

Αντιλήψεις μαθητών (5 έως 7 χρονών) για τη θρέψη και την ανάπτυξη των φυτών

Βασιλεία Χατζηνικήτα
Βασίλης Κουλαϊδής
Βασιλική Ζόγκζα

Ομάδα εργασίας οι εκπαιδευτικοί: Ε. Κωνσταντινίδου, Σ. Ματθαίου, Π. Χαβιάρης

«... το φυτό έχει στόμα, κάτω από το χώμα, ...
τώρα είναι κλειστό γιατί (το φυτό) κοιμάται ...»

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η φωτοσύνθεση, η αναπνοή, η θρέψη και η ανάπτυξη συνιστούν ορισμένα θεμελιώδη θέματα της φυσιολογίας των φυτών. Γι' αυτό το λόγο εντάσσονται στα αναλυτικά προγράμματα της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Ταυτόχρονα όμως, η διδασκαλία και η μάθηση αυτών των φαινομένων εμφανίζουν ποικίλες δυσκολίες. Γεγονός που δικαιολογεί, όπως προκύπτει από την επισκόπηση της πρόσφατης σχετικής βιβλιογραφίας, το αυξημένο ενδιαφέρον των ερευνητών για διάφορες όψεις αυτής της θεματικής περιοχής (βιοχημικές, ενεργητικές, οικολογικές, φυσιολογικές).

Πιο συγκεκριμένα, διαπιστώνεται ότι τα ερωτήματα που αφορούν σε διάφορες όψεις της φωτοσύνθεσης και της αναπνοής των φυτών συνιστούν αντικείμενο μελέτης ενός σημαντικού αριθμού ερευνών στο επίπεδο τόσο της διερεύνησης των αντιλήψεων¹ των μαθητών όσο και της δια-

1. Όπως για παράδειγμα οι ακόλουθες έρευνες: Bell, 1985; Stavy, Eisen & Yaakobi, 1987; Eisen & Stavy, 1988; Lawson, 1988; Simpson & Marek, 1988; De-Bueger & Mabille, 1989; Anderson et al., 1990; Seymour & Longden, 1991; Boyes & Stanisstreet, 1991; Lazarowitz &

μόρφωσης διδακτικών παρεμβάσεων² που λαμβάνουν υπόψην τους τη σκέψη των μαθητών. Διαπιστώνεται όμως ότι η πλειοψηφία των ερευνητών εστιάζει το ενδιαφέρον της σε μαθητές της πρωτοβάθμιας³ - τελευταίες τάξεις δημοτικού -, της δευτεροβάθμιας⁴, της τριτοβάθμιας⁵ εκπαίδευσης ή ακόμα και σε εκπαιδευτικούς⁶. Είναι δηλαδή περιορισμένος ο αριθμός των σχετικών ερευνών που μελετούν τις αντιλήψεις μαθητών της πρώτης σχολικής ηλικίας, ενώ, απ' όσο γνωρίζουμε, απουσιάζουν αντίστοιχες έρευνες για την προσχολική ηλικία.

Σε αυτό το άρθρο παρουσιάζεται η καταγραφή των αντιλήψεων και των εμποδίων των μαθητών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας (ηλικίας 5 έως 7 χρονών) για τη θρέψη και την ανάπτυξη των φυτών. Οι συγκεκριμένες όψεις της θρέψης και της ανάπτυξης που διερευνούνται είναι οι παρακάτω: (α) τα φυτά ως παραγωγοί τροφής, (β) οι απαραίτητες ουσίες για τη θρέψη των φυτών και ο ρόλος που διαδραματίζουν στη θρέψη, (γ) τα μέρη του φυτού μέσω των οποίων γίνεται η πρόσληψη των απαραίτητων θρεπτικών ουσιών και (δ) τα χαρακτηριστικά της διαδικασίας ανάπτυξης των φυτών (εισροή ή μη ουσιών από το άμεσο περιβάλλον, νατουραλιστικός ή μη χαρακτήρας της διαδικασίας της ανάπτυξης).

2. ΜΕΘΟΔΟΣ

2.1. Δείγμα

Το δείγμα της κυρίας έρευνας, που διεξήχθη το πρώτο τρίμηνο της σχολικής χρονιάς 1995-96, αποτέλεσαν 30 μαθητές νηπιαγωγείου και 30

Penso, 1992; Waheed & Lucas, 1992.

2. Όπως για παράδειγμα οι ακόλουθες έρευνες: Barker & Carr, 1989a,b,c; Canal de Leon, 1992; Eisen & Stavy, 1993; Ζήγκλα & Οικονομοπούλου, 1996.

3. Όπως για παράδειγμα οι έρευνες των Simpson & Arnold, 1982a,b; Wanderssee, 1983; Smith & Anderson, 1984; Barker, 1985a,b; Bell, 1985; Lawson, 1988; Gierdan, 1990.

4. Όπως για παράδειγμα οι έρευνες των Test & Heward, 1980; Bell, 1985; Eisen & Stavy, 1988; Barker & Carr, 1985a,b,c; Stavy, Eisen & Yaakobi, 1987; Haslam & Treagust, 1987; Simpson & Marek, 1988; De-Bueger & Mahille, 1989; Tamir, 1989; Παπαδημητρίου & Τζανή, 1990; Seymour & Longden, 1991; Lazarowitz & Penso, 1992; Waheed & Lucas, 1992; Eisen & Stavy, 1993; Lumpe A. & Staver, 1995.

5. Όπως για παράδειγμα οι έρευνες των Eisen & Stavy, 1988; Barker & Carr, 1985a,b; Anderson et al., 1990; Boyes & Stanisstreet, 1991.

6. Όπως για παράδειγμα οι έρευνες των Seymour & Longden, 1991; Smith & Anderson, 1984.

μαθητές της Α' τάξης δημοτικού που προέρχονταν από διαφορετικά σχολεία της πόλεως Ρόδου και στην πιλοτική έρευνα συμμετείχαν 5 μαθητές του νηπιαγωγείου και 5 μαθητές της Α' τάξης δημοτικού.

2.2. Διαδικασία συλλογής και ανάλυσης δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με ημικατευθυνόμενες ατομικές συνεντεύξεις. Οι συνεντεύξεις έγιναν σε σχολικές αίθουσες και διαρκούσαν 20 περίπου λεπτά.

Κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, που είχε ως υλικό υπόβαθρο ένα φυτό με πράσινα φύλλα μέσα σε μια γλάστρα, οι μαθητές εκαλούντο:

* να κατονομάσουν τις ουσίες που είναι απαραίτητες για τη θρέψη των φυτών και στη συνέχεια να αναφέρουν την προέλευσή τους καθώς επίσης και τον τρόπο πρόσληψής τους από τα φυτά ("Τι νομίζεις ότι χρειάζεται ένα φυτό για να μεγαλώσει;", "Πού το βρίσκει;", "Πώς/Με τι το παίρνει; Δείξε μου."),

* να εξηγήσουν τη συγκεκριμένη χρησιμότητα αυτών των ουσιών στη θρέψη των φυτών ("Τι το θέλει (χρειάζεται) το φυτό το νερό;"),

* να περιγράψουν την πορεία και το γίνεσθαι αυτών των ουσιών στα φυτά σε σχέση με την ανάπτυξή τους ("Πού πηγαίνει το νερό; Δείξε μου.", "Τι το κάνει το νερό;", "Και μετά πώς μεγαλώνει το φυτό;"),

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με βάση τα κείμενα που προέκυψαν από την απομαγνητοφώνηση των συνεντεύξεων.

3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με (α) τη θεώρηση των φυτών ως παραγωγών τροφής (3.1.), (β) την αναγνώριση των ουσιών που είναι απαραίτητες για τη θρέψη των φυτών καθώς επίσης και του συγκεκριμένου ρόλου τους (3.2.), (γ) την αναγνώριση των μερών του φυτού μέσω των οποίων γίνεται η πρόσληψη αυτών των ουσιών (3.3.) και (δ) την αναγνώριση ορισμένων χαρακτηριστικών της διαδικασίας θρέψης των φυτών (3.4.).

