

Πώς τα Ελληνόπουλα αντιλαμβάνονται το σχήμα της γης: μία μελέτη της εννοιολογικής αλλαγής στην παιδική ηλικία

Σ. Βοσνιάδου, Α. Αρχοντίδου¹, Α. Καλογιαννίδου² και Χ. Ιωαννίδης

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών

Στο άρθρο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας διαπολιτιστικής μελέτης για την εννοιολογική αλλαγή στη γνωστική περιοχή της αστρονομίας. Η παρούσα έρευνα εξετάζει αλλαγές που συμβαίνουν στις αντιλήψεις των ελλήνων μαθητών για την έννοια της γης. Στην έρευνα συμμετείχαν 109 μαθητές νηπιαγωγείου και δημοτικού σχολείου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα ελληνόπουλα όπως και τα παιδιά από τις Η.Π.Α., την Ινδία και τις νήσους Σαμόα, διαμορφώνουν μια αρχική έννοια της γης ως μια επίπεδη επιφάνεια, η οποία στηρίζεται πάνω σε έδαφος ή σε νερό. Τα παιδιά θεωρούν ακόμη ότι η γη είναι ένα φυσικό σώμα και αποδίδουν σ' αυτό χαρακτηριστικά που έχουν όλα τα φυσικά σώματα. Κατά τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής, τα ελληνόπουλα διαμορφώνουν κάποιο «συνθετικό μοντέλο» από ένα περιορισμένο συνολικό αριθμό συνθετικών μοντέλων της γης. Όπως και στις μελέτες που προηγήθηκαν η διαμόρφωση αυτών των μοντέλων είναι δυνατόν να ερμηνευθεί ως το αποτέλεσμα της προσπάθειας των παιδιών να ερμηνεύσουν τις πληροφορίες που παίρνουν από το σχολείο, σχετικά με το σχήμα της γης, με βάση συγκεκριμένες προϋποθέσεις που αφορούν τη συμπεριφορά των φυσικών σωμάτων (όπως, για παράδειγμα, η προϋπόθεση ότι σώματα τα οποία δεν στηρίζονται πέφτουν «κάτω»). Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής συμφωνούν με τα αποτελέσματα προηγούμενης διαπολιτιστικής έρευνας, η οποία δείχνει ότι τα παιδιά διαμορφώνουν κάποιες προϋποθέσεις για τη γη, οι οποίες είναι παγκόσμιες και ανεξάρτητες από πολιτισμικές επιδράσεις. Ωστόσο, υπάρχουν πολιτιστικές επιδράσεις που ενεργούν στο επίπεδο των συνθετικών μοντέλων που σχηματίζουν τα παιδιά, για αυτό και τα μοντέλα αυτά παρουσιάζουν κάποιες μικρές διαφορές από τη μία χώρα στην άλλη.

Εισαγωγή

Η διαδικασία αναδιοργάνωσης των γνώσεων κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του παιδιού έχει αναλυθεί θεωρητικά με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους. Για παράδειγμα, σύμφωνα με τον Piaget, η αναπτυξιακή αλλαγή συντελείται μέσα από καθολικές αναδιοργανώσεις της προϋπάρχουσας γνώσης, αναδιοργανώσεις που επιτρέπουν στο παιδί να δημιουργήσει καινούριες, ποιοτικά διαφορετικές νοητικές αναπαραστά-

σεις, από τις οποίες πηγάζουν νέοι λογικοί μηχανισμοί για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Οι καθολικές αυτές αναδιοργανώσεις, είναι γνωστές ως περίοδοι ή στάδια ανάπτυξης.

Άλλοι ερευνητές έχουν δώσει μεγαλύτερη σημασία στη μελέτη των αναπτυξιακών αλλαγών της σκέψης σε συγκεκριμένους εννοιολογικούς τομείς. Η άποψη αυτή γνωστή ως άποψη της «μερικής αναδιοργάνωσης» (Βοσνιάδου και Brewer, 1988), έχει παρουσιαστεί με δύο μορφές: Η πρώτη υποστηρίζει την ύπαρξη μιας *ασθενούς μερι-*

1. University of Illinois at Urbana - Champaign

2. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

κής αναδιοργάνωσης, όπου οι καινούριες γνώσεις επαυξάνουν, διαφοροποιούν, ή και αλλάζουν την ιεραρχική δομή της προϋπάρχουσας γνώσης (Chi, Feltovich and Glaser, 1981, Voss, Green, Post and Penner, 1983). Η δεύτερη, θεωρεί ότι η αναδιοργάνωση είναι ριζική και παρόμοια από πολλές απόψεις, με το είδος της αλλαγής θεωρίας που παρατηρείται στην ιστορική εξέλιξη των επιστημών (Carey, 1985, McCloskey, 1983, Wisner and Carey, 1983).

Σε προηγούμενη εργασία έχουμε υποστηρίξει πως οι θέσεις της ασθενούς και της ριζοσπαστικής μερικής αναδιοργάνωσης, δεν είναι αναγκαστικά ασυμβίβαστες (Βοσνιάδου και Brewer, 1987). Αντίθετα, είναι δυνατόν να χαρακτηρίζουν διαφορετικές πτυχές του τρόπου αναδιοργάνωσης της γνώσης. Η διαδικασία της μάθησης και ανάπτυξης πολλές φορές δεν απαιτεί παρά μόνο την προσθήκη καινούριων στοιχείων στην προϋπάρχουσα βάση των γνώσεων ή το σχηματισμό καινούριων σχέσεων ανάμεσα σε έννοιες, που είναι ήδη δεδομένες. Ωστόσο, δεν είναι σπάνιες οι φορές που οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με καταστάσεις που η υπάρχουσα δομή της γνώσης είναι αδύνατον να τις ερμηνεύσει, οπότε και η ριζοσπαστική αναδιοργάνωση, δηλαδή η αλλαγή του επεξηγηματικού πλαισίου μέσα από το οποίο ερμηνεύονται διάφορα φαινόμενα είναι αναγκαία. Η διαδικασία απόκτησης γνώσεων στον τομέα της αστρονομίας είναι μια διαδικασία που φαίνεται να χαρακτηρίζεται από μια ριζοσπαστική αναδιοργάνωση της γνώσης.

