

# Η ανάπτυξη των γνώσεων για τη διαστρωμάτωση και σύσταση του εσωτερικού της γης – Επιπτώσεις στη διδασκαλία

*Ισμήνη Ιωαννίδου και Στέλλα Βοσνιάδου*

## Εισαγωγή

Το πώς θα διδάξουμε τις διάφορες επιστημονικές έννοιες τις σχετικές με τα φυσικά φαινόμενα έχει απασχολήσει από την αρχή του αιώνα μας τους ερευνητές και εκπαιδευτικούς, οι οποίοι ασχολούνται με το φαινόμενο της μάθησης και διδασκαλίας των φυσικών επιστημών. Δεδομένου ότι τα τελευταία χρόνια το μεγαλύτερο μέρος ερευνών έχουν δείξει ότι οι μαθητές παρουσιάζουν δυσκολία στο να κατανοήσουν τις επιστημονικές απόψεις για το φυσικό κόσμο (Driver, Guesne, Tiberghien, 1993, Psillos, Koumparas, & Tiberghien, 1988, Κόκκοτας, 1997, Vosniadou, 1994), απαραίτητο είναι να διερευνηθεί πώς κατανοούνται και εξελίσσονται οι έννοιες για το φυσικό κόσμο στους μαθητές, με σκοπό να σχεδιασθούν διδακτικές παρεμβάσεις οι οποίες θα βοηθήσουν στην καλύτερη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών από αυτούς (Βοσνιάδου, 1994).

Από έρευνες, οι οποίες πραγματεύονται το γενικότερο θέμα της απόκτησης των γνώσεων, έχουν αναδειχθεί διάφορες ερμηνείες για το πώς συντελείται η εννοιολογική ανάπτυξη και αλλαγή. Για παράδειγμα ο Piaget έχει υποστηρίξει ότι η διαδικασία της εννοιολογικής ανάπτυξης χαρακτηρίζεται από ολικές αναδιοργανώσεις των γνωστικών δομών. Οι ολικές αυτές αναδιοργανώσεις αναφέρονται σε αλλαγές στο περιεχόμενο αλλά και στον τρόπο οργάνωσης και αναπαράστασης των γνωστικών δομών (Piaget, 1979). Πιο πρόσφατα, πολλοί αναπτυξιακοί ψυχολόγοι έχουν στραφεί στη διερεύνηση των διαδικασιών μέσω των οποίων συντελούνται “μερικές” αναδιοργανώσεις που θεωρούνται ως αλλαγές θεωρίας σε συγκεκριμένους τομείς γνώσεων (π.χ. Carey, 1985, Vosniadou 1994).

Πιο συγκεκριμένα, η Βοσνιάδου βασισμένη σε μια σειρά ερευνών της εννοιολογικής αλλαγής στο χώρο της αστρονομίας (Vosniadou and Brewer, 1992, 1994) έχει αναπτύξει ένα θεωρητικό πλαίσιο σχετικά με το πώς αναπτύσσονται και αναδιοργανώνονται οι ειδικές θεωρίες των παιδιών για το φυσικό κόσμο (Vosniadou 1999). Διατυπώνεται η πρόταση ότι τα παιδιά

διαμορφώνουν αρχικά, διαισθητικά επεξηγηματικά πλαίσια για τα φυσικά φαινόμενα που βασίζονται στις καθημερινές τους εμπειρίες όπως αυτές ερμηνεύονται από τον ανθρώπινο εγκέφαλο. Τα αρχικά αυτά επεξηγηματικά πλαίσια είναι διαφορετικά από τις επιστημονικές θεωρίες τις οποίες τα παιδιά διδάσκονται στο σχολείο.

Η κατανόηση των επιστημονικών εννοιών γίνεται αντιληπτή, σύμφωνα με τη θεωρητική αυτή θέση ως μια βαθμιαία εννοιολογική αλλαγή των αρχικών επεξηγηματικών πλαισίων κατά τη διάρκεια της οποίας παράγονται παρανοήσεις που στην πλειοψηφία τους δεν είναι τίποτα άλλο από "συνθετικά μοντέλα". Τα "συνθετικά μοντέλα" είναι προσπάθειες των μαθητών να συνδυάσουν σημεία των επιστημονικών θεωριών με τις αρχικές, διαισθητικές ιδέες τους για το φυσικό κόσμο. Η πρόταση των Βοσνιάδου-Brewer μπορεί να εξηγήσει τη δυσκολία για κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και τη δημιουργία παρανοήσεων.

Στα πλαίσια αυτού του προβληματισμού, με την παρούσα έρευνά μας προσπαθήσαμε στον ευρύτερο γνωστικό τομέα της Γεωφυσικής (ένας γνωστικός τομέας όπου δεν έχουν γίνει συναφείς έρευνες), να διερευνήσουμε την ανάπτυξη των γνώσεων των μαθητών για το εσωτερικό της γης καθώς και να διερευνήσουμε τις τυχόν παρανοήσεις που μπορεί να δημιουργεί η διδασκαλία του αποδεκτού επιστημονικού μοντέλου στο σχολείο. Πιστεύουμε ότι η κατανόηση της διαδικασίας ανάπτυξης των εννοιών αυτών μπορεί να μας οδηγήσει σε διδακτικές προτάσεις για τη διδασκαλία αυτών των θεμάτων σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Στηριζόμενοι στο θεωρητικό πλαίσιο που ανέπτυξε η Βοσνιάδου (Vosniadou 1994), αρχίσαμε την έρευνά μας με κάποιες υποθέσεις για το ποιες μπορεί να είναι οι διαισθητικές γνώσεις των μικρών παιδιών για το εσωτερικό της γης- ιδιαίτερα για τη σύσταση και διαστρωμάτωση του εσωτερικού της γης- πριν ακόμα γίνουν αντικείμενο διδασκαλίας τα θέματα αυτά στο σχολείο. Υποθέσαμε ότι πριν εκτεθούν τα παιδιά στις επιστημονικές απόψεις, θα κάνουν την απλοϊκή υπόθεση ότι το εσωτερικό της γης αποτελείται από υλικά παρόμοια με αυτά που βρίσκονται στην επιφάνεια της γης. Εδώ πρέπει να παρατηρήσουμε πώς ενώ γενικά δεν υπάρχουν προηγούμενες έρευνες για τη διαστρωμάτωση και σύσταση του εσωτερικού της γης, υπάρχει μια έρευνα του Happs (Happs, 1985) σχετικά με τις απόψεις των παιδιών του Γυμνασίου για τα πετρώματα, μέταλλα, ορυκτά και πέτρες πριν και μετά τη διδασκαλία στο σχολείο. Ο Happs βρήκε ότι οι μαθητές πριν διδαχθούν αυτά τα θέματα στο σχολείο, πιστεύουν ότι τα πετρώματα είναι

σκληρά, βαριά και με πολύ μεγάλα μεγέθη ενώ οι πέτρες είναι σκληρές ή μαλακές μικρές και στρογγυλές και δεν συσχετίζαν τα μέταλλα και τα ορυκτά με τα πετρώματα. Σημαντικό είναι να σημειώσουμε ότι η έρευνα αυτή έδειξε πώς οι μαθητές διατηρούσαν τις αρχικές απόψεις τους για ένα μεγάλο διάστημα μετά τη διδασκαλία.

Όσον αφορά το πώς μπορεί τα μικρά παιδιά να φαντάζονται τη διάταξη των υλικών του εσωτερικού της γης, μας ενδιέφερε να διαπιστώσουμε αν η ιδέα αυτή επηρεάζεται από τις απόψεις των παιδιών για το σχήμα της γης. Για το λόγο αυτό συμπεριλάβαμε στο ερωτηματολόγιο μας μερικές ερωτήσεις για το σχήμα της γης από αυτές που χρησιμοποίησαν οι Βοσνιάδου-Brewer (Vosniadou-Brewer, 1992).

Με βάση τις παραπάνω υποθέσεις για το ποιες μπορεί να είναι οι πρωταρχικές γνώσεις των μαθητών για το εσωτερικό της γης, πριν ακόμα διδαχθούν τα θέματα αυτά στο σχολείο, μας ενδιέφερε να διαπιστώσουμε αν η διδασκαλία του επιστημονικού μοντέλου για το εσωτερικό της γης δημιουργεί παρανοήσεις που μπορούν να ερμηνευθούν ως συνθετικά μοντέλα, σύμφωνα με το θεωρητικό πλαίσιο της Βοσνιάδου (Βοσνιάδου, 1994, Vosniadou, 1999).

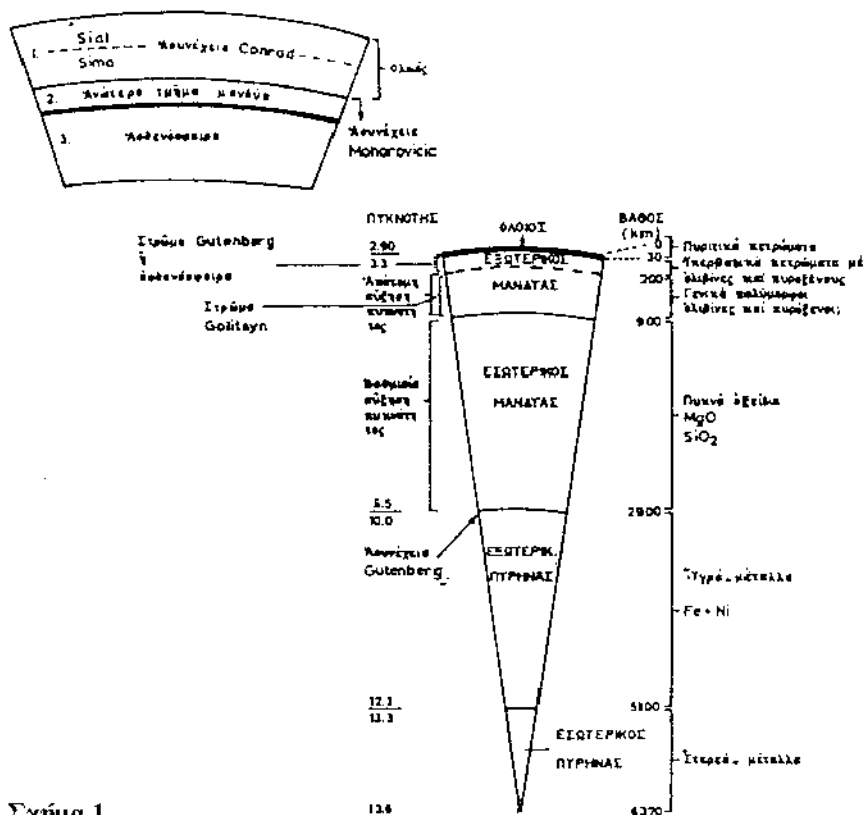
Στη συνέχεια, θα κάνουμε μια σύντομη περιγραφή του σημερινά αποδεκτού επιστημονικού μοντέλου για τη σύσταση και διαστρωμάτωση του εσωτερικού της γης, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο η σχολική γνώση για τα θέματα αυτά παρέχεται σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης μέσα από τα διδακτικά βιβλία.

Σύμφωνα με επιστημονικό μοντέλο, με τον όρο σύσταση του εσωτερικού της γης, αναφερόμαστε στην ορυκτολογική σύσταση των υλικών του εσωτερικού της. Διακρίνουμε το εσωτερικό της γης σε φλοιό, μανδύα, και πυρήνα. Ο φλοιός διακρίνεται σε ηπειρωτικό και ωκεάνιο φλοιό. Ο ηπειρωτικός φλοιός που βρίσκεται κάτω από τις ηπείρους αποτελείται από πυριτικά και αργιλικά υλικά (Sial) καθώς και από υλικά του πυριτίου και του μαγνησίου (Sima). Ο ωκεάνιος φλοιός αποτελείται από βασάλτη, που μπορεί να καλύπτεται από ιζηματογενή υλικά. (Δερμιτζάκης – Λέκκας, 1986). Ο μανδύας βρίσκεται κάτω από το φλοιό της γης και από παρατηρήσεις που έχουν γίνει, βρέθηκε ότι αποτελείται, κυρίως το πάνω μέρος του, από πυριτικά άλατα του μαγνησίου και σιδήρου. Η θερμοκρασία και η πίεση στο μανδύα αυξάνουν με το βάθος. Τα υλικά στο μανδύα βρίσκονται σε υψηλές θερμοκρασίες, αλλά λόγω των υψηλών πιέσεων έχουν συνεκτικότητα. Ο πυρήνας εκτείνεται από τα 2900 Km βάθος μέχρι τα 6.370 Km. Ο πυρήνας έχει με-

ταλλικές ιδιότητες και πρέπει να έχει στο εσωτερικό του μέταλλα, ίδια υλικά με αυτά των μετεωριτών, όπως σίδηρο και νικέλιο (Δερμιτζάκης – Λέκκας, 1986, Παπαζάχος, 1978).

Η άποψη η οποία κυριαρχεί σήμερα στους επιστήμονες είναι ότι οι οριζόντιες κινήσεις γιγαντιαίων κομματιών γης που λέγονται λιθοσφαιρικές πλάκες (αποτελούνται από στερεό φλοιό και μέρος του μανδύα), ευθύνονται για τη δημιουργία των σεισμών και των άλλων γεωδυναμικών φαινομένων. Τα λωμένα πετρώματα που βγαίνουν από τα ηφαίστεια καθώς και το ζεστό νερό των θερμών πηγών, δείχνουν ότι το εσωτερικό της γης είναι θερμό. Με τον όρο μάγμα, εννοούμε μίγμα υγρών και αερίων του εσωτερικού της γης που βρίσκονται σε κατάσταση τήξεως στην θερμοκρασία των 500-1200 βαθμών κελσίου. Το μάγμα σχηματίζεται στον εξωτερικό μανδύα καθώς και στα βαθύτερα στρώματα του φλοιού της γης. Όταν το μάγμα, λόγω των ισχυρών πιέσεων φθάσει στην επιφάνεια των ηφαιστείων, τότε αποτελεί τη λάβα των ηφαιστείων. Ακόμη, σύμφωνα με την αποδεκτή επιστημονική άποψη, οι πέτρες που συναντάμε στην καθημερινή μας ζωή είναι πετρώματα. Υπάρχει δε ένας συνεχής κύκλος της κίνησης των πετρωμάτων, όπου αυτά που είναι μέσα στη γη βγαίνουν έξω στην επιφάνεια της μέσω των εκρήξεων των ηφαιστείων και έπειτα με καθιζήσεις εισχωρούν ξανά, σιγά-σιγά, στο εσωτερικό της γης. Στο σχήμα 1 που ακολουθεί παρακάτω, παρουσιάζεται μια αναπαράσταση του εσωτερικού της γης.

Τα παιδιά στο σχολείο αρχίζουν να διδάσκονται για τα γεωφυσικά φαινόμενα αρκετά νωρίς. Εξετάζοντας τη σημερινή κατάσταση των βιβλίων του Οργανισμού Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων (ΟΕΔΒ) στο Δημοτικό, Γυμνάσιο και Λύκειο, τα θέματα στα οποία μελετούμε την ανάπτυξη των γνώσεων των μαθητών, διδάσκονται ως εξής: Στο βιβλίο της δεύτερης Δημοτικού “Εμείς και ο κόσμος” (Γεωργοκόστας κ.α., 1990) γίνεται αναφορά στο σχήμα της γης που μοιάζει σαν μπάλλα και δίνονται επεξηγήσεις για τη δημιουργία της μέρας και νύχτας. Στο βιβλίο της τρίτης Δημοτικού “Εμείς και ο κόσμος” (Καζάξη-Πατηνιώτη, κ.α., 1990), αναπτύσσεται το σφαιρικό σχήμα της γης. Στο πρώτο τεύχος του βιβλίου της τέταρτης Δημοτικού “Εμείς και ο κόσμος” (Γεωργοκόστας, κ.α., 1990), γίνεται αναφορά στο σφαιρικό σχήμα της γης, στις ηπείρους της γης, στα πετρώματα τα οποία βρίσκονται μέσα στη γη και παρουσιάζεται σε σχήμα το εσωτερικό της γης και συζητείται η μεγάλη θερμότητα του. Στο δεύτερο τεύχος του βιβλίου της Ε΄ τάξης Δημοτικού “Ερευνώ το Φυσικό κόσμο” (Δασκα-



Σχήμα 1

λάκης, κ.α., 1987), παρουσιάζονται σε σχήμα τα διάφορα τμήματά της, όπως φλοιός, μανδύας, πυρήνας, με τα αντίστοιχα υλικά τους και στη συνέχεια γίνεται ανάλυση της θερμότητας της γης. Ακόμη, παρουσιάζονται εκτενώς τα πετρώματα, ορυκτά καθώς και η χρησιμότητά τους. Στο πρώτο τεύχος του βιβλίου της ΣΤ΄ Δημοτικού "Ερευνώ τον Φυσικό κόσμο" (Αλεξόπουλος, κ.α., 1987) εξετάζονται τα κοιτάσματα και η παραγωγή της θερμικής ενέργειας. Στο βιβλίο της γεωγραφίας της ΣΤ΄ τάξης "Η γη μας" (Χριστιάς, κ.α., 1990), το οποίο διδάσκεται σαν ανεξάρτητο μάθημα, εξετάζεται το σχήμα της γης, το ηλιακό μας σύστημα, οι κινήσεις και το ανάγλυφο της γης.

Στο βιβλίο της Α΄ Γυμνασίου, "Γεωγραφία των Ηπείρων" (Ζαμάνη κ.α., 1988), παρουσιάζονται τα τμήματα του εσωτερικού της γης με τα αντίστοιχα υλικά, εξετάζεται η κατανομή της ξηράς και θάλασσας στην

επιφάνεια της γης και το ανάγλυφο της γης στην ξηρά και θάλασσα. Στη Β΄ Γυμνασίου, στην αρχή σχεδόν του βιβλίου “Γεωγραφία” (Μαριολάκος, Σιδέρης, 1990), παρουσιάζονται ορισμένα στοιχεία για τη γεωλογία της Ελλάδος, τη γεωλογική εξέλιξή της και το πρόσφατο γεωλογικό της παρελθόν. Τέλος, όσον αφορά το Λύκειο και συγκεκριμένα το βιβλίο “Γεωλογία” της Α΄ Λυκείου (Παπανικολάου, Σιδέρης, 1990, το βιβλίο αυτό δεν διδάσκεται από το 1988, αλλά το έχουν διδαχθεί τα παιδιά που πήραν μέρος στην έρευνά μας), εξετάζονται λεπτομερώς θέματα όπως: η γη στο διάστημα, το εσωτερικό της γης, τα γεωδυναμικά φαινόμενα, τα πετρώματα, ο γεωλογικός κύκλος, τα ορογεννητικά συστήματα, οι αλλαγές του ανάγλυφου, τα απολιθώματα, τα υπόγεια νερά, η εκμετάλλευση των κοιτασμάτων κ.λπ.