3.1. Τα φυτά ως παραγωγοί τροφής

Στο σύνολό τους οι μαθητές αντιλαμβάνονται τη θρέψη των φυτών ως

μια διαδικασία που συνίσταται στην πρόσληψη ουσιών από το χώμα (όπως για παράδειγμα χώμα, νερό, λίπασμα) μέσω των ριζών (ή του βλαστού) και "το φυτό ως ένα ζώο που στέκεται στο κεφάλι του" (Barker, 1995). Οι μαθητές δηλαδή δεν θεωρούν ότι τα ίδια τα φυτά είναι αυτά που παρασκευάζουν την πρωτογενή τροφή τους (τη γλυκόζη), αλλά αντίθετα ότι την αντλούν άμεσα από το περιβάλλον στο οποίο ζουν. Διαπιστώνεται λοιπόν ότι οι μαθητές προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας, όπως ακριβώς έχει γίνει φανερό για τους μεγαλύτερους μαθητές (Simpson & Arnold, 1982a; Wandersee, 1983; Smith & Anderson, 1984; Barker, 1985b; Bell, 1985; Lawson, 1988; Canal de Leon, 1992), προβάλλουν και εφαρμόζουν στα φυτά ένα τρόπο θρέψης ανάλογο με αυτόν των ζώων.

3.2. Ουσίες απαραίτητες για την ανάπτυξη των φυτών

Οι απαντήσεις των μαθητών σχετικά με τις ουσίες που αναφέρουν ως απαραίτητες για την ανάπτυξη των φυτών μπορούν να ενταχθούν καταρχήν στις ακόλουθες τέσσερις κατηγορίες: 'νερό', 'χώμα', 'ήλιος', 'διάφορα' (βλ. πίνακα Π.1). Λαμβάνοντας όμως υπόψη τις απαντήσεις των μαθητών στις διευκρινιστικές ερωτήσεις σχετικά με το ρόλο που διαδραματίζει κάθε μία από τις προηγούμενες ουσίες στην ανάπτυξη, προκύπτει ότι το 'νερό', το 'χώμα' και ο 'ήλιος' μπορούν να θεωρούνται απαραίτητες για την ανάπτυξη των φυτών χωρίς όμως πάντα να συσχετίζονται με τη θρέψη τους (βλ. πίνακα Π.1).

Σε ό,τι αφορά το 'νερό', που αναφέρεται από το σύνολο του ερευνούμενου πληθυσμού, οι απαντήσεις των μαθητών μπορούν να διακριθούν στις παρακάτω δύο κατηγορίες ανάλογα με τη θεώρηση ή μη του νερού ως τροφής, δηλαδή ανάλογα με το αν προσλαμβάνεται από τα φυτά ή απλά συνυπάρχει στο γειτονικό χώρο των φυτών (βλ. πίνακα Π.1 και ενότητα 3.4.).

'Τροφή'

Παράδειγματα απαντήσεων: "... πρέπει να του βάζουμε νερό, να το πίνει για να μεγαλώσει ..."

'Απαραίτητο στον άμεσο περιβάλλοντα χώρο'

Παράδειγματα απαντήσεων: "... πρέπει να του βάζουμε νερό, όχι για να το παίρνει το φυτό ... το νερό κατεβαίνει κάτω στο πιατάκι ... και μετά από καιρό μεγαλώνει το φυτό ..."

Από τις δύο προηγούμενες αντιλήψεις των μαθητών για το ρόλο του νερού, η θεώρησή του ως τροφής των φυτών εμφανίζεται να κυριαρχεί στη σκέψη τους (βλ. πίνακα Π.1). Είναι επίσης αξιοσημείωτο το γεγονός ότι οι μαθητές αποδίδουν σαφώς περισσότερο στο νερό, απ' ό,τι στο 'χώμα' ή στα 'διάφορα' που αναφέρουν, ένα θρεπτικό ρόλο εφόσον το νερό αποτελεί μία από τις δύο χημικές ενώσεις που χρησιμοποιεί το φυτό προκειμένου να παρασκευάσει την τροφή του. Αν μάλιστα ληφθεί υπόψη η αδυναμία των μαθητών να αντιληφθούν το θρεπτικό ρόλο των αερίων του περιβάλλοντος για το φυτό (βλ. σσ. 6-7), το γεγονός ότι αντιλαμβάνονται τη θρεπτική αξία του νερού μπορεί να διαδραματίσει ένα σημαντικό ρόλο για τη μετέπειτα κατανόηση της διαδικασίας θρέψης των φυτών.

Οι απαντήσεις των μαθητών που συνίστανται σε αναφορές στο 'χώμα' μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω κατηγορίες, ανάλογα με το ρόλο που διαδραματίζει το χώμα στην ανάπτυξη των φυτών (βλ. πίνακα Π.1).

Τροφή

Παραδείγματα απαντήσεων: "... το φυτό το χρειάζεται το χώμα για να μεγαλώσει, για να γίνει τόσο μεγάλο ... το φυτό το ρουφάει το χώμα ... εδώ μέσα που είναι σκεπασμένο με χώμα, έχει κάτι (το φυτό) και το ρουφάει, το πίνει το χώμα και μεγαλώνει", "το χώμα το βοηθά να βγάλει και άλλα φύλλα", "το χώμα το ρουφάει ... με τις ρίζες και τα σωληνάκια (δείχνει το βλαστό) ... (και μετά το χώμα) πάει εδώ, εκεί σ'όλο το φυτό", "(το φυτό) το τρώει (το χώμα) με τη ρίζα ... και μετά ανεβαίνει μέχρι εδώ (στους μίσχους)"

Στήριξη - Φύτεμα

Παραδείγματα απαντήσεων: "... το θέλει για να στέκονται όρθια τα λουλούδια", "... για να τα κρατάει να μην πέφτουνε ... να μην είναι ξαπλωτά", "... αν δεν υπάρχει χώμα δεν το κρατάει το φυτό και πέφτει κάτω", "... για να στερεωθεί το φυτό, γιατί αλλιώς θα πέφτει μια έτσι, μια έτσι", ("το χώμα χρειάζεται για να φυτέψουμε το φυτό ... πρώτα σκάβουμε και κάνουμε μια τρύπα ... το χώμα το χρειάζεται για να βάλουμε μέσα το φυτό και μετά να σκεπάσουμε το φυτό", "το χώμα το θέλει για να είναι φυτεμένο"

Αποθήκευση

Παραδείγματα απαντήσεων: "... το θέλει το χώμα για να τον βάζουμε

νερό ... για να ρουφάει το νερό", "το χώμα το θέλει για να βάζουμε μέσα εδώ πέρα νερό και μετά να πηγαίνει πάνω - πάνω στο φυτό", "άμα δεν έχει χώμα δε μεγαλώνει, ενώ άμα έχει χώμα μεγαλώνει ... γιατί το χώμα παίρνει το νερό", "το χώμα το ρουφάει το νερό ... άμα ήτανε αέρας μέσα δε θα πίνει το νερό το φυτό γιατί το νερό θα έφηνε από τις τρύπες ... πρέπει να έχει χώμα ... γι' αυτό χρειάζεται το χώμα, για να πίνει το νερό"

'Διάφορα'

Παραδείγματα απαντήσεων: "... το χώμα χρειάζεται για να μην αρρωστήσει το φυτό και να μην πεθάνει", "το χώμα χρειάζεται για να βγάλει ρίζες το φυτό για να μεγαλώσει πολύ ακόμα"

Διαπιστώνεται λοιπόν ότι ενώ η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών (28 μαθητές νηπιαγωγείου και 29 Α' τάξης δημοτικού) εμφανίζεται καταρχήν να αναφέρει και το χώμα ως απαραίτητο για την ανάπτυξη των φυτών, από την επεξεργασία των συμπληρωματικών απαντήσεων προκύπτει ότι ένας μικρός μόνον αριθμός μαθητών το αντιλαμβάνεται ως τροφή (βλ. πίνακα Π.1). Το χώμα, για τους περισσότερους μαθητές διαδραματίζει πρωτίστως ένα ρόλο στήριξης των φυτών - άποψη εξάλλου συμβατή με τη σχολική επιστήμη -, και για ένα σημαντικό αριθμό μαθητών λειτουργεί, λόγω της απορροφητικότητάς του και της υγρής κατάστασης του νερού, ως ένας αποθηκευτικός χώρος που επιτρέπει την άντληση της υγρής τροφής των φυτών (νερό) (βλ. πίνακα Π.1).

Σχετικά με τον ήλιο διαπιστώνεται ότι οι ελάχιστοι μαθητές που τον επικαλούνται (1 μαθητής νηπιαγωγείου και 4 Α' τάξης δημοτικού) επειδή ακριβώς αντιλαμβάνονται την ηλιακή ακτινοβολία με όρους παροχής θερμικής, και όχι φωτεινής, ενέργειας, θεωρούν αναγκαία την παρουσία του για την ανάπτυξη των φυτών "χωρίς όμως να την συσχετίζουν με τη διαδικασία της θρέψης" (Smith & Anderson, 1984, Bell, 1985; Giordan, 1990) (βλ. πίνακα Π.1). Συγκεκριμένα, στον ήλιο αποδίδονται ποικίλοι ρόλοι όπως για παράδειγμα της παροχής θερμότητας στο φυτό, του στεγνώματος του φυτού, της στήριξης του φυτού ή της έμμεσης παροχής νερού στο φυτό.