Οι γνώσεις του παιδιού για τον κόσμο γύρω του περιλαμβάνουν πληροφορίες για πολλά από τα φαινόμενα που επεξηγούν οι θεωρίες της αστρονομίας (π.χ. ο κύκλος της μέρας/νύχτας, η εναλλαγή των εποχών, οι φάσεις της σελήνης, οι εκλείψεις). Ωστόσο, οι διαισθητικές εμπειρίες των παιδιών μπορούν εύκολα να οδηγήσουν σε εσφαλμένες (ως προς τις σημερινές επιστημονικές από-

ψεις) επεξηγήσεις των φαινομένων αυτών. Για παράδειγμα, αν το παιδί πιστέψει την καθημερινή του εμπειρία, θα καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η γη είναι επίπεδη και ακίνητη, ότι βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος και ότι η εναλλαγή της μέρας/νύχτας οφείλεται στην κίνηση του ήλιου και της σελήνης.

Κάτω από την επίδραση του σχολείου, είναι προφανές ότι οι γνώσεις των παιδιών για το σύμπαν αλλάζουν, καθώς υιοθετούν τις σήμερα αποδεκτές επιστημονικές απόψεις. Σύμφωνα με τις απόψεις αυτές η γη είναι μια σφαίρα που περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της και γύρω από τον ήλιο, ο ήλιος είναι πολύ μεγαλύτερος από τη γη, βρίσκεται στο κέντρο του ηλιακού συστήματος, κ.τ.λ.

Η αλλαγή από ένα γαιοκεντρικό μοντέλο το σύμπαντος στο σήμερα αποδεκτό ηλιοκεντρικό επιστημονικό μοντέλο, μια αλλαγή που θεωρείται «επαναστατική» στην ιστορία της ανάπτυξης της αστρονομίας ως επιστήμης (Kuhn, 1957), φαίνεται να πληρεί όλα τα κριτήρια για μια ριζοσπαστική αναδιοργάνωση της προϋπάρχουσας γνώσης στην ανάπτυξη του ατόμου.

Προηγούμενες μελέτες μας (Vosniadou, 1989, 1994, Vosniadou and Brewer, 1992), έχουν ερευνήσει πώς πραγματοποιείται η ριζοσπαστική αυτή αναδιοργάνωση των γνώσεων στον τομέα της αστρονομίας. Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε μόνο με ένα μέρος της γενικότερης αυτής αναδιοργάνωσης, αυτό που έχει να κάνει με την αλλαγή που παρατηρείται στους μαθητές της σχολικής ηλικίας ως προς τις ιδέες τους σχετικά με το σχήμα της γης.

Νοητικά μοντέλα για το σχήμα της γης

Έχουμε υιοθετήσει τον όρο *νοητικό μοντέλο* για να αναφερθούμε σ' ένα ορισμένο είδος νοητικής αναπαράστασης που διαφέ-

ρει από τα άλλα είδη νοητικών αναπαραστάσεων (π.χ., προτασιακά μοντέλα, σημασιολογικά δίκτυα, σχήματα) στο ότι διατηρεί μια αναλογική σχέση με το αντικείμενο που αναπαριστά (για περισσότερες πληροφορίες βλέπε Johnson-Laird, 1983, Vosniadou and Ortony, 1989). Υποθέτουμε ότι οι άνθρωποι σχηματίζουν νοητικές παραστάσεις του φυσικού κόσμου που τις χρησιμοποιούν για να απαντούν σε ερωτήσεις, να λύνουν προβλήματα, ή για να επικοινωνούν με τους άλλους ανθρώπους. Σε προηγούμενες μελέτες έχουμε προσπαθήσει να καταλάβουμε τις νοητικές αναπαραστάσεις των παιδιών για τη γη και να περιγράψουμε τον τρόπο με τον οποίο αλλάζουν με το πέρασμα του χρόνου.

Οι μελέτες αυτές έχουν δείξει ότι τα παιδιά της σχολικής ηλικίας έχουν μεγάλη δυσκολία στο να σχηματίσουν το νοητικό μοντέλο μιας σφαιρικής γης. Για παράδειγμα, περίπου το 50% των παιδιών της πέμπτης τάξης του δημοτικού που ερευνήσαμε στις Η.Π.Α. είχαν σχηματίσει νοητικά μοντέλα της γης διαφορετικά από το σφαιρικό. Πιο συγκεκριμένα, τα ευρήματα είναι τα ακόλουθα: Τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας σχηματίζουν ένα *αρχικό νοητικό μοντέλο* μιας επίπεδης γης, που βασίζεται στην καθημερινή τους εμπειρία. Η γη αυτή είναι σταθερή, στηρίζεται πάνω σε χώμα ή νερό και πάνω απ' αυτήν υπάρχει ο ουρανός με τον ήλιο, τη σελήνη και τα άστρα. Στις πρώτες τάξεις του δημοτικού σχολείου, παρουσιάζονται μια σειρά από νοητικά μοντέλα που αποτελούν παρανοήσεις του σφαιρικού σχήματος της γης. Π.χ., τα παιδιά νομίζουν ότι η γη είναι στρογγυλή σαν δίσκος, ή ότι είναι μια κοίλη σφαίρα μέσα στην οποία ζουν οι άνθρωποι, ή ότι υπάρχουν δύο γαίες, μία επίπεδη πάνω στην οποία ζουν οι άνθρωποι και μία σφαιρική που είναι όμως ένας «πλανήτης» που βρίσκεται στον ουρανό. Έχουμε ονομάσει τα νοητικά αυτά μοντέλα *συνθετικά* γιατί φαίνεται να προ-

κύπτουν από τις προσπάθειες των παιδιών να συνθέσουν τις έννοιες της επίπεδης και σφαιρικής γης. Στην τρίτη και τελευταία φάση τα παιδιά καταλαβαίνουν ότι η γη είναι σφαιρική, υιοθετούν δηλαδή το *επιστημονικό μοντέλο* για το σχήμα της γης.