Έχοντας παρουσιάσει παραπάνω τον σκοπό της έρευνάς μας, τις υποθέσεις τις οποίες κάναμε, κάποια βασικά σημεία του αποδεκτού επιστημονικού μοντέλου για θέματα του εσωτερικού της γης καθώς και της σχολικής γνώσης η οποία παρέχεται στα παιδιά για τα θέματα αυτά, θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια τη μέθοδο και τα αποτελέσματα της έρευνάς μας.

## Μέθοδος

### Υποκείμενα

Στην έρευνα πήραν μέρος συνολικά 120 μαθητές των βαθμίδων Α΄, Δ΄, ΣΤ΄ δημοτικού, Β΄ λυκείου καθώς και φοιτητές του Δ΄ έτους του παιδαγωγικού τμήματος Α.Π.Θ (24 ανά κάθε βαθμίδα). Τα παιδιά του Δημοτικού σχολείου ήταν μαθητές σχολείου στο κέντρο της πόλης (41<sup>ο</sup> Δημοτικό) ενώ τα παιδιά της Β΄ Λυκείου ήταν μαθητές Λυκείου της Κάτω Τούμπας Θεσσαλονίκης (1<sup>ο</sup> Λύκειο Κάτω Τούμπας).

Σε κάθε δωδεκάδα μαθητών και φοιτητών φροντίσαμε να υπάρχουν 6 αγόρια και 6 κορίτσια, για να μην έχουμε τυχόν επίδραση του φύλου στις απαντήσεις των παιδιών. Προκειμένου να επιλέξουμε τους μαθητές κάναμε χρήση σχολικών καταστάσεων, όπου υπήρχαν τα ονόματα καθώς και η ημερομηνία γέννησής τους. Επιλέξαμε, τυχαία, για κάθε τάξη 24 άτομα με την κατανομή κατά φύλο που αναφέραμε.

### **Διαδικασία**

Με βάση τις υποθέσεις τις οποίες κάναμε σχετικά με το πώς τα μικρά παιδιά, που δε διδάχθηκαν τα θέματα αυτά στο σχολείο, φαντάζονται το εσωτερικό της γης, καθώς και ποιες δυσκολίες μπορεί να παρουσιάζει το επιστημονικό μοντέλο που διδάσκεται στα παιδιά, συντάξαμε ένα ορισμένο αριθμό ερωτήσεων οι οποίες αφορούσαν το σχήμα της γης και το εσωτερικό της γης.

Οι συνεντεύξεις, οι οποίες ήταν ατομικές και ημιδομημένες, κρατούσαν 35 έως 45 λεπτά και έλαβαν χώρα σε άδεια αίθουσα του σχολείου ή του πανεπιστημίου, για τους μαθητές και φοιτητές, αντίστοιχα. Τηρήθηκε αυστηρά η σειρά των ερωτήσεων, τις οποίες υποβάλαμε προφορικά από το ειδικό ένθετο στο οποίο ήταν καταγραμμένες, ενώ στο τέλος της συνέντευξης γίνονταν διευκρινιστικές ερωτήσεις για τυχόν αντιφάσεις ή ασάφειες που παρουσιάστηκαν στις απαντήσεις των παιδιών. Οι συνεντεύξεις μαγνητοφωνούνταν, ενώ ταυτόχρονα κρατούσαμε αναλυτικές σημειώσεις στο ειδικό ένθετο με τις ερωτήσεις. Στο ίδιο αυτό ένθετο καλούνταν οι μαθητές-φοιτητές να φτιάξουν ένα σχήμα για το εσωτερικό της γης. Η ανάλυση των απαντήσεων στηρίχθηκε στις απομαγνητοφωνημένες συνεντεύξεις, στο σχήμα που έκαναν οι μαθητές-φοιτητές, καθώς και στις λεπτομερείς σημειώσεις που είχαμε κρατήσει στο ένθετο.

### **Ερωτηματολόγιο**

Οι ερωτήσεις που υποβάλαμε, και οι οποίες παρουσιάζονται και σχολιάζονται στον πίνακα 1 ήταν τέσσερις για το σχήμα της γης (οι οποίες προηγήθηκαν) και δώδεκα για το εσωτερικό της γης (διαστρωμάτωση και σύσταση των υλικών του εσωτερικού της γης).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1****ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΤΗΣ ΓΗΣ**

- 1) Πάρε αυτήν την πλαστελίνη και φτιάξε μου τη γη, έτσι όπως θα την έβλεπες από το φεγγάρι. Με την ερώτηση αυτή θελήσαμε να δώσουμε τη δυνατότητα στα παιδιά να το εκφράσουν με πιο παραστατικό τρόπο κάνοντας χρήση εύπλαστου υλικού, όπως είναι η πλαστελίνη.
- 2) Ποιο είναι το σχήμα της γης; Η ερώτηση αυτή σκοπό είχε σε συνδυασμό με την προηγούμενη ερώτηση, να δώσει παραπάνω πληροφορίες για το σχήμα της γης, αναγκάζοντας τα παιδιά να εκφράσουν λεκτικά αυτό το οποίο έφτιαξαν με την πλαστελίνη.
- 3) Δείξε μου με το δάχτυλό σου στο σχήμα που έφτιαξες με την πλαστελίνη πού ζουν οι άνθρωποι. Με την ερώτηση αυτή θελήσαμε να δώσουμε τη δυνατότητα στα παιδιά να εκφράσουν ξεκάθαρα πού πίστευαν ότι ζούσαν οι άνθρωποι. Για τα παιδιά που κάνανε σφαιρικό μοντέλο γης κάναμε την παρακάτω ερώτηση, δείχνοντας τα μια φωτογραφία επίπεδης γης:
- 4) Στη φωτογραφία εδώ η γη είναι ίσια, επίπεδη, εσύ γιατί την έφτιαξες έτσι; Η ερώτηση αυτή πιστεύαμε ότι θα απεκάλυπτε τα άτομα εκείνα που δεν είχαν αποβάλλει την αντίληψη ότι η γη είναι επίπεδη.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΣΤΡΩΜΑΤΩΣΗ-ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΤΗΣ ΓΗΣ**

Ερ. 5: Πώς είναι η γη κάτω από το χώμα; Πες μου τι έχει η γη κάτω από το χώμα;

Ερ. 6: Ζωγράφισε μου τη γη, δείξε μου πού είναι το χώμα και ζωγράφισε μου τι είναι κάτω από το χώμα, δηλαδή πώς είναι η γη μέσα της. Η ερώτηση αυτή ήταν καθοριστική στη μετέπειτα κατάταξη των απαντήσεων των παιδιών στα μοντέλα και σκοπό είχε να διερευνήσει τις αναπαραστάσεις του εσωτερικού της γης που έκαναν τα παιδιά.

Τις ερωτήσεις 7, 8, 9 τις υποβάλαμε στην περίπτωση που ανέφεραν τα παιδιά σαν μέρη του εσωτερικού της γης, το φλοιό, μανδύα, πυρήνα (ή κέντρο της γης), αλλά δεν διευκρίνιζαν τα υλικά τα οποία εμπεριέχονται μέσα τους, τις ερωτήσεις 10, 11, 12 στην περίπτωση που τα παιδιά ανέφεραν τα πετρώματα ως συστατικό του εσωτερικού της γης, την ερώτηση 13 όταν ανέφεραν τα ορυκτά και τις ερωτήσεις 14, 15, 16, όταν ανέφεραν τις πέτρες ως συστατικό του εσωτερικού της γης. Ερ. 7. Τι έχει ο φλοιός μέσα του; Ερ. 8. Τι έχει ο μανδύας μέσα του; Ερ. 9. Τι έχει ο πυρήνας (ή κέντρο της γης) μέσα του; Ερ. 10. Τι είναι πετρώματα; Ερ. 11. Είναι σαν τις πέτρες που βλέπουμε πάνω στη γη; Αν πει όχι, τότε ερ.12. Ερ. 12. Σε τι διαφέρουν από τις πέτρες πάνω στη γη; Ερ. 13. Τι είναι ορυκτά; Ερ. 14. Πώς είναι αυτές οι πέτρες; Ερ. 15. Είναι σαν τις πέτρες που βλέπουμε πάνω στη γη; Αν πει όχι, τότε ερ. 16. Ερ. 16. Σε τι διαφέρουν από τις πέτρες πάνω στη γη;



Οι ερωτήσεις για το σχήμα της γης αποτελούν ένα μέρος των ερωτήσεων της έρευνας των Βοσνιαδού και Brewer για το σχήμα της γης (Vosniadou-Brewer, 1992) και έγιναν γιατί θέλαμε, όπως αναφέραμε, να εξετάσουμε πώς σχετίζεται η γνώση που έχουν οι μαθητές-φοιτητές για το εσωτερικό της γης (διαστρωμάτωση των υλικών) με τη γνώση τους για το σχήμα της γης. Για το εσωτερικό της γης (ποια είναι η αναπαράσταση του εσωτερικού της γης και ποια είναι τα υλικά του), υποβάλαμε ερωτήσεις οι οποίες απαιτούσαν από το κάθε άτομο να δώσει μια προφορική απάντηση σχετικά με το τι περιέχει η γη καθώς και να κάνει στη συνέχεια ένα σχέδιο αναπαράστασης του εσωτερικού της. Ακόμη, στο βαθμό που οι μαθητές-φοιτητές ανέφεραν πετρώματα ή ορυκτά, τους γινόταν ερωτήσεις σχετικά με το τι είναι πετρώματα ή ορυκτά καθώς και σε τι διαφέρουν από τις πέτρες πάνω στη γη, προκειμένου να έχουμε μια ακριβέστερη εικόνα της άποψής τους για τα υλικά του εσωτερικού της γης.

### **Κατηγοροποίηση των απαντήσεων**

Γενικά η διαδικασία που ακολουθήσαμε για την ποιοτική ανάλυση των δεδομένων στηρίχθηκε στη μεθοδολογία που ανέπτυξαν οι Βοσνιαδού-Brewer στη μελέτη της ανάπτυξης των γνώσεων των μαθητών σχετικά με το σχήμα της γης (Vosniadou-Brewer, 1992, Vosniadou-Brewer, 1994). Αρχικά διακρίναμε κάποιες βασικές κατηγορίες στις οποίες κατατάσσονταν με μεγαλύτερη συχνότητα οι απαντήσεις των μαθητών-φοιτητών και στη συνέχεια θέσαμε κάποια κριτήρια, τα οποία θα συζητήσουμε παρακάτω, με βάση τα οποία υποδιαιρέσαμε τις κατηγορίες σε υποκατηγορίες.

### **Αποτελέσματα**

Στη συνέχεια θα συζητήσουμε τα κριτήρια, με βάση τα οποία έγινε η κατηγοροποίηση των απαντήσεων για τη διαστρωμάτωση-σύσταση του εσωτερικού της γης, ενώ κατόπιν θα εξετάσουμε πώς σχετίζεται η γνώση των μαθητών για τη διαστρωμάτωση του εσωτερικού της γης με τη γνώση τους για το σχήμα της γης, καθώς και με τη σύσταση του εσωτερικού της γης.

#### **Διαστρωμάτωση του εσωτερικού της γης (ερωτήσεις 5-16)**

Η ερώτηση 6 (βλ. πίνακα 1) όπου ζητούσαμε από τα υποκείμενα της έρευ-

νάς μας να ζωγραφίσουν όλο το εσωτερικό της γης, ήταν καθοριστική για τη μετέπειτα κατάταξη των απαντήσεών τους. Εξετάζοντας προσεκτικά τα δεδομένα μας, αποφασίσαμε να δούμε αν οι μαθητές-φοιτητές τοποθετούσαν υλικά σε διάπυρη υδαρή κατάσταση, μέσα στη γη, καθώς και πού τα τοποθετούσαν.

Έτσι, διακρίναμε καταρχήν, δυο επαναλαμβανόμενες κατηγορίες απαντήσεων που δόθηκαν και στις οποίες, στην μεν πρώτη κατηγορία το εσωτερικό της γης αναπαριστάναται με στερεά μη διάπυρα υλικά, όπως χώμα, πέτρες ή πετρώματα, ορυκτά κ.λ.π., στη δε δεύτερη κατηγορία το εσωτερικό της γης αναπαριστάναται με στερεά υλικά, όπως χώμα, πέτρες ή πετρώματα, ορυκτά και μάγμα (διάπυρα υλικά) σε διάφορα μέρη της γης, όπως το κάτω μέρος της γης, το κέντρο της γης, το κεντρο της γης και τη γύρω από αυτό περιοχή ή σε τυχαία μέρη. Στη συνέχεια, χωρίσαμε τις δυο κατηγορίες, που αναφέραμε παραπάνω, σε υποκατηγορίες, λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο διαστρωμάτωσης (επίπεδη ή σφαιρική), με τον οποίο οι μαθητές-φοιτητές αναπαριστούσαν το εσωτερικό της γης. Ευφρανίσθηκε ακόμη διαστρωμάτωση, για την οποία δεν μπορούσαμε να αποφανθούμε αν ήταν επίπεδη ή σφαιρική και γι' αυτόν το λόγο την ονομάσαμε ασαφή. Παρατηρήθηκε δε ότι οι μαθητές-φοιτητές συσχετίζουν τον τύπο διαστρωμάτωσης, που επέλεξαν για το εσωτερικό της γης, με τη θέση όπου τοποθετούσαν το μάγμα, γιατί όταν αναπαριστούσαν το εσωτερικό της γης σε επίπεδη ή σφαιρική, διαστρωμάτωση τότε τοποθετούσαν το μάγμα στα κάτω στρώματα ή στο κέντρο της γης. Θα πρέπει να διευκρινίσουμε ότι οι μαθητές-φοιτητές αναφέρονταν στα λιωμένα υλικά ή μάγμα τα οποία βρίσκονται μέσα στη γη με τον όρο: *1. φωτιά*, 1 άτομο της Α' τάξης 2. *λάβρα*, 64 άτομα από τα οποία 4 ήταν της Α' τάξης, 15 της Δ' τάξης, 16 της ΣΤ' τάξης, 15 της Β' Λυκείου και 14 φοιτητές.

Συνολικά λοιπόν, τα κριτήρια τα οποία χρησιμοποιήσαμε για την κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των μαθητών-φοιτητών, στις ερωτήσεις 5-16 για τη διαστρωμάτωση του εσωτερικού της γης, είναι τα παρακάτω:

- 1) Αν οι μαθητές-φοιτητές τοποθετούν ή όχι διάπυρα υλικά μέσα στη γη
- 2) Σε ποιο μέρος μέσα στη γη τοποθετούν τα διάπυρα υλικά
- 3) Αν κάνουν επίπεδη ή σφαιρική διαστρωμάτωση
- 4) Αν αναφέρουν απλά υλικά (πέτρες, χώμα) ή σύνθετα υλικά (ορυκτά, πετρώματα, μέταλλα). Οι ονομασίες απλά ή σύνθετα υλικά που χρησιμοποιούμε εδώ, στηρίζονται σε αυτό που οι μαθητές-φοιτητές πίστευαν για τα υλικά αυτά. Όπως θα αναφέρουμε περισσότερο αναλυ-

τικά στη συνέχεια, οι μαθητές-φοιτητές της έρευνάς μας πίστευαν ότι οι πέτρες μέσα στη γη δεν είναι πετρώματα και δεν έχουν μέσα τους τόσο σύνθετα υλικά, όπως τα πετρώματα. Αποδώσαμε λοιπόν τα υλικά όπως πέτρες κ.λ.π. με τον όρο “απλά υλικά”, ενώ τα υλικά όπως πετρώματα, ορυκτά κ.λ.π. με τον όρο “σύνθετα υλικά”.










Στηριζόμενοι στα παραπάνω κριτήρια, διακρίναμε 15 κατηγορίες απαντήσεων. Οι κατηγορίες των απαντήσεων καθώς και ο αριθμός των μαθητών ανά βαθμίδα και φοιτητών οι οποίοι κατατάχθηκαν σε κάθε κατηγορία απαντήσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα, ενώ στη συνέχεια θα συζητηθούν οι απαντήσεις των μαθητών-φοιτητών της έρευνας, σε κάθε κατηγορία της διαστρωμάτωσης και σύστασης του εσωτερικού της γης. Στον Πίνακα 2 με ένα αστερίσκο σημειώνονται οι κατανομές των μαθητών στις βαθμίδες Α΄, Δ΄, ΣΤ΄, Β΄ λυκείου και φοιτητές, ενώ με δυο αστερίσκους σημειώνεται πάνω στις αναπαραστάσεις που έκαναν οι μαθητές-φοιτητές για το εσωτερικό της γης, ο αριθμός των παιδιών που διάλεξε την κάθε αναπαράσταση.

Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 2, ο οποίος ακολουθεί παρακάτω, στην κατηγορία “στερεά υλικά” συμπεριλήφθηκαν υποκατηγορίες (τις οποίες ονομάσαμε “στερεά απλά υλικά”) όπου οι μαθητές, κυρίως των μικρών ηλικιών της Α΄ και Δ΄ τάξης, τοποθετούσαν στερεά απλά υλικά μέσα στη γη, όπως χώμα, πέτρες (και νερό), υλικά δηλαδή που συναντούν στην καθημερινή τους ζωή στην επιφάνεια της γης και δεν ήταν εξοικειωμένοι με τις έννοιες “πετρώματα” ή “ορυκτά”, είτε συμπεριελήφθηκαν υποκατηγορίες (τις οποίες ονομάσαμε “στερεά σύνθετα υλικά”) όπου μαθητές, κυρίως των ηλικιών της ΣΤ΄ τάξης και Β΄ Λυκείου, καθώς και φοιτητές, φαινόταν να ήταν εξοικειωμένοι με τις έννοιες “πετρώματα” ή “ορυκτά” και τοποθετούσαν υλικά μέσα στη γη, όπως πετρώματα, πετρέλαιο, ορυκτά, μεταλλεύματα, βωξίτη, κ.λ.π. Το εσωτερικό της γης, σύμφωνα με τα άτομα που κατατάχθηκαν σε αυτήν την κατηγορία, παρουσιάζει ομοιότητα με την επιφάνεια της γης, όσον αφορά τη θερμοκή κατάσταση των υλικών (μη ύπαρξη μάγματος), και παρουσιάζει ακόμη ομοιότητα με την επιφάνεια της γης, όσον αφορά τα υλικά που συναντούμε, όπως χώμα, πέτρες, πετρώματα, νερό, ρίζες. Οι εμφανιζόμενες διαστρωματώσεις του εσωτερικού της γης που έκαναν τα άτομα της έρευνας μας, ήταν επίπεδη, σφαιρική ή ασαφής (όπου δεν μπορούσαμε να αποφανθούμε κατά πόσο τα υλικά που τοποθετούνταν από μαθητές-φοιτητές μέσα στη γη, ήταν σε επίπεδη ή σφαιρική διαστρωμάτωση).

