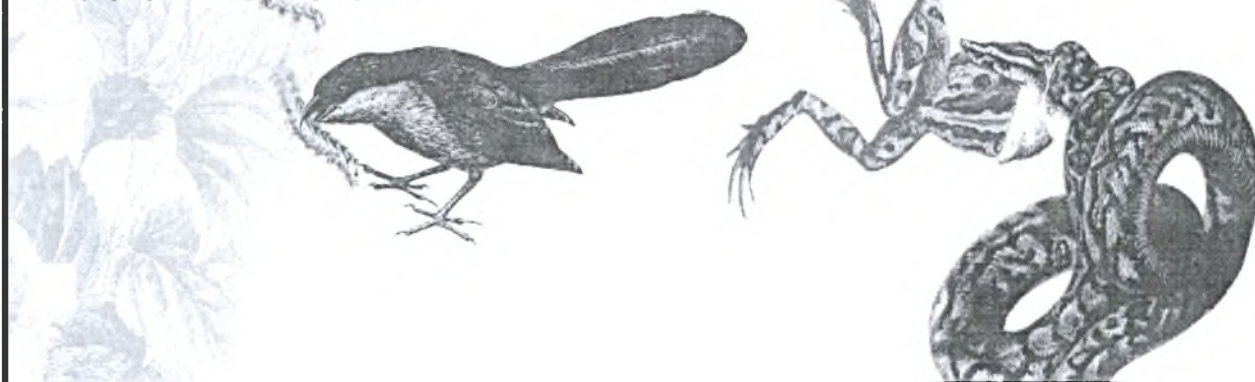
Μετά το πεδίο...

Μετά την επιστροφή μας από το πεδίο, κάθε δυάδα επεξεργάζεται τις μετρήσεις που έκανε και προσπαθεί να εξάγει συμπεράσματα για τις δύο περιοχές που επισκέφτηκε. Στη συνέχεια συμπληρώνει τα παρακάτω πλαίσια:

Ομοιότητες των δύο περιοχών:



Διαφορές των δύο περιοχών:



Σύγκριση των δύο περιοχών ως προς την βιοποικιλότητα:

Συνεργαστείτε με τις άλλες ομάδες...

Συγκρίνετε τα ευρήματα και τα συμπεράσματά σας με αυτά που βρήκαν οι άλλες ομάδες. Είναι ίδια ή διαφορετικά; Μπορείτε τώρα όλοι μαζί να συνεργαστείτε και να παρουσιάσετε τις δύο περιοχές; Η σύγκρισή σας να αφορά όλες τις παραμέτρους που μετρήσατε, προσπαθώντας να τις χαρακτηρίσετε ως προς τους αβιοτικούς και τους βιοτικούς παράγοντες που συναντήσατε.

Η πρώτη περιοχή χαρακτηρίζεται από...

Η δεύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται από...

Εάν κάποια χρονιά ο τόπος μαστιζόταν από ξηρασία, μπορείτε να προβλέψετε πως θα άλλαζε η ζωή στις δύο αυτές περιοχές; Ποια νομίζετε ότι θα αντιμετώπιζε περισσότερα προβλήματα;

Η πρώτη περιοχή

Η δεύτερη περιοχή

Περισσότερα προβλήματα θα αντιμετώπιζε η περιοχή __
Γιατί;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

Αποτελεσματικότητα της διδακτικής παρέμβασης



A. Αποτελεσματικότητα των διδασκαλιών



ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Frequency Table
Τάξη

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid A	48	35,8	35,8	35,8
B	43	32,1	32,1	67,9
C	43	32,1	32,1	100,0
Total	134	100,0	100,0	

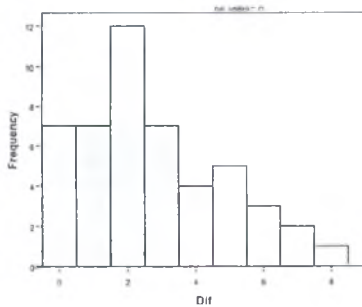
Βελτίωση στη βαθμολογία

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 0	20	14,9	14,9	14,9
1	18	13,4	13,4	28,4
2	33	24,6	24,6	53,0
3	19	14,2	14,2	67,2
4	13	9,7	9,7	76,9
5	16	11,9	11,9	88,8
6	9	6,7	6,7	95,5
7	3	2,2	2,2	97,8
8	3	2,2	2,2	100,0
Total	134	100,0	100,0	