Το ερώτημα που γεννιέται από τα ευρήματα αυτά είναι: γιατί τα παιδιά του δημοτικού σχολείου δυσκολεύονται τόσο πολύ να κατανοήσουν το σφαιρικό σχήμα της γης; Σε προηγούμενες εργασίες μας (Vosniadou, 1992, 1994), υποστηρίζουμε ότι η έννοια του σφαιρικού σχήματος της γης είναι δύσκολη γιατί δεν μπορεί να προστεθεί στις προϋπάρχουσες γνώσεις των παιδιών χωρίς την ριζική αναδιοργάνωσή τους. Η ριζική αυτή αναδιοργάνωση απαιτείται γιατί τα παιδιά τοποθετούν τη γη στην κατηγορία των φυσικών σωμάτων και όχι στην κατηγορία των ουρανίων σωμάτων, και της αποδίδουν όλα τα χαρακτηριστικά που αποδίδουν στα φυσικά σώματα. Την θεωρούν δηλαδή ως ένα στερεό, σταθερό σώμα, που πρέπει να στηρίζεται σε κάτι για να μην πέσει «κάτω», και το οποίο ενυπάρχει σ' ένα χώρο που είναι οργανωμένος γύρω από την βασική διάσταση του «πάνω - κάτω» με σημείο αναφοράς την επίπεδη επιφάνεια της γης. Η κατανόηση της έννοιας της σφαιρικής γης, της γης ως ενός ουρανίου σώματος, ενός πλανήτη, απαιτεί την αναίρεση των παραπάνω εδραιωμένων προϋποθέσεων και την αντικατάστασή τους από ένα διαφορετικό εννοιολογικό πλαίσιο.

Η παγκοσμιότητα των αρχικών νοητικών μοντέλων

Η διαπολιτιστική μελέτη των νοητικών μοντέλων των παιδιών για τη γη και της αλλαγής τους, αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, γιατί μπορεί να προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την ορθότητα των παραπάνω παρατηρήσε-

ων. Δηλαδή, αν είναι σωστή η ερμηνεία μας ότι τα παιδιά σχηματίζουν ένα αρχικό νοητικό μοντέλο της γης ως ένα φυσικό σώμα και αποδίδουν σ' αυτήν όλες τις εδραιωμένες προϋποθέσεις τους σχετικά με τα φυσικά σώματα εν γένει, τότε θα περιμέναμε ότι παιδιά από διαφορετικές χώρες και διαφορετικούς πολιτισμούς θα σχημάτιζαν είτε ακριβώς τα ίδια αρχικά νοητικά μοντέλα ή τουλάχιστον σε μεγάλο βαθμό, παρόμοια. Αυτό πρέπει να συμβαίνει γιατί οι προϋποθέσεις και πεποιθήσεις για το φυσικό κόσμο βασίζονται σε καθημερινές εμπειρίες που θα πρέπει να είναι κοινές σ' όλα τα παιδιά, ανεξαρτήτως πολιτισμικού πλαισίου.

Πράγματι, μελέτες με παιδιά από την Ινδία καθώς και τα νησιά Σαμόα, (Vosniadou, 1993) έχουν δείξει ότι τα αρχικά νοητικά μοντέλα για τη γη των παιδιών που συναντούμε σε διαφορετικούς πολιτισμούς παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες μεταξύ τους. Ακόμη πιο σημαντικό είναι το εύρημα ότι όλα τα μοντέλα προκύπτουν από τις ίδιες βαθιά εδραιωμένες προϋποθέσεις των παιδιών για το πως είναι οργανωμένος ο φυσικός κόσμος γύρω τους: δηλαδή ότι το έδαφος πάνω στο οποίο ζουν οι άνθρωποι είναι επίπεδο, και ότι τα αντικείμενα ή οι άνθρωποι που βρίσκονται πάνω στη γη πρέπει να στηρίζονται από κάτι, αλλιώς θα πέσουν «κάτω».

Η συμβολή του πολιτισμικού πλαισίου στην αναδόμηση των αρχικών νοητικών μοντέλων

Εάν οι αρχικές απόψεις για τη γη που σχηματίζουν τα παιδιά, ανεξαρτήτως πολιτισμικού πλαισίου, πρέπει να είναι παρόμοιες, θα περιμέναμε να βρούμε τόσο ομοιότητες όσο και διαφορές στον τρόπο με τον οποίο τα αρχικά νοητικά μοντέλα αναδιοργανώνονται κατά την διάρκεια της ανάπτυξης. Οι αναμενόμενες ομοιότητες οφείλο-

νται στο γεγονός ότι στην σημερινή εποχή τα περισσότερα παιδιά, ανεξάρτητα από την συγκεκριμένη χώρα στην οποία ζουν, εκτίθενται στις ίδιες επιστημονικές απόψεις για το σχήμα της γης (ότι δηλαδή η γη είναι σφαιρική).

Οι διαφορές πρέπει με τη σειρά τους να αντανακλούν την επίδραση του συγκεκριμένου πολιτισμικού πλαισίου μέσα στο οποίο έχουν μεγαλώσει τα παιδιά. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στις Η.Π.Α. εντοπίζουν την επίδραση του δυτικού επιστημονικού μοντέλου στην αναδόμηση των αρχικών νοητικών μοντέλων των παιδιών.

Η κατάσταση όμως, είναι πιο περίπλοκη σε άλλους πολιτισμούς, όπως στον Ινδικό και τον Ελληνικό, όπου τα παιδιά έρχονται σε επαφή, μέσα από την μυθολογία και την ιστορία, με παραδοσιακές κοσμολογικές θεωρίες και πεποιθήσεις για τη διάταξη του φυσικού κόσμου, θεωρίες που διαφέρουν αρκετά από αυτό που σήμερα αποτελεί το αποδεκτό επιστημονικό μοντέλο. Ωστόσο και στους πολιτισμούς αυτούς, το δυτικό επιστημονικό μοντέλο είναι αυτό που, όπως είναι λογικό, διδάσκεται στα παιδιά, ενώ τα παραδοσιακά μοντέλα είναι προσιτά μόνο μέσα από την μυθολογία.

