

## Εφαρμογή της συστημικής μεθοδολογίας για τη διδασκαλία της Οικολογίας – Το παράδειγμα του εδάφους

Σωτηρίου Ευφημία<sup>1</sup>, Αριανούτσου Μαργαρίτα<sup>2</sup> και Κόκκοτας Παναγιώτης<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Εκπαιδευτικός, Υποψήφια Διδάκτορας Τομέα Οικολογίας και Ταξινόμικης, Τμήμα Βιολογίας, ΕΚΠΑ  
[efisot@hol.gr](mailto:efisot@hol.gr)

<sup>2</sup>Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Τομέας Οικολογίας και Ταξινόμικης, Τμήμα Βιολογίας, ΕΚΠΑ, 15784, Αθήνα  
[marianou@biol.uoa.gr](mailto:marianou@biol.uoa.gr)

<sup>3</sup>Ομ. Καθηγητής ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ, Ναυαρίνου 13, 10680, Αθήνα  
[kokkotas@primedu.uoa.gr](mailto:kokkotas@primedu.uoa.gr)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

*Το πλήθος των περιβαλλοντικών προβλημάτων στη σύγχρονη εποχή κάνουν τη διδασκαλία της Οικολογίας στα σχολεία πιο αναγκαία από ποτέ. Η παρούσα έρευνα προτείνει τη συστημική προσέγγιση ως το καταλληλότερο μέσον για τη διδακτική αντιμετώπιση της Οικολογίας. Η παραπάνω πρόταση εφαρμόζεται στο χαρακτηριστικό παράδειγμα του εδαφικού συστήματος. Πρόκειται για μια πειραματική έρευνα με πειραματικές και συγκριτικές ομάδες που διεξήχθη σε σχολεία του νησιού Κω (Ν. Δωδεκανήσου) σε μαθητές της Γ' Γυμνασίου. Αυτού του είδους η προσέγγιση θα μπορούσε να δώσει μια άλλη διάσταση στη διδασκαλία της Οικολογίας διότι τα οικολογικά συστήματα είναι εξ ορισμού συστήματα. Ο τελικός σκοπός δεν είναι μόνον ο εμπλουτισμός των γνώσεων των μαθητών σχετικά με το έδαφος αλλά με αφορμή το έδαφος να ασκηθούν σε μια διαφορετική αντιμετώπιση της πραγματικότητας όπου τα πάντα σχετίζονται μεταξύ τους και αλληλεπιδρούν. Τα αρχικά αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά.*

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Οικολογία, συστημική μεθοδολογία, έδαφος, πειραματικές διδασκαλίες, χάρτες εννοιών.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συστημική προσέγγιση είναι ένας βασικός αναπροσανατολισμός της επιστημονικής σκέψης που συντελείται τις τελευταίες δεκαετίες. Όπως υποδηλώνει και η ονομασία της, η συστημική μεθοδολογία τονίζει ότι το αντικείμενο μελέτης πρέπει να υποβάλλεται στην επιστημονική έρευνα πάντοτε ως ενιαίο και αδιαίρετο σύνολο («σύστημα») (Δεκλερής, 1986). Η άποψη των συστημάτων βλέπει τον κόσμο από την οπτική των σχέσεων και της ολοκλήρωσης. Τα συστήματα είναι ολοκληρωμένα σύνολα που οι ιδιότητές τους δεν μπορούν να αναχθούν σ' εκείνες των μικρότερων τμημάτων. Η προσέγγιση των συστημάτων αντί να αναζητά αναγωγικά τα βασικά δομικά στοιχεία ή τις βασικές ουσίες, στρέφει την προσοχή της προς τις βασικές αρχές της οργάνωσης. (Capra, 1982). Μια τέτοιου είδους προσέγγιση είναι πλέον αναγκαία ιδιαίτερα στο χώρο των Φυσικών Επιστημών όπου έχει επικρατήσει η μηχανιστική και κατακερματισμένη σκέψη (Μορέν, 1993) που οφείλεται στη βαθιά επίδραση της καρτεσιανής, μηχανιστικής αντίληψης του κόσμου από τον 17<sup>ο</sup> αιώνα (Capra, 1982).

