

Το ηλιακό σύστημα στη σκέψη των παιδιών

Σπύρος Χαραλαμπόπουλος
Βάσω Σπηλιωτοπούλου

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει φανερό από τα αποτελέσματα των ερευνών ότι τα παιδιά έχουν πριν από τη διδασκαλία στο σχολείο, κατά τη διάρκειά της, αλλά και μετά από τη διδασκαλία απόψεις για όσα συμβαίνουν στο φυσικό κόσμο γύρω τους. Κατασκευάζουν μοντέλα για να αισθητοποιήσουν, ερμηνεύσουν και περιγράψουν όσα παρατηρούν να συμβαίνουν γύρω τους ή όσα φαντάζονται ότι συμβαίνουν. Οι κατασκευές τους αυτές στηρίζονται στις άμεσες προσωπικές εμπειρίες, στις εμπειρίες από τα βιβλία, την τηλεόραση, το σχολείο, στα όσα ακούν να συζητούν οι άλλοι γύρω τους. Γενικότερα θα μπορούσαμε να πούμε ότι η σκέψη των παιδιών δημιουργείται σε αλληλεπίδραση με το όποιο περιβάλλον έρχονται σε επαφή και η γνώση είναι αποτέλεσμα και της υπόστασης του ατόμου και των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν τα χαρακτηριστικά της σκέψης των παιδιών για την όψη του κόσμου, που περιλαμβάνει τις πολύ μεγάλες οντότητες, τον μέγακοσμο δηλαδή. Με μέρος του μέγακοσμου τα παιδιά έρχονται σε άμεση επαφή, με άλλο όμως όχι. Για όσα τα παιδιά δεν βλέπουν άμεσα, κτίζουν τη γνώση τους με βάση αυτά που τους προσφέρονται στο σχολείο και στο ευρύτερο κοινωνικό περιβάλλον τους. Το ηλιακό σύστημα εντάσσεται σ' αυτή την κατηγορία των οντοτήτων. Η διερεύνηση των χαρακτηριστικών της σκέψης των παιδιών για το ηλιακό σύστημα είναι το επίκεντρο αυτής της προσπάθειας.

Ανασκόπηση στις ιδέες των παιδιών για οντότητες του μακροκόσμου

Πρώτοι, το 1976, οι Nussbaum και Novak μελέτησαν τις έννοιες των παιδιών για τη γη. Παρουσίασαν έξι ειδικά σχεδιασμένες διδακτικές ενότητες, οι οποίες ακολουθούσαν την τεχνική της ακουστικής διδασκαλίας, εξηγώντας και καθοδηγώντας τα παιδιά σε εμπειρίες με υλικά και αντικείμενα. Στη συνέχεια χρησιμοποίησαν δομημένες συνεντεύξεις για να διερευνήσουν τη σκέψη των μαθητών. Πέντε διαφορετικές ιδέες βρέθηκαν να κυριαρχούν στα λεγόμενα των παιδιών, οι οποίες συντίθενται από τρία ουσιαστικά στοιχεία: την αντίληψη για το σχήμα, την αντίληψη για τον περιβάλλοντα χώρο και την αντίληψη για την κατεύθυνση πάνω-κάτω. Τα αποτελέσματα προτείνουν ότι οι σχετικές έννοιες εξελίσσονται με μια σειρά αναγνωρίσιμων βημάτων, και όχι με μια μόνο "απότομη εννοιολογική αλλαγή" (conceptual jump). Σε επανάληψη της έρευνας που έκανε ο Nussbaum το 1979, με διαφορετικές ηλικίες παιδιών, φάνηκε μια εννοιολογική πρόοδος συντελούμενη με την ηλικία. Η εννοιολογική μεταβολή σε κάθε μαθητή ξεχωριστά δεν επιτελείται ως μια γρήγορη επανάσταση που ακολουθεί κάποια τυπική διδασκαλία του γνωστικού θέματος. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η εννοιολογική μεταβολή επιτελείται σε στάδια, κατά τα οποία γίνεται μερική προσαρμογή κάποιων εννοιολογικών στοιχείων, αλλά όχι απαραίτητα όλων.

Οι Mali και Howe (1979) σε παρόμοια έρευνα επιβεβαίωσαν την ύπαρξη των πέντε ιδεών των Nussbaum και Novak ανάμεσα στα παιδιά, διαπίστωσαν όμως ότι η ανάπτυξη της έννοιας σε παιδιά του Νεπάλ καθυστερούσε, συγκριτικά με το δείγμα των Αμερικανών μαθητών κατά λίγα χρόνια. Από τρία Πιαζετιανά έργα (tasks) που χρησιμοποίησαν στην ίδια έρευνα βρήκαν ότι δεν υπάρχει σαφής συσχετισμός κάποιας γενικής γνωστικής ικανότητας, που βελτιώνεται με την ηλικία, και της εξέλιξης των σχετικών εννοιών με την ηλικία.

Ο Klein (1982) χρησιμοποιώντας απλές ερωτήσεις, μοντέλα και εικόνες γύρω από οχτώ έννοιες σχετικές με τη γη και τον ήλιο, μελέτησε τις απαντήσεις δυο ομάδων παιδιών ηλικίας 7 και 8 χρονών, δόγλωσσων και μη. Οι διαφορές που βρήκε ανάμεσα στις δύο ομάδες δεν είναι σημαντικές. Σε κάποιες από τις απαντήσεις εντόπισε έννοιες προ-αιτιακής (pre-causal) σκέψης. Το 1983, οι Nussbaum και Sharoni-Dagan βελτίωσαν τις διδασκαλίες για τη γη, που χρησιμοποίησαν οι Nussbaum και Novak το

1976 και τα αποτελέσματά τους έδειξαν πως, όταν τις χρησιμοποίησαν με τους μαθητές, αυτοί βελτίωσαν σημαντικά τις ιδέες τους. Οι Sneider και Pulos (1983) χρησιμοποίησαν, επίσης, τα θέματα που οι Novak και Nussbaum έδωσαν το 1976 βελτιωμένα ως προς τις επεξηγήσεις, για να αξιολογήσουν την κατηγοριοποίηση των ιδεών για τη Γη και να μελετήσουν και κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στα άτομα. Χαρακτήρισαν τις έννοιες για τη βαρύτητα "φυσικο-πολιτιστικές" έννοιες σε αντιπαράθεση με τις "λογικο-μαθηματικές" έννοιες του Piaget. Υποστηρίζουν ότι αυτές οι έννοιες μπορεί να θεωρηθούν ως "φυσικο-πολιτιστικές", καθώς απαιτούν συντονισμό των όσων το παιδί προσλαμβάνει από τον φυσικό κόσμο καθώς και όσων λέγονται στο παιδί για τον κόσμο.

Οι Vosniadou και Brewer (1992) μελέτησαν τις απαντήσεις των παιδιών σχετικά με το σχήμα της γης και την περιοχή της γης, όπου ζουν οι άνθρωποι, και κατέληξαν σε τρία νοητικά μοντέλα: τα αρχικά, τα συνθετικά και τα επιστημονικά. Θεωρούν ότι τα νοητικά μοντέλα περιορίζονται από υποκείμενες εννοιολογικές δομές και παρότι ένα δεδομένο νοητικό μοντέλο μπορεί να είναι ελλιπές σε σχέση με την υποκείμενη εννοιολογική δομή που το δημιουργεί, μπορεί όμως να περιέχει σημαντικές πληροφορίες για το περιεχόμενο και τη δομή της βάσης των γνώσεων. Σε πιο πρόσφατη έρευνα στην Ελλάδα, οι Βοσνιάδου κ. ά, (1996) βρήκαν ότι οι Έλληνες μαθητές σχηματίζουν νοητικά μοντέλα παρόμοια με αυτά που σχηματίζουν τα παιδιά στις ΗΠΑ, στις Ινδίες και στις νήσους Σαμόα. Κατά τους ερευνητές τα μοντέλα αυτά δείχνουν ότι τα παιδιά θεωρούν τη γη ως ένα φυσικό σώμα και η διαδικασία της δημιουργίας ενός σφαιρικού νοητικού σχήματος της γης - ως ουράνιου σώματος που αιωρείται στο διάστημα - είναι σταδιακή και παράγει παρανοήσεις ή συνθετικά μοντέλα που υπόκεινται σε πολιτισμικές επιδράσεις.