'Απουσία συσχέτισης με θρέψη'

Παραδείγματα απαντήσεων: "... για να μεγαλώσει το φυτό χρειάζεται τον ήλιο ... τον θέλει τον ήλιο για να ζεσταίνεται και έτσι να μεγαλώσει πιο πολύ", "... τα στεγνώνει τα φύλλα ... τα νερά στα φύλλα, άμα βρέχει και σταματάει", "άμα δεν έχει ήλιο θα έπεφτε έτσι πεθαμένο ... όταν έχει

ήλιο σηκώνεται πάνω ... τον θέλει για να είναι σταθερό", "για να μεγαλώσει τον χρειάζεται τον ήλιο ... να το βάζουμε κοντά στο τζάμι το λουλούδι ... νάρθει ο ήλιος να το πάρει πάνω εκεί στον ουρανό για να τον βάλει νερό"

Αλλά και οι απαντήσεις που εντάσσονται στην κατηγορία: 'διάφορα' (7 μαθητές νηπιαγωγείου και 13 Α' τάξης δημοτικού) διαφοροποιούνται μεταξύ τους ανάλογα με το αν οι ουσίες ή και κάποιες μη-υλικής υφής συνθήκες (παροχή φροντίδας, αγάπης) που αναφέρουν οι μαθητές ως αναγκαίες για την ανάπτυξη των φυτών, διαδραματίζουν ή όχι έναν θεραπευτικό ρόλο (βλ. πίνακα Π.1).

'Τροφή'

Παραδείγματα απαντήσεων: "... για να μεγαλώσει χρειάζεται λίπασμα, ... κοπριά ..., ... φάρμακα ... που τα παίρνει με τις ρίζες, πάνε στο κοτσάκι και μετά μεγαλώνει το φυτό"

'Απουσία συσχέτισης με θρέψη'

Παραδείγματα απαντήσεων: "... για να μεγαλώσει πρέπει να το προσέχουμε, ... να του μιλάμε ...", "... ο θεός χρειάζεται για να μεγαλώσουν τα φυτά"

Λαμβάνοντας υπόψη τις προηγούμενες κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών αξίζει να σχολιασθεί η απουσία αναφοράς των μαθητών στην εμπλοκή του 'αέρα' ή 'αερίων' στη θρέψη των φυτών. Αντίδραση, που είναι όμως αναμενόμενη αν ληφθούν υπόψη οι ιδιαίτερες δυσκολίες που εμφανίζουν οι μαθητές, ακόμα και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, σχετικά με τη σύλληψη της υλικής υπόστασης των αερίων και κατά συνέπεια με την εμπλοκή τους στη θρέψη των φυτών (Simpson & Arnold, 1982a, b; Peterfalvi, 1992; Verin & Bazan, 1992; Astolfi & Peterfalvi, 1993). Εμφανίζεται ένας μόνο μαθητής που επικαλείται την απαραίτητη παρουσία του αέρα για την ανάπτυξη των φυτών, και μάλιστα με όρους πρόσληψής του από τα φύλλα, θεωρώντας τον όμως ως συστατικό απαραίτητο για την αναπνοή και όχι για τη θρέψη των φυτών ("πρέπει να τόχουμε το φυτό έξω στο μπαλκόνι για να παίρνει λίγο καθαρό αέρα ... φουσάει και τα στοματάκια των φύλλων ανοίγουν και μετά παίρνουν καθαρό αέρα ... μέσα στην κοιλίτσα τους και πάει εκεί μέσα (δείχνει το βλαστό) ... και αναπνέει καλά"). Γίνεται λοιπόν εμφανές, έστω και με αφορμή την περίπτωση ενός μοναδικού μαθητή, η αντίληψη που συνίσταται στην εμπλοκή των αερίων αποκλειστικά στο επίπεδο των αναπνευστικών ανταλλαγών των οργανισμών (Simpson & Arnold, 1982a;

Wandersee, 1983; Giordan, 1990; Peterfalvi, 1992; Verin & Bazan, 1992). Η κατανόηση αυτής της αντίληψης μπορεί να αναζητηθεί στη μη υλική θεώρηση των αερίων καθώς επίσης και στην προβολή του μοντέλου του ζώου στα φυτά. Πιο συγκεκριμένα, η θρέψη στα ζώα σχετίζεται με την κατάρπωση τροφών μέσω του στόματος. Οι τροφές λοιπόν αντιστοιχούν σε σώματα που είναι ορατά και αντιληπτά, δηλαδή σε στερεά και υγρά. Η προβολή λοιπόν του μοντέλου του ζώου στα φυτά σε συνδυασμό με τη μη υλική θεώρηση των αερίων δεν επιτρέπουν στους μαθητές να αντιληφθούν το θρεπτικό ρόλο των αερίων και λειτουργώντας έτσι ως εμπόδια στην κατανόηση της θρέψης των φυτών (Peterfalvi, 1992).

Επίσης, πρέπει να τονισθεί ότι οι μαθητές εμφανίζονται να αντιλαμβάνονται τα μεν 'νερό'⁷, 'χώμα'⁸ και 'αέρα'⁹ ως όλον, ως πρωτογενείς οντότητες, όχι δηλαδή αποτελούμενες από άλλα συστατικά, τον δε 'ήλιο' αποκλειστικά ως μια πηγή παροχής θερμότητας. Η αντίληψη λοιπόν που διακατέχει τους μαθητές για το 'νερό', το 'χώμα', τον 'ήλιο' και τον 'αέρα' εντάσσεται στον καθημερινό τρόπο σκέψης και συνιστά εμπόδιο στην κατανόηση της θρέψης των φυτών.

Ενα άλλο ενδιαφέρον στοιχείο που προκύπτει από την επεξεργασία των απαντήσεων είναι ότι κανένας από τους μαθητές δεν αναφέρει ως τροφή των φυτών, ζωντανούς οργανισμούς του χώματος ή του νερού, όπως για παράδειγμα σκουλήκια, έντομα, μικρόβια. Το γεγονός αυτό υπονοεί ότι οι συλλογισμοί τους σχετικά με τη θρέψη των φυτών δεν εμφανίζουν την αντίληψη - εμπόδιο που καταγράφεται στη σχετική βιβλιογραφία (Equipe de recherche Aster, 1985; Giordan, 1990; Peterfalvi, 1992), και η οποία συνιστά προβολή του μοντέλου του ζώου στα φυτά. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για την αντίληψη ότι το ζωντανό δεν φτιάχεται παρά μόνο από ζωντανό ή ότι οι οργανισμοί τρέφονται με άλλους οργανισμούς. Βέβαια, πρέπει να σημειωθεί ότι η απουσία αυτής της αντίληψης δεν υπονοεί σε καμία περίπτωση ότι οι μαθητές αντιλαμβάνονται το χώμα και το νερό ως ανόργανη ύλη που προσλαμβάνουν τα φυτά

7. Το 'νερό' που αναφέρουν οι μαθητές είναι το υγρό νερό της καθημερινής ζωής και δεν αντιστοιχεί στο H_2O το οποίο μπορεί χημικά να διασπασθεί στα αέρια O_2 και H_2 .

8. Οι μαθητές δεν θεωρούν το 'χώμα' ως ένα πολύπλοκο οικολογικό σύστημα που περιέχει ποικιλιά στοιχείων, ανόργανα και οργανικά, τα οποία εμπλέκονται στις λειτουργίες που σχετίζονται με την ανάπτυξη του φυτού.

9. Οι μαθητές δεν αντιλαμβάνονται τον 'αέρα' ως ένα μείγμα διαφόρων αερίων, όπως για παράδειγμα του διοξειδίου του άνθρακα, του οξυγόνου, των υδρατμών.

προκειμένου να κατασκευάσουν την οργανική ζωτική τους ύλη. Δεν έχουν δηλαδή οικοδομηθεί, όπως είναι εξάλλου αναμενόμενο για τις ερευνούμενες ηλικίες, οι κατηγορίες: ανόργανη ύλη και οργανική ύλη και επιπλέον ως επιδεχόμενες μεταβολών η μία στην άλλη.