Σύμφωνα με τον de Rosney (1975), η συστημική προσέγγιση στην εκπαίδευση δε θα μπορούσε να αντικαταστήσει την υπάρχουσα (αναλυτική) προσέγγιση ούτε να λύσει μαγικά τα βασικά της προβλήματα. Ο σκοπός της είναι να λειτουργήσει ως ένα απαραίτητο συμπλήρωμα. Η αποτελεσματική λειτουργία αυτής της συμπληρωματικότητας γίνεται ταυτόχρονα μέσω της απλοποίησης και του εμπλουτισμού της υπάρχουσας εκπαίδευσης. Η **απλοποίηση** γίνεται διότι αν συνεχιζόταν η αναλυτική τακτική θα υπήρχε μεγάλος όγκος πληροφορίας. Ταυτόχρονα ο **εμπλουτισμός** γίνεται διότι η συστημική προσέγγιση ενώνοντας τα στοιχεία και τα γεγονότα σε ένα συναφές σύνολο δημιουργεί ένα εννοιολογικό πλαίσιο αναφοράς κατάλληλο να διευκολύνει την απόκτηση γνώσεων με τις κλασικές μεθόδους.

Η οικολογία, ως επιστήμη, εξελίχθηκε με τελειώς διαφορετικό τρόπο από τις άλλες επιστήμες, υποκινούμενη από την **ανάγκη της σύνθεσης του όγκου της συσσωρευμένης πληροφορίας**, η οποία όμως δεν οδηγεί απαραίτητα σε ολοκληρωμένη ανάγνωση της πραγματικότητας, για την οποία απαιτούνται συνθετικές και σφαιρικές αντιμετώπισεις (Φλογαΐτη, 1993). Καμιά από τις παραπάνω ιδέες δεν περιλαμβάνεται στη διδασκαλία των οικολογικών συστημάτων και γενικότερα του φυσικού περιβάλλοντος στο σημερινό σχολείο. Η συνήθης προσέγγιση των οικολογικών συστημάτων είναι η αποσπασματική διδασκαλία τους. Δίνονται πολλές πληροφορίες για τα επιμέρους στοιχεία χωρίς, όμως, να δημιουργούνται εννοιολογικές και λειτουργικές συνδέσεις μεταξύ τους. Αυτό οδηγεί στην αντιφατική εικόνα μαθητών που μπορούν να απαντούν σε δύσκολες, γνωστικού περιεχομένου, ερωτήσεις και ταυτόχρονα αδυνατούν να φτιάξουν απλές σχέσεις μεταξύ των όσων δείχνουν να γνωρίζουν (Σωτηρίου κ.α., 2004). Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι η συστημική προσέγγιση των οικολογικών συστημάτων μοιάζει να είναι η μόνη κατάλληλη για τη διδακτική αντιμετώπιση του συγκεκριμένου γνωστικού αντικείμενου (Ραγου, 2000). Η προσέγγιση αυτή θα μπορούσε όχι μόνο να οδηγήσει στη βαθιά κατανόηση των συστημάτων αυτών αλλά και να μνήσει τους μαθητές σε έναν διαφορετικό τρόπο σκέψης για την κατανόηση της τάξης, της αταξίας και της πολυπλοκότητας που επικρατούν στον κόσμο γύρω τους (Morin, 1977).

Το σύστημα του εδάφους αποτελεί ένα πολύπλοκο δίκτυο βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων και των αλληλεπιδράσεών τους. Παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως αντικείμενο διδασκαλίας επειδή, καθώς αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του κύκλου της ζωής, σχετίζεται με πολλά περιβαλλοντικά θέματα. Ταυτόχρονα αποτελεί μια πρόκληση διότι αποτελεί ένα τμήμα των οικοσυστημάτων απρόσιτου από τις ανθρώπινες αισθήσεις και συχνά αγνοημένου για το λόγο αυτό. Η συνήθης προσέγγισή του στα Αναλυτικά Προγράμματα είναι αποσπασματική και εστιάζεται σε μεμονωμένα στοιχεία ή λειτουργίες του (Σωτηρίου κ.α., 2003). Για παράδειγμα αναφέρονται οι μύκητες και τα βακτήρια ως αποικοδομητές καθώς και η λειτουργία της αποικοδόμησης χωρίς όμως να συνδέονται με την ύπαρξη και προέλευση των οργανικών ουσιών στο έδαφος ούτε με την επαναχρησιμοποίηση των ουσιών που παράγονται. Από έρευνα που έγινε σε μαθητές της Γ' Γυμνασίου, σχετικά με τις ιδέες του σε σχέση με το έδαφος, προέκυψε ότι οι μαθητές γνωρίζουν πολλά στοιχεία σχετικά με το έδαφος και τις λειτουργίες που γίνονται μέσα σ' αυτό. Αυτά που γνωρίζουν, όμως, είναι εγκλωβισμένα στο πλαίσιο της «σχολικής γνώσης» και δεν μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν όταν τους τίθενται απλά ζητήματα που για να ερμηνευθούν χρειάζονται τη γνώση αυτή (Σωτηρίου κ.α., 2004). Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι στη συγκεκριμένη ηλικία αυτό που έχουν ανάγκη οι μαθητές δεν είναι η