Οι μελέτες μας στην Ινδία (Samagarun-gavan and Vosniadou, 1988), έχουν δείξει ότι οι αυτόχθονες αυτές θεωρίες είναι δυνατό να επηρεάσουν την αναδιοργάνωση των νοητικών μοντέλων στον τομέα της αστρονομίας. Η επίδραση αυτή φαίνεται να είναι ακόμη πιο σημαντική στα σημεία όπου η τοπική κοσμολογική θεωρία πλησιάζει περισσότερο τη φαινομενολογική εμπειρία του παιδιού για τον κόσμο και συνεπώς τα αρχικά νοητικά μοντέλα που σχηματίζει βασισόμενο σ' αυτήν την εμπειρία.

Για παράδειγμα, μια καλά διαρθρωμένη θεωρία της Ινδικής παράδοσης προτείνει ότι η γη έχει το σχήμα ενός ρηχού δίσκου που επιπλέει στο νερό. Το σχήμα αυτό του δίσκου βρίσκεται πιο κοντά στο νοητικό μο-

ντέλο της επίπεδης γης από ό,τι στο επιστημονικό μοντέλο της σφαιρικής γης. Οι μελέτες σε παιδιά που έχουν μεγαλώσει στις Η.Π.Α. έχουν δείξει ότι μερικά παιδιά του δημοτικού σχολείου παρερμηνεύουν την πληροφορία ότι η γη είναι στρογγυλή σαν σφαίρα και νομίζουν ότι η γη είναι στρογγυλή σαν δίσκος. Ο δίσκος έχει το πλεονέκτημα ότι συνδυάζει και το επίπεδο και το στρογγυλό σχήμα. Το μοντέλο της γης - δίσκου όμως είναι πολύ πιο συχνό σε παιδιά που μεγάλωσαν στην Ινδία. Ειδικά το μοντέλο του δίσκου που επιπλέει στο νερό δεν συναντάται καθόλου στις Η.Π.Α., ενώ είναι πολύ συνηθισμένο στις Ινδίες, αντίθετα με το μοντέλο της κοίλης σφαίρας που συναντάται πολύ συχνά στις Η.Π.Α., αλλά στις Ινδίες είναι πολύ σπάνιο. Τα ευρήματα αυτά είναι ενδεικτικά της επίδρασης του πολιτισμικού πλαισίου στην αναδόμηση των αρχικών νοητικών μοντέλων.

Η παρούσα έρευνα

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνήσει τα νοητικά μοντέλα για την γη που σχηματίζουν οι Έλληνες μαθητές. Υποθέσαμε ότι τα Ελληνόπουλα, όπως και τα παιδιά που μεγαλώνουν στις Ινδίες, στις Η.Π.Α. και στα νησιά Σαμόα, θ' αρχίσουν σχηματίζοντας το νοητικό μοντέλο μιας επίπεδης γης η οποία στηρίζεται σε χώμα ή σε νερό, θεωρώντας τη γη ως ένα φυσικό σώμα και αποδίδοντας σ' αυτό τις ίδιες εδραιωμένες πεποιθήσεις που τα παιδιά αποδίδουν στα φυσικά σώματα, βασισμένα στις καθημερινές τους εμπειρίες.

Υποθέσαμε επί πλέον ότι στη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής από το αρχικό αυτό επιστημονικό μοντέλο, τα παιδιά που μεγαλώνουν στην Ελλάδα θα σχηματίσουν διάφορα «συνθετικά μοντέλα» για τη γη. Παρ' όλο που αναμέναμε ότι η ακριβής φύση αυτών των μοντέλων θα έχει ε-

πηρεαστεί από το συγκεκριμένο πολιτιστικό πλαίσιο στο οποίο μεγαλώνουν οι Έλληνες μαθητές, ωστόσο, αναμέναμε ότι τα συνθετικά αυτά μοντέλα θα μπορούσαν να ερμηνευτούν, όπως και στις άλλες περιπτώσεις, ως αποτέλεσμα της προσπάθειας των παιδιών να εναρμονίσουν τις πληροφορίες που παίρνουν σχετικά με το σχήμα της γης, με τις εδραιωμένες πεποιθήσεις τους για τα φυσικά σώματα.

ΜΕΘΟΔΟΣ

Υποκείμενα Στην έρευνα έλαβαν μέρος συνολικά 109 παιδιά (54 αγόρια και 55 κορίτσια) από ένα δημοτικό σχολείο του δυτικού τομέα της Θεσσαλονίκης. Από αυτά, τα 19 παρακολουθούσαν το νηπιαγωγείο (μέσος όρος ηλικίας 5 ετών, 9 μηνών και 17 ημερών), 34 την πρώτη τάξη (μέσος όρος ηλικίας 6 ετών, 7 μηνών και 22 ημερών), 30 στην τρίτη τάξη (μέσος όρος ηλικίας 8 ετών, 10 μηνών και 7 ημερών), και 26 την έκτη τάξη (μέσος όρος ηλικίας 11 ετών, 6 μηνών και 19 ημερών).

Ερωτηματολόγιο Τα παιδιά που πήραν μέρος στην έρευνα, εξετάστηκαν σε ένα ερωτηματολόγιο 207 ερωτήσεων, το οποίο ήταν ακριβής μετάφραση του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε και στις προηγούμενες έρευνες. Οι ερωτήσεις αφορούσαν στο σχήμα, στο μέγεθος, στη σύνθεση, στην κίνηση και στην σχετική απόσταση της γης, του ήλιου, της σελήνης και των άστρων. Υπήρχαν επίσης ερωτήσεις σχετικά με την έννοια της βαρύτητας και των φαινομένων της μέρας/νύχτας, των εποχών, των φάσεων της σελήνης και των εκλείψεων.