Στην κατηγορία “στερεά και διάπυρα υλικά”, οι μαθητές-φοιτητές τοποθετούσαν μέσα στη γη στερεά απλά υλικά (χώμα, πέτρες) ή σύνθετα (πε-



**ΠΙΝΑΚΑΣ 2** Κατηγορίες Διαστρωμάτωσης και Σύστασης του εσωτερικού της γης (συνέχεια) N=120

<b>B2. Στερεά και διάπυρα υλικά, με διάπυρα υλικά σε συγκεκριμένα μέρη μέσα στη γη</b>		
	1 Στερεά απλά υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στα κάτω στρώματα της γης.	B2α * 1, 0, 0, 0, 0 (1)
	4 Στερεά σύνθετα υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στα κάτω στρώματα της γης.	B2β * 1, 2, 0, 2, 2 (7)
	12 Στερεά απλά υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στο κέντρο της γης.	B2γ * 2, 5, 4, 1, 0 (12)
	37 Στερεά σύνθετα υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στο κέντρο της γης.	B2δ * 0, 7, 11, 10, 9 (37)
	1 Στερεά απλά και σύνθετα υλικά σε μεκτική διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στο κέντρο της γης.	B2ε * 0, 1, 0, 1, 0 (2)
<b>B3. Στερεά και διάπυρα υλικά, με διάπυρα υλικά σε ευρύτερη περιοχή γύρω από το κέντρο της γης</b>		
	1 Στερεά σύνθετα υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά σε ευρύτερη, γύρω από το κέντρο της γης, περιοχή.	B3α * 0, 0, 0, 0, 1 (1)
	1 Στερεά απλά υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά σε ευρύτερη, γύρω από το κέντρο της γης, περιοχή.	B3β * 0, 0, 1, 0, 0 (1)
	2 Στερεά σύνθετα υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά σε ευρύτερη, γύρω από το κέντρο της γης, περιοχή.	B3γ * 0, 0, 0, 1, 1 (2)
	1 <b>Ελλειπή</b>	Γ * 0, 1, 0, 0, 0 (1)

\* Με ασπασμό σημειώνονται οι κλάσεις των ερωτηθέντων στις βαθμίδες Α', Δ', Στ' Δημοτικού, Β' Λυκείου και φοιτητών. αποστολά. Στην παρενθεση εμφανίζεται ο συνολικός αριθμός των ερωτηθέντων σε όλες τις βαθμίδες του καθ' ύλην πεδίου (n=24 ανά βαθμίδα, συνολικά N=120). Με άνω ποσοτήτως σημειώνεται η αριθμός των ερωτηθέντων που έφτασαν το συγκεκριμένο τύπο ανατομίας για το να τηρείται της %.

Σε μελλοντική μας εργασία, η οποία βρίσκεται στο στάδιο της συγγραφής, θα παρουσιασθούν τα αποτελέσματα έρευνάς μας για τη θερμοκή κατάσταση και διαπερατότητα των υλικών του εσωτερικού της γης. Αναφέρουμε ενδεικτικά ότι τα αποτελέσματα αυτά έδειξαν ότι οι μαθητές-φοιτητές που τοποθετούν διάπυρα υλικά μέσα στη γη, πιστεύουν ότι το εσωτερικό της γης-εκτός από το μέρος όπου τοποθετούν τα διάπυρα υλικά (τυχαία μέρη, κάτω στρώματα ή κέντρο)- παρουσιάζει ομοιότητα, ως προς την θερμοκή κατάσταση, με την επιφάνεια της γης, δεν έχει δηλαδή υψηλές θερμοκρασίες και ότι θα μπορούσαμε ακόμη και να το διαπεράσουμε.

Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 2, συνολικά 54 άτομα, ποσοστό 45%

(20 της Α΄ τάξης, 7 της Δ΄ τάξης, 8 της ΣΤ΄ τάξης, 9 της Β΄ Λυκείου, 10 φοιτητές) τοποθέτησαν στερεά υλικά (δίχως μάγμα) μέσα στη γη, ενώ 65 άτομα, ποσοστό 54,1%, (5 της Α΄ τάξης, 15 της Δ΄ τάξης, 16 της ΣΤ΄ τάξης, 15 της Β΄ Λυκείου, 14 φοιτητές) τοποθέτησαν στερεά και διάλυρα υλικά μέσα στη γη. Γενικά, η αναπαράσταση της επίπεδης διαστρωμάτωσης δίχως διάλυρα υλικά εμφανίσθηκε σε 30 άτομα, ποσοστό 25%, (14 της Α΄ τάξης, 5 της Δ΄ τάξης, 5 της ΣΤ΄ τάξης, 3 της Β΄ Λυκείου, 3 φοιτητές), ενώ αυτή της σφαιρικής διαστρωμάτωσης με διάλυρα υλικά στο κέντρο της γης ή σε ευρύτερη περιοχή γύρω από αυτό, εμφανίσθηκε σε 52 άτομα, ποσοστό 43,3%, (2 της Α΄ τάξης, 13 της Δ΄ τάξης, 16 της ΣΤ΄ τάξης, 12 της Β΄ Λυκείου, 10 φοιτητές). Δυο μόνο άτομα, ποσοστό 1,6%, τοποθέτησαν διάλυρα υλικά σε τυχαία μέρη μέσα στη γη, ενώ ένα άτομο, ποσοστό 0,8%, κατατάχθηκε στα "Ελλιπή" γιατί δεν έδινε επαρκείς απαντήσεις προκειμένου να καταταχθεί σε κάποια κατηγορία για το εσωτερικό της γης.

Θα σχολιάσουμε στη συνέχεια τις απαντήσεις των μαθητών-φοιτητών για το τι είναι πετρώματα, ορυκτά και πέτρες. Οι ερωτήσεις που αναφέρονταν στα πετρώματα, ορυκτά και πέτρες, σκοπό είχαν να διερευνήσουν ακόμη περισσότερο την αντίληψη που είχαν οι μαθητές-φοιτητές για τα υλικά του εσωτερικού της γης. Όσον αφορά τις ερωτήσεις για τα πετρώματα, από 36 άτομα που ρωτήθηκαν αν μοιάζουν τα πετρώματα με τις πέτρες πάνω στη γη, τα 30 απάντησαν αρνητικά και κυρίως οι διαφορές προσδιορίστηκαν κυρίως ως εξής: Τέσσερα άτομα είπαν ότι τα πετρώματα είναι πιο σύνθετα στη σύσταση από τις πέτρες πάνω στη γη (2 της Β΄ Λυκ., 2 Φοιτ.), 9 άτομα είπαν ότι είναι πιο μεγάλα από τις πέτρες πάνω στη γη (3 Δ΄ τάξης, 3 ΣΤ΄ τάξης, 3 Β΄ Λυκ.), καθώς και 5 άτομα πίστευαν ότι είναι πιο σύνθετα και πιο μεγάλα από τις πέτρες πάνω στη γη (2 Δ΄ τάξης, 2 ΣΤ΄ τάξης, 1 Β΄ Λυκ.). Σύμφωνα με τα παραπάνω, μπορούμε να πούμε ότι οι πέτρες στην επιφάνεια της γης δε γίνονται αντιληπτες από πολλά άτομα σαν πετρώματα, παρά σαν σώματα που δεν έχουν πολλά συστατικά μέσα τους και είναι σε πιο απλή μορφή.

Τα παιδιά ανέφεραν πολύ συχνά, ότι στο εσωτερικό της γης υπάρχουν πέτρες. Για τις πέτρες που βρίσκονται μέσα στη γη, η άποψη που κυριαρχούσε ήταν ότι είναι πιο μεγάλες από αυτές της επιφάνειας της γης. Έτσι, από τα 10 άτομα (3 της Α΄ τάξης, 5 της Δ΄ τάξης, 2 της ΣΤ΄ τάξης) που ρωτήθηκαν σε τι διαφέρουν οι πέτρες μέσα στη γη από αυτές της επιφάνειας της γης, τα 6 (1 της Α΄ τάξης, 4 της Δ΄ τάξης, 1 της Στ΄ τάξης) απάντησαν ότι οι πέτρες μέσα στη γη είναι πιο μεγάλες από αυτές της επιφάνειας της γης. Πιστεύουμε ότι η αντίληψη αυτή δημιουργείται από την καθημερινή παρατήρηση μικρών πε-

τρών στην επιφάνεια της γης, το μέγεθος των οποίων οφείλεται στη διάβρωση που υφίστανται στην επιφάνεια της γης. Όσο για τα ορυκτά, η άποψη που κυριαρχούσε στα 8 άτομα (2 της ΣΤ΄ τάξης, 3 της Β΄ Λυκείου, 3 Φοιτητές) που τους έκαναν οι ερωτήσεις για τα ορυκτά, είναι ότι είναι σώματα μέσα στη γη από τα οποία ο άνθρωπος βγάζει πολύτιμα αγαθά, ενώ 1 άτομο της Β΄ Λυκείου ανέφερε, επιπλέον, σύμφωνα με αυτά που διδάχθηκε στο σχολείο, ότι τα ορυκτά βρίσκονται κυρίως μέσα στα πετρώματα. Οι απαντήσεις των μαθητών-φοιτητών για κάθε κατηγορία απαντήσεων της Διαστρωμάτωσης-Σύστασης του εσωτερικού της γης, σε όλες τις ερωτήσεις που τους ετέθησαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 3, ο οποίος ακολουθεί παρακάτω και θα συνεχίσουμε με ένα σύντομο σχολιασμό των απαντήσεων.

Διαφοροποιήσαμε τις κατηγορίες απαντήσεων “στερεά απλά υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση” (Α1) και “στερεά σύνθετα υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση” (Α2), μεταξύ τους ως προς το τι υλικά πίστευαν οι μαθητές-φοιτητές ότι υπάρχουν μέσα στη γη, δηλαδή πέτρες και χώμα ή πετρώματα και ορυκτά, αντίστοιχα. Στην ερώτηση 5: τι έχει η γη κάτω από το χώμα, οι απαντήσεις στις δυο παραπάνω κατηγορίες κατηγορίες ήταν ότι η γη στο εσωτερικό της έχει χώμα, πέτρες, νερό, πλακάκια, σωλήνες ή αντίστοιχα πετρώματα, ορυκτά, πετρέλαιο κ.λ.π. Στην ερώτηση 6 όπου τους ζητούσαμε να ζωγραφίσουν το εσωτερικό της γης, το αναπαριστούσαν και στις δυο κατηγορίες σε επίπεδες στρώσεις, ενώ οι ερωτήσεις 7-13 (για το τι είναι πετρώματα και ορυκτά) δεν έγιναν στα άτομα της κατηγορίας “στερεά απλά υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση” (Α1), γιατί δεν είχαν αναφέρει ότι στο εσωτερικό της γης υπάρχουν πετρώματα ή ορυκτά. Ακόμη, οι ερωτήσεις 14-16 (για το τι είναι πέτρες), δεν έγιναν στα άτομα της κατηγορίας “στερεά σύνθετα υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση” (Α2), γιατί δεν είχαν αναφέρει ότι στο εσωτερικό της γης υπάρχουν πέτρες. Οι ερωτήσεις 7-9 για το τι περιέχει ο φλοιός, μανδύας και πυρήνας δεν έγιναν και στις δυο κατηγορίες γιατί οι μαθητές-φοιτητές δεν ανέφεραν αυτές τις ονομασίες για τα τμήματα του εσωτερικού της γης. Στις ερωτήσεις 14 -16 (όπου ρωτούσαμε πώς είναι οι πέτρες μέσα στη γη, αν μοιάζουν με αυτές μέσα στη γη και σε τι διαφέρουν από αυτές πάνω στη γη), ένα άτομο της κατηγορίας “στερεά απλά υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση” (Α1) απάντησε ότι δεν είναι λείες και παραμορφωμένες, δεν μοιάζουν με τις πέτρες πάνω στη γη και είναι πιο μεγάλες σε σχέση με τις πέτρες πάνω στη γη. Στις ερωτήσεις 10-13 (όπου ρωτούσαμε τι είναι πετρώματα, είναι σαν τις πέτρες που βλέπουμε πάνω στη γη, σε τι διαφέρουν από τις πέτρες πάνω στη γη και τι είναι ορυκτά), οι απαντήσεις των ατόμων της κατηγορίας “στερεά σύνθετα

υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση” (A2) έδειξαν ότι τα περισσότερα πίστευαν ότι τα πετρώματα μέσα στη γη είναι πιο σύνθετα και πιο μεγάλα από τις πέτρες πάνω στη γη, ενώ για τα ορυκτά είχαμε μια απάντηση ότι είναι σώματα από τα οποία παίρνουμε προϊόντα.

Διαφοροποιήσαμε τις κατηγορίες απαντήσεων “στερεά απλά υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση” (A3) και “στερεά σύνθετα υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση” (A4) μεταξύ τους ως προς τα υλικά που οι μαθητές-φοιτητές πίστευαν ότι υπάρχουν μέσα στη γη, δηλαδή πέτρες και χώμα ή πετρώματα και ορυκτά, αντίστοιχα. Στην ερώτηση 5: τι έχει η γη κάτω από το χώμα, οι απαντήσεις στις δυο παραπάνω κατηγορίες ήταν ότι η γη στο εσωτερικό της έχει χώμα, πέτρες, νερό, τσιμέντο ή αντίστοιχα πετρώματα, ορυκτά, μεταλλεύματα, πετρέλαιο κ.λ.π. Στην ερώτηση 6 όπου τους ζητούσαμε να ζωγραφίσουν το εσωτερικό της γης, το αναπαριστούσαν και στις δυο κατηγορίες σε σφαιρικές στρώσεις. Οι ερωτήσεις 7-13 (σχετικά με τι υλικά έχει ο φλοιός, μανδύας, πυρήνας, καθώς και σχετικά με τι είναι πετρώματα και ορυκτά) δεν έγιναν στα άτομα της κατηγορίας “στερεά απλά υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση” (A3), γιατί δεν είχαν αναφέρει ότι η γη χωρίζεται στο εσωτερικό της σε φλοιό, μανδύα και πυρήνα καθώς και ότι τα υλικά μέσα στη γη είναι πετρώματα ή ορυκτά. Οι ερωτήσεις 7-9 (σχετικά με τι υλικά έχει ο φλοιός, μανδύας, πυρήνας), δεν έγιναν στα άτομα της κατηγορίας “στερεά σύνθετα υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση” (A4), γιατί δεν είχαν αναφέρει ότι η γη χωρίζεται στο εσωτερικό της σε φλοιό, μανδύα και πυρήνα. Στις ερωτήσεις 14-16 (όπου ρωτούσαμε πώς είναι οι πέτρες μέσα στη γη, αν μοιάζουν με αυτές μέσα στη γη και σε τι διαφέρουν από αυτές πάνω στη γη), ένα άτομο της κατηγορίας “στερεά απλά υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση” (A3), απάντησε ότι οι πέτρες μέσα στη γη δε μοιάζουν με τις πέτρες πάνω στη επιφάνεια της γης και ότι σε σχέση με αυτές, οι πέτρες μέσα στη γη έχουν πιο πολύπλοκα σχήματα. Στις ερωτήσεις 10-16 (όπου ρωτούσαμε τι είναι πετρώματα και πέτρες, είναι σαν τις πέτρες που βλέπουμε πάνω στη γη, σε τι διαφέρουν από τις πέτρες πάνω στη γη και τι είναι ορυκτά), οι απαντήσεις των ατόμων της κατηγορίας “στερεά σύνθετα υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση” (A4) έδειξαν ότι τα περισσότερα πίστευαν ότι τα πετρώματα μέσα στη γη είναι πιο σύνθετα και πιο μεγάλα από τις πέτρες πάνω στη γη, ενώ για τις πέτρες και τα ορυκτά μέσα στη γη (είχαμε από μια απάντηση αντίστοιχα) ότι οι πέτρες μέσα στη γη είναι πιο μεγάλες από τις πέτρες στην επιφάνεια της γης ενώ τα ορυκτά ότι είναι σώματα από τα οποία παίρνουμε προϊόντα.



Στην κατηγορία “στερεά απλά υλικά σε ασαφή διαστρωμάτωση” (A5), οι μαθητές πίστευαν ότι υπάρχουν μέσα στη γη πέτρες και χώμα και ζωγράρισαν τη γη σε ασαφή διαστρωμάτωση στο εσωτερικό της. Οι ερωτήσεις 7-13 (σχετικά με το τι υλικά έχει ο φλοιός, μανδύας, πυρήνας, καθώς και σχετικά με το τι είναι πετρώματα και ορυκτά) δεν έγιναν γιατί οι μαθητές αυτής της κατηγορίας δεν είχαν αναφέρει ότι η γη χωρίζεται στο εσωτερικό της σε φλοιό, μανδύα και πυρήνα καθώς και ότι τα υλικά μέσα στη γη είναι πετρώματα ή ορυκτά. Στις ερωτήσεις 14 -16 (όπου ρωτούσαμε πώς είναι οι πέτρες μέσα στη γη, αν μοιάζουν με αυτές μέσα στη γη και σε τι διαφέρουν από αυτές πάνω στη γη), ένας μαθητής αυτής της κατηγορίας απάντησε ότι οι πέτρες της επιφάνειας της γης είναι πιο μεγάλες από αυτές μέσα στη γη. Στη συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας 3.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3** Συνολικές απαντήσεις υποκειμένων ανά κατηγορία για τη Διαστρωμάτωση-Σύσταση του εσωτερικού της γης