ανακάλυψη της πληροφορίας αλλά η οργάνωσή της με τέτοιο τρόπο που να της δίνει νόημα και να την κάνει χρήσιμη όταν θα το επιβάλλουν οι περιστάσεις. Έτσι, ο τελικός σκοπός δεν είναι ο εμπλουτισμός των γνώσεων των μαθητών σχετικά με το έδαφος αλλά με αφορμή το έδαφος να ασκηθούν σε μια διαφορετική αντιμετώπιση της πραγματικότητας όπου τα πάντα σχετίζονται μεταξύ τους, αλληλεπιδρούν και η κάθε μεταβολή ή δράση μπορεί να έχει πολλαπλά αποτελέσματα μέσα και έξω από τα όρια του συστήματος μέσα στο οποίο συντελείται.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η έρευνα ήταν μια πειραματική έρευνα με πειραματικές ομάδες και ομάδες ελέγχου πραγματοποιήθηκε σε Γυμνάσια του νησιού Κω (Ν. Δωδεκανήσου). Η συγκεκριμένη επιλογή έγινε διότι το νησί αυτό συγκεντρώνει πληθυσμό με ποικίλα χαρακτηριστικά που περιλαμβάνει αστικό πληθυσμό, ημιαστικό πληθυσμό και πρώην αγροτικό που ασχολείται πλέον με τον τουρισμό.

### Το δείγμα της έρευνας

Το δείγμα της έρευνας ήταν μαθητές της Γ' Γυμνασίου από τρία διαφορετικά Γυμνάσια του νησιού. Σε κάθε Γυμνάσιο επιλέχθηκε ένα σχολικό τμήμα ως πειραματική ομάδα και ένα ως ομάδα ελέγχου. Η επιλογή των τμημάτων έγινε έπειτα από υπόδειξη των διδασκόντων των σχολείων έτσι ώστε να εμφανίζουν παρόμοια χαρακτηριστικά και επιδόσεις όλων των διαβαθμίσεων. Αναλυτικά το δείγμα των μαθητών παρουσιάζεται στον Πίνακα 1 που ακολουθεί.

	Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου
1 <sup>ο</sup> Γυμνάσιο Κω	27 μαθητές	26 μαθητές
2 <sup>ο</sup> Γυμνάσιο Κω	26 μαθητές	21 μαθητές
Γυμνάσιο Αντιμάχειας	19 μαθητές	20 μαθητές
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>72 μαθητές</b>	<b>67 μαθητές</b>

*Πίνακας 1:* Το δείγμα των μαθητών της έρευνας.

Το παραπάνω δείγμα διαμορφώθηκε από τους μαθητές των τμημάτων που ήταν παρόντες σε όλα τα στάδια της πειραματικής διδασκαλίας και στις δύο φάσεις της έρευνας.

### Το σχέδιο έρευνας

Η έρευνα περιελάμβανε τα παρακάτω τρία στάδια:

- Πρώτη μέτρηση

Πραγματοποιήθηκε με γραπτό ερωτηματολόγιο τόσο στους μαθητές των πειραματικών ομάδων όσο και στους μαθητές των ομάδων ελέγχου προκειμένου να γίνει εκτίμηση των γνωστικών ικανοτήτων και των δεξιοτήτων των μαθητών σχετικά με το αντικείμενο της έρευνας.