Οι Jones, Lynch και Reesink (1987) επέκτειναν τον ορίζοντα της έρευνας αυτής της περιοχής ερευνώντας τι σκέφτονται τα παιδιά για διάφορες όψεις του ηλιακού συστήματος και ανέδειξαν τη σημασία των εννοιών του σχήματος, του μεγέθους και της κίνησης των συμμετεχόντων οντοτήτων, γης - ήλιου - σελήνης, στο ευρύτερο πλαίσιο του ηλιακού συστήματος. Χρησιμοποιώντας Πιαζετιανού τύπου συνεντεύξεις και υλικά με παιδιά ηλικίας 9-12 χρόνων κατέληξαν σε 5 κατηγορίες χωρικών μοντέλων: 1) Το γεωκεντρικό μαγικό μοντέλο, 2) Το στροβιλιζόμενο γεωκεντρικό μοντέλο, 3) Το γεωκεντρικό μοντέλο με περιστρεφόμενο τον ήλιο ή/και το φεγγάρι, 4) Το ηλιοκεντρικό μοντέλο με περιστρεφόμενη

Γη ή/και φεγγάρι, 5) Το ηλιοκεντρικό μοντέλο με περιστρεφόμενη τη γη και το φεγγάρι περιστρεφόμενο γύρω από τη γη. Προτείνουν δε ότι η πιθανή ιεράρχησή τους ταιριάζει με την ιστορική ανάπτυξη των επιστημονικών εξηγήσεων. Τα αποτελέσματά τους δείχνουν μια αναπτυξιακή τάση για τα μοντέλα και το σχήμα, αλλά πολύ μικρότερη αναφορικά με το μέγεθος. Επίσης, φαίνεται ότι οι επιστημονικές γνώσεις των παιδιών είναι συνδεδεμένες με άλλες περιοχές γνώσης και άλλης μορφής εξηγήσεις και η έρευνα αποκαλύπτει ανθρωπομορφικές και τελεολογικές αντιλήψεις. Ο Sadler (1987) σε έρευνά του με μαθητές της τρίτης γυμνασίου για τα φαινόμενα της μέρας και της νύχτας, της αλλαγής των εποχών και των φάσεων της σελήνης συνάντησε επίσης πολλά προβλήματα στη σκέψη των παιδιών για τα μεγέθη της γης, του ήλιου, της σελήνης και των μεταξύ τους αποστάσεων.

Έρευνες που έχουν γίνει στον ίδιο χώρο, όχι με μαθητές, αλλά με φοιτητές και ενήλικες (Targan (1987), Ojala (1992), Lightman et al. (1987)) δείχνουν τις ιδιαιτερότητες και τις δυσκολίες στην κατανόηση των εννοιών της γνωστικής αυτής περιοχής. Σε πρόσφατη επίσης έρευνα για το σύμπαν (Spiliotopoulou & Ioannidis, 1995) φαίνεται ότι η σκέψη των ενηλίκων για το σύμπαν μικρή διαφοροποίηση παρουσιάζει από τη σκέψη των παιδιών. Τα μοντέλα και των δυο κατηγοριών εμπίπτουν στις ίδιες κατηγορίες. Η εξέλιξη βρίσκεται στο ότι στους εκπαιδευτικούς Α/θμιας εκπαίδευσης δεν συναντώνται επίπεδα και περιορισμένες έντασης μοντέλα για το σύμπαν, ενώ εμφανίζονται μοντέλα με συμβολική διάσταση, κάτι που δεν συναντήθηκε σε μαθητές 6-16 χρονών. Στην ίδια έρευνα επισημαίνεται ότι οι κατηγορίες των μοντέλων για το σύμπαν παρουσιάζουν μια εξέλιξη που βρίσκεται σε αναλογία με την εξέλιξη των ιστορικών μοντέλων.

Η ανασκόπηση των ερευνητικών προσπαθειών για τις οντότητες του μακρόκοσμου δείχνει τη δυσκολία που οι μαθητές παρουσιάζουν στο να αισθητοποιήσουν τον κοσμικό χώρο και τις οντότητές του, ακόμη και μετά από εξειδικευμένες διδακτικές παρεμβάσεις. Φαίνεται επίσης ότι κυρίως έχουν επικεντρωθεί στη διερεύνηση μεμονωμένων εννοιών όπως αυτή της γης ή του ήλιου ή άλλων εννοιών και φαινομένων που σχετίζονται ή γίνονται αντιληπτά από τη γη. Στην παρούσα έρευνα ένα σύστημα, το ηλιακό σύστημα και διάφορες πτυχές του διερευνώνται σχετικά με το πώς προσεγγίζονται στη σκέψη των μαθητών. Η δομή του ηλιακού συστήματος έχει μελετηθεί από τους Jones, Lynch και Reesink (1987) στη

βάση κυρίως της τριάδας ήλιος-γη-σελήνη, ενώ άλλες όψεις του δεν έχουν αποτελέσει βάση έρευνας.

Δείγμα- Σκεπτικό της έρευνας

Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 53 μαθητές πρώτης τάξης γυμνασίου. Οι μαθητές αυτοί στο πλαίσιο του μαθήματος της Γεωγραφίας είχαν διδαχθεί έννοιες για τη δομή του ηλιακού συστήματος, τις κινήσεις της Γης, τις εποχές, τις κλιματικές ζώνες. Παρόμοια θέματα είχαν διδαχθεί και στην έκτη δημοτικού. Οι μαθητές προέρχονταν από σχολεία της ημιαστικής περιοχής της Πάτρας και οι μισοί φοιτούσαν σε διθέσια δημοτικά σχολεία. Από άλλη έρευνα που έχει διενεργηθεί στο σχολείο διαπιστώθηκε ότι η πλειονότητα των μαθητών δεν διαθέτε βιβλιοθήκη στο σπίτι του. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε έξι μήνες μετά τη διδασκαλία της αντίστοιχης ενότητας. Κατά τη διδασκαλία της ενότητας είχαν χρησιμοποιηθεί τα συνήθη εποπτικά μέσα, δηλ. υδρόγειος σφαίρα, χάρτες κλπ.

Το επίκεντρο αυτής της έρευνας βρίσκεται στο πώς τα παιδιά, ηλικίας 12-13 χρόνων, σκέφτονται για διάφορες πλευρές του ηλιακού συστήματος, το οποίο έχουν ήδη διδαχθεί. Πώς οι μαθητές εσωτερικοποιούν πληροφορίες που τους δίνονται και τι μοντέλα κατασκευάζουν για όσα υπονοούνται ότι είναι γνωστά και ποτέ δεν διδάσκονται φανερά; Ερωτήματα σχετικά με τη δομή και την προέλευσή του, τα μεγέθη και τις αποστάσεις των οντοτήτων που το αποτελούν, καθώς και για θέματα όπως τι υπάρχει ανάμεσα στις οντότητες, τι σημαίνει κάτω και πάνω στο διάστημα, τέθηκαν στα παιδιά με τη μορφή μιας ανοιχτής δραστηριότητας. Ζητήθηκε από τα παιδιά να γράψουν μια ιστορία γύρω από αυτά τα θέματα. Οι μαθητές εργάστηκαν ατομικά στην τάξη τους και τους είχε δοθεί όσος χρόνος ήταν απαραίτητος για να ολοκληρώσουν την ιστορία. Ελάχιστοι δεν είχαν ολοκληρώσει την ιστορία τους στη διάρκεια της μιας διδακτικής ώρας. Το πλαίσιο της ιστορίας ήταν το εξής:

Πρόκειται να γραφεί ένα βιβλίο για τα μικρά παιδιά του δημοτικού σχολείου σχετικά με το Διάστημα. Σας αναθέτουν να γράψετε ένα μέρος του βιβλίου αυτού, το οποίο να εξηγεί στα μικρά παιδιά για το ηλιακό μας σύστημα. Θα πρέπει λοιπόν να φτιάξετε μια ζωγραφιά του ηλιακού συστήματος και να γράψετε και κάποιο κείμενο που να εξηγεί. Προτείνουμε ότι τα παρακάτω σημεία θα ήταν χρήσιμο να αναφερθούν:

1. Τι υπάρχει ανάμεσα στα σώματα του ηλιακού συστήματος
2. Σε τι διαφέρουν και σε τι μοιάζουν τα διάφορα σώματα του ηλιακού συστήματος
3. Πώς θα μπορούσατε να αναφερθείτε στις αποστάσεις μεταξύ των σωμάτων, δηλαδή πόσο μακριά είναι η γη από τον ήλιο, η γη από το φεγγάρι κ.ά.
4. Τα μεγέθη των σωμάτων του ηλιακού συστήματος δίνοντας παραδείγματα -όπου είναι δυνατόν- για να δείξετε πόσο μεγαλύτερο είναι το ένα από το άλλο
5. Τι σημαίνει πάνω και κάτω
6. Πώς δημιουργήθηκε το ηλιακό σύστημα

** Σημείωση: Μην ξεχνάτε ότι αναφέρεσθε σε μικρά παιδιά και πρέπει να εξηγήσετε όσο μπορείτε πιο απλά όσα γράφετε. Ίσως θα ήταν χρήσιμο να δίνετε παραδείγματα, παρομοιώσεις και μεταφορές. Μην ξεχνάτε επίσης ότι το διάστημα είναι μια συναρπαστική ιστορία για μικρούς και μεγάλους.*

Στόχος ήταν μέσα από αυτή τη δραστηριότητα να δοθεί στα παιδιά η δυνατότητα να εκφραστούν πιο ελεύθερα για να εξωτερικεύσουν όσα σκέφτονται γύρω από το ηλιακό σύστημα. Οι άμεσες ερωτήσεις ίσως περιορίζουν αυτή τη διαδικασία και μόνος ο σχεδιασμός του ηλιακού συστήματος δεν δίνει τις απαραίτητες πληροφορίες για τις διάφορες όψεις του ηλιακού συστήματος. Η έκταση της ιστορίας ήταν κατά μέσο όρο μισή με μια σελίδα αναφοράς κείμενο και όλοι οι μαθητές είχαν πρόσθετους επεξηγηματικούς σχεδιασμούς.