	Ερ. 5	Ερ. 7	Ερ. 8	Ερ. 9	Ερ. 10	Ερ. 11	Ερ. 12	Ερ. 13	Ερ. 14	Ερ. 15	Ερ. 16
<b>A1</b> Στερεά υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση	-Χοιτά <sup>8</sup> -Χοιτά, πέτρες <sup>3</sup> -Χοιτά, νερό <sup>1</sup> -Αλάση <sup>1</sup> -Νερό, θηρία <sup>1</sup> -Χοιτά, νερό, αλάς <sup>2</sup> -Ταξί, πολλά χρώματα <sup>1</sup> -Χρυσάκια, τιμάκια, χαρμιά <sup>1</sup> -Σολόνια <sup>1</sup>								-Αν είναι λίγες σου είναι μικρομικρομέρες <sup>1</sup>	Οχι <sup>1</sup>	-Πιο μεγάλες <sup>1</sup>
<b>A2</b> Στερεά υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση	-Πέτρες, χώμα <sup>2</sup> -Πετρώματα, πετρώματα <sup>1</sup> -Ορυκτά, πέτρες <sup>1</sup> -Πέτρες, ορυκτά <sup>1</sup> -Βασίτα, μάρμαρα <sup>1</sup> -Φλοιός, σπινίτι <sup>1</sup> -Πλάτες, πετρώματα, σφουαίτη <sup>1</sup> -Σφουαίτη, λάκες, πυρήνας <sup>1</sup>				-Κάτι σαν πέτρες -Κάτι που τα έγραψε ο θεός <sup>2</sup> -Υδάτι σε βουνα <sup>1</sup> -Κάτι που δεν αλλάζει η σύσταση τους <sup>1</sup> -Υλίο κάτω από το γήρα <sup>1</sup> -Αν έβρα <sup>1</sup>	Οχι <sup>2</sup>	-Είναι μεζού και παραφένι <sup>1</sup> -Είναι από ορυθία <sup>1</sup> -Πιο μεγάλα και σφώδα <sup>3</sup> -Είναι πιο πάλε και σπινίθια <sup>1</sup> -Ασπίδα παρασπίδα <sup>1</sup>	-Σωματί που κοφ-νομή προϊόντα			
<b>A3</b> Στερεά υλικά σε σπινίτι διαστρωμάτωση	-Νερό, ούρα <sup>1</sup> -Χοιτά, ταμίντα <sup>1</sup> -Χοιτά, λήκισιες, ταμίντα <sup>1</sup>								-Εάν ο υλίο-μο οφεί, πέτρες, ορυκτά <sup>1</sup>	Οχι <sup>1</sup>	-Εάν ο υλίο-μο οφεί, πέτρες, ορυκτά <sup>1</sup>
<b>A4</b> Στερεά υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση	-Χώμα, πέτρες, λάβα <sup>1</sup> -Σφουαίτη, νερό <sup>1</sup> -Ελάκη, πυρήνας, σπινίτι <sup>3</sup> -Ελαφές, σφουαίτη <sup>3</sup> -Πετρώματα <sup>3</sup> -Πετρώματα, σπινίτι <sup>1</sup> -Πετρώματα, ορυκτά, πετρώματα, πετρώματα, μεταλλήματα <sup>1</sup> -Σφουαίτη, λάβα, πυρήνα, σπινίτι <sup>1</sup> -Πυρήνας, σπινίτι <sup>1</sup> -Ορυκτά, πετρώματα <sup>1</sup>				-Σφινίτα, υλικά που ο από τη γη <sup>3</sup> -Σελήμα υλικά <sup>1</sup> -Στερεά ορυκτά <sup>1</sup> -Στερεά ορυκτά που αποτελούνται από ορυκτά που επηρεάζονται <sup>1</sup> -Αν έβρα <sup>1</sup>	Οχι <sup>6</sup> Ναι <sup>1</sup>	-Πιο μεγάλα, άλλο σχήμα και χρώμα <sup>2</sup> -Πιο μεγάλα και σπινίτι <sup>3</sup> -Δίνουν πολύτιμα ορυθία <sup>1</sup>	-Τα ορυκτά πέτρες ο ορυκτά <sup>2</sup>	-Αν είναι κενός δεξές μας είναι πιο μεγάλες <sup>1</sup>	Οχι <sup>1</sup>	-Πιο μεγάλες <sup>1</sup>

\* Με σπινίτι χαρακτηρίζονται οι αποδοκτές αποκλίσεις

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 Συνολικές απαντήσεις υποκειμένων ανά κατηγορία  
 για τη Διαστροφικότητα-Σύσταση του εσωτερικού της γης (συνέχεια 1)

	Εθ. 5	Εθ. 7	Εθ. 8	Εθ. 9	Εθ. 10	Εθ. 11	Εθ. 12	Εθ. 13	Εθ. 14	Εθ. 15	Εθ. 16
<b>A5</b> Ανατί- κατα- στροφί- ση	-Χώρα, νερό <sup>1</sup> -Χώρα, πέτρας <sup>1</sup> -Αλάκες, γροθιά <sup>1</sup> -Αέρα, οργάνο <sup>1</sup>								-Αλάς είναι μεγάλη και αλάς μεγάλες	-Οχι <sup>1</sup>	-Είναι μεγάλες έξω στη γη <sup>1</sup>
<b>B1α</b> Ανατί- κατα- στροφί- ση, δια- στρ. δια- στρ.	-Βλαπτικό να γίνει η γη να δια- στρ. διαστρ. <sup>1</sup>										
<b>B1β</b> Ανατί- κατα- στροφί- ση, δια- στρ.	-Να, κερφόρα στροφα, γροθιάς φοση, κερφόρα, λάβη ο σι σι σι σι σι μέτα <sup>1</sup>										
<b>B2α</b> Ανατί- κατα- στροφί- ση, δια- στρ.	Χώρα, νερό, φυτό <sup>1</sup>										
<b>B2β</b> Ανατί- κατα- στροφί- ση, δια- στρ.	-Χώρα, ο σι σι σι σι πέτρας, λάβη <sup>1</sup> -Πηγάδι, νερό, λάβη <sup>1</sup> -Πηγάδι, νερό, λάβη, πέτρας <sup>1</sup> -Πηγάδι, νερό, λάβη, πέτρας <sup>1</sup> -Πηγάδι, νερό, λάβη, πέτρας <sup>1</sup> -Πηγάδι, νερό, λάβη, πέτρας <sup>1</sup> -Πηγάδι, νερό, λάβη, πέτρας <sup>1</sup>				-Στηρο σφαιρο- τονοση μολύβι από πάνω στο εσω- τερικό <sup>1</sup>	-Ναι <sup>1</sup>		-Οι πέτρες εγκα- ταστά- νες και στροφο- τήρες <sup>1</sup>	-Οχι <sup>1</sup>	-Είναι πιο μεγάλες <sup>1</sup>	
<b>B2γ</b> Ανατί- κατα- στροφί- ση, δια- στρ.	-Πέτρες, χόρτα, λάβη <sup>1</sup> -Πηγάδι, νερό <sup>1</sup> -Χώρα, φλοιός πυρήνας με λάβη <sup>1</sup> -Μικρούς <sup>1</sup> -Μικρούς <sup>1</sup> -Λάβη, νερό <sup>1</sup> -Φλο.ός, πενδύες, πυρήνας <sup>1</sup>	-Αίμα, γροθιά <sup>1</sup> -Ανατί- κατα- στροφί- ση <sup>1</sup>	-Δεν είναι <sup>1</sup>	-Λάβη, πέτρα <sup>1</sup> -Ζωο- τήρας <sup>1</sup>					-Είναι πιεστη- νες και ισες -Εχουν σημη- με- γανος, απούδο	-Οχι <sup>1</sup>	-Πιο μεγάλες <sup>1</sup> -Εχουν σημη- μεγανος, απούδο <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Με αστροφία γροθιάς, ζωντα, οι επιθετικές αποκλίσεις.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3** Συνολικές απαντήσεις υποκειμένων ανά κατηγορία για τη Διαστρωμάτωση-Σύσταση του εσωτερικού της γης (συνέχεια 2)

	Εφ. 5	Εφ. 7	Εφ. 8	Εφ. 9	Εφ. 10	Εφ. 11	Εφ. 12	Εφ. 13	Εφ. 14	Εφ. 15	Εφ. 16
<b>B2δ</b> Συν. υλ. συμμ. διαστρ. διαστρ. υλ. κέντρο γης	-Σιλικιομαγνήσις <sup>10</sup> -Σιλικία, σιταίδα, λάις <sup>2</sup> -Σιρόματα, πετρώματα <sup>5</sup> -Πετρώματα, λάις <sup>9</sup> -Ορυκτά, λάις <sup>2</sup> -Μεγάλα, λάις <sup>1</sup> -Πετρώμ. γλάις, μετάνια, πετρώματ <sup>4</sup> -Μετάνια, χωνός, λάις <sup>1</sup> -Πετρώμ. -Αγνήτης, ορυκτά <sup>1</sup> -Βερίλιου, βερίτης, κρύ, λάις, ορυκτά <sup>1</sup> -Φωσφ. παρήγες <sup>1</sup>	-Αιόφορα πετρώματα <sup>12</sup>	-Ορυκτά, πετρώματα <sup>3</sup>	-Λάις <sup>18</sup> -Δεν ξέρω <sup>1</sup>	-Σιλικιομαγνήσις -Ορυκτά, σιταίδα, λάις, ορυκτά -Λαμασσιόμαγνήσις -Ορυκτά, ορυκτά, λάις -Αιόφορα, λάις, ορυκτά -Ορυκτά, λάις, ορυκτά -Πετρώματ. -Κοκκώδη -Εξοσσομαγνήσις -Καλσίωμ <sup>1</sup> -Ορυκτά, ορυκτά, ορυκτά, ορυκτά, ορυκτά, ορυκτά, ορυκτά -Αιόφορα, λάις, ορυκτά	-Ναι <sup>3</sup> -Οχι <sup>16</sup>	-Ναι, πέτρες <sup>1</sup> -Δεν ξέρω <sup>2</sup> -Είναι πιο σύνθετα υλικά <sup>3</sup> -Είναι διαφορετικό σχήμα και χρώμα <sup>1</sup> -Ποι μετάνια και σύνθετα <sup>5</sup> -Διαφορετικό υλικό και πιο σύνθετα <sup>3</sup> -Ποι μεγαλύτερα ορυκτά -Αγνήτης, γλάις, λάις, ορυκτά και χωνός <sup>1</sup>	-Μετάνια που χωράμετα ο ορυκτόπος <sup>1</sup> -Στοιχεία που αποτελούνται πετρώματα <sup>1</sup> -Κάποια πετρώματα <sup>1</sup> -Αγνήτης, γλάις, λάις, ορυκτά και <sup>1</sup>			
<b>B2ε</b> Διαστρ. υλ. συμμ. διαστρ. διαστρ. υλ. κέντρο γης	-Μετάνια υλικά, κρύ, πυρήνας <sup>1</sup> -Μετάνια, λάις, πυρήνας <sup>1</sup>			-Λάις <sup>1</sup> -Μετάνια <sup>1</sup>	-Σιρόματα με υλικά <sup>2</sup>	-Οχι <sup>2</sup>	-Είναι πιο σύνθετα <sup>2</sup>				
<b>B3α</b> Συν. υλ. συμμ. διαστρ. διαστρ. υλ. κέντρο γης	-Πετρώματα, λάις, πυρήνας, λάις <sup>1</sup>	-Διάφορα είδη πετρωμάτων <sup>1</sup>		-Κάτι λάις <sup>1</sup>	-Στερεά υλικά, ορυκτά, ορυκτά, ορυκτά <sup>1</sup>	-Δεν ξέρω <sup>1</sup>	-Δεν ξέρω <sup>1</sup>				
<b>B3β</b> Αιόφορα, συμμ. διαστρ. διαστρ. υλ. κέντρο γης	-Μανθάνες, πυρήνας, γλάις, λάις <sup>1</sup>		-Φλόγες <sup>2</sup>	-Φλόγες <sup>1</sup>							
<b>B3γ</b> Συν. υλ. συμμ. διαστρ. διαστρ. υλ. κέντρο γης	-Μετάνια, πετρώματα, φλόγες, ορυκτά, λάις <sup>1</sup> -Μετάνια, κρυοκονομαγνήσις, λάις <sup>1</sup>	-Πετρώματα, ορυκτά, μετάνια <sup>1</sup>		-Μανθάνες -Δεν ξέρω <sup>1</sup>	-Ενώσεις από στοιχεία αλληλλά <sup>1</sup>	-Οχι <sup>1</sup>	-Είναι πιο φεστωμένα πιο σύνθετα <sup>1</sup>	-Είναι αβίατα που βάζε ο άνθρωπος μάλιστα στη γη <sup>1</sup>			
<b>Γ</b> Ελληνή	-Χομα, λάις <sup>2</sup>										

<sup>10</sup> Με αστερίσκο χαρακτηρίζονται οι αποδοτικές απαντήσεις.

Στις κατηγορίες “στερεά απλά υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά σε τυχαία μέρη μέσα στη γη” (B1α) και “στερεά σύνθετα υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά σε τυχαία μέρη μέσα στη γη” (B1β) οι μαθητές-φοιτητές τοποθετούσαν μάγμα μέσα στη γη και διαφοροποιήσαμε αυτές τις κατηγορίες μεταξύ τους, ως προς τα υλικά που τα παιδιά πίστευαν ότι υπάρχουν μέσα στη γη, δηλαδή πέτρες και χόμα ή αντίστοιχα

πετρώματα και ορυκτά. Στην ερώτηση 5: τι έχει η γη κάτω από το χώμα, οι απαντήσεις στις δυο παραπάνω κατηγορίες ήταν αντίστοιχα ότι: η γη στο εσωτερικό της έχει χώμα, λάβα ή αντίστοιχα πετρώματα και λάβα. Στην ερώτηση 6 όπου τους ζητούσαμε να ζωγραφίσουν το εσωτερικό της γης, το αναπαριστούσαν και στις δυο κατηγορίες σε επίπεδες στρώσεις με διάπυρο υλικό σε σκόρπια μέρη της γης, ενώ οι ερωτήσεις 7-16 (σχετικά με τι υλικά έχει ο φλοιός, μανδύας, πυρήνας, καθώς και σχετικά με τι είναι πετρώματα και ορυκτά) δεν έγιναν σε κανένα άτομο (των δυο κατηγοριών) γιατί δεν είχαν αναφέρει ότι η γη χωρίζεται στο εσωτερικό της σε φλοιό, μανδύα και πυρήνα, καθώς και ότι τα υλικά μέσα στη γη είναι πετρώματα ή ορυκτά.

Διαφοροποιήσαμε τις κατηγορίες “στερεά απλά υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στα κάτω στρώματα της γης” (B2α) και “στερεά σύνθετα υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στα κάτω στρώματα της γης” (B2β) μεταξύ τους, ως προς τα υλικά που οι μαθητές-φοιτητές πίστευαν ότι υπάρχουν μέσα στη γη, δηλαδή πέτρες, χώμα και λάβα ή αντίστοιχα πετρώματα, ορυκτά και λάβα. Στην ερώτηση 5: τι έχει η γη κάτω από το χώμα, οι απαντήσεις στις δυο παραπάνω κατηγορίες ήταν ότι: η γη στο εσωτερικό της έχει χώμα, νερό, φωτιά ή αντίστοιχα πετρώματα, πετρέλαιο, λάβα κ.λ.π. Στην ερώτηση 6 όπου τους ζητούσαμε να ζωγραφίσουν το εσωτερικό της γης, το αναπαριστούσαν και στις δυο κατηγορίες σε επίπεδες στρώσεις με το διάπυρο υλικό στα κάτω στρώματα της γης. Οι ερωτήσεις 7-16 (σχετικά με τι υλικά έχει ο φλοιός, μανδύας, πυρήνας, καθώς και σχετικά με τι είναι πετρώματα και ορυκτά) δεν έγιναν στον ένα μαθητή της κατηγορίας “στερεά απλά υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στα κάτω στρώματα της γης” (B2α), γιατί δεν είχε αναφέρει ότι η γη χωρίζεται στο εσωτερικό της σε φλοιό, μανδύα και πυρήνα καθώς και ότι τα υλικά μέσα στη γη είναι πετρώματα ή ορυκτά. Στους μαθητές-φοιτητές της κατηγορία “στερεά σύνθετα υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στα κάτω στρώματα της γης” (B2β) έγιναν μόνο οι ερωτήσεις σχετικά με τι είναι πετρώματα και πέτρες και οι απαντήσεις ήταν ότι τα πετρώματα αποτελούνται από πολλά συστατικά και ότι οι πέτρες μέσα στη γη είναι πιο μεγάλες από αυτές της επιφάνειας της γης.

Διαφοροποιήσαμε τις κατηγορίες “στερεά απλά υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στο κέντρο της γης” (B2γ) και “στερεά σύνθετα υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στο κέντρο της γης” (B2δ) μεταξύ τους, ομοίως με τις προηγούμενες κατηγορίες, ως προς τα υλικά που οι μαθητές-φοιτητές πίστευαν ότι υπάρχουν μέσα στη γη, δηλαδή

πέτρες, χώμα και λάβα ή αντίστοιχα πετρώματα, ορυκτά και λάβα. Στην ερώτηση 5: τι έχει η γη κάτω από το χώμα, οι απαντήσεις στις δυο παραπάνω κατηγορίες ήταν ότι: η γη στο εσωτερικό της έχει χώμα, πέτρες, λάβα ή αντίστοιχα πετρώματα, ορυκτά, μεταλλεύματα, πετρέλαιο και λάβα. Στην ερώτηση 6 όπου τους ζητούσαμε να ζωγραφίσουν το εσωτερικό της γης, το αναπαριστούσαν και στις δυο κατηγορίες σε σφαιρικές στρώσεις με το μάγμα στο κέντρο της γης. Οι ερωτήσεις 10-13 (σχετικά με τι είναι πετρώματα και ορυκτά) δεν έγιναν στους μαθητές της κατηγορίας “στερεά απλά υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στο κέντρο της γης” (B2γ) γιατί δεν είχαν αναφέρει σαν υλικά μέσα στη γη τα πετρώματα ή ορυκτά και οι ερωτήσεις 14-16 (σχετικά με τι είναι πέτρες) δεν έγιναν στους μαθητές-φοιτητές της κατηγορίας “στερεά σύνθετα υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στο κέντρο της γης” (B2δ) γιατί δεν είχαν αναφέρει τις πέτρες σαν υλικά μέσα στη γη. Οι απαντήσεις των μαθητών-φοιτητών, αυτής της κατηγορίας, σχετικά με τα πετρώματα και σε τι διαφέρουν από τις πέτρες πάνω στη γη, έδειξαν ότι κυριαρχεί η άποψη ότι τα πετρώματα μέσα στη γη είναι πιο σύνθετα από τις πέτρες στην επιφάνεια της γης.

Στην κατηγορία “στερεά απλά και σύνθετα υλικά σε μικτή διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στο κέντρο της γης” (B2ε) οι μαθητές πίστευαν ότι υπάρχουν μέσα στη γη, μεταλλεύματα και μάγμα, αλλά στην ερώτηση 6 όπου τους ζητούσαμε να ζωγραφίσουν το εσωτερικό της γης, το αναπαριστούσαν σε μικτή διαστρωμάτωση, δηλαδή επίπεδη ή σφαιρική, με το διάπυρο υλικό στα κάτω στρώματα ή στο κέντρο της γης, ενώ οι ερωτήσεις 7,8, και 13-16 (σχετικά με τι υλικά έχει ο φλοιός, μανδύας, καθώς και σχετικά με τι είναι ορυκτά και πέτρες) δεν έγιναν, γιατί οι μαθητές δεν είχαν αναφέρει ότι η γη χωρίζεται στο εσωτερικό της σε φλοιό και μανδύα καθώς και ότι τα υλικά μέσα στη γη είναι χώμα και πέτρες ή ορυκτά.