- Διεξαγωγή της διδασκαλίας

Πραγματοποιήθηκε μόνο στους μαθητές των πειραματικών ομάδων και είχε ως σκοπό την εφαρμογή της συστημικής μεθοδολογίας για τη διδασκαλία του οικολογικού συστήματος του εδάφους.

- Δεύτερη μέτρηση

Έγινε με το ίδιο γραπτό ερωτηματολόγιο (της πρώτης μέτρησης) τόσο στους μαθητές των πειραματικών ομάδων όσο και στους μαθητές των συγκριτικών ομάδων

(ομάδες ελέγχου) προκειμένου να γίνει εκτίμηση του αποτελέσματος της διδακτικής παρέμβασης.

### **Η συστημική μεθοδολογία**

Τα τρία βασικά στάδια που ακολουθούνται κατά τη συστημική προσέγγιση είναι: η ανάλυση του συστήματος, η μοντελοποίηση και η προσομοίωση (de Rosney, 1975).

**Η ανάλυση του συστήματος** συνίσταται στον καθορισμό των ορίων του συστήματος, στην αναγνώριση των σημαντικών στοιχείων του και τα είδη των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των στοιχείων αυτών και τέλος στον ορισμό των σχέσεων που τα ενσωματώνουν σε ένα οργανωμένο σύνολο. Τα στοιχεία και τα είδη των σχέσεων ταξινομούνται και ιεραρχούνται. Στη συνέχεια αναγνωρίζονται στο σύστημα οι μεταβλητές ροής, οι μεταβλητές καταστάσεων, τα σημεία θετικής και αρνητικής ανάδρασης, οι «πηγές» και οι «αποθήκες».

**Η μοντελοποίηση** συνίσταται στην κατασκευή ενός μοντέλου με βάση τα δεδομένα της ανάλυσης του συστήματος.

Τέλος, **η προσομοίωση** μελετά τη συμπεριφορά ενός πολύπλοκου συστήματος μέσα στο χρόνο. Ουσιαστικά, με την προσομοίωση γίνεται μια προσπάθεια να «ζωντανέψει» το σύστημα επιτρέποντας το παιχνίδι με όλες τις μεταβλητές ταυτόχρονα. Αντί να τροποποιείται μια μεταβλητή κάθε φορά χρησιμοποιείται ένας υπολογιστής για να μετατρέπει ταυτόχρονα ομάδες μεταβλητών, όπως συμβαίνει και στην πραγματικότητα.

Και στα τρία αυτά στάδια θεωρείται απαραίτητη η συμμετοχή του μαθητή, έτσι ώστε να φτιάχνει μόνος του το μοντέλο του συστήματος και να δοκιμάζει τις διάφορες μεταβλητές.

### **Οι χάρτες εννοιών**

Για το στάδιο της μοντελοποίησης που προβλέπει η συστημική μεθοδολογία επιλέχθηκε ως εργαλείο μοντελοποίησης ο χάρτης εννοιών. Σύμφωνα με τη Βασιλοπούλου (2001) ο χάρτης εννοιών είναι ένα γνωστικό εργαλείο που προωθεί τη συστημική σκέψη για τους παρακάτω λόγους. Εάν θεωρήσουμε τις έννοιες και τα συγκεκριμένα στοιχεία ως μέρη ενός συστήματος, οι συνδέσεις μεταξύ των εννοιών δίνουν στο σύστημα τη συνολική του δομή και οργάνωση και αποδίδουν τελικά νόημα στα επιμέρους στοιχεία. Τροποποιώντας τις συνδέσεις είναι δυνατόν να αλλάξουμε τη συνολική δομή του συστήματος εννοιών. Οι θεωρίες μάθησης θεωρούν πολύ σημαντική τη δημιουργία σχέσεων και διαχωρισμού μεταξύ των παραστάσεων, των εικόνων, των εννοιών. Κατ' αυτήν την έννοια η δημιουργία νέων ουσιαστικών συνδέσεων είναι μια συστημική προσέγγιση της γνώσης και διαμορφώνει συνθήκες εννοιολογικής αλλαγής. Ο χάρτης εννοιών μπορεί να χαρακτηριστεί ως σύστημα εννοιών γιατί απεικονίζει συνδέσεις μεταξύ των εννοιών και διαθέτει τις ιδιότητες της ιεράρχησης και της διαφοροποίησης, βασικά χαρακτηριστικά κάθε συστήματος συμπεριφοράς. Συμπερασματικά, στο χάρτη εννοιών η γνώση δεν αντιμετωπίζεται ως άθροισμα πληροφορίας αλλά ως σύστημα εννοιών.