3.3. Μέρη των φυτών μέσω των οποίων γίνεται η πρόσληψη των απαραίτητων για την ανάπτυξη ουσιών

Οι απαντήσεις των μαθητών σχετικά με τον τρόπο που προσλαμβάνουν τα φυτά τις ουσίες που είναι αναγκαίες για την ανάπτυξή τους, μπορούν να ενταχθούν στις ακόλουθες κατηγορίες ανάλογα με το μέρος των φυτών που δεσμεύει αυτές τις ουσίες (βλ. πίνακα Π.2).

‘Ρίζες’

Παραδείγματα απαντήσεων: "... το φυτό ρουφάει το νερό με τις ρίζες του πούναι μέσα στο χώμα", "οι ρίζες πίνουν το νερό ... το φυτό ρουφάει και την κοπριά με τις ρίζες του", "το νερό και το χώμα τα τρώει με τη ρίζα του"

‘Βλαστός’

Παραδείγματα απαντήσεων: "... το ρουφάει από την τρυπούλα ... έχει μια τρυπούλα το φυτό στο κοτσάνο πούναι κάτω από το χώμα", "... εδώ (δείχνει κάτω από το χώμα) έχει μια τρύπα το κοτσάνι και το πίνει", "το φυτό ανασαίνει από το κοτσάνι και παίρνει το νερό", "το λίπασμα και το νερό τα ρουφά με το κοτσάνι"

‘Διάφορα’

Παραδείγματα απαντήσεων: "... έχει κάτι το φυτό κάτω από το χώμα και παίρνει το νερό", "το ένα νερό σπρώχνει το άλλο νερό και έτσι πάει πάνω εδώ"

Το γεγονός ότι οι μαθητές θεωρούν αναγκαία για την ανάπτυξη των φυτών συγκεκριμένα υγρά (νερό), στερεά (χώμα, λίπασμα, κ.ά.) και όχι αέρια, έχει ως συνέπεια οι μισοί περίπου υπό αυτούς να αναφέρουν ως μέσον πρόσληψης μέρη των φυτών (ρίζες, βλαστό) που έρχονται σε επαφή με το άμεσο περιβάλλον το οποίο επιτρέπει την άντλησή τους, δηλαδή το χώμα που είναι φυτεμένα (βλ. πίνακα Π.2). Θεωρούμενες λοιπόν οι ρίζες και ο βλαστός ως μέσα πρόσληψης των στερεών και των υγρών, καταδεικνύουν την πορεία της τροφής και διαδραματίζουν ένα ρόλο ανάλογο με αυτόν του στόματος στο μοντέλο του ζώου (Simpson & Arnold, 1982a; Peterfalvi, 1992), δηλαδή αυτόν της κατώτασης της τρο-

φής. Η αναλογία όμως των ριζών των φυτών με το στόμα του ζώου είναι αυτή ακριβώς που εμποδίζει τους μαθητές να συλλάβουν την απορρόφηση του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα από τα φύλλα (βλ. πίνακα Π.2). Ετσι, η μόνη λειτουργία που αποδίδεται στα φύλλα, σύμφωνα με τη μαρτυρία του μοναδικού μαθητή που τα επικαλείται, είναι αυτή της αναπνοής των φυτών. Από τη μία λοιπόν πλευρά είναι ιδιαίτερα σημαντικό το ότι αναγνωρίζονται τα φύλλα ως το μέρος των φυτών που επιτρέπει την άντληση αερίων, από την άλλη όμως αναδεικνύονται οι συνέπειες της εφαρμογής του αναλογικού μοντέλου του ζώου στα φυτά ("... φυσάει και τα στοματάκια των φύλλων ανοίγουν και μετά παίρνουν καθαρό αέρα ... μέσα στην κοιλίτσα τους ...") που σχετίζεται επιπλέον και με τη μη θεώρηση παροχής ύλης μέσω του αέρα στη διαδικασία της θρέψης των φυτών.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι ένας σημαντικός αριθμός μαθητών δεν είναι σε θέση να αναγνωρίσει τις ρίζες, το βλαστό ή οποιοδήποτε άλλο μέρος των φυτών ως μέσον πρόσληψης των αναγκαίων στερεών και υγρών (βλ. πίνακα Π.2).

3.4. Χαρακτηριστικά της διαδικασίας της ανάπτυξης των φυτών (εισροή ή μη ουσιών από το άμεσο περιβάλλον, πολυπλοκότητα του φαινομένου, νατουραλιστικός ή μη χαρακτήρας της διαδικασίας της ανάπτυξης)

- Εισροή ουσιών από το άμεσο περιβάλλον

Μια πρώτη διάκριση των απαντήσεων των μαθητών σχετικά με το πρόβλημα των χαρακτηριστικών του φαινομένου της ανάπτυξης των φυτών μπορεί να πραγματοποιηθεί ανάλογα με το αν οι μαθητές θεωρούν ως απαραίτητη για την ανάπτυξη την εισροή ή μη ύλης στα φυτά από το άμεσο περιβάλλον τους. Το κριτήριο αυτό επιτρέπει να αποσαφηνισθεί το κατά πόσον αποδίδεται ένας ρόλος τροφής ή όχι στις ουσίες που θεωρούνται αναγκαίες για την ανάπτυξη των φυτών. Με βάση λοιπόν το προηγούμενο κριτήριο προκύπτουν οι ακόλουθες κατηγορίες.

'Εισροή ύλης': Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι απαντήσεις που συσχετίζουν την ανάπτυξη με την εισροή ουσιών στα φυτά από το άμεσο εξωτερικό τους περιβάλλον. Οι μαθητές δηλαδή θεωρούν ότι τα φυτά προσλαμβάνουν από το εξωτερικό τους περιβάλλον ορισμένες ουσίες (νερό, χώμα κ.ά.) που τους επιτρέπουν να αναπτυχθούν.

Παραδείγματα απαντήσεων: "... ρίχνουμε νερό στο χώμα και το ρουφάει το φυτό με τις ρίζες του ... πούναι κάτω στο χώμα ... και το νερό πάει μέσα στο φυτό ... σ'όλο το φυτό, στο κοτσάνι και στα φύλλα ... και μετά θα μεγαλώσει", "το φυτό παίρνει το νερό με καλαμάκι πούναι μέσα στο χώμα (δείχνει το υπόγειο τμήμα του βλαστού) ... το νερό ανεβαίνει στο βλαστό, στα φύλλα και μεγαλώνει λίγο-λίγο", "... βγαίνουν οι ρίζες και πίνουν το νερό ... ρουφάει με τις ρίζες του και την κοπριά ... μετά πηγαίνουν στο κοτσάνι, στα φύλλα και μετά μεγάλωσε το φυτό"

‘Μη εισροή ύλης’: Η κατηγορία αυτή συνίσταται σε απαντήσεις στα πλαίσια των οποίων η ανάπτυξη των φυτών πραγματοποιείται χωρίς την πρόσληψη ουσιών από το περιβάλλον, γεγονός, που ισοδυναμεί με τη μη θεώρηση αυτών των ουσιών ως τροφών. Η ανάπτυξη λοιπόν σε αυτές τις περιπτώσεις συσχετίζεται με την απλή καθοδική πορεία μέσα στο χώμα των ουσιών που είναι αναγκαίες για την ανάπτυξη. Μάλιστα, αυτή η καθοδική πορεία, καταλήγει ορισμένες φορές ακόμα στην εκροή των ουσιών στο εξωτερικό περιβάλλον του χώματος.

Παραδείγματα απαντήσεων: "... το φυτό δεν παίρνει το νερό ... το νερό μένει εδώ μέσα στο χώμα ... έτσι μεγαλώνει σιγά - σιγά όσο περνά ο καιρός και βγάζει μια μαργαρίτα", "το φυτό πίνει και κατεβάζει το νερό ... έχει κάτι τρυπούλες και πέφτει κάτω και βγαίνει το νερό στο πιατάκι (δείχνει τις τρύπες που έχει η γλάστρα από κάτω) ... το ποτίζουμε και το πίνει και το κατεβάζει και μεγαλώνει σιγά-σιγά το φυτό"

Από τη μελέτη του πίνακα Π.3 προκύπτει ότι ορισμένοι μαθητές θεωρούν ότι είναι δυνατή η ανάπτυξη των φυτών χωρίς την απαραίτητη εισροή ύλης. Οι μαθητές λοιπόν σε αυτήν την περίπτωση αντιλαμβάνονται μία *ex nihilo* παρασκευή ύλης στα φυτά στο βαθμό που θεωρούν επαρκή την απλή ύπαρξη - και όχι την εισροή - των απαραίτητων για την ανάπτυξη ουσιών στο άμεσο περιβάλλον των φυτών. Αντίληψη, που θα μπορούσε να συσχετισθεί με τη θεώρηση ότι η ανάπτυξη των φυτών συνιστά μια εσωτερική τους ιδιότητα (για την ανάπτυξη απαιτείται χρόνος και όχι εισροή ύλης), δηλαδή με μια εκδήλωση του εμποδίου του ζωισμού (*vitalisme*).