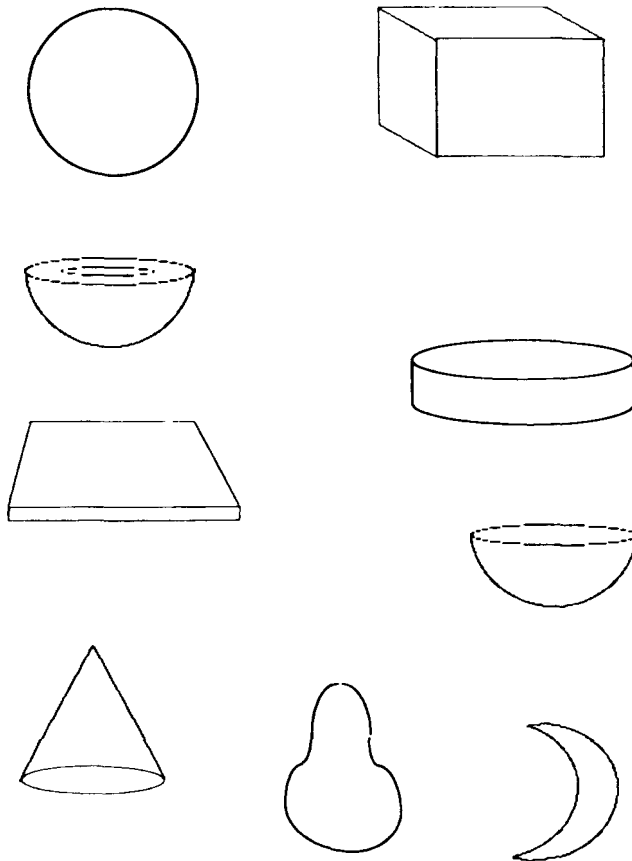
Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου δίνονταν στα παιδιά με δύο διαφορετικούς τρόπους. Στο πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου, ζητούσαμε από τα παιδιά να απαντήσουν λεκτικά χωρίς τη βοήθεια κάποιου

εποπτικού μέσου. Στο δεύτερο μέρος, τα παιδιά έπρεπε να κατασκευάσουν ένα μοντέλο της γης, του ήλιου και της σελήνης από πλαστελίνη και στη συνέχεια να απαντήσουν στις ίδιες ερωτήσεις με βάση τα μοντέλα που είχαν τα ίδια κατασκευάσει.

Το συγκεκριμένο αυτό άρθρο αναφέρεται στις αντιλήψεις των παιδιών για το σχήμα της γης. Τα δεδομένα που αναλύονται βασίζονται στις απαντήσεις των παιδιών στις 25 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου που αφορούν στα συγκεκριμένα αυτά θέματα.

Οι πρώτες 16 ερωτήσεις για το σχήμα της γης προέρχονται από το λεκτικό μέρος του ερωτηματολογίου, ενώ οι επόμενες 8 διαφοροποιούνται ανάλογα με το μοντέλο

από πλαστελίνη που κατασκεύασε το κάθε παιδί. Σε μια τελευταία ερώτηση τα παιδιά έπρεπε να επιλέξουν το σωστό, κατά τη γνώμη τους, μοντέλο της γης ανάμεσα σε εννέα διαφορετικά μοντέλα από πλαστελίνη: Το μοντέλο της σφαιρικής γης, της τετράγωνης γης, της κυβικής γης, του ημισφαιρίου, της κωνικής γης, και της γης σε σχήμα κολοκύθας. Τα μοντέλα αυτά που είχαν το ίδιο χρώμα και μέγεθος περιγράφονται στο σχήμα 1. Στα μοντέλα αυτά περιλαμβάνονταν τα μοντέλα που τα παιδιά συστηματικά επέλεξαν στις έρευνες που προηγήθηκαν, αλλά και μερικά που θεωρήθηκε απίθανο να τα συσχετίσουν με το σχήμα της γης, όπως π.χ., η κολοκύθα και η κωνική



Σχήμα 1: Μοντέλα από πλαστελίνη από τα οποία τα παιδιά έπρεπε να επιλέξουν εκείνο που νόμιζαν ότι είχε σχήμα όμοιο με της γης

γη, καθώς δεν ανταποκρίνεται ούτε σε ένα διαισθητικό επίπεδο μοντέλο, ούτε σε κάποιο ενδιάμεσο συνθετικό μοντέλο. Τα απίθανα αυτά μοντέλα συμπεριλήφθηκαν για να βεβαιωθούμε ότι η επιλογή των παιδιών δεν γινόταν με τυχαίο τρόπο.

Σε περίπτωση που το μοντέλο της γης που είχαν επιλέξει στην παραπάνω ερώτηση ήταν διαφορετικό από εκείνο που είχαν κατασκευάσει νωρίτερα με πλαστελίνη, ζητούσαμε από τα παιδιά να εξηγήσουν αυτή τη διαφορά.

Όσον αφορά στην μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου μπορούν να διακριθούν στις εξής κατηγορίες:

1) *Ερωτήσεις γνώσεων.* Οι απαντήσεις στις ερωτήσεις αυτού του τύπου βασίζονται σε βασικές γνώσεις, που το παιδί συνήθως παίρνει από το οικογενειακό, το σχολικό ή το ευρύτερο κοινωνικό περιβάλλον, τα βιβλία ή τα μέσα ενημέρωσης. Η ερώτηση «Ποιο είναι το σχήμα της γης;», είναι μια ερώτηση αυτού του είδους.

2) *Επεξηγηματικές ερωτήσεις.* Στις ερωτήσεις αυτές ζητείται από το παιδί να επεξηγήσει κάποιο γεγονός. Τέτοιες είναι ερωτήσεις όπως: «Γιατί δεν πέφτουν οι άνθρωποι από το τέλος της γης;», ή η ερώτηση που γινόταν στα παιδιά που είχαν υποστηρίξει ότι η γη είναι στρογγυλή: «Αυτή είναι η εικόνα ενός σπιτιού (Δείχναμε μια ζωγραφιά μ' ένα σπίτι στο μέσο μιας επίπεδης έκτασης). Το σπίτι αυτό είναι πάνω στη γη, έτσι δεν είναι; Πως γίνεται η γη να είναι εδώ επίπεδη, ενώ εσύ είπες ότι είναι...; (Χρησιμοποιήσαμε την ακριβή έκφραση του παιδιού π.χ. στρογγυλή, σφαίρα, κύκλος κ.λπ.). Οι ερωτήσεις αυτές μας δίνουν πληροφορίες για το επεξηγηματικό πλαίσιο που χρησιμοποιεί το παιδί για να κατανοήσει τα φαινόμενα που μας ενδιαφέρουν.