Με βάση τα παραπάνω, με τα οποία συμφωνούν και άλλοι συγγραφείς που εργάζονται ερευνητικά με τους χάρτες εννοιών (Novak & Gowin, 1984),

καταλήγουμε ότι ο χάρτης εννοιών είναι το ιδανικό γνωστικό εργαλείο για τη φάση της μοντελοποίησης σε μια συστημική διδασκαλία. Επίσης, είναι απλός στη χρήση και διευκολύνει την κατασκευή του μοντέλου από τους ίδιους τους μαθητές. Τέλος δίνει έμφαση στις έννοιες και δεν αποπροσανατολίζει το ενδιαφέρον των μαθητών όπως θα μπορούσε να κάνει ένα εντυπωσιακό λογισμικό.

### **Οι διδασκαλίες**

Πραγματοποιήθηκαν από κατά τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο του 2005 μόνο στους μαθητές των πειραματικών ομάδων και οργανώθηκαν ως εξής;

- 1<sup>η</sup> διδασκαλία (1 διδακτική ώρα): «Η έννοια του συστήματος: (α) εισαγωγή στην έννοια του συστήματος και (β) τα οικοσυστήματα ως συστήματα». Η θεματική αυτή ενότητα είχε ως στόχο την πλήρη κατανόηση της έννοιας του συστήματος με τα συστατικά και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του και την θεώρηση των οικοσυστημάτων ως συστήματα. Οι μαθητές εργάστηκαν ατομικά με φύλλα εργασίας, ανέλυσαν παραδείγματα συστημάτων διαφόρων ειδών και έγινε μια πρώτη εξοικείωσή τους με τους χάρτες εννοιών.
- 2<sup>η</sup> διδασκαλία (2 διδακτικές ώρες): «Ανάλυση του εδαφικού συστήματος και σύνδεση των στοιχείων του εδαφικού συστήματος μέσω αλληλεπιδράσεων». Αυτή η θεματική ενότητα είχε ως στόχο τον καθορισμό των ορίων του εδαφικού συστήματος (ως «το ανώτερο τμήμα του στερεού φλοιού της Γης μέχρι το βάθος εκείνο όπου υπάρχει βιολογική δραστηριότητα, δηλαδή ζωντανοί οργανισμοί»), την αναγνώριση του μεγάλου πλήθους των στοιχείων του (βιοτικών και αβιοτικών) και τη σύνδεση μεταξύ τους με σχέσεις αλληλεπίδρασης και αλληλεξάρτησης. Οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες και μέσω οδηγιών που τους δόθηκαν με φύλλο εργασίας και του κατάλληλου εποπτικού υλικού (κάρτες με τα στοιχεία του εδάφους και σύντομη περιγραφή του καθενός) τοποθέτησαν τα στοιχεία αυτά σε μικρούς χάρτες εννοιών (βιοτικά και αβιοτικά στοιχεία) και βρήκαν τις μεταξύ τους σχέσεις.
- 3<sup>η</sup> διδασκαλία (2 διδακτικές ώρες): «Κατασκευή μοντέλου για το έδαφος με τη χρήση χάρτη εννοιών και χρήση του μοντέλου για διεξαγωγή προβλέψεων». Έχοντας ως βάση τις εργασίες των προηγούμενων διδασκαλιών οι μαθητές προχώρησαν στην κατασκευή του μοντέλου του εδαφικού συστήματος φτιάχνοντας ομαδικά ένα μεγάλο χάρτη εννοιών που περιελάμβανε όλα τα στοιχεία του εδάφους και όλες τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις που σημειώνονταν με πλάγιες συνδέσεις. Στη συνέχεια μέσα από τις ερωτήσεις του φύλλο εργασίας που τους δόθηκε μπήκαν στη διαδικασία να κάνουν προβλέψεις σχετικά με κάποιες αλλαγές που θα μπορούσαν να υπάρξουν στο σύστημα π.χ. την υπέρμετρη αύξηση ενός οργανισμού ή την έλλειψη κάποιου αβιοτικού παράγοντα. Με αυτόν τον τρόπο ακολουθώντας τις συνδέσεις αλληλεπιδράσεων του χάρτη μπόρεσαν να διαπιστώσουν ότι μια μικρή αλλαγή μπορεί να έχει πολλαπλά αποτελέσματα.
- 4<sup>η</sup> διδασκαλία (1 διδακτική ώρα): «Σύνδεση του εδαφικού συστήματος με άλλα συστήματα». Αυτή η τελευταία διδασκαλία είχε ως στόχο την οικουμενική θεώρηση του εδαφικού συστήματος μέσα από την αλληλεπίδραση του με άλλα συστήματα όπως το υπέργειο τμήμα, το υπέδαφος και τις ανθρώπινες κοινωνίες. Με τη συμπλήρωση του μοντέλου με τα άλλα συστήματα έγιναν προβλέψεις για τις επιπτώσεις διαφόρων περιβαλλοντικών προβλημάτων διαμέσου των διαφόρων συστημάτων.