Αντίθετα, η μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών θεωρεί ως αρχικό στάδιο της διαδικασίας ανάπτυξης των φυτών την εισροή ύλης από το περιβάλλον (νερό, χώμα, λίπασμα κ.α.) μέσω των ριζών ή του βλαστού (βλ. ενότητα 3.3.). Τα επόμενα στάδια που περιγράφουν οι μαθητές συνίστανται είτε στην προώθηση της τροφής στα διαφορετικά μέρη του φυτού,

που στη συνέχεια επιτρέπει την ανάπτυξη των φυτών, είτε στην απευθείας ανάπτυξη των φυτών μετά την εισροή των ουσιών.

Σε ό,τι αφορά τώρα το γίνεσθαι της εισερχόμενης ύλης σε σχέση με την ανάπτυξη των φυτών, διαπιστώνεται ότι όλοι οι μαθητές αντιλαμβάνονται μια μετουσίωση, με συνεχή τρόπο, του νερού ή/και του χόματος (ανόργανη ύλη) σε φύλλα, λουλούδια κ.ά. (οργανική ύλη) στο βαθμό που θεωρούν ότι οι ουσίες που απορροφούνται, στη συνέχεια συσσωρεύονται στα φυτά και τέλος παρασκευάζεται ύλη (όπως για παράδειγμα εμφάνιση καινούργιων φύλλων, λουλουδιών, καρπών) με ένα περισσότερο μαγικό και αυτόματο τρόπο. Η αντίληψη λοιπόν για την ανάπτυξη των φυτών σχετίζεται με μια σειρά από εμπόδια, και συγκεκριμένα με (α) τη μη διαφοροποίηση των κατηγοριών: ανόργανη ύλη, οργανική ύλη, (β) τη μη δυνατότητα μεταβολής της ανόργανης ύλης σε οργανική και (γ) την απουσία οικοδόμησης της έννοιας της χημικής αντίδρασης. Βέβαια, είναι προφανές ότι παρόλο που τα αμέσως προηγούμενα εμπόδια δεν μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο διδακτικών παρεμβάσεων οι οποίες θα απευθύνονται στις ερευνούμενες ηλικίες, αλλά σε μεταγενέστερες, η αναγνώριση και η καταγραφή τους κρίνεται απαραίτητη στο βαθμό που στοχεύεται ο σχεδιασμός παρεμβάσεων του τύπου "μαζί" και "ενάντια" στις αντιλήψεις των μαθητών (Giordan & DeVecchi, 1987).

Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι τόσο η αντίληψη της ανάπτυξης με όρους μη εισροής ύλης, όσο και η αντίληψη της απλής εισροής των ουσιών με αυτόματη ανάπτυξη των φυτών (απουσία προσθήκης των ουσιών στα διαφορετικά μέρη του φυτού) μπορούν πιθανά να συσχετισθούν και με μια δυσκολία των μαθητών που έχει ήδη γίνει φανερή στα πλαίσια της μελέτης άλλων φαινομένων (Χατζηνικήτα, Κουλαϊδής & Ραβάνης, 1996), και συγκεκριμένα τη δυσκολία να συλλάβουν την προς τα πάνω κίνηση των εισερχόμενων στα φυτά ουσιών.

- Νατουραλιστικός χαρακτήρας της ανάπτυξης των φυτών

Οι απαντήσεις των μαθητών που αφορούν σε περιγραφές της διαδικασίας ανάπτυξης των φυτών μπορούν επίσης να ταξινομηθούν στις δύο ακόλουθες κατηγορίες ανάλογα με το αν αποδίδεται σε αυτές ένας υλικός ή ένας υλικός και μη υλικός χαρακτήρας - σχήμα κατηγοριοποίησης προτεινόμενο από τον Berzonsky (1971).

'Διαδικασία νατουραλιστικού χαρακτήρα': Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι διαδικασίες ανάπτυξης των φυτών που αντιστοιχούν αποκλειστι-

κά σε υλικού χαρακτήρα διεργασίες.

Παραδείγματα απαντήσεων: "... το νερό από το χώμα πάει στο κοτσάνι του φυτού σπρώχνοντας το ένα νερό το άλλο νερό ... πάει μετά στα φύλλα και έτσι μεγαλώνει το φυτό ..."

'Διαδικασία νατουραλιστικού και μη νατουραλιστικού χαρακτήρα': Οι περιγραφές της διαδικασίας ανάπτυξης των φυτών που προτείνουν οι μαθητές αντιστοιχούν ορισμένες φορές σε διεργασίες που εμφανίζουν ένα συνδυασμό υλικών και μη υλικών χαρακτήρων. Συγκεκριμένα, οι μαθητές αναφέρουν ότι η ανάπτυξη των φυτών συσχετίζεται με μια ενσυνείδητη βιολογική τάση των φυτών, με την απόδοση δηλαδή ενός ανιμιστικού χαρακτήρα στη διαδικασία ανάπτυξης των φυτών.

Παραδείγματα απαντήσεων: "... για να μεγαλώσει (το φυτό) χρειάζεται φαί ... από την κατσαρόλα ... ", "... πηγαίνει το νερό στα φύλλα και τα φύλλα παίρνουν δύναμη απ' το νερό και μεγαλώνουν ... η δύναμη του νερού τα σπρώχνει και μεγαλώνουν ...", "... το νερό το ρουφάει με το στόμα του ...", "... ο θεός χρειάζεται για να μεγαλώσουν τα φυτά ...", "... το νερό το πίνει για να μην το καίει ο ήλιος, για να δροσίζεται ...", "... για να μεγαλώσει ένα φυτό πρέπει να το προσέχουμε ... να καθόμαστε να του μιλάμε ... λέω 'τι κάνεις;', 'καλά είσαι.'. Και τα φυτά μου λένε 'τι κάνεις;', ... το φυτό έχει στόμα, κάτω από το χώμα ... τώρα είναι κλειστό γιατί κοιμάται ..."

Σχετικά με τη δημοτικότητα των δύο προηγούμενων κατηγοριών διαπιστώνεται ότι η πλειοψηφία των μαθητών (περισσότεροι από το 2/3 του πληθυσμού) αντιλαμβάνεται την ανάπτυξη των φυτών ως μία νατουραλιστική διεργασία. Παράλληλα όμως, εμφανίζεται ένα αξιοσημείωτο τμήμα του δείγματος να εμπλέκει στη διαδικασία της ανάπτυξης και ανιμιστικής υφής χαρακτηριστικά (βλ. πίνακα Π.4).

ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ 'ΣΤΟΧΟΥ - ΕΜΠΟΔΙΟΥ'

Όπως σημειώνουν οι Astolfi & Peterfalvi (1993), ενώ η έννοια της αναπαράστασης αφορά σε ένα συγκεκριμένο εννοιολογικό πλαίσιο, η έννοια του εμποδίου, πέραν του ότι εξηγεί την αναπαράσταση και τη σταθερότητά της, εμφανίζει ένα πιο γενικό χαρακτήρα. Από το ίδιο δηλαδή εμπόδιο είναι δυνατόν να απορρέουν αναπααραστάσεις για διάφορες έννοιες. Το εμπόδιο λοιπόν συνιστά ένα είδος 'σκληρού πυρήνα' των ανα-

παραστάσεων που ανθίσταται στη μάθηση και στους επιστημονικούς συλλογισμούς. Μία δε από τις αιτίες της ανθεκτικότητας των εμποδίων έγκειται στο γεγονός ότι οι αναπαραστάσεις εντάσσονται σε γνωστικές δομές οι οποίες οργανώνουν τις αναπαραστάσεις με τέτοιο τρόπο μεταξύ τους ώστε να σχηματίζονται συστήματα με σχετική συνάφεια που επιτρέπουν την κατανόηση ενός σημαντικού αριθμού φαινομένων και τον προσανατολισμό των δράσεων του υποκειμένου (Astolfi & Peterfalvi, 1993).