3) *Παραγωγικές ερωτήσεις.* Στις ερωτήσεις αυτές απαιτείται η ενεργός συμμε-

τοχή του παιδιού. Πρόκειται για ερωτήσεις που το παιδί πιθανόν δεν έχει ξανασυναντήσει και αφορούν σε θέματα που δεν έχει διδαχθεί. Παραδείγματα τέτοιου είδους ερωτήσεων είναι τα ακόλουθα: «Αν κάποιος περπατούσε πολλές μέρες θα έφθανε ποτέ στο τέλος της γης; Έχει τέλος η γη; Θα μπορούσε κανείς να πέσει απ' το τέλος της γης; ή ακόμη: Αν κάποιος έσκαβε μια τρύπα από το ένα μέρος της γης στο άλλο και προχωρούσε μέσα στην τρύπα τι θα έβλεπε έξω όταν έφθανε στο τέλος της τρύπας;» Οι ερωτήσεις αυτές απαιτούν τη δημιουργία μιας νοητικής αναπαράστασης της γης που να περιέχει πληροφορίες για το σχήμα της. Δεν μπορούν να απαντηθούν με βάση κάποιες πληροφορίες που το παιδί έχει διδαχθεί στο σχολείο αλλά που πιθανόν δεν έχει πλήρως αφομοιώσει. Για το λόγο αυτό οι παραγωγικές ερωτήσεις παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για το είδος των νοητικών αναπαραστάσεων που το παιδί χρησιμοποιεί όταν σκέφτεται.

Διαδικασία. Για τη συγκέντρωση των δεδομένων που αποτέλεσαν τη βάση αυτής της έρευνας δούλεψαν τρεις (3) ομάδες των δύο (2) ατόμων. Έργο της κάθε ομάδας ήταν να υποβάλλει τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου στα παιδιά που εξετάστηκαν και να συγκεντρώσει τις απαντήσεις τους.

Κατά την υποβολή του ερωτηματολογίου, η κάθε ομάδα αποσυρόταν σε κάποια άδεια αίθουσα του σχολείου που είχε διατεθεί ειδικά για το σκοπό αυτό και εκεί προχωρούσε σε συνέντευξη ενός διαφορετικού κάθε φορά παιδιού. Στα παιδιά εξηγήσαμε ότι αυτό για το οποίο ενδιαφερόμαστε ήταν να δούμε τι πίστευαν για τη γη, τον ήλιο, το φεγγάρι και τα αστέρια και όχι να εξετάσουμε και να βαθμολογήσουμε τις γνώσεις τους. Το ένα από τα δύο άτομα έκανε στο παιδί τις ερωτήσεις, ακολουθώντας ακριβώς τη σειρά τους στο ερωτημα-

τολόγιο ώστε οι απαντήσεις των παιδιών να είναι όσο το δυνατόν πιο ανεπηρέαστες. Παράλληλα το δεύτερο άτομο κατέγραφε και μαγνητοφωνούσε την όλη διαδικασία.

Η διάρκεια της συνέντευξης ήταν περίπου μια ώρα κάθε φορά, ανάλογα βέβαια και με την συμμετοχή του κάθε παιδιού. Επειδή τις περισσότερες φορές τα παιδιά κουράζονταν από το θεωρητικό, λεκτικό μέρος του ερωτηματολογίου, γινόταν ένα μικρό διάλειμμα, πριν περάσουν στο δεύτερο μέρος με τα μοντέλα της πλαστελίνης.

Βαθμολογία Επειδή ο σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας ήταν να διαπιστώσουμε αν οι έννοιες για το σχήμα της γης που βρέθηκαν στις προηγούμενες έρευνες είναι οι ίδιες με αυτές που συναντούμε στους Έλληνες μαθητές, θεωρήσαμε αναγκαίο να ταξινομήσουμε τις απαντήσεις των παιδιών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, στις κατηγορίες εκείνες που είχαν ήδη χρησιμοποιηθεί στις προηγούμενες έρευνες. Έτσι, έγινε η πρώτη ταξινόμηση με βάση το βαθμολόγιο που είχε χρησιμοποιηθεί στην έρευνα που διεξήχθη με παιδιά από τις Η.Π.Α.. Κατά τη διαδικασία όμως διαπιστώθηκε ότι για να κρατηθεί κάθε λεπτομέρεια από τις απαντήσεις, ώστε αυτές να μην αλλοιωθούν, ήταν απαραίτητη η προσθήκη καινούριων κατηγοριών. Μετά την προσθήκη των επιμέρους κατηγοριών έγινε δεύτερη ταξινόμηση των απαντήσεων. Κατά την επεξεργασία των Ελληνικών δεδομένων, αναγκαστήκαμε να προσθέσουμε καινούρια νοητικά μοντέλα για το σχήμα της γης. Η τελική μορφή που πήρε η ταξινόμηση των νοητικών μοντέλων για το σχήμα της γης παρουσιάζεται στα αποτελέσματα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

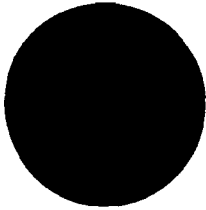
Αφού συγκεντρώσαμε τις απαντήσεις των παιδιών σε όλες τις ερωτήσεις σχετικά

με το σχήμα της γης, προσπαθήσαμε να δούμε αν οι απαντήσεις αυτές συμφωνούσαν με τα νοητικά μοντέλα για το σχήμα της γης που είχαμε ανακαλύψει με τα αγγλόφωνα παιδιά (Vosniadou and Brewer, 1992).