## **Αξιολόγηση**

Για την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε γραπτό ερωτηματολόγιο το οποίο δόθηκε σε όλους τους μαθητές (πειραματικές ομάδες και ομάδες ελέγχου) πριν και μετά τη διδασκαλία. Τα αποτελέσματα της έρευνας βασίστηκαν κυρίως στη σύγκριση των δύο αυτών μετρήσεων λαμβάνοντας υπόψη και τις διαφορές που παρουσίασαν οι ομάδες ελέγχου.

Αναλυτικότερα το γραπτό ερωτηματολόγιο περιελάμβανε 5 ερωτήσεις ανοικτού τύπου, 12 ερωτήσεις κλειστού τύπου, μια ζωγραφιά και την κατασκευή 2 χαρτών εννοιών. Οι ερωτήσεις και οι δραστηριότητες του ερωτηματολογίου αποσκοπούσαν στην καταγραφή των απόψεων των μαθητών για τη δομή του εδάφους, για τις λειτουργίες που συμβαίνουν μέσα σ' αυτό, για τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων του εδάφους καθώς και την ικανότητα συστημικής σκέψης και διεξαγωγής προβλέψεων όπως και την ικανότητα μοντελοποίησης των οικολογικών συστημάτων.

## **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Εξαιτίας της πρόσφατης ολοκλήρωσης της έρευνας δεν υπήρξε ο απαραίτητος χρόνος για την εξαγωγή ποσοτικών αποτελεσμάτων. Τα πρώτα, όμως, ποιοτικά αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα ενδιαφέροντα.

### **Εργασία στην τάξη**

Από την παρατήρηση των μαθητών προέκυψε ότι αρχικά ήταν πολύ αρνητικοί στην εργασία με φύλλα εργασίας. Συνηθισμένοι καθώς είναι στην παθητική ακρόαση του μαθήματος από τον καθηγητή η ενεργή συμμετοχή τους ξένιζε και τους φαινόταν ιδιαίτερα κοπιαστική. Η εργασία σε ομάδες προκάλεσε, επίσης, αντιδράσεις στην αρχή, διότι ήταν κάτι ασυνήθιστο για τους μαθητές που έχουν συνηθίσει να εργάζονται μόνοι τους και εμφανίζουν μεγάλα προβλήματα συνεργασίας.

Στην πορεία των διδασκαλιών και με την καθοδήγηση του διδάσκοντα οι μαθητές άρχισαν να συνεργάζονται πολύ καλά και η μια ομάδα να συναγωνίζεται την άλλη σε επιδόσεις. Παρατηρήθηκε επίσης ότι πολύ αρνητικοί και χαμηλής επίδοσης μαθητές (που συνήθως επέλεγαν να είναι στην ίδια ομάδα) ανέλαβαν πρωτοβουλίες και εργάστηκαν μεθοδικά. Ακόμα, πολύ χαμηλών τόνων μαθητές δραστηριοποιήθηκαν και χαμηλής επίδοσης μαθητές κυριάρχησαν στις ομάδες τους αναλαμβάνοντας οικειοθελώς τις βασικότερες εργασίες.