Στην κατηγορία “στερεά σύνθετα υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά σε ευρύτερη, γύρω από το κέντρο της γης, περιοχή” (B3α), ο ένας φοιτητής που κατατάχθηκε εδώ, πίστευε ότι υπάρχουν μέσα στη γη, πετρώματα και λάβα. Στην ερώτηση 6 όπου ζητούσαμε να ζωγραφίσει το εσωτερικό της γης, το αναπαρέστησε σε επίπεδη διαστρωμάτωση, με το διάπυρο υλικό πάνω και κάτω από το κέντρο της γης, ενώ οι ερωτήσεις 8, και 13-16 (σχετικά με τι υλικά έχει ο μανδύας, καθώς και σχετικά με τι είναι ορυκτά και πέτρες) δεν έγιναν, γιατί ο φοιτητής δεν είχε αναφέρει ότι η γη χωρίζεται στο εσωτερικό της σε τμήμα που λέγεται μανδύας καθώς και ότι τα υλικά μέσα στη γη είναι χώμα, πέτρες ή ορυκτά.

Διαφοροποιήσαμε τις κατηγορίες “στερεά απλά υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά σε ευρύτερη, γύρω από το κέντρο της γης, περιοχή” (B3β) και “στερεά σύνθετα υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά σε ευρύτερη, γύρω από το κέντρο της γης, περιοχή” (B3γ), με τοξύ τους, ως προς τα υλικά που οι μαθητές-φοιτητές πίστευαν ότι υπάρχουν μέσα στη γη, δηλαδή χώμα και λάβα ή πετρώματα, ορυκτά και λάβα, αντίστοιχα. Στην ερώτηση 5: τι έχει η γη κάτω από το χώμα, οι απαντήσεις στις δυο παραπάνω κατηγορίες ήταν ότι η γη στο εσωτερικό της έχει χώμα, λάβα ή αντίστοιχα πετρώματα, ορυκτά και λάβα. Στην ερώτηση 6 όπου τους ζητούσαμε να ζωγραφίσουν το εσωτερικό της γης, το αναπαριστούσαν και στις δυο κατηγορίες σε σφαιρικές στρώσεις με το μάγμα στο κέντρο της γης αλλά και σε ευρύτερη γύρω από αυτό περιοχή, ενώ οι ερωτήσεις 7,10-16 (σχετικά με τι περιέχει ο φλοιός και τι είναι πέτρες) δεν έγιναν στον ένα μαθητή της κατηγορίας “στερεά απλά υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά σε ευρύτερη, γύρω από το κέντρο της γης, περιοχή” (B3β) γιατί δεν είχε αναφέρει σαν υλικά μέσα στη γη τις πέτρες και δεν είχε αναφέρει ότι το πάνω στρώμα της γης ονομάζεται φλοιός. Οι ερωτήσεις 8, 14-16 (σχετικά με τι υλικά έχει ο μανδύας και τι είναι οι πέτρες) δεν έγιναν στον ένα μαθητή και ένα φοιτητή της κατηγορίας “στερεά σύνθετα υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά σε ευρύτερη, γύρω από το κέντρο της γης, περιοχή” (B3γ) γιατί δεν είχαν αναφέρει σαν τμήμα του εσωτερικού της γης το φλοιό καθώς και σαν υλικά μέσα στη γη τις πέτρες.

Τέλος, στην κατηγορία Ελλιπή (Γ) συμπεριλάβαμε ένα μαθητή ο οποίος έδωσε ελλιπείς απαντήσεις γιατί, ενώ στην ερώτηση 5 είπε ότι η γη στο εσωτερικό της αποτελείται από λάβα και χώμα, στη συνέχεια όταν στην ερώτηση 6 του ζητήσαμε να αναπαραστήσει το εσωτερικό της γης, δεν συμπεριέλαβε καθόλου τη λάβα στο εσωτερικό της γης που είχε φτιάξει.

Στους Πίνακες 4 και 5 οι οποίοι ακολουθούν παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικές συνεντεύξεις μαθητών καθώς και οι αναπαραστάσεις του εσωτερικού της γης που έκαναν οι μαθητές, στον μεν πρώτο, συνεντεύξεις για τις κατηγορίες “στερεά απλά υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση” (A1), “στερεά σύνθετα υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση” (A4) και “στερεά απλά υλικά σε ασαφή διαστρωμάτωση” (A5), στο δε δεύτερο, συνεντεύξεις για τις κατηγορίες “στερεά σύνθετα υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στα κάτω στρώματα της γης” (B2β), “στερεά σύνθετα υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στο κέντρο της γης (B2δ) ή σε ευρύτερη γύρω από αυτό περιοχή (B3γ)”

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4**

<p>Παράδειγμα κατηγορίας “στερεά αλλά υλικά σε εί- πεδη διαστρωμάτωση” (A1), Χριστίνα, Α΄ τάξη.</p>	<p>Παράδειγμα κατηγορίας “στερεά σύνθετα υλικά σε σφαιρική διαστρωμάτωση” (A4), Κωνσταντίνα, τάξη ΣΤ΄.</p>
<p>Ερ.: Πώς είναι η γη κάτω από το χώμα. Πες μου τι έχει η γη κάτω από το χώμα. <b>Μαθ.:</b> “...Δεν απαντά. Ερ.: Επαναλαμβάνουμε την ερώτηση. <b>Μαθ.:</b> Δεν έχω δει ποτέ μου. Ερ.: Τι φαντάζεσαι να έχει; <b>Μαθ.:</b> Νομίζω ότι έχει νερό κάτω. Ερ.: Ζωγράφισέ μου τη γη, δείξε μου που είναι το χώμα και ζωγράφισέ μου τι είναι κάτω από το χώμα, δηλαδή πώς είναι η γη μέσα της. (Παροτρύνουμε το παιδί να ζωγραφίσει όλη τη γη πώς είναι μέσα της, ρωτώντας στην υπόλοιπη τι έχει). <b>Μαθ.:</b> Έβαλα κάτω στη γη νερό και έβαλα από πάνω χώμα και έναν άνθρωπο να περπατάει. Ερ.: Το χώμα που είναι; <b>Μαθ.:</b> Πάνω στη γη. Ερ.: Δείξτε μου το χεράκι σου που είναι το χώμα; <b>Μαθ.:</b> Εδώ. (Δείχνει το χώμα που ζωγράφησε μέσα στη γη).</p>	<p>Ερ.: Πώς είναι η γη κάτω από το χώμα, πες μου τι έχει η γη κάτω από το χώμα; <b>Μαθ.:</b> Η γη κάτω από το χώμα έχει στρώματα τα οποία μέσα έχουν νερό. Ερ.: Ζωγράφισέ μου τη γη, δείξε μου πού είναι το χώμα και ζωγράφισέ μου τι είναι κάτω από το χώμα, δηλαδή πώς είναι η γη μέσα της. (Αν το παιδί δεν έχει ζωγραφίσει όλη τη γη, το παροτρύνουμε να ζωγραφίσει όλη τη γη ρωτώντας το: Στην υπόλοιπη γη τι έχει;) <b>Μαθ.:</b> Αυτή είναι η γη και τα στρώματά της είναι αυτά και μέσα από τη γη υπάρχει νερό, πηγές νερού. Ερ.: Πού είναι αυτό το νερό, δείξε μου. <b>Μαθ.:</b> Ανάμεσα στα στρώματα. Ερ.: Θέλεις μήπως να συμπληρώσεις τίποτα στο σχήμα σου; <b>Μαθ.:</b> Ναι, ακόμη υπάρχει ο πυρήνας στο κέντρο της γης που από εκεί πέρα γίνονται οι σεισμοί και όταν γίνονται... τα στρώματα σπάζουν και... όταν γίνεται ο σεισμός, είναι αυτό σφορμή να σπάσουν και τα στρώματα της γης. Ερ.: Τι έχει ο πυρήνας μέσα του; <b>Μαθ.:</b> Δεν ξέρω.</p>
<p>Σχήμα 2</p>	<p>Σχήμα 3</p>
<p>Παράδειγμα κατηγορίας “στερεά αλλά υλικά σε ασαφή διαστρωμάτωση” (A5), Βαγγέλης, Α΄ τάξη.</p>	
<p>Ερ.: Πώς είναι η γη κάτω από το χώμα πες μου τι έχει κάτω από το χώμα; <b>Μαθ.:</b> Νερό. Ερ.: Ζωγράφισέ μου τη γη, δείξε μου πού είναι το χώμα, ζωγράφισέ μου τι είναι κάτω από χώμα, δηλαδή πώς είναι η γη μέσα της. <b>Μαθ.:</b> Φαντάζομαι να είναι έτσι (γράφει .....) Ερ.: Τι είναι αυτό που κάνεις; <b>Μαθ.:</b> Χώμα.</p>	<p>Σχήμα 4</p>

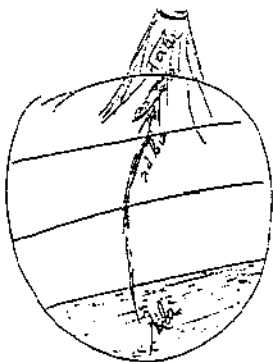
## ΠΙΝΑΚΑΣ 5

Πρόδειγμα κατηγορίας "στροφέα σύνθετα υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση και διακυρτωμένα στο κέντρο της γης" (B2f), Κατερίνα Φωνίτσα

Πρόδειγμα κατηγορίας "στροφέα σύνθετα υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση και θάλασσα υλικά στο κέντρο της γης" (B2b), Ελισάβετ ταξή Β' Λιλιού.

Ερ: Πώς είναι η γη κάτω από το χώμα; Πέξ μου τι έχει η γη κάτω από το χώμα; Φοιτ.: Δεν ξέρω όρους αλλά φαντάζομαι ότι είναι κάτι σαν λάβα, φωτιά. Τους ορυμούς δεν τους ξέρω. Είναι στρώματα, στρώματα. Δεν ξέρω τα ονόματα όμως από κάθε στρώμα. Ερ: Ζωγράφισε μου τη γη, δείξε μου πού είναι το χώμα και ζωγράφισε μου τι είναι κάτω από το χώμα, δηλαδή πώς είναι η γη μέσα της. Φοιτ.: Θέλετε στρογγυλό το σχήμα; Εγώ έχω στον νού μου κάτι επίπεδο. Επίπεδο σε στρώματα για το εσωτερικό της γης, αυτήν την στιγμή. Δεν υπάρχει πρόβλημα έτσι; Ερ: Κάντο όπως νομίζεις. Για πες λοιπόν. Φοιτ.: Έφτιαξα τη γη στρογγυλή, αυτό εδώ είναι το επίπεδο που πατάμε και παρακάτω χώμα τα στρώματα που έχει η γη μέχρι το κέντρο που δεν ξέρω πώς λέγονται ..... πάντως φαντάζομαι στο τελευταίο στρώμα, στο πιο βαθύ στρώμα κάτι σαν λάβα υπάρχει, σαν φωτιά, Ε, πιο πάνω φυσικά εντάξει, υπάρχει το χώμα που πατάμε, κάπου ενδιάμεσα θα υπάρχει νερό, ένα υγρό στοιχείο, αυτά.

Σχήμα 5

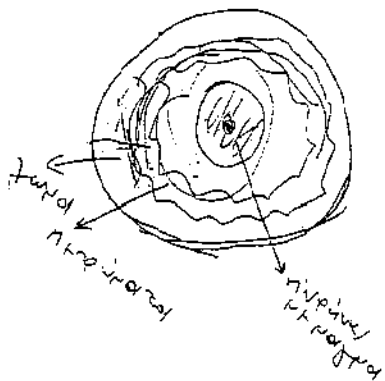


Ερ: Πώς είναι η γη κάτω από το χώμα; Πες τι έχει η γη κάτω από το χώμα. Μαθ: Έχει κάποια στρώματα. Φυσικά μετά υπάρχει ο πυρήνας με πολύ ζεστή ή το μάγμα, έπειτα υπάρχουν κάποια στρώματα με διάφορα πετρώματα, αυτά.

Ερ: Ζωγράφισε μου τη γη, δείξε μου πού είναι το χώμα και ζωγράφισε μου τι είναι κάτω από το χώμα, δηλαδή πώς είναι η γη μέσα της. Μαθ: Έχουμε στρώμα από χώμα στο εξωτερικό μέχρι κάποιες διαβαθμίσεις του χώματος, με κάποια πετρώματα, εδώ πέρα, γύρω-γύρω και στο εσωτερικό τον πυρήνα με μάγμα. Αυτά.

Ερ: Ο πυρήνας τι έχει. Μαθ: Ο πυρήνας έχει μάγμα δηλαδή κάτι σαν ....Θα μπορούσα να πω χώμα σε πολύ υγρή μορφή με κάποια άλλα στοιχεία μέσα, πάρα πολύ μεγάλη θερμοκρασία και είναι σε υγρή μορφή. Αυτό, η λάβα δηλαδή που υπάρχει στον πυρήνα.

Σχήμα 6





### ΠΙΝΑΚΑΣ 5 συνέχεια

Παράδειγμα κατηγορίας: σπέρμα γίνονται υλικό σε ομοιογενή διαστρωμάτωση και σύσταση υλικό σε ανομοιογενή γύρω από το κέντρο της γης, στο σχήμ. (B3) Λόητος, τάξη 9<sup>η</sup> Δημοτικού

Ερ.: Πώς είναι η γη κάτω από το χώμα; Πές μου τι έχει η γη κάτω από το χώμα; Μαθ: Η γη κάτω από το χώμα είναι σε ρευστή κατάσταση. Είναι μέταλλα και πετρώματα που είναι λειωμένα λόγω μεγάλων θερμοκρασιών που έχει η γη στο εσωτερικό της και αυτή η ρευστή μάζα που υπάρχει κάτω από τη γη, έχει την δυνατότητα να κινείται.

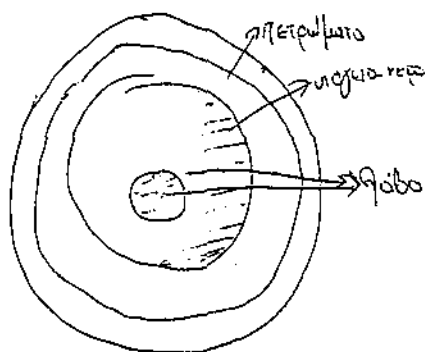
Ερ.: Ζωγράφισε μου τη γη, δείξε μου πού είναι το χώμα και ζωγράφισε μου τι είναι κάτω από το χώμα, δηλαδή πώς είναι η γη μέσα της. Μαθ: Η γη έχει διάφορα στρώματα. Είναι ο φλοιός της γης και κάτω από το φλοιό της γης υπάρχει αυτή η ρευστή μάζα που είπαμε προ ολίγου, η οποία όμως δεν είναι ομοιομορφή μέχρι τον πυρήνα της γης, αλλά και αυτή έχει κάποια στρώματα και γύρω από τον πυρήνα ... και στο κέντρο της γης υπάρχει ο πυρήνας της γης που δεν έχει ερενηθεί ακόμα.

Ερ.: Μπορείς να γράψεις αυτά που είπες στο σχήμα σου; Μαθ: (Τα ζωγραφίζει)

Ερ.: Τι έχει ο φλοιός μέσα του; Μαθ: Πετρώματα και ορυκτά μεταλλεύματα, νερό. Αυτά.

Ερ.: Τι έχει ο πυρήνας μέσα του; Μαθ: Μάγμα, δηλαδή πετρώματα σε διάλυτη κατάσταση τηγμένα μεταλλεύματα και διάφορα νέφη αερίων.

Σχήμα 7






Στη συνέχεια, σύμφωνα με όσα αναφέραμε στους στόχους της έρευνάς μας, θα προσπαθήσουμε να εξετάσουμε πώς συσχετίζονται στο εννοιολογικό πλαίσιο των ατόμων της έρευνάς μας, έννοιες όπως σχήμα της γης, διαστρωμάτωση και σύσταση του εσωτερικού της γης.

**Πώς συσχετίζουν οι μαθητές-φοιτητές τις έννοιες: Σχήμα γης-Διαστρωμάτωση του εσωτερικού της γης.**

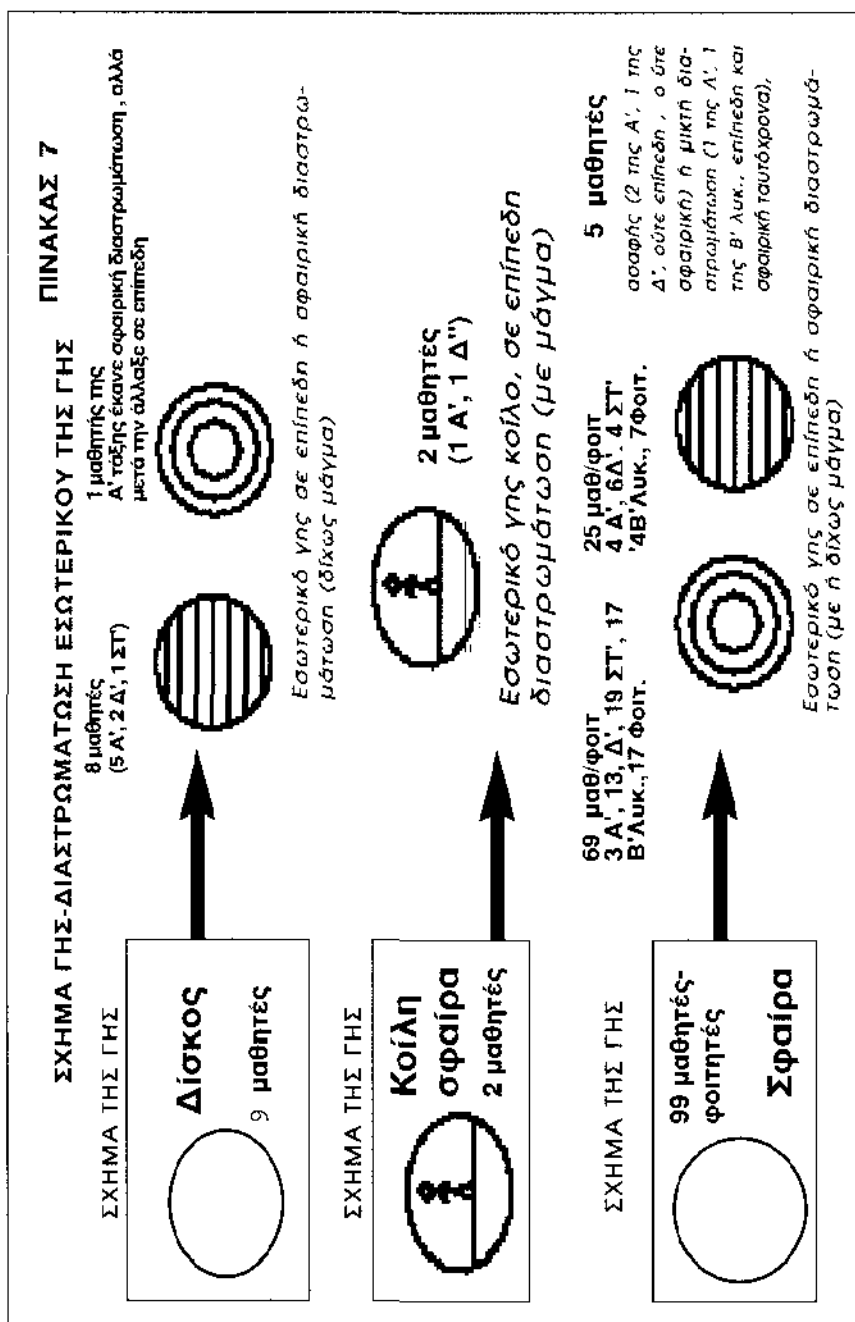
Θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια τα αποτελέσματά μας σχετικά με τις