Ανάλυση

Η ανάλυση στηρίχτηκε στις ζωγραφιές και στα κείμενα των παιδιών. Απομονώθηκαν από τα κείμενα των ιστοριών τμήματα τα οποία αναφέρονταν σε κάθε ένα από τα θέματα που ενδιέφεραν, π.χ. στις αποστάσεις, στα μεγέθη, στη δημιουργία, κ. ά. Το σύνολο αυτών των κομματιών για κάθε ένα από τα θέματα μελετήθηκε και εντοπίστηκαν κατηγορίες απαντήσεων. Η κατηγοριοποίηση παρουσιάζεται για κάθε ερώτημα με τη μορφή συστημικού δικτύου (Bliss et al. 1983) και αναλύεται στη συνέχεια. Παρουσιάζονται επίσης και ποσοτικά στοιχεία σε πίνακες που πα-

ρουσιάζουν ποσοστά μαθητών που οι εκφράσεις τους εντάσσονται στις διάφορες κατηγορίες ή συχνότητα απαντήσεων στις περιπτώσεις που οι ιστορίες αναφέρονται σχετικά με ένα θέμα σε περισσότερες από μία κατηγορίες.

Δομή του ηλιακού συστήματος

Από τις ζωγραφιές των παιδιών για το ηλιακό σύστημα και τα σχετικά κείμενά τους αναδεικνύονται οι κατηγορίες και οι υποκατηγορίες, όπως εμφανίζονται στο συστημικό δίκτυο του Σχ. 2. Στην κατηγορία του γήινου τοπικού μοντέλου εμπίπτουν σχέδια των παιδιών που απεικονίζουν στο κάτω μέρος τμήμα της επίπεδης γης και στο επάνω μέρος τα ουράνια σώματα.



Σχ. 2 Συστημικό δίκτυο για τη δομή του ηλιακού συστήματος

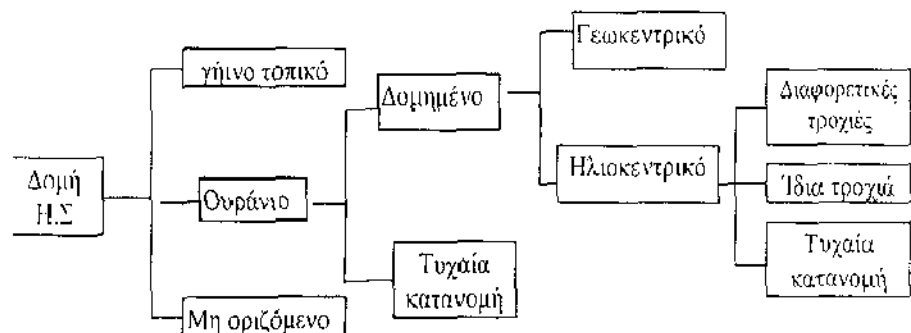
Στην κατηγορία του ουράνιου μοντέλου εντάσσονται σχέδια που δείχνουν μια άποψη του ηλιακού συστήματος πιο απομακρυσμένη, έτσι ώστε το ηλιακό σύστημα να απεικονίζεται ως όλον. Από αυτά τα σχέδια η μια κατηγορία δείχνει μια θεώρηση ενός ηλιακού συστήματος με δομή που άλλοτε το κέντρο του καταλαμβάνεται από τη γη, γεωκεντρικό μοντέλο, κι άλλοτε από τον ήλιο, ηλιοκεντρικό μοντέλο. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει σχέδια που είναι μεν ουράνια, δεν εμφανίζουν όμως κάποια συγκεκριμένη δομή, αλλά μια τυχαιότητα στον τρόπο που είναι κατανεμημένα.

Από τα ηλιοκεντρικά μοντέλα διακρίνουμε τρεις ομάδες: αυτά που τα

ρουσιάζουν ποσοστά μαθητών που οι εκφράσεις τους εντάσσονται στις διάφορες κατηγορίες ή συχνότητα απαντήσεων στις περιπτώσεις που οι ιστορίες αναφέρονται σχετικά με ένα θέμα σε περισσότερες από μία κατηγορίες.

Δομή του ηλιακού συστήματος

Από τις ζωγραφιές των παιδιών για το ηλιακό σύστημα και τα σχετικά κείμενά τους αναδεικνύονται οι κατηγορίες και οι υποκατηγορίες, όπως εμφανίζονται στο συστημικό δίκτυο του Σχ. 2. Στην κατηγορία του γήινου τοπικού μοντέλου εμπίπτουν σχέδια των παιδιών που απεικονίζουν στο κάτω μέρος τμήμα της επίπεδης γης και στο επάνω μέρος τα ουράνια σώματα.



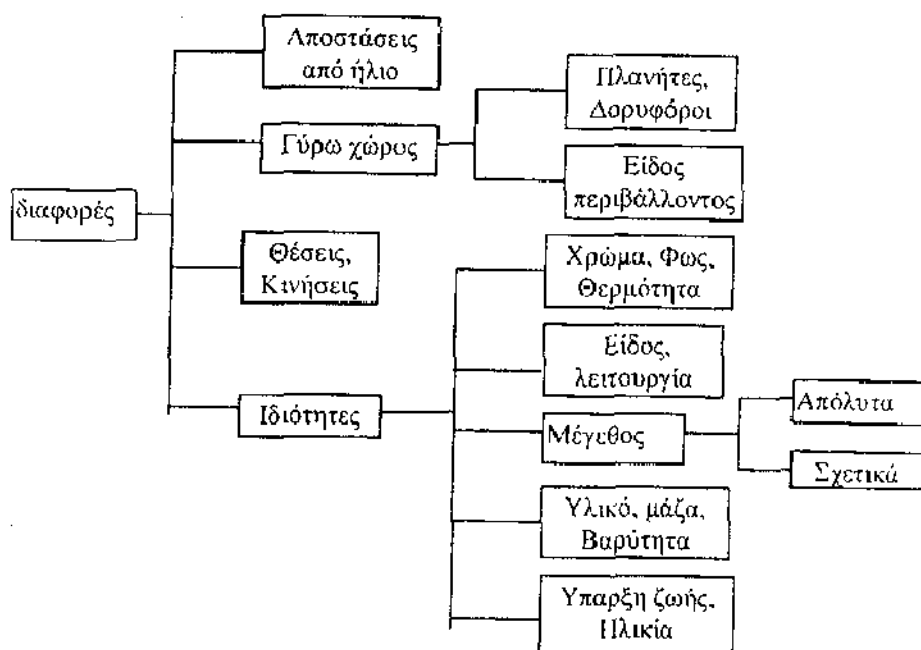
Σχ. 2 Συστημικό δίκτυο για τη δομή του ηλιακού συστήματος

Στην κατηγορία του ουράνιου μοντέλου εντάσσονται σχέδια που δείχνουν μια άποψη του ηλιακού συστήματος πιο απομακρυσμένη, έτσι ώστε το ηλιακό σύστημα να απεικονίζεται ως όλον. Από αυτά τα σχέδια η μια κατηγορία δείχνει μια θεώρηση ενός ηλιακού συστήματος με δομή που άλλοτε το κέντρο του καταλαμβάνεται από τη γη, γεωκεντρικό μοντέλο, κι άλλοτε από τον ήλιο, ηλιοκεντρικό μοντέλο. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει σχέδια που είναι μεν ουράνια, δεν εμφανίζουν όμως κάποια συγκεκριμένη δομή, αλλά μια τυχαιότητα στον τρόπο που είναι κατανομημένα.