Τη θεώρηση όμως των εμποδίων με όρους αυτού που εμποδίζει τη μάθηση έρχεται να ανανεώσει η έννοια του "στόχου - εμποδίου" που προτείνει ο Martinand (1986) και η οποία, επικεντρωνόμενη στον υπερβατό χαρακτήρα ορισμένων από αυτά, παρέχει τελικά στα εμπόδια ένα πιο δυναμικό και θετικό χαρακτήρα (Astolfi & Peterfalvi, 1993). "Από θεωρητική άποψη, η ιδέα του στόχου - εμποδίου είναι ένα μέσο που επιτρέπει τη σύγκλιση των ερευνών για τις αντιλήψεις και τους συλλογισμούς των μαθητών με τις έρευνες που αφορούν στα αναλυτικά προγράμματα" (Martinand, 1989). Συγκεκριμένα, "τα εμπόδια, στο μέτρο που έχουν μια βαθειά επιστημολογική σημασία, παρέχουν τα κλειδιά για τη διατύπωση των σκοπών που είναι οι πλέον βασικοί για την εκπαίδευση στις επιστήμες. Με άλλα λόγια, πρόκειται για την έκφραση των στόχων με όρους υπερβάσιμων εμποδίων, γιατί, από την ποικιλία των 'πιθανών - στόχων' εκείνοι που είναι ενδιαφέροντες είναι οι στόχοι - εμπόδια" (Martinand, 1986). Η ιδέα δηλαδή του "στόχου - εμποδίου" λειτουργεί ως ένας τρόπος επιλογής, από τους "πιθανούς - στόχους", εκείνων που εμφανίζονται ως παιδαγωγικά 'ενδιαφέροντες' εξαιτίας ακριβώς της συσχέτισής τους με την υπέρβαση ενός εμποδίου (Martinand, 1989).

Παράλληλα, η έννοια του "στόχου - εμποδίου" ανανεώνει και τον τρόπο καθορισμού των στόχων, ο οποίος συνήθως πραγματοποιείται με όρους ανάλυσης των αναλυτικών προγραμμάτων και του περιεχομένου χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα εμπόδια των μαθητών, στο μέτρο που ο καθορισμός τους επικεντρώνεται περισσότερο στις προς επίτευξη νοητικές μεταβολές απ' ό,τι στις προς απόκτηση τελικές καταστάσεις (Astolfi & Peterfalvi, 1993).

Για την αντιμετώπιση όμως του επιλεγόμενου "στόχου - εμποδίου" είναι απαραίτητο αυτός να μην αντιμετωπίζεται μεμονωμένα (πέρασμα από μία μεμονωμένη διατύπωση σε μία άλλη) αλλά να έχουμε μια ευρύ-

τερη θεώρηση ταυτόχρονα του εννοιολογικού δικτύου που λειτουργεί ως εμπόδιο, του επιδιωκόμενου εννοιολογικού δικτύου καθώς επίσης και των συνθηκών δυνατότητας για την πραγμάτωση της εννοιολογικής αλλαγής (Verin & Bazan, 1992). Στα πλαίσια αυτής της προοπτικής, οι Astolfi & Peterfalvi (1993) προτείνουν την κατασκευή ενός ερμηνευτικού εργαλείου, του δυναμικού δικτύου του στόχου - εμποδίου, που έχει ως προσορισμό την καθοδήγηση στην οικοδόμηση διατάξεων μάθησης και ο οποίος οργανώνεται στη βάση της ακόλουθης τοπολογίας (βλ. για παράδειγμα τον πίνακα Π.6). Στο κέντρο του δυναμικού δικτύου εικονίζεται ο στόχος - εμπόδιο και κάτω από τον στόχο - εμπόδιο, αυτό που εμποδίζει να κατανοήσουμε. Θεωρώντας ότι το εμπόδιο συνιστά μία λειτουργική ιδέα για το μαθητή και ένα τμήμα του υπάρχοντος εννοιολογικού του δικτύου, στο αριστερό τμήμα του σχήματος σημειώνονται ορισμένα στοιχεία του δικτύου τα οποία μπορούν να εξηγήσουν την αντίσταση του εμποδίου. Συνεπώς, αυτές οι ιδέες έχουν μια ερμηνευτική θετική λειτουργία για το μαθητή και επιτρέπουν την οικονομία της σκέψης. Στο δεξιό τμήμα του σχήματος εικονίζεται η επιδιωκόμενη έννοια η οποία αναπαριστά τη νοητική πρόοδο που έχει ως στόχο η μάθηση. Για την επίτευξη όμως αυτού του στόχου είναι απαραίτητη η τροποποίηση ορισμένων άλλων ιδεών του υπάρχοντος εννοιολογικού δικτύου ή η οικοδόμηση καινούργιων ιδεών (συνθήκες δυνατότητας για την υπέρβαση του εμποδίου).

Το μοντέλο του δυναμικού δικτύου του στόχου - εμποδίου συνιστά λοιπόν μια καινούργια προοπτική στο ερώτημα της διαχείρισης των ιδεών των μαθητών διαφοροποιούμενη από την τοπική, μερική θεώρηση και επεξεργασία των ιδεών των μαθητών και δυνάμενη να υπερβεί τα προβλήματα που προκύπτουν από την έντονη αφαιρετικότητα η οποία χαρακτηρίζει τους γενικούς τρόπους σκέψης (τρόποι σκέψης δυνάμενοι να λειτουργήσουν ως εμπόδια, βλ. πίνακα Π.5).

Η ανάλυση των ιδεών των μαθητών της προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας έκανε φανερή την εξής σειρά από εμπόδια και τρόπους σκέψης που αντιτίθενται στην οικοδόμηση της έννοιας της θρέψης και της ανάπτυξης των φυτών (βλ. πίνακα Π.5). Η "ανάγνωση" των ευρημάτων (βλ. πίνακα Π.5) υπό το πρίσμα του δυναμικού δικτύου επιτρέπει την αναγνώριση των ακόλουθων εμποδίων: (α) η μη υλική θεώρηση των αερίων, (β) η αποκλειστική πρόσληψη μέσω των ριζών από το έδαφος των ουσιών που θεωρούνται απαραίτητες για τη θρέψη των φυτών, (γ) η α-

πουσία θεώρησης των διαφόρων μορφών ενέργειας και των αλληλομετατροπών τους, (δ) η απουσία της έννοιας των χημικών μεταβολών και κατά συνέπεια η θεώρηση ενός συνεχούς περάσματος από την ανόργανη στην οργανική ύλη, (ε) η θεώρηση του εδάφους και του χώματος ως όλων και (ζ) η εφαρμογή του μοντέλου του ζώου στα φυτά. Σχετικά με τα εμπόδια που αφορούν στην υλική θεώρηση των αερίων (συνειδητοποίηση της ύπαρξης και της υλικής φύσης του αέρα, με μελλοντική ενοποίηση της τάξης των αερίων - ο αέρας και τα αέρια ανήκουν στην ίδια κατηγορία -), στο ρόλο των ριζών των φυτών στη θρέψη και στις χημικές μεταβολές, οι Peterfalvi (1992) και Astolfi & Peterfalvi (1993) έχουν ήδη κατασκευάσει τα δυναμικά δίκτυα των αντίστοιχων στόχων - εμποδίων και συνεπώς έχουν ήδη αποσαφηνισθεί οι δραστηριότητες και οι διδακτικές παρεμβάσεις που επιτρέπουν την υπέρβαση αυτών των εμποδίων. Η συγκρότηση του δυναμικού δικτύου για το στόχο - εμπόδιο που αφορά στην προβολή του μοντέλου του ζώου στα φυτά (βλ. πίνακα Π.6), και το οποίο προτείνεται στη συνέχεια, έρχεται να καλύψει το υπάρχον κενό, ενώ το δυναμικό δίκτυο σχετικά με την ενέργεια, τις διάφορες μορφές της και τις αλληλομετατροπές τους μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο μελλοντικής διερεύνησης. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι η εμφάνιση του εμποδίου που σχετίζεται με τη σύσταση του εδάφους μπορεί να αποδοθεί και στην απουσία επεξεργασίας σχετικών ερωτημάτων από τα σχολικά εγχειρίδια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Γεγονός, που υπονοεί ότι η ένταξη της σύστασης του εδάφους στο αναλυτικό πρόγραμμα πιθανά θα διευκολύνει την υπέρβαση αυτού του εμποδίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Anderson, C., Sheldon, T. and Dubay, J. (1990). "The effects of instruction on college nonmajors' conceptions of respiration and photosynthesis". *Journal of Research in Science Teaching*, 27(8), 761-776.
- Astolfi, J. P. and Peterfalvi, B. (1993). "Obstacles et construction de situations didactiques en sciences experimentales". *Aster*, 16, 103-141.
- Barker, M. and Carr, M. (1989a). "Teaching and learning about photosynthesis. Part 1: An assessment in terms of students' prior knowledge". *International Journal of Science Education*, 11(1), 49-56.
- Barker, M. and Carr, M. (1989b). "Teaching and learning about photosynthesis. Part 2: A generative learning strategy". *International Journal of Science Education*, 11(2), 141-152.
- Barker, M. and Carr, M. (1989c). "Photosynthesis - can our pupils see the wood for the

trees?". *Journal of Biological Education*, 23(1), 41-44.