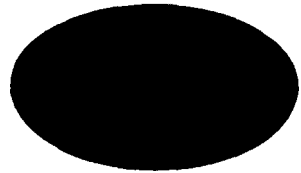
Το κάθε ερωτηματολόγιο βαθμολογήθηκε από δύο κριτές. Το ποσοστό διαφωνίας των δύο κριτών στην αρχική βαθμολόγηση ήταν 2,4%. Επειδή όμως κρίθηκε απαραίτητη η προσθήκη νέων κατηγοριών, αποφασίσαμε να προσφύγουμε και σ' ένα τρίτο κριτή, ο οποίος χρησιμοποίησε το βαθμολόγιο στην τελική του μορφή. Το δεύτερο ποσοστό διαφωνίας ήταν 2,1%. Όλες οι διαφωνίες που προέκυψαν συζητήθηκαν μέχρις ότου οι κριτές να καταλήξουν σε συμφωνία. Είναι σημαντικό να διευκρινίσουμε εδώ ότι οι απαντήσεις των παιδιών διαχωρίστηκαν σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες. (α) αναμενόμενες, (β) μη αποδεκτές παρεκκλίσεις, και (γ) αποδεκτές παρεκκλίσεις. Οι αναμενόμενες απαντήσεις είναι οι απαντήσεις που συμφωνούν με την κατηγορία του νοητικού μοντέλου στην οποία αποφασίζεται ότι ανήκει το παιδί. Ως μη αποδεκτές παρεκκλίσεις θεωρούνται οι απαντήσεις που έρχονται σε αντίθεση με το συγκεκριμένο μοντέλο. Για παράδειγμα, η απάντηση ότι η γη έχει ένα τέλος από το οποίο μπορεί να πέσει κανείς είναι ασυμβίβαστη με το μοντέλο της σφαιρικής γης. Ακόμη και μία μόνο μη αποδεκτή απάντηση ήταν αρκετή για τον αποκλεισμό του παιδιού από το μοντέλο με το οποίο υπήρχε ασυνέπεια. Τέλος, ως αποδεκτές παρεκκλίσεις θεωρούνται οι απαντήσεις που ναι μεν δεν συμφωνούν με το συγκεκριμένο μοντέλο, αλλά μπορούν να δικαιολογηθούν ως σημασιολογικά λάθη ή αποτέλεσμα της ανησυχίας του παιδιού να κατανοήσει και να απαντήσει σωστά στην ερώτηση. Για παράδειγμα η απάντηση «κύκλος» στην ερώτηση 72 «Ποιο είναι το σχήμα της γης;», μπορεί να υπονοεί ότι η γη είναι στρογγυλή σαν δίσκος, μπορεί όμως να δοθεί και από ένα

παιδί που ξέρει ότι η γη είναι σφαιρική, αλλά δεν ξέρει τη λέξη «σφαίρα» ή νομίζει ότι η λέξη «σφαίρα» και η λέξη «κύκλος» είναι συνώνυμες.

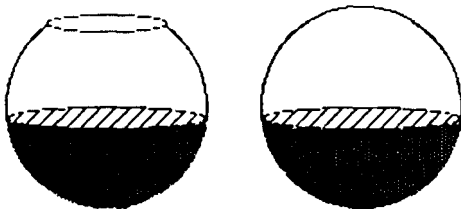
Τα νοητικά μοντέλα που εντοπίστηκαν στα Ελληνόπουλα του δείγματός μας ήταν τα ακόλουθα: Σφαιρική γη, ελλειψοειδής σφαίρα, πεπλατυσμένη σφαίρα, κοίλη γη, η-



ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΓΗ



ΕΛΛΕΙΨΟΕΙΔΗΣ ΣΦΑΙΡΑ



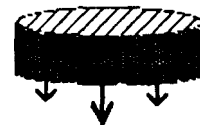
ΚΟΙΛΗ ΓΗ



ΠΕΠΛΑΤΥΣΜΕΝΗ ΣΦΑΙΡΑ



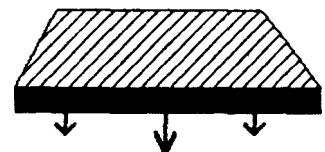
ΚΟΜΜΕΝΗ ΣΦΑΙΡΑ



ΔΙΣΚΟΣ ΡΙΖΩΜΕΝΟΣ ΣΤΟ ΧΩΜΑ



ΔΙΣΚΟΣ ΠΟΥ ΑΙΩΡΕΙΤΑΙ ΣΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ



ΤΕΤΡΑΓΩΝΗ ΓΗ

Σχήμα 2. Νοητικά μοντέλα των παιδιών για το σχήμα της γης

μισφαίριο (κομμένη σφαίρα), δίσκος που αιωρείται στο διάστημα, δίσκος ριζωμένος στο χώμα και τετράγωνη γη. Τα μοντέλα αυτά φαίνονται στο σχήμα 2 και περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια.

Σφαιρική γη: Τοποθετήσαμε στην κατηγορία αυτή τα παιδιά που όλες οι απαντήσεις τους ήταν συνεπείς με τη συστηματική χρήση του νοητικού μοντέλου μιας σφαιρικής γης που αιωρείται στο διάστημα. Από το συνολικό δείγμα των 109 παιδιών, 44 παιδιά κατατάχτηκαν στο μοντέλο αυτό.

Στη συνέχεια παραθέτουμε ως παράδειγμα τις απαντήσεις ενός παιδιού που χρησιμοποίησε συστηματικά το νοητικό μοντέλο της σφαιρικής γης.

(Γιώργος, τρίτη Δημοτικού)

Ερευνητής: Ποιο είναι το σχήμα της γης;

Παιδί: Στρογγυλό

Ερευνητής: Αυτή είναι η εικόνα ενός σπιτιού. Αυτό το σπίτι είναι στη γη. Έτσι δεν είναι; Πως γίνεται εδώ η γη να είναι επίπεδη, ενώ εσύ είπες ότι η γη είναι στρογγυλή;

Παιδί: Δεν είμαστε τόσο μεγάλοι για να δούμε τη γη. Επειδή ζούμε στις πόλεις τα βλέπουμε μικρά. Από ένα διαστημόπλοιο τη βλέπουμε αλλιώς.

Ερευνητής: Αν κάποιος περπατούσε για πολλές μέρες, θα μπορούσε να φθάσει στο τέλος της γης;

Παιδί: Όχι μεπρδεύεσαι και κάνεις το γύρο του κόσμου και πολλές φορές νομίζεις ότι έχει και τέλος.