ιδέες των μαθητών-φοιτητών για το σχήμα της γης και θα τις συσχετίσουμε με τον τύπο διαστρωμάτωσης (δηλαδή επίπεδη ή σφαιρική) του εσωτερικού της γης που επέλεξαν. Στη συνέχεια, θα συσχετίσουμε τον τύπο διαστρωμάτωσης που επέλεξαν οι μαθητές-φοιτητές για το εσωτερικό της γης με το μέρος της γης όπου τοποθετούσαν το μάγμα. Τα αποτελέσματά μας, τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 6, ο οποίος ακολουθεί, έδειξαν ότι σε σύνολο 120 ατόμων, τα 99 (9 της Α΄ τάξης, 21 της Δ΄ τάξης, 23 της ΣΤ΄ τάξης, 22 της Β΄ Λυκείου και 24 φοιτητές) πίστευαν ότι η γη έχει σχήμα σφαιρικό, με τους ανθρώπους να κατοικούν πάνω στη σφαίρα, τα 9 άτομα (6 της Α΄ τάξης, 2 της Δ΄ τάξης και 1 της ΣΤ΄ τάξης) ότι η γη είναι σε μορφή επίπεδου δίσκου με τους ανθρώπους να ζουν πάνω σε αυτόν, ενώ τα 2 άτομα (1 της Α΄ τάξης και 1 της Δ΄ τάξης), πίστευαν ότι η γη είναι κοίλη σφαίρα με τους ανθρώπους να κατοικούν σε επίπεδο μέρος μέσα στη σφαίρα. Τέλος, εμφανίσθηκαν και 10 άτομα (8 της Α΄ τάξης και 2 της Β΄ λυκείου), τα οποία έδωσαν αντιφατικές απαντήσεις. Οι περιπτώσεις παιδιών, των οποίων οι απαντήσεις για το σχήμα της γης θεωρήθηκαν αντιφατικές, είχαν ως εξής: Πέντε παιδιά τα οποία ενώ έκαναν τη γη σαν επίπεδο δίσκο (3 της Α΄ δημοτικού) ή σαν σφαίρα (2 παιδιά της Α΄ δημοτικού) και είπαν ότι οι άνθρωποι κατοικούν πάνω στη γη, στη συνέχεια έφτιαξαν σχήματα στα οποία οι άνθρωποι ήταν μέσα στη γη. Τρία παιδιά (δυο της Α΄ δημοτικού και ένα της Β΄ λυκείου) ενώ έφτιαξαν με πλαστελίνη σφαιρική γη και έδειξαν ότι οι άνθρωποι κατοικούν πάνω στη γη, έπειτα στην ερ. 4 έδειξαν αμφιταλάντευση και απάντησαν ότι το σχήμα της γης είναι επίπεδο. Δυο παιδιά (της Α΄ δημοτικού και της Β΄ Λυκείου) ενώ αναπαρέστησαν τη γη ως επίπεδο δίσκο, έπειτα στην ερ. 2 είπαν ότι το σχήμα της γης είναι σφαιρικό. Επειδή τα παιδιά αυτά άλλαξαν την άποψη τους δίχως να γίνει κατανοητό τι τελικά πίστευαν, τα κατατάξαμε στα αντιφατικά. Ο πίνακας 6 ακολουθεί.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6 Κατηγορίες για το Σχήμα της γης N=120**

<p>1</p>  <p>Επίπεδος δίσκος</p>	<p>*6, 2, 1, 0, 0, (9)</p>
<p>2</p>  <p>Κοίλη σφαίρα</p>	<p>*1, 1, 0, 0, 0, (2)</p>
<p>3</p>  <p>Σφαιρική γη</p>	<p>*9, 21, 23, 22, 24,(99)</p>
<p>Αντιφατικά</p> <p>*8, 0, 0, 2, 0, (10)</p> <p><small>* Με ασπериζο σημειώνονται οι κατανομές των υποκειμένων στις βαθμίδες Α', Δ', Στ' Δημοτικού, Β' Λυκείου και φοιτητών, αντίστοιχα. Στην παρένθεση εμφανίζεται ο συνολικός αριθμός των υποκειμένων σε όλες τις βαθμίδες για κάθε μοντέλο (n=24 ανά βαθμίδα, συνολικά N=120)</small></p>	

Στον πίνακα 7, ο οποίος ακολουθεί παρακάτω, εξετάζεται η σχέση ανάμεσα στις απαντήσεις των μαθητών-φοιτητών για τη διαστρωμάτωση του εσωτερικού της γης και στις απαντήσεις για το σχήμα της γης. Τα 10 άτομα που έδωσαν αντιφατικές απαντήσεις για το σχήμα της γης, δεν συμπεριελήφθησαν σε αυτόν τον πίνακα.



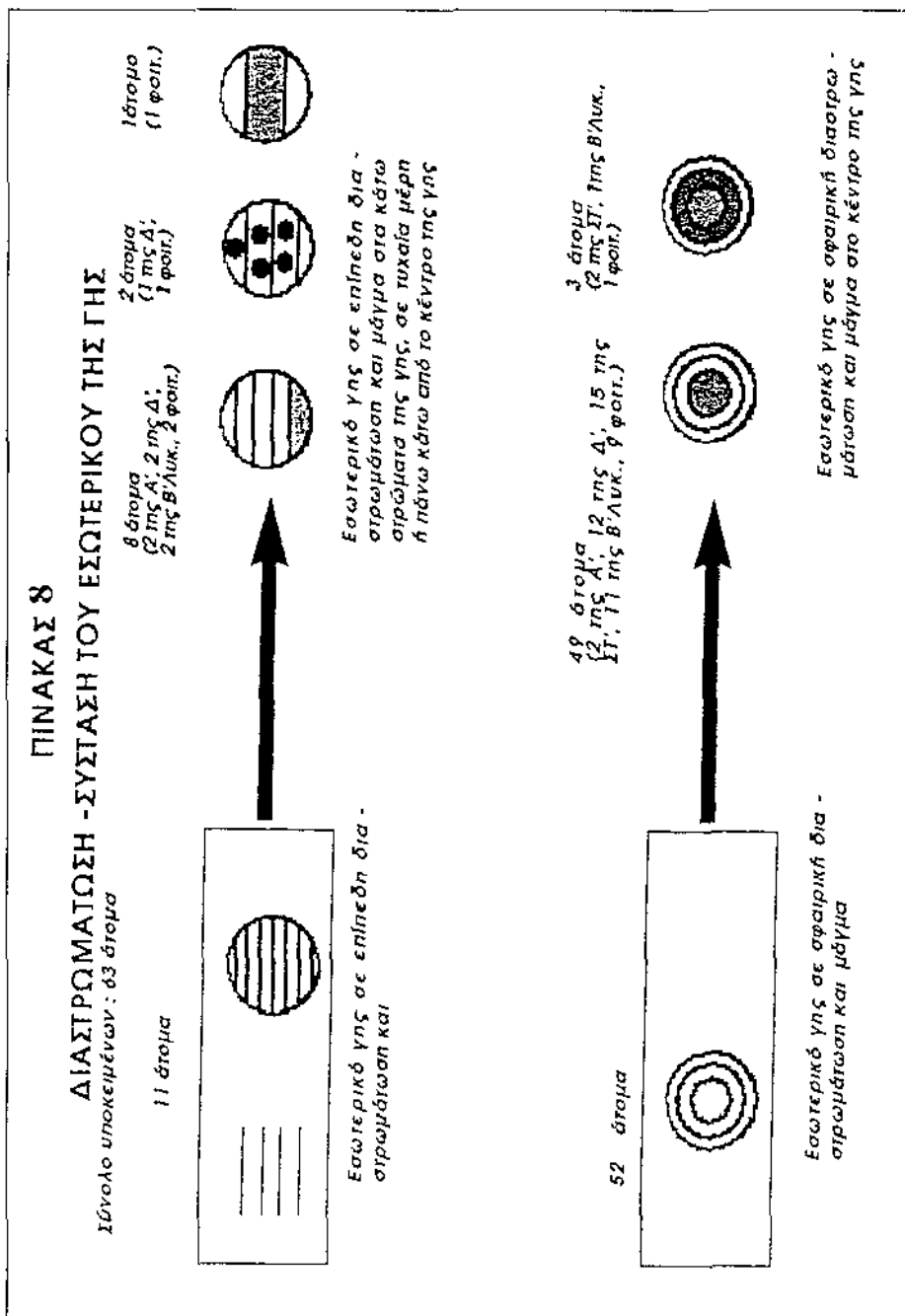
Παρατηρούμε ότι από τους 9 μαθητές (σε σύνολο 120) που είπαν ότι η γη είναι επίπεδος δίσκος, οι 8 (5 της Α΄ τάξης, 2 της Δ΄ τάξης, 1 της ΣΤ΄ τάξης) την αναπαρέστησαν στο εσωτερικό της σε επίπεδα στρώματα (δίχως διάπυρα υλικά), ενώ, μόνο ένας μαθητής της Α΄ τάξης αναπαρέστησε το εσωτερικό της γης σε σφαιρική διαστρωμάτωση (δίχως διάπυρα υλικά), αλλά στην πορεία της συνέντευξης άλλαξε τη σφαιρική διαστρωμάτωση σε επίπεδη. Δηλαδή, από το σύνολο των μαθητών που πίστευαν ότι η γη έχει επίπεδο σχήμα, όλοι εκτός ενός (ο οποίος, όπως αναφέραμε, την μετέτρεψε στη συνέχεια σε επίπεδη) επέλεξαν την επίπεδη διαστρωμάτωση του εσωτερικού της γης. Οι δυο μαθητές της Α΄ και Δ΄ τάξης δημοτικού που πίστευαν ότι το σχήμα της γης είναι κοίλη σφαίρα, αναπαρέστησαν το εσωτερικό της γης σε μορφή κοίλης σφαίρας με τους ανθρώπους μέσα σε αυτή (και φωτιά στα κάτω στρώματα της κοίλης γης). Όσον αφορά τους 99 μαθητές-φοιτητές (σε σύνολο 120) που είπαν ότι το σχήμα της γης είναι σφαίρα, οι απαντήσεις τους για το εσωτερικό της γης, κατανεμήθηκαν ως εξής α) Εξήντα εννέα μαθητές-φοιτητές (από τους 99), αναπαρέστησαν το εσωτερικό της γης σε σφαιρικά στρώματα (52 άτομα τοποθέτησαν διάπυρα υλικά, ενώ 17 δεν τοποθέτησαν διάπυρα υλικά στην αναπαράσταση του εσωτερικού της γης που είχαν κάνει) και αναλυτικά ήταν: 3 μαθητές της Α΄ τάξης, 13 της Δ΄ τάξης, 19 της ΣΤ΄ τάξης, 17 της Β΄ Λυκείου και 17 Φοιτητές. β) Είκοσι πέντε μαθητές-φοιτητές αναπαρέστησαν το εσωτερικό της σε επίπεδη διαστρωμάτωση (7 άτομα τοποθέτησαν διάπυρα υλικά, ενώ 17 δεν τοποθέτησαν διάπυρα υλικά στην αναπαράσταση του εσωτερικού της γης που είχαν κάνει) και αναλυτικά ήταν : 4 μαθητές της Α΄ τάξης, 6 της Δ΄ τάξης, 4 της ΣΤ΄ τάξης, 4 της Β΄ Λυκείου και 6 Φοιτητές. γ) Πέντε μαθητές έκαναν διαστρωμάτωση είτε ασαφή (2 της Α΄ τάξης, 1 της Δ΄ τάξης), όπου δεν μπορούσαμε δηλαδή να αποφανθούμε κατά πόσο ήταν επίπεδη ή σφαιρική, είτε μικτή (1 της Δ΄ τάξης, 1 της Β΄ Λυκείου), δηλαδή ταυτόχρονα επίπεδη και σφαιρική.

Καταρχήν λοιπόν φαίνεται ότι η άποψη που έχουν οι μαθητές-φοιτητές για το σχήμα της γης σχετίζεται με τη διαστρωμάτωση που επιλέγουν για το εσωτερικό της. Πιο συγκεκριμένα παρατηρούμε ότι όταν το σχήμα της γης είναι επίπεδο, τότε επιλέγουν την επίπεδη διαστρωμάτωση, ενώ όταν το σχήμα της γης είναι σφαιρικό τότε μπορεί να επιλέξουν σφαιρική διαστρωμάτωση (σε μεγαλύτερο ποσοστό) ή επίπεδη διαστρωμάτωση.

**Πώς συσχετίζονται οι μαθητές-φοιτητές τις έννοιες: Διαστρωμάτωση -Σύσταση του εσωτερικού της γης.**

Παρακάτω, θα μελετήσουμε τη σχέση ανάμεσα στον τύπο της διαστρωμάτωσης του εσωτερικού της γης που επέλεξαν οι μαθητές-φοιτητές και στο τμήμα του εσωτερικού της γης όπου τοποθετούσαν τα διάπυρα υλικά. Παρατηρήθηκε λοιπόν, όπως βλέπουμε στον Πίνακα 8, ο οποίος ακολουθεί ότι αν οι μαθητές-φοιτητές είχαν αναπαραστήσει το εσωτερικό της γης σε επίπεδη διαστρωμάτωση, τότε τοποθετούσαν τα διάπυρα υλικά στα κάτω στρώματα της γης, ενώ αν είχαν αναπαραστήσει το εσωτερικό της γης σε σφαιρική διαστρωμάτωση, τότε τοποθετούσαν τα διάπυρα υλικά στο κέντρο της γης.

Συγκεκριμένα από τα 11 άτομα τα οποία έκαναν επίπεδη διαστρωμάτωση (με διάπυρα υλικά μέσα στη γη), τα 8 (2 της Α΄ τάξης, 2 της Δ΄ τάξης, 2 της Β΄ Λυκείου, 2 Φοιτητές) τοποθέτησαν τα διάπυρα υλικά στα κάτω στρώματα, ενώ τα 3 τοποθέτησαν τα διάπυρα υλικά σε επίπεδη διαστρωμάτωση πάνω-κάτω από το κέντρο (1 Φοιτητής) ή σε τυχαία μέρη μέσα στη γη (1 της Δ΄ τάξης, 1 Φοιτητής). Από τα 52 δε άτομα, τα οποία έκαναν σφαιρική διαστρωμάτωση (με διάπυρα υλικά μέσα στη γη), τα 49 (2 της Α΄ τάξης, 12 της Δ΄ τάξης, 15 της ΣΤ΄ τάξης, 11 της Β΄ Λυκείου, 9 Φοιτητές) τοποθέτησαν τα διάπυρα υλικά στο κέντρο της γης, ενώ τα 3 (1 της ΣΤ΄ τάξης, 1 της Β΄ Λυκείου, 1 Φοιτητής) τοποθέτησαν τα διάπυρα υλικά στο κέντρο της γης αλλά και σε ευρύτερη γύρω από το κέντρο περιοχή. Βλέπουμε λοιπόν ότι οι ιδέες της διαστρωμάτωσης του εσωτερικού της γης φαίνεται να επηρεάζουν τις ιδέες που αναπτύσσουν τα παιδιά για τη σύσταση του εσωτερικού της γης.



## Συζήτηση

### Αρχικό επεξηγηματικό πλαίσιο και συνθετικές κατηγορίες

Σύμφωνα με το θεωρητικό πλαίσιο της Βοσνιάδου, τα παιδιά θα πρέπει, πριν πάνε σχολείο, να έχουν δημιουργήσει ένα συνεπές αρχικό επεξηγηματικό πλαίσιο για τη διαστρωμάτωση και σύσταση του εσωτερικού της γης. Τα ευρήματα της παρούσης έρευνας υποστηρίζουν αυτήν την υπόθεση.

Το αρχικό επεξηγηματικό πλαίσιο το οποίο φαίνεται να δημιουργείται στους μαθητές των πολύ μικρών ηλικιών, κυρίως της Α΄ Δημοτικού, είναι αυτό όπου το εσωτερικό της γης αναπαριστάνεται με επίπεδη διαστρωμάτωση απλών, στερεών υλικών, δίχως διάπυρα υλικά. Σύμφωνα πάλι με το θεωρητικό πλαίσιο της Βοσνιάδου το αρχικό αυτό επεξηγηματικό πλαίσιο βάζει περιορισμούς στην κατανόηση του επιστημονικού πλαισίου με αποτέλεσμα να παρατηρούνται παρανοήσεις, οι οποίες δεν είναι τίποτα άλλο παρά συνθετικά μοντέλα. Τα ευρήματα της έρευνάς μας, όντως απέδειξαν ότι η διαδικασία της εννοιολογικής ανάπτυξης προχωράει μέσω συνθετικών μοντέλων στην σταδιακή διαμόρφωση ενός επεξηγηματικού πλαισίου που είναι κοντά στο επιστημονικό. Οι συνθετικές κατηγορίες, (όπου οι μαθητές-φοιτητές φαίνεται να προσπαθούν να συγκεράσουν τη δική τους άποψη -το εσωτερικό της γης είναι σε επίπεδη διάταξη και δεν είναι διάπυρο- με αυτή των μεγάλων -το εσωτερικό της γης είναι σε σφαιρική διάταξη και είναι διάπυρο), είναι αυτές όπου αναπαριστούν το εσωτερικό της γης με επίπεδη ή σφαιρική διαστρωμάτωση υλικών και διάπυρα υλικά στα κάτω στρώματα ή στον πυρήνα της γης, αντίστοιχα. Τέλος, η κατηγορία που θα λέγαμε ότι πλησιάζει πιο κοντά στην αποδεκτή επιστημονική άποψη, για το λόγο ότι οι μαθητές-φοιτητές θεωρούσαν, σε αυτήν την κατηγορία, ότι μεγαλύτερο μέρος του εσωτερικού της γης είναι σε διάπυρη κατάσταση, είναι αυτή όπου η γη αναπαριστάνεται σε σφαιρική διαστρωμάτωση με διάπυρα υλικά στον πυρήνα της γης αλλά και σε εκτεταμένη περιοχή γύρω από τον πυρήνα.