Από τα ηλιοκεντρικά μοντέλα διακρίνουμε τρεις ομάδες: αυτά που τα

Διαφορές των οντοτήτων του ηλιακού συστήματος

Οι μαθητές αναλύοντας τις διαφορές και τις ομοιότητες των οντοτήτων του ηλιακού συστήματος αναφέρονται σε μια ποικιλία παραγόντων οι οποίοι παρουσιάζονται στο συστημικό δίκτυο του Σχ. 4.



Σχ. 4 Συστημικό δίκτυο για τις διαφορές των ουρανίων σωμάτων

Συχνά τα παιδιά αναφέρουν περισσότερους από έναν παράγοντες. Στην κατηγορία αποστάσεις εντάσσονται απαντήσεις “άλλοι πλανήτες είναι κοντά στον ήλιο κι άλλοι μακρύτερα”, ενώ συχνά δίνουν και συγκεκριμένα νούμερα για τις αποστάσεις των διαφόρων πλανητών από τον ήλιο ή από τη γη ή ακόμη ανάμεσα στους πλανήτες. Σε 20% των αναφορών χρησιμοποιήθηκαν οι αποστάσεις ως διακριτικό χαρακτηριστικό των σωμάτων του ηλιακού συστήματος (Πίνακας II). Μια άλλη κατηγορία παραγόντων είναι αυτή που αναφέρεται στον γύρω χώρο ως διαφοροποιό στοιχείο των ουρανίων σωμάτων και περιλαμβάνει δυο ομάδες παραγόντων. Στη μια ομάδα οι μαθητές αναφέρονται είτε στο διαφορε-

τικό αριθμό πλανητών που υπάρχουν γύρω από ένα ουράνιο σώμα, ή στον αριθμό των δορυφόρων (12%). Στη δεύτερη ομάδα (8%) οι οντότητες διαφοροποιούνται από το είδος του περιβάλλοντος χώρου: “άλλοι πλανήτες έχουν ατμόσφαιρα κι άλλοι όχι”, ή “στη γη υπάρχει οξυγόνο, ενώ στο διάστημα δεν υπάρχει”.

Στην κατηγορία θέσεις- κινήσεις εντάσσονται οι αναφορές των παιδιών που διαφοροποιούν τα ουράνια σώματα ως προς αυτούς τους παράγοντες: “ο ήλιος έχει μια σταθερή θέση, ενώ οι άλλοι πλανήτες δεν έχουν, καθώς κινούνται συνέχεια”, ή “άλλοι πλανήτες είναι πιο ψηλά, πάνω κι άλλοι πιο χαμηλά, κάτω”. Η πολυπληθέστερη όμως κατηγορία είναι αυτή, στην οποία εντάσσονται απαντήσεις που διαφοροποιούν τα σώματα ως προς τις ιδιότητές τους, συγκεντρώνοντας ποσοστό 77,5% των συνολικών απαντήσεων. Από τις απαντήσεις, σε ποσοστό 15% οι ουράνιες οντότητες διαφοροποιούνται ως προς το χρώμα τους, το αν εκπέμπουν ή όχι φως και τη θερμότητά τους: “... σ’ όλους τους πλανήτες οι άνθρωποι έχουν πάει, στον ήλιο όμως όχι και ούτε θα πάνε, γιατί έχει πολύ θερμότητα και δεν πλησιάζει τίποτε κοντά... τη θερμότητα την παράγει μόνος του”.

ΠΙΝΑΚΑΣ II

	Αποστάσεις	Πλανήτες Δορυφόροι	Είδος περβάλλοντος	Χρώμα Φως Θερμότητα	Είδος λειτουργίας	Μέγεθος	Υλικό Μάζα Βαρύτητα	Ζωή Ηλικία
Συχνότητα απαντήσεων %	20	12	8	15	9	38	8	7.5

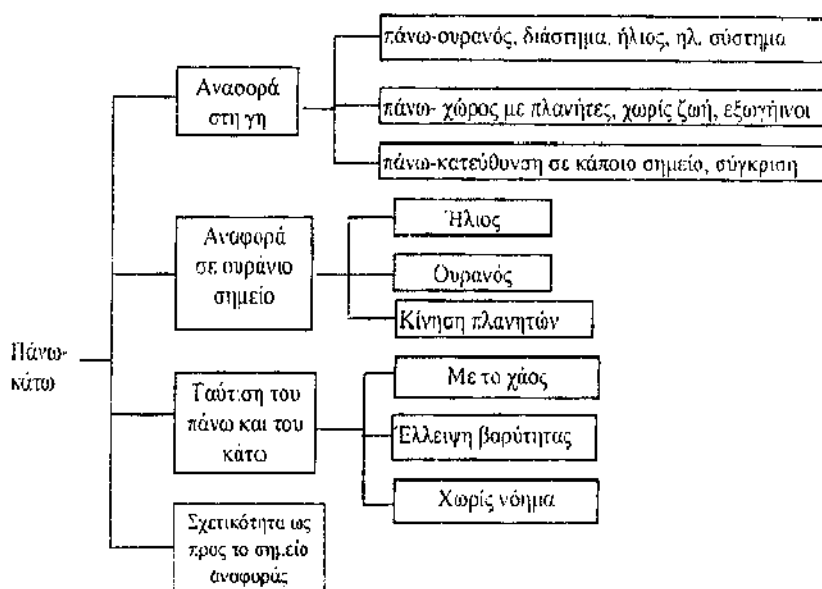
Σε ποσοστό 9% των απαντήσεων διαφοροποιούνται σχετικά με το είδος τους ή τη λειτουργία τους, δηλαδή τα παιδιά αναφέρουν ότι “άλλοι είναι πλανήτες κι άλλοι δορυφόροι”, ή ότι “εκτός από τους πλανήτες υπάρχουν και τα αστέρια που είναι μικρότερα”. Συχνά οι διαφοροποιήσεις αναφέρονται στον ήλιο: “ο ήλιος έχει ενέργεια, ενώ οι άλλοι πλανήτες δεν έχουν”. Το μέγεθος είναι μια ιδιότητα που πολύ συχνά τα παιδιά χρησιμοποιούν για να διαφοροποιήσουν τα σώματα μεταξύ τους. Αναφέρεται σε 38% των απαντήσεων είτε απόλυτα μιλώντας για τους πιο μεγάλους πλανήτες ή τους πιο μικρούς και μερικές φορές δίνοντας νούμερα σχετικά με τα μεγέθη τους, είτε αναφέρονται σχετικά δίνοντας συ-

γκριτικές πληροφορίες για τα μεγέθη. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι “ο ήλιος είναι μεγαλύτερος από τη γη και το φεγγάρι μικρότερο από τη γη”. Τα παιδιά, σε ποσοστό 8% των απαντήσεων, αναφέρουν επίσης ως διακριτικό στοιχείο το διαφορετικό *υλικό* από το οποίο είναι φτιαγμένα τα ουράνια σώματα, ή τη διαφορετική *μάζα*, ή την *ύπαρξη βαρύτητας* σε ορισμένα σώματα και την *ανυπαρξία* της σε άλλα. Τέλος, οι κοσμικές οντότητες για τα παιδιά διαφοροποιούνται σχετικά με το αν υπάρχει σ’ αυτούς *ζωή* ή ανάλογα με την *ηλικία* τους με συχνότητα αναφοράς 7.5% των απαντήσεων.

Η έννοια του πάνω και κάτω

Η έννοια του πάνω και κάτω γενικότερα έχει ενδιαφέρον και ο Nussbaum (1985) την έχει συνδέσει με μια γνωστική προσέγγιση στην έννοια γη. Εδώ βέβαια η έννοια τοποθετείται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, αυτό του ηλιακού συστήματος. Έτσι η έννοια του πάνω και του κάτω σχετίζεται με το σημείο αναφοράς του παιδιού για τον ορισμό του πάνω και του κάτω.

Διακρίναμε λοιπόν τις ακόλουθες κατηγορίες (Σχ. 5): Η κατηγορία *αναφορά στη γη* περιλαμβάνει απαντήσεις που δείχνουν ότι το πάνω και κάτω ορίζεται από το 42% των παιδιών ως προς τη γη (Πίνακας ΙΙΙ). Ως πάνω, τότε, ορίζεται ο *ουρανός* ή το *διάστημα* ή ο *ήλιος* ή το *ηλιακό σύστημα*. Μερικές φορές αναγνωρίζονται κάποιες συμβάσεις για τις έννοιες που χρησιμοποιούμε όπως: “Κάτω είναι η γη και πάνω ο ουρανός. Ο ουρανός δεν υπάρχει, αλλά είναι σύννεφα και το μπλε γίνεται από τη θάλασσα”. Μπορεί όμως το πάνω να θεωρείται από άλλους ως χώρος που κατοικούν *εξωγήινοι* ή ως ο *χώρος που υπάρχουν οι πλανήτες*. Υπάρχει και μια ομάδα απαντήσεων που δείχνει μια θεώρηση του πάνω είτε ως κατεύθυνση προς έναν άλλο πλανήτη π.χ. “όταν λέμε πάνω εννοούμε από τη γη στη σελήνη κι όταν λέμε κάτω από τη σελήνη στη γη”, είτε ορίζεται μέσα από σύγκριση π.χ. “στο διάστημα όποιος είναι πιο ψηλά είναι πάνω κι όποιος είναι πιο χαμηλά είναι κάτω”. Στο παράδειγμα αυτό παρότι φαίνεται μια δόση σχετικότητας, το σημείο αναφοράς για τη σύγκριση δεν παύει να είναι η γη.