Barker, M. (1985a). *Plants, oxygen and carbon dioxide. Working paper* (n^o: 222). University of Waikato: N.Z.

Barker, M. (1985b). *Plants and food. Working paper* (n^o: 227). University of Waikato: N.Z.

Barker, M. (1995). "A plant is an animal standing on its head". *Journal of Biological Education*, 29(3), 201-208.

Bell, B. (1985). "Students' ideas about plant nutrition: what are they?". *Journal of Biological Education*, 19(3), 213-218.

Berzonsky, M. (1971). "The role of familiarity in childrens explanations of physical causality". *Child Development*, 42, 705-706.

Boyes, E. and Stanisstreet, M. (1991). "Misconceptions in the first-year undergraduate science students about energy sources for living organisms". *Journal of Biological education*, 25(3), 209-213.

Canal de Leon, P. (1992). "Quel enseignement sur la nutrition des plantes en education "de base"? Proposition didactique". *Aster*, 15, 7-32.

De-Bueger-Van der Borgh, C. and Mabilie, A. (1989). "The evolution in thw meanings given by Belgian secondary school pupils to biological and chemical terms". *International Journal of Science Education*, 11(3), 347-362.

Eisen, Y. and Stavy, R. (1988). "Students' understanding of photosynthesis". *The American Biology Teacher*, 30(4), 208-212.

Eisen, Y. and Stasy, R. (1993). "How to make the learning of photosynthesis more relevant". *International Journal of Science Education*, 15(2), 117-125.

Equipe de recherche Aster. (1985). "L'entrecroisement des logiques et des raisonnements". In *Procédures d'Apprentissage en Sciences Expérimentales*. Paris: INRP. 67-85.

Ζόγκιζα, Β. and Οικονομοπούλου, Π. (1996). "Μια πρόταση για τη διδασκαλία της φωτοσύνθεσης". *Εκπαιδευτική Κινητικότητα*, 37, 26-29.

Ζόγκιζα, Β. and Οικονομοπούλου, Π. "Οι νοητικές παραστάσεις των παιδιών ηλικίας 10 έως 14 χρονών για τη θρέψη των φυτών" (υπό δημοσίευση).

Giordan, A. and DeVecchi, G. (1987). *Les origines du savoir*. Neuchâtel - Paris: Delachaux et Niestlé.

Giordan, A. (1990). *Intuit des recherches en didactique de Biology*. Université de Genève: L.D.E.S.

Haslam, F. and Treagust, D. (1987). "Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two - tier multiple choice instrument". *Journal of Biological Education*, 21(3), 203-211.

Lazarowitz, R. and Penso, S. (1992). "High school students' difficulties in learning biology concepts". *Journal of Biological Education*, 26(3), 215-223.

Lawson, A. (1988). "The acquisition of Biological knowledge during childhood: Cognitive conflict or tabula rasa?". *Journal of Research in Science Teaching*, 25(3), 185-199.

Lumpe, A. and Staver, J. (1995). "Peer collaboration and concept development: Learning about photosynthesis". *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 71-98.

- Martinand, J. L. (1986). *Connaitre et transformer la matière*. Bern: Peter Lang.
- Martinand, J. L. (1989). "Des objectifs-capacités aux objectifs-obstacles: deux études de cas". In N. Bednarz and C. Garnier (dir.). *Construction des savoirs, obstacles et conflits*. Oitawa: Crade / Agence d'Arc Inc. σσ. 217-227.
- Παπαδημητρίου, Β. and Τζανή, Ε. (1990). "Πως κατανοούν οι απόφοιτοι της 1^{ης} γυμνασίου το χημικό χαρακτήρα των σχέσεων αλληλοεξάρτησης των οργανισμών μεταξύ τους και με το περιβάλλον". *Νέα Παιδεία*, 53, 56-66.
- Peterfalvi, B. (1992). *Recherche ROOSA (Objectifs - obstacles et situations d'apprentissage autour du concept de transformations de la matière)*. Documents (n^o: 1 et 2). Paris: INRP (documents internes).
- Peterfalvi, B. (1995). "Activités réflexives d'élèves en classe de sciences: Des compétences méthodologiques au travail sur les obstacles". In A. Giordan, J.L. Martinand and D. Raichvarg (eds). *Actes des XVII^{es} Journées Internationales sur la communication, l'Education et la Culture Scientifiques et Industrielles*. Paris.
- Seymour, J. and Longden, B. (1991). "Respiration - that's breathing isn't it?". *Journal of Biological Education*, 25(3), 177-183.
- Simpson, W. and Arnold, B. (1982a). "The inappropriate use of subsumers in biology learning". *European Journal of Science Education*, 4(2), 173-183.
- Simpson, W. and Arnold, B. (1982b). "Availability of prerequisite concepts for learning biology at certificate level". *Journal of Biological Education*, 16(1), 65-72.
- Simpson, W. and Marek, E. (1988). "Understandings and misconceptions of Biology concepts held by students attending small high schools and students attending large high schools". *Journal of Research in Science Teaching*, 25(5), 361-374.
- Smith, E. and Anderson, C. (1984). "Plants as producers: a case study of elementary science teaching". *Journal of Research in Science Teaching*, 21(7), 685-698.
- Slavy, R., Eisen, Y. and Yaakobi, D. (1987). "How students aged 13-15 understand photosynthesis". *International Journal of Science Education*, 9(1), 105-115.
- Tamir, P. (1989). "Some issues related to the use of justifications to multiple-choice answers". *Journal of Biological Education*, 23(4), 285-292.
- Test, D. and Heward, W. (1980). "Photosynthesis: Teaching a complex science concept to juvenile delinquents". *Science Education*, 64(2), 129-139.
- Verin, A. and Bazan, M. *Le concept d'objectif - obstacle à propos de transformation de la matière*. Séminaire AEDB - Cordoue. Espagne 1992 (υπό δημοσίευση)
- Waheed, T. and Lucas, A. M. (1992). "Understanding interrelated topics: photosynthesis at age 14+". *Journal of Biological Education*, 26(3), 193-199.
- Wandersee, J. (1983). "Students misconceptions about photosynthesis: a cross age study". In H. Helm and J. Novak (eds) *Proceedings of the International Seminar of Misconceptions in Science and Mathematics*. Ithaca: Cornell University Press.
- Χατζηγιαννίττα, Β., Κουλαϊδής, Β. and Ραβάνης, Κ. (1996). "Ιδέες μαθητών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας για τον βρασμό του νερού". *Ερευνώντας τον κόσμο του παιδιού*, (2), 106-116.

ABSTRACT

Photosynthesis, respiration, nutrition and growth are some of the fundamental issues of plant physiology. For this reason these issues constitute part of the curriculum in the primary and secondary education. Nevertheless, teaching and learning these phenomena present various difficulties. This is evident from a review of the recent bibliography, as there is an increased interest of the researchers for the different sides of this thematic area (biochemical, ενεργητικές, ecological, physiological).

This paper aims at analysing the views and obstacles that pre-school and early children primary (5 - 7 years of age) have when trying to understand the nutrition and growth of plants. Specifically children ideas concerning the following aspects the nutrition and growth processes are investigated:

- a) the plants as food producers,
- b) the substances necessary for the plant nutrition and the role they play in nutrition,
- c) the plant's parts through which the absorption of the essential nutrients,
- d) the characteristics of the growth procedure of the plants (intake or no-intake of the essences from the immediate environment, naturalistic or no-naturalistic character of the growth procedure).