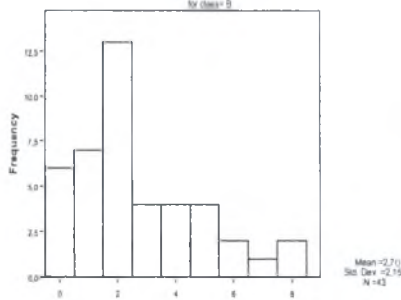


ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΤΑΞΗ

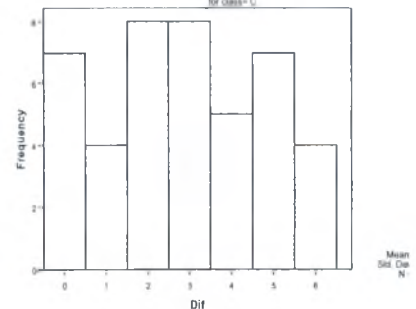
A' Γυμνασίου



B' Γυμνασίου



Γ' Γυμνασίου



Βελτίωση βαθμολογίας

☒ A' Γυμνασίου

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Before	3,79	48	2,343	,338
	After	6,56	48	2,475	,357

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Before & After	48	,619	,000

Paired Samples Test

	Paired Differences	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
					Pair 1	Before - After			

☒ B' Γυμνασίου

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Before	3,07	43	2,017	,308
	After	5,77	43	2,793	,426

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Before & After	43	,641	,000

Paired Samples Test

	Paired Differences	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
					Pair 1	Before - After			

☒ Γ' Γυνασίου

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Before	4,47	43	1,623	,248
	After	7,33	43	1,899	,290

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Before & After	43	,413	,006

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	Before - After	-2,860	1,922	,293	-3,452	-2,269	-9,759	42	,000



ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Group Statistics

	Teaching	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Dif	First	64	1,95	1,637	,205
	Second	70	3,53	2,111	,252

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Dif	Equal variances assumed	8,497	,004	-4,796	132	,000	-1,575	,329	-2,225	-,926
	Equal variances not assumed			-4,850	128,664	,000	-1,575	,325	-2,218	-,933

Δεν είναι αποδεκτό για την εφαρμογή παραμετρικού κριτηρίου

Μη Παραμετρικό Κριτήριο:

Mann-Whitney Test

Ranks

	Teaching	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Dif	First	64	52,34	3350,00
	Second	70	81,36	5695,00
	Total	134		

Test Statistics(a)

	Dif
Mann-Whitney U	1270,000
Wilcoxon W	3350,000
Z	-4,379
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000

a Grouping Variable: Teaching

Γ. Επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών



Μεταβολή στη βαθμολογία των μαθητών που προέρχονται από διαφορετικές περιοχές

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Αστικές	47	3,53	2,020	,295	2,94	4,13	0	8
Ημιαστικές	43	2,00	1,746	,266	1,46	2,54	0	6
Αγροτικές	44	2,73	2,106	,318	2,09	3,37	0	8
Total	134	2,78	2,051	,177	2,43	3,13	0	8

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,235	2	131	,294

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	52,854	2	26,427	6,836	,001
Within Groups	506,429	131	3,866		
Total	559,284	133			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Dif

	(I) Area	(J) Area	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	City	Sub	1,532(*)	,415	,001	,55	2,52
		Agr	,805	,412	,129	-,17	1,78
	Sub	City	-1,532(*)	,415	,001	-2,52	-,55
		Agr	-,727	,422	,200	-1,73	,27
	Agr	City	-,805	,412	,129	-1,78	,17
		Sub	,727	,422	,200	-,27	1,73
Scheffe	City	Sub	1,532(*)	,415	,002	,50	2,56
		Agr	,805	,412	,153	-,22	1,83
	Sub	City	-1,532(*)	,415	,002	-2,56	-,50
		Agr	-,727	,422	,230	-1,77	,32
	Agr	City	-,805	,412	,153	-1,83	,22
		Sub	,727	,422	,230	-,32	1,77

* The mean difference is significant at the .05 level.

✕ Β' Γυμνασίου

Kruskal-Wallis Test

Ranks

	Area	N	Mean Rank
Dif	City	20	28,00
	Sub	18	16,19
	Agr	5	18,90
	Total	43	

Test Statistics(a,b)

	Dif
Chi-Square	9,052
df	2
Asymp. Sig.	,011

a Kruskal Wallis Test
b Grouping Variable: Area

✕ Γ' Γυμνασίου

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,279	2	* 40	,758

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	32,193	2	16,096	5,236	,010
Within Groups	122,970	40	3,074		
Total	155,163	42			



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000091469