Σχ. 5 Συστημικό δίκτυο για την έννοια του πάνω και κάτω

Στη δεύτερη κατηγορία εμπίπτουν οι ορισμοί ενός ποσοστού 33% των παιδιών για το πάνω και κάτω, στους οποίους το σημείο αναφοράς είναι ένα άλλο ουράνιο σημείο, όπως ο ήλιος ή ο ουρανός. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι τα εξής: “πάνω και κάτω στο διάστημα...το πάνω είναι οι πλανήτες πάνω από τον ήλιο και κάτω οι πλανήτες κάτω από τον ήλιο”, “πάνω στο διάστημα σημαίνει μακριά πολύ μακριά, από τον ήλιο και κάτω στο διάστημα εννοούμε κοντά, πολύ κοντά στον ήλιο”, “κάτω, κάτω από τον ουρανό δεν φαίνονται, πάνω από τον ουρανό υπάρχουν πολλά συστήματα”. Μερικά παιδιά όμως σχετίζουν το πάνω και κάτω με την κίνηση των πλανητών: “πάνω και κάτω είναι η κατεύθυνση που ακολουθούν οι πλανήτες γύρω από τον ήλιο”.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ

	Αναφορά στη γη	Αναφορά σε ουράνιο σημείο	Τύπωση του πάνω-κάτω	Σχετικότητα
Ποσοστό μαθητών	42	33	12	8

Η τρίτη κατηγορία που υπονοεί την ταύτιση του πάνω και κάτω συναντάται σε ποσοστό 12% των μαθητών. Τα παιδιά σ' αυτή την περίπτωση είτε θεωρούν ότι η διάκριση του πάνω και κάτω δεν έχει νόημα και δεν δίνουν περαιτέρω εξηγήσεις είτε τη συσχετίζουν με την έλλειψη βαρύτητας. Μερικές φορές τα ταυτίζουν με το χάος "το πάνω και κάτω δεν είναι τίποτε άλλο από το χάος".

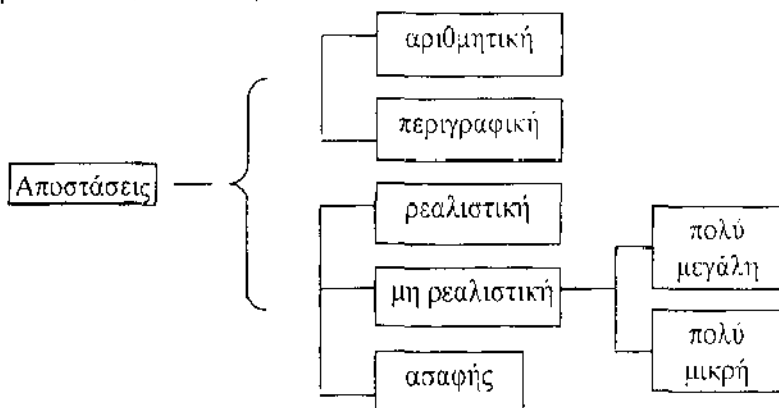
Η τέταρτη κατηγορία δείχνει μια σχετικότητα ως προς το σημείο ορισμού του πάνω και κάτω: "Αν πας στο πάνω μέρος κάποιου πλανήτη, θα σου φαίνεται το πάνω κάτω κι αν πας από κάτω θα σου φαίνονται τα κάτω πάνω". Στο παράδειγμα "δεν υπάρχει πάνω και κάτω στο διάστημα, δεν υπάρχουν πράγματα για να πει κανείς ότι είναι πάνω ή κάτω" εκφράζεται μια χωρίς νόημα διαφοροποίηση, που δείχνει μια διάσταση σχετικότητας, καθώς το διάστημά θεωρείται κενό οντοτήτων κι επομένως δεν υπάρχει τίποτε που μπορεί να λειτουργήσει ως σημείο αναφοράς του πάνω και κάτω. Μόνο ένα 8% των μαθητών έχουν αναπτύξει μια αίσθηση της σχετικότητας στον ευρύτερο κοσμικό χώρο, ενώ το ποσοστό των μαθητών που λείπει, ένα 5%, δεν αναφέρει καθόλου στις ιστορίες του αυτό το θέμα.

Αποστάσεις ουρανίων σωμάτων

Οι απαντήσεις των παιδιών για τις αποστάσεις των οντοτήτων του ηλιακού συστήματος ταξινομήθηκαν στις κατηγορίες και στις υποκατηγορίες που εμφανίζονται στο συστημικό δίκτυο του Σχ. 6.

Η ταξινόμηση έγινε σχετικά με δύο διαστάσεις. Η πρώτη διάσταση δημιουργείται από το αν οι απαντήσεις των μαθητών αναφέρονταν σε αριθμούς ή αν ήταν μόνο περιγραφικές. Η δεύτερη σχετίζεται με το πόσο ρεαλιστική ή όχι είναι η απάντηση, ή με το αν είναι ασαφής. Στην ομάδα των ρεαλιστικών αριθμητικών απαντήσεων ταξινομήθηκαν απαντήσεις που πλησιάζουν τα πραγματικά νούμερα των αποστάσεων των ουρανίων σωμάτων και κυρίως αναφέρονται στην απόσταση γης - ήλιου. Στην ομάδα των μη ρεαλιστικών απαντήσεων εντάσσονται όσες δίνουν αριθμούς πολύ μεγαλύτερους από τους πραγματικούς, όπως για παράδειγμα "ανάμεσα στη γη και τον ήλιο η απόσταση είναι 100.000.000.000 χιλιόμετρα..." ή "η απόσταση ανάμεσα στη σελήνη και τη γη είναι 10.000.000.000 χλμ.", καθώς και απαντήσεις με πολύ μικρότερους από την πραγματικότητα αριθμούς. Τέτοια παραδείγματα είναι: "Η γη απέχει από τον ήλιο 1,796 χλμ και ο ήλιος από τον ουρανό 2.876 χλμ...". Πα-

ραδείγματα περιγραφικής απάντησης είναι τα εξής: “οι πλανήτες έχουν μεγάλες αποστάσεις μεταξύ τους και για μερικούς είναι μεγαλύτερες...”, “η απόσταση ανάμεσα στη γη και στον ήλιο είναι λίγο μεγάλη και από τη γη στο φεγγάρι το ίδιο είναι περίπου...”, “η απόσταση ανάμεσα στον ήλιο και τη γη είναι πάρα πολύ μεγάλη και δεν θα αντέχαμε να πάμε εκεί με τα πόδια, ούτε καν με αυτοκίνητο”.



Σχ. 6 Συστημικό δίκτυο για τις αποστάσεις των ουρανίων σωμάτων

Τέλος *ασαφείς* χαρακτηρίζονται απαντήσεις, όπως “η απόσταση της γης από τον ήλιο είναι η κανονική”, ή “το φεγγάρι έχει μακρινή απόσταση από τη γη”.

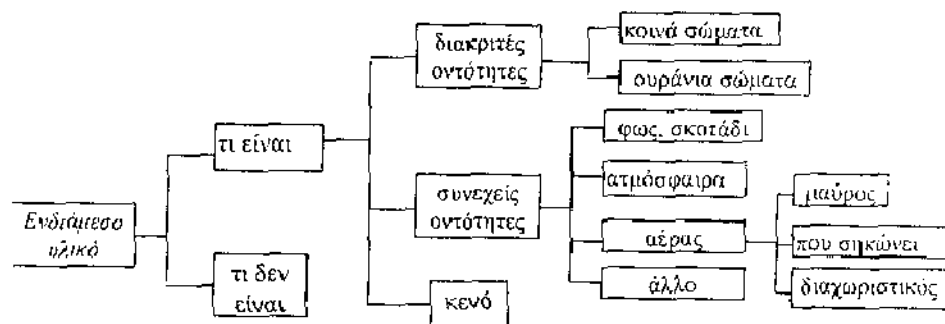
Στον Πίνακα IV φαίνεται το μικρό ποσοστό αναφορών (15%) που μπορούν να θεωρηθούν ρεαλιστικές προσεγγίσεις των διαστάσεων των ουρανίων σωμάτων και το μικρότερο ποσοστό που μπορεί να δώσει νόημα κοντά στα πραγματικά, αν και η συνήθης διδασκαλία περιλαμβάνει αυτά τα στοιχεία. Το μεγαλύτερο ποσοστό των αναφορών χαρακτηρίζεται από μια θολή εικόνα των αποστάσεων (21%) ή από μια εικόνα του ηλιακού συστήματος μικρότερων διαστάσεων από τις πραγματικές (23%).