Τα μοντέλα του εδάφους που έφτιαξαν οι ομάδες των μαθητών ήταν πολύ ικανοποιητικά. Ήταν πλήρη ως προς τα στοιχεία του εδάφους και πλούσια σε πλάγιες συνδέσεις που εκφράζουν τις σχέσεις αλληλεπίδρασης. Χρησίμευσαν ουσιαστικά στις ομάδες για τη συμπλήρωση των φύλων εργασίας και τη διεξαγωγή των προβλέψεων. Οι ομάδες ήταν ικανοποιημένες και χαρούμενες με τα έργα τους ενώ η συμβολή του διδάσκοντα περιορίστηκε στη διακριτική καθοδήγηση και επίβλεψη.

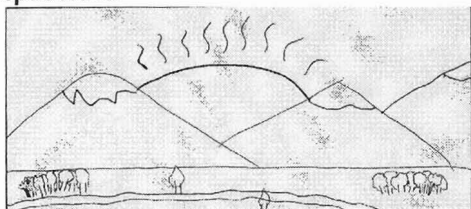
### **Οι ζωγραφιές**

Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους μαθητές πριν και μετά τις πειραματικές διδασκαλίες περιλάμβανε μια εργασία που έλεγε: «Ζωγράφισε ότι σου έρχεται στο μυαλό όταν ακούς τη λέξη έδαφος». Πριν από τις διδασκαλίες από τις ζωγραφιές των μαθητών φαινόταν ότι θεωρούσαν το έδαφος ως τη βάση, το θεμέλιο για ό,τι βρίσκεται στον υπέργειο κόσμο και βρισκόταν πάντοτε στο κάτω μέρος της

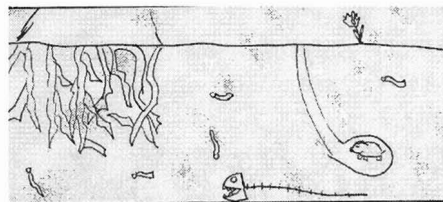
ζωγραφιάς. Λίγα μόνο παιδιά ζωγράφιζαν ίχνη από τις ρίζες των φυτών και ακόμα λιγότερα κάποιους εδαφικούς οργανισμούς.

Μετά τις πειραματικές διδασκαλίες η εικόνα άλλαξε. Στις ζωγραφιές το έδαφος καταλάμβανε πολύ μεγαλύτερο χώρο και εμφανίστηκαν οι εδαφικοί οργανισμοί (σε μερικές περιπτώσεις με εντυπωσιακή ποικιλία) και άλλες λεπτομέρειες του εδάφους (Σχήμα 1). Φαίνεται, λοιπόν ότι η εντύπωση των μαθητών για το έδαφος άλλαξε. Έπαψε να είναι το απλό υπόβαθρο για τον υπέργειο κόσμο κι έγινε ένας κόσμος πολυποίκιλος και ξεχωριστός με τα ζωντανά και άβια στοιχεία του που βρίσκεται σε επαφή και επικοινωνία με τα υπόλοιπα μέρη της Γης.

#### Σεβαστιάνα

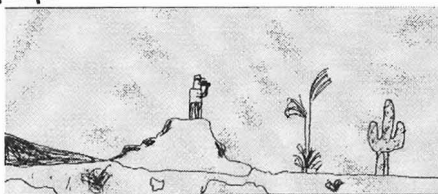


πριν



μετά

#### Ισμαήλ



πριν



μετά

**Σχήμα 1:** Ζωγραφιές των μαθητών στην εργασία του ερωτηματολογίου «Ζωγράφισε ό,τι σου έρχεται στο μυαλό όταν ακούς τη λέξη έδαφος» πριν και μετά τις διδασκαλίες.