Θα προσπαθήσουμε να εξηγήσουμε παρακάτω το σχηματισμό του αρχικού εννοιολογικού πλαισίου και στη συνέχεια το σχηματισμό των συνθετικών κατηγοριών που φτιάχνουν οι μαθητές-φοιτητές της έρευνάς μας για τη διαστρωμάτωση και σύσταση του εσωτερικού της γης. Αν δεχθούμε λοιπόν ότι οι μικροί μαθητές, έπειτα από παρατηρήσεις ότι το έδαφος στην επιφάνεια της γης εκτείνεται σε επίπεδη διάταξη, διαμορφώνουν την πεποίθηση ότι το σχήμα της γης είναι επίπεδο, μπορούμε τότε να υποθέσουμε ότι η πεποίθηση αυτή είναι δυνατόν να επηρεάζει την αντίληψη τους για το εσωτερικό της γης και να



πιστεύουν ότι τα υλικά στο εσωτερικό της γης είναι σε επίπεδη διάταξη. Αν δεχθούμε ακόμη ότι οι μικροί μαθητές μπορεί να κάνουν κάποιες παρατηρήσεις σχετικά με το ότι στην επιφάνεια της γης δεν υπάρχουν διάπυρα υλικά, θα μπορούσαμε πιθανώς να υποθέσουμε ότι μπορεί να φαντάζονται με ανάλογο τρόπο και το εσωτερικό της γης, δηλαδή με χώμα, πέτρες και νερό, δίχως καθόλου μάγμα. Σύμφωνα με τα παραπάνω, θα μπορούσαμε να εξηγήσουμε την εμφάνιση της κατηγορίας – την οποία ονομάσαμε αρχική – σε μαθητές μικρών ηλικιών (κυρίως της Α΄ δημοτικού), όπου το εσωτερικό της γης αποτελείται από επίπεδες διαστρωματώσεις στερεών μη διάπυρων υλικών.

Στη συνέχεια, διακρίνουμε τους εξής τύπους συνθετικών κατηγοριών για τη διαστρωμάτωση και σύσταση του εσωτερικού της γης: α) εσωτερικό της γης σε σφαιρική διαστρωμάτωση δίχως διάπυρα υλικά, όπου οι μαθητές-φοιτητές αλλάζουν την αντίληψη που είχαν για τη διαστρωμάτωση του εσωτερικού της γης (από επίπεδη σε σφαιρική) αλλά διατηρούν την αντίληψη που είχαν για τη σύσταση του εσωτερικού της γης, ότι δηλαδή το εσωτερικό της γης δεν έχει διάπυρα υλικά β) εσωτερικό της γης σε επίπεδη διαστρωμάτωση και διάπυρα υλικά στα κάτω στρώματα, όπου οι μαθητές-φοιτητές διατηρούν την επίπεδη διαστρωμάτωση και αλλάζουν μόνο την αντίληψη που είχαν για τη σύσταση του εσωτερικού της γης, τοποθετώντας διάπυρα υλικά στα κάτω στρώματα (εδώ συμπεριλάβαμε και τις κατηγορίες σε επίπεδη διαστρωμάτωση με το μάγμα σε τυχαία μέρη, οι οποίες εμφανίσθηκαν μόνο σε δύο άτομα) γ) εσωτερικό της γης σε σφαιρική διαστρωμάτωση και διάπυρο υλικό στο κέντρο της γης, όπου οι μαθητές-φοιτητές αλλάζουν την αντίληψη που είχαν για τη διαστρωμάτωση (από επίπεδη σε σφαιρική) αλλά και για τη σύσταση του εσωτερικού της γης (από μη διάπυρο, σε διάπυρο εσωτερικό της γης). Θα λέγαμε λοιπόν γενικά ότι τα άτομα που αναπαριστούν τη γη διάπυρη στο εσωτερικό της φαίνεται ότι έχουν εγκαταλείψει την πεποίθηση ότι το εσωτερικό της γης δεν έχει μάγμα, ενώ αυτά που την αναπαριστούν σφαιρική φαίνεται ότι έχουν εγκαταλείψει την πεποίθηση ότι το εσωτερικό της γης είναι σε επίπεδη διάταξη.

### **Σχέση ανάμεσα στις “ιδέες” των μαθητών-φοιτητών για το σχήμα της γης, τη διαστρωμάτωση και τη σύσταση του εσωτερικού της γης**

Τα αποτελέσματά μας έδειξαν ότι κατά τη διαδικασία της εννοιολογικής ανάπτυξης, φαίνεται να υπάρχει μια αλληλεξάρτηση εννοιών ανάμεσα στο

σχήμα της γης, τη διαστρωμάτωση και τη σύσταση του εσωτερικού της γης. Το γεγονός ότι όταν οι μαθητές-φοιτητές φαντάζονταν το σχήμα της γης επίπεδο επέλεγαν την επίπεδη διαστρωμάτωση, ενώ όταν φαντάζονταν το σχήμα της γης σφαιρικό επέλεγαν επίπεδη ή σφαιρική διαστρωμάτωση, θα λέγαμε ότι δείχνει να οργανώνονται πρώτα οι ιδέες για το σχήμα της γης και έπειτα αυτές για τη διαστρωμάτωση. Ακόμη, το γεγονός ότι τα παιδιά μικρών ηλικιών αναπαριστούν το εσωτερικό της γης δίχως διάπυρα υλικά και στη συνέχεια σε μεγαλύτερες ηλικίες βάζουν διάπυρα υλικά μέσα στη γη, καθώς και ότι όταν κάνουν επίπεδη ή σφαιρική διαστρωμάτωση τοποθετούν τα διάπυρα υλικά αντίστοιχα στα κάτω στρώματα ή στο κέντρο της γης, δείχνει ότι οι ιδέες της σύστασης φαίνεται να οργανώνονται μετά από αυτές της διαστρωμάτωσης καθώς και να επηρεάζονται από αυτές της διαστρωμάτωσης.

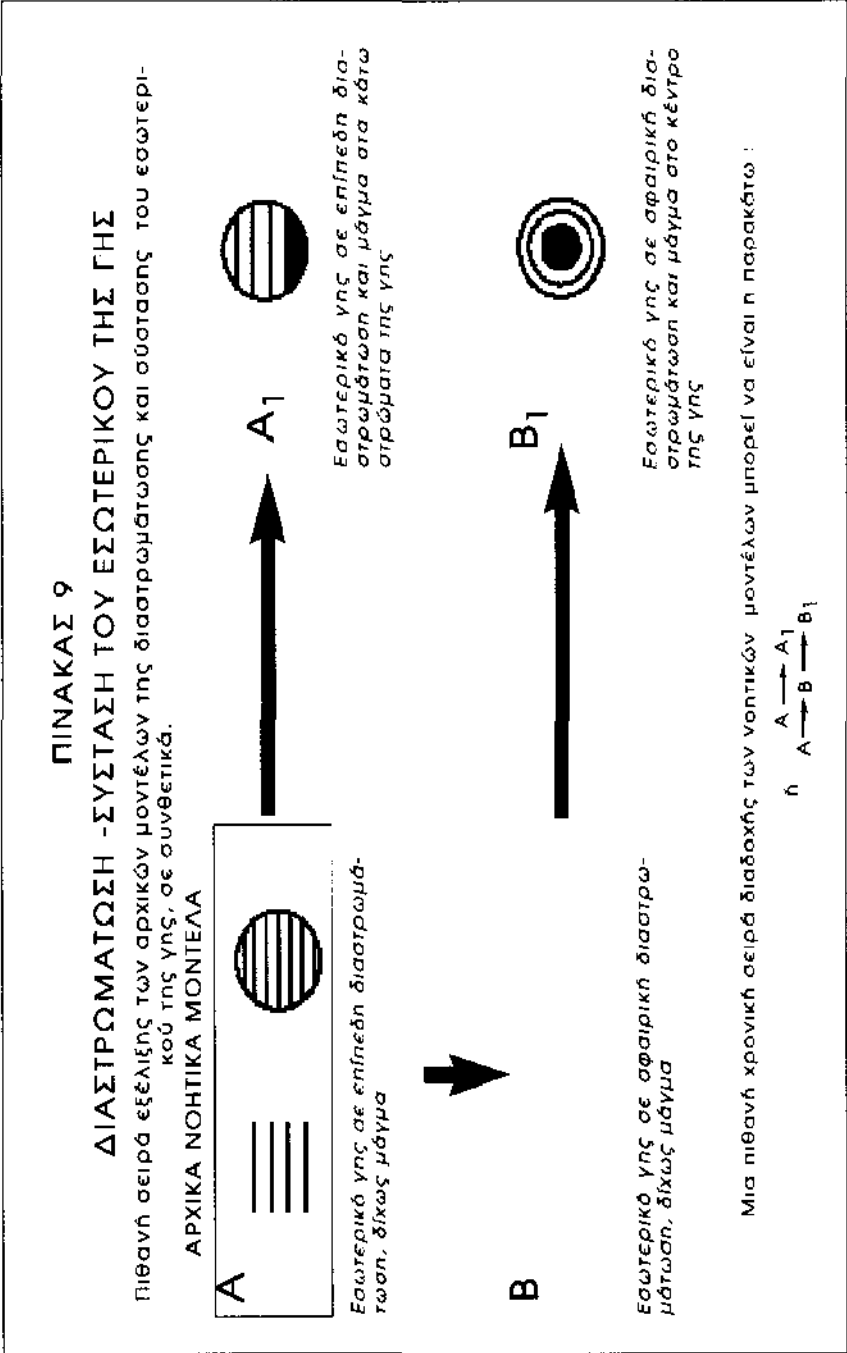
Μια εξήγηση η οποία μας φάνηκε ευλογοφανής, όσον αφορά την τοποθέτηση των διάπυρων υλικών (ή “λάβας”, όπως ανέφεραν κατά λέξη) από τους μαθητές-φοιτητές στα κάτω στρώματα, όταν έκαναν επίπεδη διαστρωμάτωση, ήταν ότι η τοποθέτηση αυτή μπορεί να επηρεάζεται από κάποιες γενικές προϋποθέσεις για τη βαρύτητα και τον χώρο, όπως δηλαδή ότι ο χώρος οργανώνεται από τα πάνω προς τα κάτω και ότι η βαρύτητα λειτουργεί από τα πάνω προς τα κάτω προκαλώντας την πτώση των σωμάτων. Αν λάβουμε υπόψη δε ότι η “λάβα” θεωρείται από τους μαθητές-φοιτητές σαν κάτι που ρέει, θα λέγαμε ότι με βάση τις προαναφερόμενες προϋποθέσεις της πάνω-κάτω βαρύτητας, πάνω-κάτω οργάνωσης του χώρου και της παρατήρησης ότι τα υγρά κυλάνε προς τα κάτω, είναι λογικό τα παιδιά να προβλέπουν την προς τα κάτω κίνηση της υγρής “λάβας” και μάλιστα προς το βαθύτερο μέρος του εσωτερικού της γης. Το βαθύτερο μέρος της γης όμως για τα άτομα που έχουν κάνει το εσωτερικό της γης σε επίπεδη διαστρωμάτωση και περιορίζονται από την προϋπόθεση της βαρύτητας, η οποία λειτουργεί σε σχέση με την αντίληψη του πάνω-κάτω, υποθέτουμε ότι είναι τα κάτω στρώματα της γης. Οι μαθητές-φοιτητές αντιθέτως που αναλαμβάνονται το εσωτερικό της γης ως σφαιρική διαστρωμάτωση, υποθέτουμε ότι έχουν εγκαταλείψει την προϋπόθεση της πάνω-κάτω βαρύτητας και έχουν εντόξει την έννοια της βαρύτητας σε ένα άλλο επεξηγηματικό πλαίσιο, όπου δηλαδή η βαρύτητα λειτουργεί σε σχέση με το κέντρο της γης. Η τοποθέτηση της “λάβας”, στην περίπτωση αυτή, φαίνεται να γίνεται πάλι στο βαθύτερο μέρος του εσωτερικού της γης, που είναι το κέντρο της γης. Η τοποθέτηση της “λάβας” από τους μαθητές-φοιτητές φαίνεται λοιπόν να καθορίζεται κάθε φορά από την αντίληψη που έχουν για τη βαρύτητα καθώς και σε ποιο επεξηγηματικό πλαίσιο εντάσσεται αυτή κάθε φο-

ρά. Αν θα θέλαμε να σχολιάσουμε τις περιπτώσεις μαθητών-φοιτητών που, ενώ έλεγαν ότι η γη είναι σφαιρά, την αναπαριστούσαν στο εσωτερικό της σε επίπεδες στρώσεις, θα λέγαμε ότι τα άτομα αυτά, όσον αφορά το εξωτερικό μέρος της γης και τα φυσικά αντικείμενα που βρίσκονται πάνω σε αυτή, φαίνεται να είχαν αναθεωρήσει την προϋπόθεση της πάνω-κάτω βαρύτητας αλλά όχι όσον αφορά στο εσωτερικό της γης. Το θέμα αυτό όμως της μερικής αναθεώρησης των προϋποθέσεων – το οποίο παρουσιάζει ερευνητικό ενδιαφέρον – θα ερευνηθεί σε μελλοντική μας εργασία.

**Πιθανή σειρά εξέλιξης των κατηγοριών της διαστρωμάτωσης και σύστασης του εσωτερικού της γης από αρχικές σε συνθετικές.**

Παρόλο που η έρευνά μας δεν ήταν διαχρονική και δεν ερευνούσαμε σε κάθε άτομο ξεχωριστά πώς εξελίσσονταν οι αρχικές κατηγορίες σε συνθετικές, με κάθε επιύλαξη δηλαδή για το είδος της συγχρονικής μελέτης η οποία αναφέρεται σε ένα υποθετικό μέσο μαθητή (Καριώτογλου, Κουμαράς και Ψύλλος, 1994), θα μπορούσαμε στηριζόμενοι κυρίως στη συχνότητα εμφάνισης των κατηγοριών ανάλογα με την ηλικία να υποθέσουμε κάποια πιθανή εξέλιξη των κατηγοριών της διαστρωμάτωσης και σύστασης του εσωτερικού της γης από αρχικές σε συνθετικές. Θα λέγαμε όμως ότι απαραίτητο είναι να επιβεβαιωθούν τα αποτελέσματά μας αυτά και με διαχρονικές μελέτες. Στη συνέχεια στον Πίνακα 9, ο οποίος ακολουθεί, παρουσιάζουμε μια πιθανή σειρά εξέλιξης των αρχικών κατηγοριών της διαστρωμάτωσης-σύστασης του εσωτερικού της γης σε συνθετικές.

Στον πίνακα αυτόν υποθέτουμε ότι οι μικροί μαθητές της Α΄ Δημοτικού φαίνεται να ξεκινούν από αναπαράσταση του εσωτερικού της γης σε επίπεδη ή σφαιρική διαστρωμάτωση, δίχως διάπυρα υλικά. Όπως φάνηκε από τις κατανομές των κατηγοριών ανάλογα με την ηλικία καθώς και από τη σχέση που φάνηκε να υπάρχει ανάμεσα στον τύπο διαστρωμάτωσης που επέλεγαν οι μαθητές-φοιτητές για το εσωτερικό της γης και το μέρος όπου τοποθετούν τα διάπυρα υλικά, είναι πιθανό τα άτομα που φαντάζονται τη γη σε επίπεδη ή σφαιρική διαστρωμάτωση να τοποθετήσουν τα διάπυρα υλικά στα κάτω στρώματα ή στο κέντρο της γης αντίστοιχα. Υποθέτουμε ακόμη ότι είναι δυνατόν να ακολουθηθεί ο κλάδος A-B-B1 και ένα παιδί να αλλάξει τη σύσταση και διαστρωμάτωση της αναπαράστασης του εσωτερικού που έχει κάνει, δηλαδή από επίπεδη διαστρωμάτωση δίχως διάπυρα υλικά να οδηγηθεί σε σφαιρική διαστρωμάτωση δίχως διάπυρα υλικά, και κατόπιν σε σφαιρική διαστρωμάτωση με διάπυρα υλικά στο κέντρο της γης.



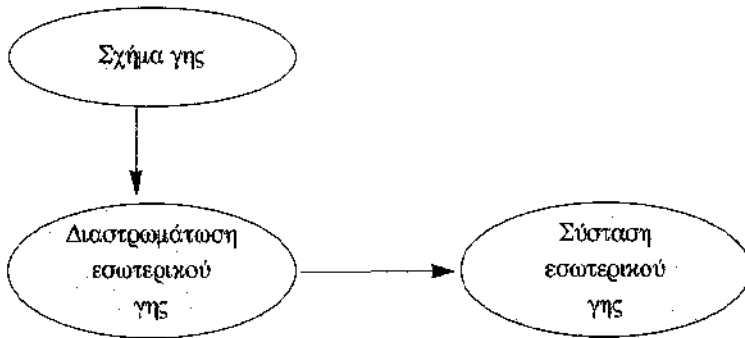
Στηριζόμενοι στα αποτελέσματά μας σχετικά με το ποια είναι η διαισθητική γνώση των μαθητών για το εσωτερικό της γης και πώς αυτή εξελίσσεται στις μεγάλες ηλικίες, θα εξετάσουμε στη συνέχεια τις επιπτώσεις που μπορεί να έχουν τα αποτελέσματα της έρευνάς μας στη διδασκαλία θεμάτων του εσωτερικού της γης.

#### **Επιπτώσεις των ευρημάτων της έρευνάς μας στη διδασκαλία θεμάτων που αφορούν το εσωτερικό της γης**

Στο γενικότερο προβληματισμό ο οποίος αναπτύσσεται για εποικοδομητικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία, αυτό που τις διαφοροποιεί από τις άλλες διδακτικές προσεγγίσεις είναι ότι λαμβάνεται υπόψη κατά τη διαδικασία της διδασκαλίας η προγενέστερη γνώση των μαθητών (Nussbaum & Novick 1981, Rowell & Dawson 1983, Cosgrove, Osborne, 1985, Psillos, Koumaras, & Tiberghien, 1988, Vosniadou, 1991, Vosniadou, 1997). Εντασσόμενοι στο γενικότερο πλαίσιο της εποικοδομητικής διδασκαλίας και στηριζόμενοι στον προβληματισμό που αναπτύξαμε για τις προϋποθέσεις και πεποιθήσεις που αναπτύσσουν τα παιδιά σε μικρή ηλικία, θεωρούμε ότι στο σχεδιασμό των αναλυτικών προγραμμάτων για θέματα του εσωτερικού της γης, απαραίτητο είναι να γνωρίζουμε τη διαισθητική γνώση των μαθητών για έννοιες όπως σχήμα της γης, εσωτερικό της γης, καθώς και ποιες είναι οι προϋποθέσεις και πεποιθήσεις που τη δημιουργούν έτσι ώστε να λαμβάνονται υπόψη στην οργάνωση διδακτικών εννοιών. Η διδασκαλία θεμάτων που αφορούν το εσωτερικό της γης, πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να κάνει τους μαθητές να συνειδητοποιήσουν τις πεποιθήσεις και τις προϋποθέσεις τους και να προσπαθήσουν να τις αλλάξουν. Επειδή όμως ο προβληματισμός αυτός δεν λαμβάνεται υπόψη στη διδασκαλία των θεμάτων αυτών, πολλές φορές ο τρόπος που διδάσκονται οι διάφορες επιστημονικές έννοιες περισσότερο ενισχύει παρά εξαφανίζει τα προϋπάρχοντα νοητικά σχήματα των μαθητών.