ΠΙΝΑΚΑΣ IV

	Ρεαλιστικές αριθμητικές	Ρεαλιστικές περιγραφικές	Μη ρεαλιστικές, πολύ μεγάλες	Μη ρεαλιστικές, πολύ μικρές	Ασαφείς Τυχαίες
Συχνότητα απαντήσεων %	5.5	9.5	11.5	23	21

Ενδιάμεσο υλικό

Το ερώτημα τι υπάρχει ανάμεσα στα σώματα του ηλιακού συστήματος φαίνεται να δυσκολεύει τα παιδιά, καθώς είναι ένα θέμα που δεν θίγεται από τα αντίστοιχα κεφάλαια που διδάσκονται στο σχολείο. Οι απαντήσεις που δόθηκαν εμπίπτουν στις κατηγορίες που απεικονίζονται στο συστημικό δίκτυο του σχήματος 7.



Σχ. 7 Συστημικό δίκτυο για τη φύση του ενδιάμεσου υλικού

Έτσι, τα παιδιά συζητώντας για το τι μπορεί να είναι ανάμεσα στα σώματα του ηλιακού συστήματος αναφέρονται στο τι δεν είναι το ενδιάμεσο υλικό, π.χ. “ανάμεσα στα σώματα υπάρχει κάτι που δεν περιγράφεται, δεν είναι οξυγόνο...”. Όταν περιγράφουν τι υπάρχει, οι αναφορές τους είναι είτε σε διακριτές οντότητες είτε σε συνεχείς οντότητες είτε στο κενό. Στην πρώτη περίπτωση οι οντότητες μπορεί να είναι κοινά σώματα, όπως “ένα σμήνος από λίθους”, ή ουράνια σώματα όπως μετεωρίτες, κομήτες, αστερία. Στη δεύτερη περίπτωση ως συνεχείς οντότητες κατηγοριοποιούνται το φως ή το σκοτάδι, η ατμόσφαιρα, ο αέρας ή κάποιες άλλες οντότητες π.χ. λάδι, νέφος. Στον αέρα, ο οποίος είναι μια συχνή επιλογή, φαίνεται να αποδίδουν διάφορες ιδιότητες όπως μαύρο χρώμα, ή ικανότητα να σε σηκώνει επάνω ή σαν ένας τοίχος που τα χωρίζει (τα σώματα του Η.Σ.). Το κενό επιλέγεται επίσης, συχνά με αιτιολογήσεις, π.χ. “...δεν υπάρχει τίποτε, είναι κενό, γι’ αυτό πετάμε στο διάστημα”.

Στον Πίνακα V φαίνεται ότι ως ενδιάμεσο υλικό στις περισσότερες απαντήσεις προτιμώνται οικείες οντότητες, όπως πλανήτες, κομήτες και κοινά σώματα π.χ. λίθοι (32%), είτε όπως η ατμόσφαιρα (17%), ή όπως ο αέρας (11%). Λιγότερο συχνά αναφέρονται στο κενό (9.5%), στο φως ή

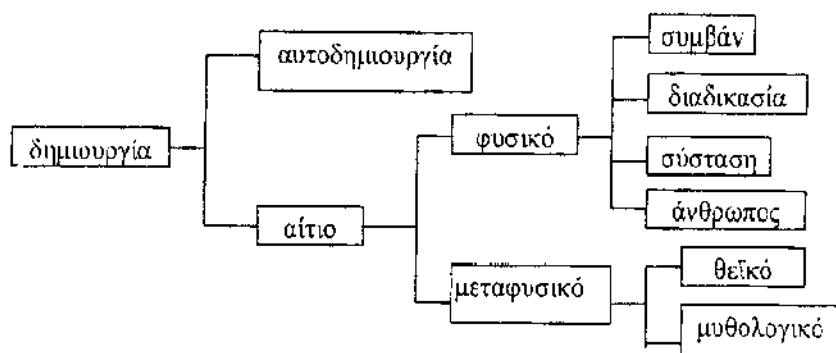
στο σκοτάδι (7.5%), ενώ υπάρχει επίσης και η αναφορά στο ενδιάμεσο υλικό ως “τι δεν είναι” (7.5%). Ένα ποσοστό 28% των μαθητών δεν αναφέρει στην ιστορία του τίποτε σχετικό με το θέμα αυτό.

ΠΙΝΑΚΑΣ V

	Διακριτές οντότητες	Φως σκοτάδι	Ατμόσφαιρα	Αέρας	Άλλο	Κενό	Τι δεν είναι
Συνολικών απαντήσεων	32	7.5	17	11	9.5	9.5	7.5

Προέλευση του ηλιακού συστήματος

Στο ερώτημα πώς δημιουργήθηκε το Η.Σ. τα περισσότερα παιδιά έδωσαν απαντήσεις, οι οποίες σχηματίζουν ομάδες, που παρουσιάζονται στο σχήμα 8. Μερικά παιδιά θεωρούν ότι “το Η.Σ. φτιάχτηκε μόνο του, είναι ένα φυσικό φαινόμενο” και τέτοιες απόψεις εμπίπτουν στην κατηγορία της *αυτοδημιουργίας*. Τα περισσότερα αναφέρονται σε *φυσικά* ή *μεταφυσικά* αίτια.



Σχ. 8 Συστημικό δίκτυο για τη δημιουργία του Ηλιακού Συστήματος

Ως φυσικά αίτια θεωρούνται *συμβάντα*, *διαδικασίες*, η *σύσταση* του Η.Σ., ή οι *ενέργειες* του *ανθρώπου*. “Από μια έκρηξη στον ήλιο δημιουργήθηκε” είναι η πιο συνηθισμένη απάντηση που δείχνει ως αιτία δημιουργίας ένα συμβάν. Απαντήσεις, όπως “από φωτιές που πέταξε ο ή-

λιος και μετά σιγά-σιγά ξεράθηκαν” δείχνουν μια διαδικασία στη δημιουργία, γι’ αυτό θεωρούνται ξεχωριστή κατηγορία. Σε μερικές περιπτώσεις η δημιουργία του Η.Σ. αναφέρεται στη σύστασή του και όχι σε μια γενεσιουργό αιτία. Έτσι “το Η.Σ. έχει δημιουργηθεί από τον ήλιο και τους πλανήτες”. Το Η.Σ., επίσης, δημιουργήθηκε “από έναν άνθρωπο φτάνοντας πρώτος στο διάστημα”, που δείχνει μια έννοια της δημιουργίας ως ανακάλυψης. *Μεταφυσικά* αίτια διακρίνονται στις απαντήσεις των παιδιών που αναφέρονται στο θεό ή χρησιμοποιούν έναν προσωπικό μύθο για να ερμηνεύσουν τη δημιουργία του Η.Σ. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται οι περισσότερες απαντήσεις. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το ακόλουθο: “Το ηλιακό σύστημα κανείς δεν ξέρει πώς φτιάχτηκε, ξέρουμε όμως πως δημιουργήθηκε από το θεό. Από τι φτιάχτηκε δεν ξέρουμε ούτε και θα το μάθουμε. Το ηλιακό σύστημα θα το εξετάσουν και το εξετάζουν οι επιστήμονες, αλλά δεν είναι τόσο εύκολο, δεν είναι κάτι μικρό πράγμα για να το πιάσεις στο χέρι σου και να το εξετάσεις...”. Ένα ενδιαφέρον παράδειγμα είναι η μικρή ιστορία που παρατίθεται: “Το ηλιακό σύστημα δημιουργήθηκε όταν δύο μεγάλοι άνθρωποι, δύο γίγαντες έπαιζαν με βόλους κι έλεγαν ποιος θα τους στείλει πιο μακριά... κι αυτές έμειναν πολύ ψηλά στον ουρανό κι έτσι δημιουργήθηκε το ηλιακό σύστημα”. Η μυθολογική ικανότητα των παιδιών έχει πράγματι ιδιαίτερο ενδιαφέρον και ενεργοποιείται συνήθως, όταν έχουν να σκεφτούν για θέματα που δεν εμπίπτουν στην καθημερινή σκέψη, η οποία συνήθως κυριαρχείται από την κοινή λογική και το σχολικό φορμαλισμό.