ΝΗΠΙΑΙΩΓΕΙΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ			
ΧΩΜΑ	ΤΡΟΦΗ	2	7
	ΣΤΗΡΙΞΗ - ΦΥΤΕΜΑ	20	24
	ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ	10	6
	ΔΙΑΦΟΡΑ	1	0
	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ	3	1
ΝΕΡΟ	ΤΡΟΦΗ	23	27
	ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟ ΣΤΟΝ ΑΜΕΣΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟ	7	2
	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ	0	1
ΗΛΙΟΣ	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΘΡΕΨΗ	0	0
	ΑΠΟΥΣΙΑ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΜΕ ΘΡΕΨΗ	1	4
ΔΙΑΦΟΡΑ	ΤΡΟΦΗ	3	7
	ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ	4	6

Πίνακας II.1

Οι ουσίες που θεωρούνται απαραίτητες για την ανάπτυξη των φυτών: Συχνότητα απαντήσεων

ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ

ΡΙΖΕΣ	6	12
ΒΑΛΛΕΤΟΣ	8	4
ΔΙΑΦΟΡΑ	3	2
ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ	13	12

Πίνακας Π.2

Τα μέρη των φυτών που επιτρέπουν την αντίληψη των θρεπτικών ουσιών από το περιβάλλον:
Συχνότητα απαντήσεων

ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ

ΕΙΣΡΟΗ ΟΥΣΙΩΝ	23	27
ΜΗ ΕΙΣΡΟΗ ΟΥΣΙΩΝ	7	2
ΑΠΟΥΣΙΑ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ	0	1

Πίνακας Π.3

Είσοδο ή μη θρεπτικών ουσιών από το περιβάλλον για τη θρέψη και την ανάπτυξη των φυτών:
Συχνότητα απαντήσεων

ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΝΑΤΟΥΡΑΛΙΣΤΙΚΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ	22	21
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΝΑΤΟΥΡΑΛΙΣΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΜΗ ΝΑΤΟΥΡΑΛΙΣΤΙΚΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ	8	9

Πίνακας Π.4

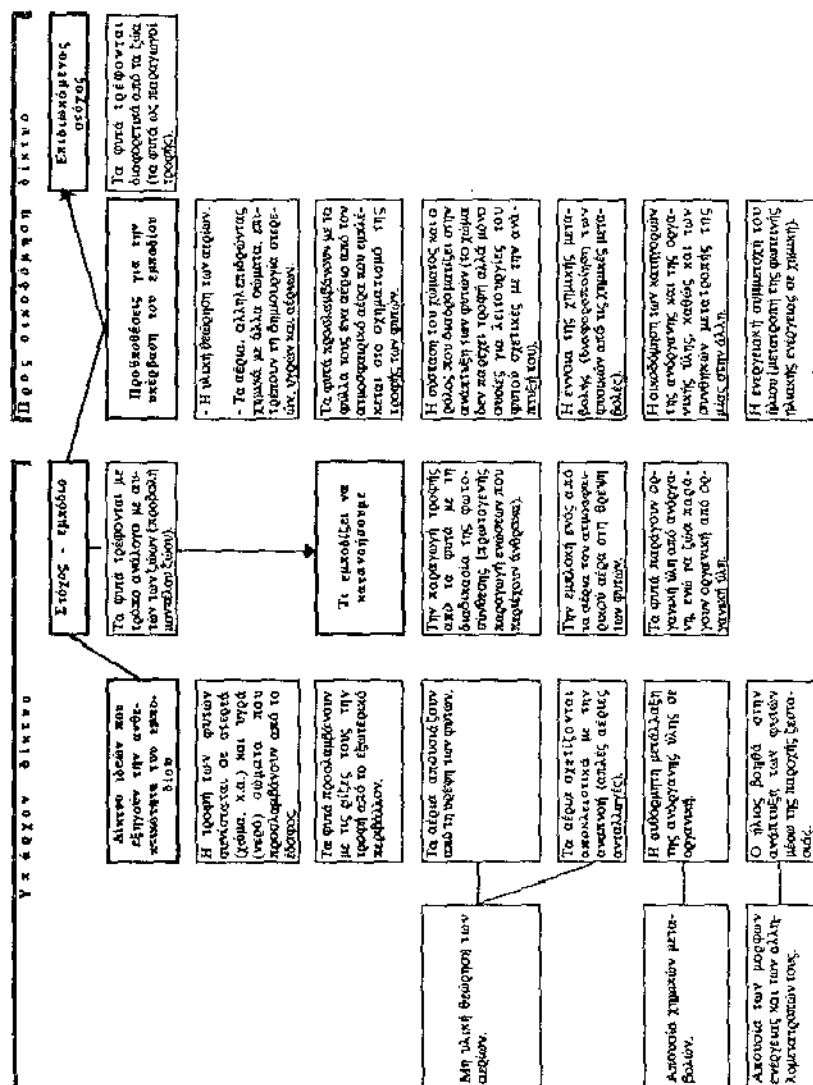
Η διαδικασία θρέψης και ανάπτυξης ως νατουραλιστική ή μη διαδικασία:
Συχνότητα απαντήσεων

Τρόποι σκέψης δυνάμενοι να λειτουργήσουν ως εμπόδια	Εμπόδια	Ιδέες μαθητών
Υπέρσχη αισθητηριακής αντίληψης ¹ . Αυτοκέντρωση ² . Υπερτίμηση/Υποτίμηση ³ .	Η πρόβλη του μοντέλου του ξύλου στα φυτά.	Τα φυτά τρέφονται με στερεά (χώμα, κ.α) και υγρό (νερό) που αντλούν με τις ρίζες τους από το έδαφος.
Υπέρσχη αισθητηριακής αντίληψης.	Η μη ολική θεωρήση των αερίων που καθιστά αδύνατη την κατανόηση της εμπλοκής τους σε ορισμένες χημικές αλληλεπιδράσεις με άλλα σώματα. Συνεπώς, (Α) τα σώμα εκπορεύουν από τη βρέψη των φυτών, (Β) τα σώμα δεν αφορούν παρά μόνο στις αέριες αναπνευστικές ανταλλαγές των φυτών (πρόβλη) του μοντέλου του ξύλου στα φυτά.	Τα φυτά τρέφονται με στερεά (χώμα, κ.α) και υγρό (νερό) που αντλούν με τις ρίζες τους από το έδαφος.
Αυτοκέντρωση. Υπέρσχη αισθητηριακής αντίληψης.	Η θερμότητα είναι η βασική μορφή ενέργειας.	Ο ήλιος ως πηγή παροχής θερμότητας ζεστασιάζει.
Υπερτίμηση/Υποτίμηση. Αυτοκέντρωση.	Ο ζωτισμός (βιταμισμός) που οδηγεί στη θεωρήση της ανάπτυξης των φυτών με βάση εσωτερικές ιδιότητες τους.	Για την ανάπτυξη των φυτών δεν είναι απαραί- τητη η εσοχή υλίας.
Υπερτίμηση/Υποτίμηση. Αυτοκέντρωση. Μη νατουραλιστικός χα- ρακτήρας.	Τα φυτά έχουν ανάγκη από ένα διαμεσολαβητή προκειμένου να τραφούν και να αναπτυχθούν.	Η εμπλοκή της ανώρυ- λης δραστηριότητας (συ- νοχή τροφής, φροντίδας, αγάπης, κ.α) θεωρείται απαραίτητη στην ανάπτυξη των φυτών.
Ολιστικός τρόπος σκέ- ψης. Υπέρσχη αισθητηριακής αντίληψης. Υπερτίμηση/Υποτίμηση.	Το έδαφος, το χώμα είναι ένα όν. Θεώρηση του εδάφους ως τριών.	Τα φυτά τρέφονται με χώμα και νερό, δηλαδή με σώματα που αντλούν από το έδαφος.
Σύψη που προμοδορεί την ταυτοτητα τη διατήρη- ση σε βάρος των πιθανών μεταβολών ("pensée caté- gorielle") ⁴ . Εμφάνιση και του αντίστροφου τρόπου σκέψης δηλαδή προμοδό- τηση των μεταλλάξεων.	Η ανόργανη ύλη μεταλλάσσεται με ένα συνεχή τρόπο σε οργανική ύλη. Απουσία οικοδόμησης της έννοιας των χημικών μεταβολών.	Τα φυτά προσλαμβάνουν στερεά και υγρά από το εξωτερικό περιβάλλον (χώ- μα, νερό, κ.α) τα οποία στη συνέχεια μεταλλάσ- νται με έναν αυτιστικό και μαγικό τρόπο σε φύλλα, ξύλο, κ.α.

Πίνακας Π.5

Αντιστοιχία ιδεών των μαθητών με σχετική εμπόδια και τρόπους σκέψης

¹ Peterfalvi, 1995.² Peterfalvi, 1995.³ Peterfalvi, 1995.⁴ Peterfalvi, 1992.



Πίνακας Π.6: Ανωμαλό δικτυό - επιμελίου