Ακόμη, το γεγονός ότι από την έρευνά μας φάνηκε να υπάρχει μια αλληλεξάρτηση των εννοιών που αφορούν το εσωτερικό της γης, καθώς και ότι υποθέσαμε μια σειρά με την οποία φαίνεται να κατακτώνται οι έννοιες αυτές, νομίζουμε ότι τα παραπάνω πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη στη χάραξη μελλοντικών αναλυτικών προγραμμάτων για θέματα που αφορούν τη γη. Στον πίνακα 10, ο οποίος ακολουθεί αμέσως παρακάτω, παρουσιάζεται αυτή η αλληλεξάρτηση των εννοιών που αφορούν το εσωτερικό της γης και όπου πρώτα φαίνεται να έρχεται η γνώση για το εξωτερικό σφαιρικό σχήμα

της γης, στη συνέχεια για την εσωτερική σφαιρική διάταξη των υλικών του εσωτερικού της γης, ενώ η γνώση για την έκταση του διάπυρου των υλικών του εσωτερικού της γης φαίνεται να κατακτάται στο βαθμό που οι μαθητές έχουν κατανοήσει τη σφαιρική διαστρωμάτωση των στρωμάτων της γης.



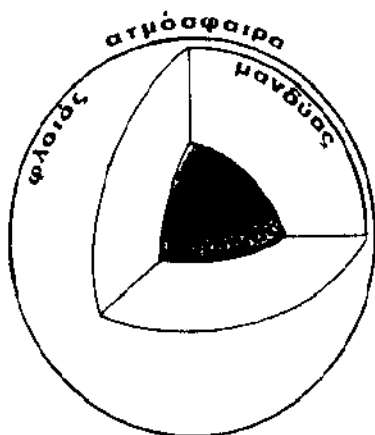
Μια βασική επισήμανση που κάναμε είναι ότι τα θέματα αυτά θα έπρεπε να διδάσκονται σαν μια ολότητα και όχι μεμονωμένα, καθώς και ότι πρέπει να διδάσκονται με μια προκαθορισμένη σειρά. Στην αρχή λοιπόν μιας θεματικής ενότητας για το εσωτερικό της γης, πιστεύουμε ότι θα έπρεπε πρώτα να γίνεται αναφορά στο σχήμα της γης, καθώς και στην έννοια της βαρύτητας, και έπειτα να γίνεται αναφορά στη διαστρωμάτωση και σύσταση του εσωτερικού της γης. Η κατανόηση της βαρύτητας από τους μαθητές, θεωρούμε ότι αποτελεί σημαντικό παράγοντα, ο οποίος συντελεί στην βαθύτερη κατανόηση του σχήματος της γης καθώς και του εσωτερικού της γης. Ακόμη, η σφαιρική διάταξη των στρωμάτων του εσωτερικού της γης θα πρέπει να διδάσκεται στους μαθητές και όχι να θεωρείται δεδομένο ότι αυτό κατανοείται από αυτούς, γιατί όπως είδαμε ένας μαθητής που έχει καταλάβει το σφαιρικό σχήμα της γης δεν είναι βέβαιο ότι θα καταλάβει τη σφαιρική διάταξη των στρωμάτων της. Αν δεν κατανοήσει δε πώς είναι το εσωτερικό της γης, νομίζουμε ότι θα δυσκολευθεί να κατανοήσει και τα γεωδυναμικά φαινόμενα τα οποία σχετίζονται με το εσωτερικό της γης (σεισμοί, ηφαιστεια).

Θα προσθέταμε δε ότι κατά τη διδασκαλία της σύστασης του εσωτερικού της γης, θα βοηθούσε στην καλύτερη κατανόηση της ενότητας από τους μαθητές να γίνει παράλληλα η διδασκαλία των πετρωμάτων του εσωτερικού της γης καθώς και του συνεχούς κύκλου τους μέσα στη γη. Ακόμη, σε μελ-

λοντική διδασκαλία αυτών των θεμάτων στο σχολείο, θα επισημαίναμε ότι το εσωτερικό της γης και τα γεωδυναμικά φαινόμενα που σχετίζονται με αυτό, όπως σεισμοί, ηφαιστεια, αποτελούν αντικείμενο στο οποίο διδακτικά ενδείκνυται και η χρήση του υπολογιστή, γιατί μπορεί να βοηθήσει σημαντικά σε θέματα προσομοίωσης του εσωτερικού της γης και των διεργασιών που συντελούνται στην επιφάνεια της γης. Σε μια τέτοια προσομοίωση, θα μπορεί να αναπαριστάμε το εσωτερικό της γης με τα διάφορα υλικά σε διάπυρη κατάσταση, καθώς και να φαίνεται ο ρόλος των ενδογενών και εξωγενών δυνάμεων (κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών οι οποίες βρίσκονται στη λιθόσφαιρα της γης και προκαλούν τους σεισμούς, τα ηφαιστεια και τις ορογενέσεις στο ανάγλυφο καθώς και αντίστοιχα άνεμοι, βροχές, κ.λ.π. που προκαλούν τη διάβρωση του ανάγλυφου της γης) στις αλλαγές που συντελούνται στο ανάγλυφο της γης (βλ. Kalkanis, G. 1997 και Χαλκιά, Κ. Παπατοίμπα, κ.α. .1998).

Εξετάζοντας τη σημερινή κατάσταση των βιβλίων του Οργανισμού Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων (ΟΕΔΒ) στο Δημοτικό, Γυμνάσιο και Λύκειο, προτείνουμε κατά την παρουσίαση και διδασκαλία θεμάτων σχετικά με το εσωτερικό της γης να λαμβάνεται υπόψη η σειρά με την οποία οργανώνονται στο γνωστικό σύστημα των μαθητών οι έννοιες για το σχήμα της γης και το εσωτερικό της και όχι η διδασκαλία τους να γίνεται με έναν αποσπασματικό τρόπο. Έτσι, πιο συγκεκριμένα, στο βιβλίο της δευτέρας Δημοτικού “Εμείς και ο κόσμος” (Γεωργοκόστας, κ.α., 1990) όταν γίνεται αναφορά στο σχήμα της γης που μοιάζει σαν μπάλα και δίνονται επεξηγήσεις για τη δημιουργία της μέρας και νύχτας, θα πρέπει να γίνεται αναφορά σχετικά με το πού ζουν οι άνθρωποι καθώς και γιατί δεν πέφτουν από τη γη, γεγονός που θα βοηθήσει τους μαθητές παράλληλα με την κατανόηση της βαρύτητας και της κατεύθυνσης της προς το κέντρο της γης, να κατανοήσουν το σχήμα της γης. Στο βιβλίο της τρίτης Δημοτικού “Εμείς και ο κόσμος” (Καζάζη-Πατηνώτη, κ.α., 1990), θα πρέπει επίσης παράλληλα με την ανάπτυξη του σφαιρικού σχήματος της γης να ξεκαθαρίζεται πού ζουν οι άνθρωποι. Στο πρώτο τεύχος του βιβλίου της τετάρτης Δημοτικού “Εμείς και ο κόσμος” (Γεωργοκόστας, κ.α., 1990), στο πρώτο κεφάλαιο όπου γίνεται αναφορά στο σφαιρικό σχήμα της γης καθώς και στις ηπείρους της γης, θα βοηθούσε να αναφέρεται ξεκάθαρα ότι οι άνθρωποι ζουν στα δυο ημισφαίρια της γης, προκειμένου οι μαθητές να κατανοήσουν την έννοια της βαρύτητας και ότι αυτή κατευθύνεται προς το κέντρο της γης. Οι επισημάνσεις που έχουμε να κάνουμε όσον αφορά το τρίτο κεφάλαιο το οποίο πραγματεύεται

το εσωτερικό της γης είναι ότι: θα πρέπει να γίνεται αναφορά στα διάφορα υλικά της γης σε όλο το βάθος της, έτσι που να κατανοούν τα παιδιά πού βρίσκεται το μάγμα. Ακόμη, στο σχήμα του βιβλίου για το εσωτερικό της γης, θα πρέπει να διευκρινίζεται τι αναπαριστούν οι δυο χρωματικοί τόνοι που χρησιμοποιούνται στο βιβλίο (κόκκινο για τον πυρήνα και κίτρινο για το υπόλοιπο της γης), έτσι ώστε να μπορούν οι μαθητές να καταλάβουν τι υλικά έχει η γη σε όλο το εσωτερικό της καθώς και να μη τους δημιουργούνται οι παρανοήσεις για τη σύσταση του εσωτερικού της γης (π.χ. το κόκκινο για τον πυρήνα μπορεί να δημιουργεί την εντύπωση στους μαθητές ότι μόνο ο πυρήνας της γης είναι διάπυρος). Παρουσιάζουμε παρακάτω στο σχήμα 8, το σχήμα για το εσωτερικό της γης το οποίο συμπεριλαμβάνεται στο τρίτο κεφάλαιο του πρώτου τεύχους του βιβλίου της τετάρτης Δημοτικού “Εμείς και ο κόσμος” (Γεωργοκόστας, κ.α., 1990) και το οποίο νομίζουμε ότι δημιουργεί παρανοήσεις στους μαθητές του Δημοτικού.



Σχήμα 8

Μη διευκρινίζοντας στους μαθητές τι ακριβώς περιέχει όλη η γη, ενισχύουμε την άποψη τους (υποβοηθώντας και του σχήματος) ότι το διάπυρο υλικό βρίσκεται στο κέντρο της γης και ότι η υπόλοιπη γη αποτελείται από σκληρά μη διάπυρα υλικά. Ακόμη, όταν δε διευκρινίζεται από ποιο μέρος της γης βγαίνει το μάγμα, ενισχύεται η άποψή τους ότι αυτό βγαίνει από το κέντρο της γης. Στο βιβλίο της Α΄ Γυμνασίου, “Γεωγραφία των Ηπείρων” (Ζαμάνη, κ.α., 1988), στην ενότητα “Ο πλανήτης μας”, η απεικόνιση του πυρήνα



με το κόκκινο χρώμα της φωτιάς, νομίζουμε επίσης ότι ενισχύει την άποψη ότι μόνο ο πυρήνας της γης είναι αυτός που έχει το μάγμα.

Ενδιαφέρον ακόμη θα παρουσίαζε, όσον αφορά τη χρήση του εποπτικού υλικού και τις παρανοήσεις που μπορεί αυτό να δημιουργήσει, μια σε βάθος μελέτη στα βιβλία οργανισμού, όλων των θεμάτων που σχετίζονται με το εσωτερικό της γης για όλες τις βαθμίδες. Τέλος, σαν συνέχεια της παρούσης έρευνας ενδιαφέρον θα παρουσίαζε μελλοντικά η πραγματοποίηση διδασκαλίας για θέματα που αφορούν το εσωτερικό της γης στην κατεύθυνση της εποικοδομητικής προσέγγισης, με βάση τις επιστημονικές και παρατηρήσεις που αναφέραμε παραπάνω.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αλεξόπουλος, Β., Θεριανός, Ον., Κώνστας, Κ., Φλωράκιος, Γ., (1987). Ερευνώ το Φυσικό κόσμο, Φυσικά ΣΤ' τάξης, πρώτο μέρος. Ο.Ε.Δ.Β. Αθήνα.
- Βοσνιάδου, Σ.(1994). Είμαστε έτοιμοι για μια πολιτισμική προσέγγιση της Ψυχολογίας της μάθησης: Στο βιβλίο: Κοινωνιο – Γνωστική προσέγγιση και διδακτικές διαδικασίες της μάθησης των Φυσικών και Λογικο – Μαθηματικών εννοιών στο σχολείο, σελ. 195-204. Επιμέλεια Παπαμιχαήλ, Γ. Σειρά Ψυχολογίας 6, Gutenberg, Αθήνα, 1994.
- Γεωργακόστας, Γ., Μπέλλας, Θ., Μπενέκος, Α., Σκόπας, Ν., Χριστιάς, Γ., Χριστοδούλου, Σ., (1990). Εμείς και ο κόσμος, τετάρτη τάξη, πρώτο τεύχος. Ο.Ε.Δ.Β. Αθήνα.
- Γεωργακόστας, Γ., Λεοντάρης, Α., Μπέλλας, Θ., Μπενέκος, Α., Σκόπας, Ν., (1990). Εμείς και ο κόσμος, δεύτερη τάξη. Ο.Ε.Δ.Β. Αθήνα.
- Δασκαλάκης, Δ., Ζηρίδης, Μ., Θεοδοσιάδης, Αλ., Κώνστας, Κ., Λυμπεροπούλου, Στ., Σπηλιώτης, Μ., (1987). Ερευνώ το Φυσικό κόσμο, Φυσικά Ε' τάξης, δεύτερο μέρος. Ο.Ε.Δ.Β. Αθήνα.
- Δερμιτζάκης, Δ. Μιχ.-Λέκκα, Σπυρ. Π. (1986). Διερευνώντας τη γη-Εισαγωγή στη γενική Γεωλογία.
- Ζαμάνη, Α., Λειβαδίτης, Γ., Σαμπώ, Β., (1988). Γεωγραφία των ηπείρων, Α' Γυμνασίου.Ο.Ε.Δ.Β. Αθήνα.
- Καζιάζη-Παπινιώτη, Μ., Λεοντάρης, Α., Χριστιάς, Γ.,(1990). Εμείς και ο κόσμος, τρίτη τάξη. Ο.Ε.Δ.Β. Αθήνα.
- Καριώτογλου, Π., Κουμαράς, Π. και Ψύλλος, Δ. (1994). Η ανάπτυξη χάρτη ιδεών των μαθητών και η χρήση του στο σχεδιασμό διδακτικών παρεμβάσεων : η περίπτωση των ρευστών. Παιδαγωγική Επιθεώρηση, 20-21, 147-170.
- Κόκκοτας, Π., (1997). Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών επιστημών. Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης. Εκτύπωση Σ. Αθανασόπουλος -Σ. Παπαδάμης & ΣΙΑ Ε.Ε. Αθήνα.
- Μαριολάκος, Ηλ., Σιδέρης, Χρ., (1990). Γεωγραφία, Β' Γυμνασίου.Ο.Ε.Δ.Β. Αθήνα.
- Παπαζάχος, Βασ. (1978). Εισαγωγή στη Γεωφυσική.

- Παπακωλάου, Δ., Σιδέρης, Χρ., (1990). Γεωλογία, Α' Λυκείου. Ο.Ε.Δ.Β. Αθήνα.
- Χαλκιά, Κ., Παπατσιμπα, Α., Δημητριάδης, Π., Δενδρονός, Κ., Καλλάνης, Γ. (1998). Οδηγός μελέτης : Μια πρόταση για τη μελέτη του μαθήματος της Φυσικής στο σπίτι με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού. Εργασία δημοσιευμένη στα πρακτικά του 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογής των νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 29-31 Μαΐου, Θεσσαλονίκη.
- Χριστιάς, Ι., Κλωνάρη, Αικ., Αλεξόπουλος, Β., Παπαμανώλης, Κ., (1990). Η γη μας. Γεωγραφία Ε' τάξης. Ο.Ε.Δ.Β. Αθήνα.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Cosgrove, M. and Osborne. R. (1985). *Lesson Frameworks for changing Children's Ideas*. Στο R. Osborne & P. Freyberg (Ed) *Learning in Science. The implication of children's science*. Heinemann, Aucland.
- Driver, R. Guesne, F. Tiberghien, A. (1993). Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες. Ένωση Ελλήνων Φυσικών. Τροχαλία.
- Happs, J.C. (1985). Regression in learning outcomes: Some examples from the earth science. Appear in: *European Journal of Science Education*, Vol. 7, N4, p.p 431-443.
- Kalkanis, G., (1997). Realistic systems/microkosmos, stochastic processes, probabilistic modelling, computer simulation / animation. Paper presented in 7th European Conference for Research on Learning and Instruction, August 26-30, Athens.
- Nussbaum, J. and Novick, S. (1981). Brainstorming in the classroom to invent a model: a case study. *School Science Review*, V62, N221, p.p.771-778.
- Piaget, J. (1979). Προβλήματα Γενετικής Ψυχολογίας. Αθήνα. Υποδομή.
- Psillos, D., Koumaras, P. & Tiberghien, A. (1988). Voltage presented as a primary concept in an introductory teaching sequence on DC circuits. *Int. J. Sci. Educ.*, vol. 10, N 1, 29-43.
- Rowell, J.A. & Dawson, C.A. (1983). Laboratory counter examples and the growth of understanding in science. *European Journal of Science Education*, Vol. 5, N 2, p.p. 203-215.
- Vosniadou, S., (1991). Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the study of knowledge acquisition in astronomy. *Journal of Curriculum Studies*, vol. 23, p. 219-237, 1992.
- Vosniadou, S., & Brewer, W.F., (1992). Mental models of the Earth: A study of Conceptual Change in Childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Vosniadou, S., & Brewer, W.F., (1994). Mental Models of Day-Night Cycle Cognitive Science, vol. 18, p. 123-183.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and Modeling the Process of Conceptual Change. *Learning and Instruction*, vol. 4, p. 45-69.
- Vosniadou, S. (1997). On the development of the understanding of abstract ideas, or on how to make abstract ideas concrete so that students will understand them. In K. Harndvist and A. Burgen (Ed). *Growing with science: Developing early understanding of science*. Jennifer of Kingley (ctd)
- Vosniadou, S. (1999). Conceptual Change Research and the Teaching of Science. In R. Duit (Ed). *Research in Science Education: past, present and future*.

## **ABSTRACT**

### **ISMINI IOANIDOU AND STELLA VOSNIADOU**

The purpose of the research presented here is to investigate students' understanding the layering and composition of the interior of the earth. We also wanted find out whether the theoretical framework of conceptual change developed by Vosniadou and Brewer (Vosniadou -Brewer,1992) can be used to explain the students' responses. 120 students in first, fourth, sixth, eleventh grade, as well as University undergraduates students in Primary education were used in the study. Data were collected through interviews.

Our results show that the younger children seem to believe that the earth's interior consists of simple, solid marerial in a flat arrangement. The representation of earth's interior which was more common in the drawings of the oldest students was that of magma in the low strata of the earth in flat arrangement or that of magma in the core of the earth in spherical arrangement. The category which was close to scientific one, was that of magma in the core of the earth and in the area surrounding it, in spherical arrangement.

Our research support the Vosniadou and Brewer (1992) proposal that the children from an initial explanatory framework which changes in a gradual way towards the currently accepted scientific view, form synthetic models in the process. The results also show there is a sequence in the understanding of certain key ideas related to the layering and composition of the earth. For example, it appears that children must understand the spherical shape of the earth before representing the inside of the earth in spherical layers and must acquire an understanding of gravity before they place the magma in the center of the earth. The above results should be taken into account in the planning of curricula and instructor for elementary and high school classes.