Στον Πίνακα VI παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών (45%) θεωρεί ότι το ηλιακό σύστημα οφείλει τη δημιουργία του σε θεϊκό αίτιο (34%) ή σε μυθολογικό αίτιο (11%), ενώ το 9.5% των μαθητών αναφέρει ότι το ηλιακό σύστημα αυτοδημιουργήθηκε. Μικρό ποσοστό μαθητών (13%) θεωρεί ότι ένα συμβάν είναι η αιτία δημιουργίας του συστήματος. Οι περισσότεροι από αυτούς αναφέρουν την επιστημονική άποψη της Μεγάλης Έκρηξης ως τη δημιουργό αιτία.

ΠΙΝΑΚΑΣ VI

	Αυτο- δημιουργία	Συμβάν	Διαδι- κασία	Σύστα- ση	Ανθρω- πος	Θεϊκό αίτιο	Μυθολογικό αίτιο
Ποσοστό μαθητών %	9.5	13	5.5	5.5	5.5	34	11

Η γλώσσα στις ιστορίες των παιδιών

Το ύφος των παιδιών στις ιστορίες δεν ήταν ιδιαίτερα αφηγηματικό, παρόλο που η δραστηριότητα το ζητούσε. Τα παιδιά δυσκολεύτηκαν να υιοθετήσουν μια διαφορετική έκφραση από αυτή που χρησιμοποιούν, όταν εκθέτουν τις γνώσεις τους. Όμως συχνά κατέφυγαν σε γλωσσικά σχήματα για να εκφράσουν τις ιδέες τους για το ηλιακό σύστημα. Αναλογίες, μεταφορές, παρομοιώσεις και προσωποποιήσεις χρησιμοποιήθηκαν στις ιστορίες τους στην προσπάθειά τους να οργανώσουν και εκφράσουν γραπτά τη σκέψη τους. Άλλωστε και στην επιστημονική κοινότητα η χρήση αναλογιών και μεταφορών ήταν κρίσιμη στην ανάπτυξη καινούργιων ιδεών και στην εξέλιξη των επιστημονικών θεωριών, όπως αιτιολογείται από τους Hesse (1963) και Harté (1988).

Πέρα από τις λεπτές διαφορές που μπορεί στη φιλολογία να έχουν οι παρομοιώσεις, οι προσωποποιήσεις, οι αναλογίες και οι μεταφορές, οι μεταφορικοί συλλογισμοί έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, όταν πρόκειται για παιδιά και ιδιαίτερα όταν γίνονται για την πλευρά του κόσμου που δεν βρίσκεται στην άμεση εμπειρία τους, όπως είναι οι οντότητες του ηλιακού συστήματος. Το να χρησιμοποιείς, όταν σκέφτεσαι, ένα είδος πράγματος αντί για κάτι άλλο είναι θεμελιώδες στην ανθρώπινη σκέψη (Ogden et al, 1994). Η μεταφορά στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών θεωρείται ως βασικό στοιχείο στον τρόπο που η γλώσσα και η σκέψη δουλεύει και η μελέτη των μεταφορών που τα παιδιά χρησιμοποιούν μας δίνει πρόσβαση στο πώς έχουν κατανοήσει ένα φυσικό φαινόμενο και στο πώς σκέφτονται γενικότερα για τον κόσμο γύρω τους.

Οι μεταφορές που τα παιδιά χρησιμοποίησαν για τις οντότητες του ηλιακού συστήματος είχαν σχέση με το σχήμα τους, το μέγεθός τους, τη σύγκριση μεγεθών, τις φανταστικές ιδιότητές τους ή τις μυθικές δραστηριότητές τους και την οντολογία τους. Οι μεταφορές επίσης σχετίζονται με τις οντότητες αυτές καθ' εαυτές ή με σχέσεις οντοτήτων. Τα παραδείγματα "Οι πλανήτες μοιάζουν σαν μικρές και μεγάλες μπάλες", "Οι πλανήτες μοιάζουν όλοι σε αυγό" αναφέρονται σε μοναδιαίες οντότητες και έχουν σχέση με το σχήμα τους. Η πρώτη θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως συμβατική (conventional), ενώ η δεύτερη ως καινούργια σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση των Lakoff & Johnson (1980). Αναφορικά με τη σύγκριση των μεγεθών των οντοτήτων παραδείγματα είναι "Ο Πλούτωνας σε σχέση με τον Ερμή είναι σαν ένα καρπούζι με ένα μανταρίνι",

“Η γή σε σχέση με τον ήλιο είναι σαν ένα βουνό με ένα λόφο”, “Οι πλανήτες μπροστά στον ήλιο φαίνονται σαν τελείες”. Χαρακτηριστικό παράδειγμα μεταφοράς που έχει σχέση με την οντολογία μιας οντότητας αλλά και με το ρόλο της σε σχέση με άλλες είναι το εξής “Ανάμεσα στα σώματα του ηλιακού συστήματος υπάρχει αέρας που είναι σαν ένας τοίχος ο οποίος τα χωρίζει”. Πολλές φορές αποδίδονται στις οντότητες ή και στις σχέσεις τους με άλλες φανταστικές ιδιότητες όπως “Ο ήλιος έχει μάτια και παρακολουθεί για να μην κάνουμε ξαβολιές. Οι κομήτες είναι κατάσκοποι του ήλιου”. Μυθικές καταστάσεις όπως ιστορίες για πλανήτες που μαλώνουν για το ποιος έχει περισσότερους δορυφόρους κι αναζητούν κάποιον να τους λύσει το πρόβλημα ή άλλες προσωπικές κατασκευές για την προέλευση του ηλιακού συστήματος έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί από τους μαθητές.

Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας δείχνουν ότι οι μαθητές σχηματίζουν μοντέλα για το ηλιακό σύστημα που απέχουν από τα επιστημονικά, ακόμη και εάν έχουν διδαχτεί στο σχολείο τους τα σχετικά θέματα. Αυτό συμπίπτει με τα αποτελέσματα των ερευνών για τη γη και τα σχετικά φαινόμενα που έχουν εξετασθεί στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Συμπίπτουν και με τις δυσκολίες που οι μαθητές συναντούν για συστήματα ευρύτερων διαστάσεων, όπως για παράδειγμα για το σύμπαν (Σπηλιωτοπούλου-Παπαντωνίου, 1997). Το κοινό χαρακτηριστικό που εμφανίζουν τα μοντέλα και για τη γη και για το ηλιακό σύστημα και για το σύμπαν είναι η εξελικτική διαφοροποίηση που παρουσιάζουν. Κύριο σημείο αυτής της διαφοροποίησης είναι η απόσταση που τα παιδιά μπορούν να υιοθετήσουν ως υποθετικό σημείο θέασης των οντοτήτων αυτών από το σημείο ύπαρξής τους στη γη, από τη θέση του εγώ τους.

Διαστάσεις και μεγέθη αυτής της κλίμακας φαίνεται ότι δεν μπορούν να γίνουν αντιληπτά με την εμπειρία του μικρόκοσμου που οι μαθητές έχουν συνηθίσει να χρησιμοποιούν και ακριβείς εκφράσεις των χαρακτηριστικών των οντοτήτων αυτών αρχίζουν να εξελίσσονται με πολύ αργό ρυθμό και με πολύ κόπο. Για όψεις του ηλιακού συστήματος όπως τι υπάρχει ανάμεσα στα σώματα του ηλιακού συστήματος και τη σημασία του κάτω και πάνω οι μαθητές χρησιμοποιούν επίσης την εμπειρία τους και χρησιμοποιούν οντότητες και αντιλήψεις που συνδέονται με τη γη και

γνώσεις που έχουν ήδη αποκτήσει. Η δημιουργία του ηλιακού συστήματος αποδίδεται κυρίως στην ύπαρξη του Θεού κι ελάχιστες απαντήσεις πλησιάζουν τις επιστημονικές απόψεις. Η δύναμη της σκέψης να πλάθει και να κατασκευάζει ερμηνείες εκφράζεται στις ιστορίες των μαθητών μέσα από τις μυθικές καταστάσεις που δημιουργήσαν και τη χρήση ποιητικών γλωσσικών σχημάτων.