### Τα κείμενα των μαθητών

Στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου του ερωτηματολογίου, οι απαντήσεις των μαθητών πριν από τη διδασκαλία ήταν σύντομες και καθόλου περιγραφικές. Στα ερωτηματολόγια των πειραματικών ομάδων που συμπληρώθηκαν μετά τις πειραματικές διδασκαλίες οι απαντήσεις είναι πιο πλούσιες σε λεξιλόγιο που αφορά τα στοιχεία του εδάφους, πιο περιγραφικές και αναλυτικές και δείχνουν ότι η σκέψη των μαθητών δεν περιορίζεται μόνο σε αυτά που «φαίνονται» αλλά προχωρά και σε αυτά που πραγματικά συμβαίνουν.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα πρώτα συμπεράσματα από την πορεία των πειραματικών διδασκαλιών είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικά. Η ενεργοποίηση των μαθητών μέσα στην τάξη και η πραγματοποίηση των εργασιών από τις ομάδες τους με την ελάχιστη συμβολή του διδάσκοντός ήταν ένας στόχος σημαντικός που επιτεύχθηκε. Τα τρία βασικά βήματα της συστημικής μεθοδολογίας (η ανάλυση του συστήματος, η μοντελοποίηση και η προσομοίωση), όπως φαίνεται από τα αρχικά αποτελέσματα, βοήθησαν τους μαθητές να οργανώσουν τα γνώσεις και τις σκέψεις τους και να τις εντάξουν σε ένα οργανωμένο εννοιολογικό πλαίσιο που τους επέτρεψε να ερμηνεύουν και να αξιολογούν τις μεταβολές που συμβαίνουν στη φύση. Η εργασία με τους χάρτες εννοιών για την κατασκευή του μοντέλου τους έδωσε ένα χρήσιμο εργαλείο για να

αντιλαμβάνονται την πολυπλοκότητα των φυσικών συστημάτων, να τη διαχειρίζονται και να προβλέπουν τις αλλαγές στις οποίες αυτή οδηγεί.

Η περαιτέρω ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας αυτής πιστεύουμε ότι θα δώσει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την επίδραση αυτού του τύπου της διδασκαλίας στους μαθητές και θα ενισχύσει την αρχική μας υπόθεση ότι η συστημική μεθοδολογία αποτελεί την ιδανική διδακτική προσέγγιση των οικολογικών συστημάτων και ένα χρήσιμο εργαλείο για την διδασκαλία της Οικολογίας γενικότερα.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Βασιλοπούλου, Μ. (2001). *Ο χάρτης εννοιών ως εργαλείο μάθησης*, Αθήνα.
- Carra, F. (1982). *Η κρίσιμη καμπή*, Εκδόσεις Ωρόρα, Αθήνα.
- Δεκλερής, Μ. (1986). *Συστημική θεωρία*, Εκδόσεις Αντ. Σ. Σάκκουλα, Αθήνα – Κομοτηνή.
- Μορέν, Ε. (1993). *Γη – Πατρίδα*, Εκδόσεις Οδυσσέας.
- Morin, E. (1977). *La Méthode 1. La Nature de la Nature*, Editions du Seuil.
- Novak. J.D. and Gowin, D.B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ragou, P. (2000). *L' approche systémique et la modélisation – simulation: analyse critique de leur valeur didactique en Education pour l' Environnement*, Mémoire de thèse de Doctorat en Education a l' Environnement, Université Paris Sud Onze.
- de Rosnay, J. (1975). *Le macroscope*, Editions du Seuil.
- Σωτηρίου, Ε., Αριανούτσου, Μ. και Κόκκοτας, Π. (2003). *Οικολογία του εδάφους: ένα κλειδί για την ερμηνεία πολλαπλών περιβαλλοντικών θεμάτων*, Πρακτικά 1<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου της Ε.Δ.Ι.Φ.Ε. «Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην κοινωνία της πληροφορίας», Αθήνα 18-21 Απριλίου 2002, Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.
- Σωτηρίου, Ε., Αριανούτσου, Μ. και Κόκκοτας, Π. (2004). *Οι απόψεις των μαθητών ηλικίας 15 ετών για το εδαφικό σύστημα & η διδακτική αξιοποίησή τους*, Πρακτικά 2<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου της Ε.Δ.Ι.Φ.Ε. & 2<sup>ου</sup> Συμποσίου Ι.Ο.Σ.Τ.Ε. στη Νότια Ευρώπη «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Οι προκλήσεις του 21<sup>ου</sup> αιώνα.», Καλαμάτα 18-20 Μαρτίου 2004, υπό έκδοση.
- Φλογαϊτη, Ε. (1993). *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*, Ελληνικές Πανεπιστημιακές Εκδόσεις, Αθήνα.