Διδακτικές προτάσεις

Η ανάλυση έχει δείξει ότι οι μαθητές προσεγγίζουν το Η.Σ. με μια ποικιλία εννοιολογικών εργαλείων τα οποία η τυπική σχολική διδασκαλία δεν τα λαμβάνει υπόψη της και ως εκ τούτου δεν φαίνεται να έχει τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Η τυποποίηση της σχολικής προσέγγισης στη γνώση, η έμφαση στην ποσότητα της παρεχόμενης πληροφορίας και ο περιορισμένος χρόνος στη διάθεση του μαθητή είναι οι πιθανές αιτίες για τα εναλλακτικά, σχετικά με την επιστημονική άποψη, μοντέλα που οι μαθητές έχουν ακόμη και μετά τη διδασκαλία. Ο αστρικός χώρος και οι οντότητές του έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά από τον καθημερινό μακρόκοσμο. Όπως και η Marsh (1997) αναφέρει, η διδασκαλία τέτοιων θεμάτων παρουσιάζει τη δυσκολία, ότι και οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές δεν έχουν άμεση εμπειρική πρόσβαση στις σχετικές οντότητες. Έτσι η διδασκαλία τους θα πρέπει να οργανώνεται σε μια άλλη βάση. Για παράδειγμα η αισθητοποίηση της διαφορετικής κλίμακας στις διαστάσεις και στις αποστάσεις του χώρου αυτού δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί με μια απλή αναφορά στα απόλυτα μεγέθη. Η χρησιμοποίηση μοντέλων και αναλογικών σχημάτων είναι απαραίτητη για τη δημιουργία ενός κόσμου που δεν εμπίπτει στο εμπειρικό μας πεδίο και στις αισθητηριακές δυνατότητές μας. Η έννοια του πάνω και του κάτω στη γη και στον αστρικό κόσμο διαφοροποιείται και συζητήσεις, καθώς και ειδικά σχεδιασμένες δραστηριότητες είναι απαραίτητες για να αποκτήσουν οι μαθητές μια σταθερή εικόνα του χώρου και της σχετικότητας των χαρακτηριστικών του. Θέματα όπως το τι υπάρχει ανάμεσα στα σώματα του ηλιακού συστήματος θεωρούνται αυτονόητα ή εύκολα προσλαμβανόμενα και ουσιαστικά δεν γίνεται καμιά συγκεκριμένη αναφορά σ' αυτά. Όσο για τα θέματα της δημιουργίας, αντιμετωπίζονται κυρίως στο χώρο των θρησκευτικών μαθημάτων και επιστημονικές θεωρίες όπως αυτή της αρχικής μεγάλης έκρηξης δεν έχουν περιληφθεί ακόμη στο αναλυτικό πρό-

γραμμα.

Ασφαλώς δεν σημαίνει ότι υπάρχει μια προσέγγιση που μπορεί να οδηγήσει σε σημείο που όλοι οι μαθητές θα αποκτήσουν τη σωστή επιστημονική άποψη για όλους τους τομείς. Η αναφορά σε ιστορικά μοντέλα είναι μια καλή ιδέα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διδασκαλία όχι απλά παρουσιάζοντάς τα σαν μια πληροφορία, αλλά σαν βάση για συζήτηση. Η αναζήτηση ομοιοτήτων και διαφορών είναι μια διαδικασία, η οποία δίνει τη δυνατότητα να έρθουν στο φως θέματα, τα οποία από τα μοντέλα και τις εικόνες και μόνο δεν μπορούν να τεθούν και να διαλευκανθούν. Αυτό είναι μια χρήσιμη, επίσης, διαδικασία και για τους εκπαιδευτικούς, οι οποίοι κι αυτοί μπορεί να μην έχουν ξεκάθαρες στο μυαλό τους διάφορες όψεις του θέματος. Οι συμβάσεις των μοντέλων που χρησιμοποιούνται πρέπει επίσης να τεθούν για συζήτηση. Όλα αυτά βέβαια αποκτούν νόημα για έναν δάσκαλο που έχει αρχίσει να ευαισθητοποιείται σχετικά με τις ιδέες και τις σκέψεις των μαθητών για τις αστρικές οντότητες και να συνειδητοποιεί ότι αυτές παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της καινούργιας επιθυμητής γνώσης. Είναι λοιπόν σκόπιμο να ενημερωνόμαστε για το πώς τα παιδιά σκέφτονται για τα θέματα που διδάσκουμε και να διερευνούμε και τις δικές μας ιδέες για τα ίδια θέματα. Αυτό σημαίνει και οδηγεί σε μια διερευνητική προσέγγιση και στην οργάνωση των διδακτικών μας παρεμβάσεων και στις προσεγγίσεις μας μέσα στην τάξη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βοσνιάδου, Σ., Αρχοντίδου, Α., Καλογιαννίδου, Α. & Ιωαννίδης, Χ. (1996). Πώς τα Ελληνόπουλα ανταλαμβάνονται το σχήμα της γης: μια μελέτη της εννοιολογικής αλλαγής στην παιδική ηλικία. *Ψυχολογικά θέματα*, 7(1), σελ. 30-51.
- Bliss, J., Ogborn, J. & Monk, M. (1983). *Qualitative Data Analysis for Educational Research*. London: Croom Helm.
- Harré, R. (1988). Modes of explanation. In D.J. Hilton (Ed.) *Contemporary Science and Natural Explanation*. Brighton. Harvester Press, Sussex.
- Hesse, M. (1963). *Models and Analogies in Science*. London: Sheed and Ward.
- Jones, B. L., Lynch, P. L. & Reesink, C. (1987). Children's conceptions of the earth, sun and moon. *International Journal of Science Education*, 9(1), 43-53.
- Klein, C. A. (1982). Children's Concepts of the Earth and the Sun: A Cross-cultural Study. *Science Education*, 65(1), 95-107.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. Chicago: The University of Chicago Press.

Mali G. B. & Howe, A. (1979). Development of Earth and Gravity concepts among Nepali Children. *Science Education*, 63(5), 685-591.

Marsh, G. (1997) Primary Planetary Perspectives. Part a: Sizes, positions and other bodies in drawings from Year 3. In C. Boulter (Ed.), *Aspects of Primary Children's Understanding of scale* (pp.64-77). Reading: MISTRE Primary Classroom Research Group, University of Reading, The New Bulmershe Papers.

Nussbaum, J. & Novak, J. D. (1976). An assesment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60(4), 535-550.

Nussbaum, J. (1979). Children's conceptions of the Earth as a cosmic body: A cross-age study. *Science Education*, 63(1), 83-93.

Nussbaum, J. & Sharon-Dagan, N. (1983). Changes in second grade children's concepts of the Earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 67(1), 99-114.

Ogboon, J., Mariani, C. & Martins, I. (1994), *Metaphorical Reasoning about Genetics*, Working Paper 3. London: Institute of Education, University of London.

Ojala, J. (1992). The third planet. *International Journal of Science Education*, 14(2), 191-200.

Lightman, A.P., Miller, J.D. & Leadbeater, B. J. (1987) Contemporary Cosmological Beliefs. In J. D. Novak (Ed.), *Proceedings of the Second International Seminar: Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, Vol.III (pp.309-321). Ithaca, N.Y.: Cornell University.

Sadler, P. M. (1987) Misconceptions in Astronomy. In J. D. Novak (Ed.), *Proceedings of the Second International Seminar: Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, Vol.III (pp.422-425). Ithaca, N.Y.: Cornell University

Sneider, G. & Pulos, S. (1983) Children's cosmographies: Understanding the Earth's shape and gravity. *Science Education*, 63(1), 205-221

Σπηλιωτοπούλου-Παπαντωνίου, Β. (1997). *Οι Κοσμολογίες των παιδιών ηλικίας 6-16 χρονών*. Αδημοσίευτη Διδασκαρική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Spiliotopoulou, V. & Ioannidis, G. (1996) Primary Teachers' Cosmologies: The case of Universe. In Welford, G., Osborne, J. & P. Scott (Eds), *Research in Science Education in Europe, Current Issues and Themes* (pp.337-350). London: Falmer Press.

Targan, D. (1987) A study of Conceptual Change in the Content Domain Of the Lunar Phases. In J. D. Novak (Ed.), *Proceedings of the Second International Seminar: Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, Vol.II (pp.499-511). Ithaca, N.Y.: Cornell University.

Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1992). Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.

ABSTRACT

This paper focuses on pupils' thinking aged 11-12 years about the solar system. First grade pupils of a secondary school were asked to write a story which explains to younger children different aspects of the solar system. Analysis is based on drawings involved in pupils' stories and on parts of their texts which referred to specific themes. These were studied and categories of answers were identified for each aspect, which are discussed on the basis of corresponding systemic networks. Pupils' thinking about the structure and the origin of solar system, the concept of "up-down" direction in space, the size and the distances of cosmic entities, and the nature of the material between them is explored and discussed. Pupils seem to use incomplete and inaccurate models, despite the fact that have already been taught the relevant ideas. Pupils' language used in their stories and teaching implications are also discussed.

Σπύρος Χαραλαμπίδης
Γερβ. Παρασκευοπούλου 3, Εγλυκάδα, Πάτρα.

Βάσω Σπηλιωτοπούλου
Σ.Ε.Λ.Ε.Τ.Ε. Πάτρας,
Ανθεμίου 2 & Παλαμά, 26442, Πάτρα.