Ερευνητής: Αν κάποιος έσκαβε μια τρύπα από το ένα μέρος της γης στο άλλο και προχωρούσε μέσα στην τρύπα, τι θα έβλεπε έξω όταν έφθανε στο τέλος της τρύπας;

Παιδί: Σπίτια, χώρες

Ερευνητής: Τι υπάρχει πάνω από τη γη;

Παιδί: Ουρανός, αστέρια, ήλιος, φεγγάρι

Ερευνητής: Που ζουν οι άνθρωποι στη γη;

Παιδί: Παντού. Και πάνω και κάτω και δίπλα

Ερευνητής: Μπορείς να μου κάνεις τη γη

έτσι όπως είναι το σχήμα της στην πραγματικότητα;

Παιδί: (Το παιδί έφτιαξε με την πλαστελίνη μια σφαίρα)

Ερευνητής: Ποιο από αυτά έχει σχήμα όμοιο με το σχήμα της γης;

Παιδί: (Επέλεξε το σφαιρικό)

Ελλειψοειδής γη: Τοποθετήσαμε στην κατηγορία αυτή τα παιδιά που έδωσαν απαντήσεις συνεπείς με το νοητικό μοντέλο μιας ελλειψοειδούς γης που αιωρείται στο διάστημα. Από τα παιδιά που κατατάξαμε στο μοντέλο της ελλειψοειδούς γης, πήραμε απαντήσεις όμοιες με αυτές των παιδιών που είχαν καταταχθεί στο μοντέλο της σφαιρικής γης. Η διαφορά τους έγκειται μόνο στις απαντήσεις που δίνουν στις ερωτήσεις: «Ποιο είναι το σχήμα της γης;» και «Μπορείς να κάνεις τη γη (με πλαστελίνη) έτσι όπως είναι το σχήμα της στην πραγματικότητα;», όπου λένε ότι το σχήμα της γης δεν είναι ακριβώς σφαιρικό αλλά «ελλειψοειδές» ή σαν «αυγό». Θεωρήσαμε αναγκαίο να διαφοροποιήσουμε τα παιδιά που είχαν το νοητικό μοντέλο της ελλειψοειδούς γης από τα παιδιά που είχαν το νοητικό μοντέλο της σφαιρικής γης γιατί το πρώτο, που ήταν τόσο δημοφιλές στο Ελληνικό δείγμα, δεν παρουσιάστηκε καθόλου στις απαντήσεις των παιδιών των Η.Π.Α. και δείχνει μια διαπολιτιστική διαφορά.

Ακολουθεί το παράδειγμα ενός παιδιού που έχει σχηματίσει το μοντέλο της ελλειψοειδούς γης.

(Αποστόλης, έκτη Δημοτικού)

Ερευνητής: Ποιο είναι το σχήμα της γης;

Παιδί: Ελλειψοειδές σφαιρικό.

Ερευνητής: Αυτή είναι η εικόνα ενός σπιτιού. Αυτό το σπίτι είναι στη γη. Έτσι δεν είναι; Πως γίνεται εδώ η γη να είναι επίπεδη ενώ εσύ είπες ότι είναι στρογγυλή;

Παιδί: Αυτό δεν μπορεί να φανεί στους χάρτες, όπως το πορτοκάλι που είναι σφαιρικό. Πρέπει να τη δούμε από τη σελήνη.

Ερευνητής: Αν κάποιος περπατούσε για πολλές μέρες, θα μπορούσε να φθάσει στο τέλος της γης;

Παιδί: Όχι, θα ξαναβρισκόταν στο ίδιο μέρος που είχε ξεκινήσει.

Ερευνητής: Αν κάποιος έσκαβε μια τρύπα από το ένα μέρος της γης στο άλλο και προχωρούσε μέσα στην τρύπα, τι θα έβλεπε έξω όταν έφθανε στο τέλος της τρύπας;

Παιδί: Σπίτια, χώρες.

Ερευνητής: Που ζουν οι άνθρωποι στη γη;

Παιδί: Παντού πάνω στη γη.

Ερευνητής: Μπορείς να μου κάνεις τη γη όπως είναι το σχήμα της στην πραγματικότητα;

Παιδί: (Έφτιαξε μια σφαίρα την οποία πίεσε στις άκρες λέγοντας:) Είναι πατημένη στις άκρες και εξογκωμένη στον ισημερινό κοντά.

Ερευνητής: Ποιο από αυτά έχει σχήμα όμοιο με το σχήμα της γης;

Παιδί: (Επέλεξε το σφαιρικό).

Πεπλατυσμένη σφαίρα: Στην κατηγορία αυτή εντάξαμε τα παιδιά που οι απαντήσεις τους έδιναν μια σαφή εικόνα ενός νοητικού μοντέλου σύμφωνα με το οποίο η γη αποτελείται από δύο πεπλατυσμένα ημισφαίρια. Τα παιδιά αυτά φαίνεται να έχουν λύσει το πρόβλημα της βαρύτητας και κατά συνέπεια της ιδέας ότι οι άνθρωποι ζουν στο εξωτερικό μέρος της γης, χωρίς να πέφτουν. Αυτό όμως που τους εμποδίζει να δεχτούν το σφαιρικό μοντέλο της γης είναι το γεγονός ότι δεν έχουν λύσει το πρόβλημα πώς η γη, που εμπειρικά την βιώνουν ως επίπεδη, γίνεται να είναι ταυτόχρονα και σφαιρική. Το πρόβλημα αυτό φαίνεται να το λύνουν υιοθετώντας ένα μοντέλο όπου η γη είναι σφαίρα αλλά ταυτόχρονα το επάνω και το κάτω μέρος όπου

ζουν οι άνθρωποι είναι επίπεδο. Από το συνολικό δείγμα 3 παιδιά κατατάχθηκαν στην κατηγορία αυτή.

Ακολουθεί το παράδειγμα ενός παιδιού που κατατάχτηκε στην κατηγορία του μοντέλου της πεπλατυσμένης σφαίρας.

(Έλλη, έκτη Δημοτικού)

Ερευνητής: Ποιο είναι το σχήμα της γης;

Παιδί: Σχεδόν στρογγυλή.

Ερευνητής: Αυτή είναι η εικόνα ενός σπιτιού. Αυτό το σπίτι είναι στη γη. Έτσι δεν είναι; Πώς γίνεται εδώ η γη να είναι επίπεδη ενώ εσύ είπες ότι είναι στρογγυλή;

Παιδί: Η γη είναι στρογγυλή αλλά εκεί που μένουμε εμείς είναι επίπεδη.

Ερευνητής: Αν κάποιος περπατούσε για πολλές μέρες, θα μπορούσε να φτάσει στο τέλος της γης;

Παιδί: Όχι, γυρνάει και πάλι στο ίδιο μέρος της γης.

Ερευνητής: Αν κάποιος έσκαβε μια τρύπα από το ένα μέρος της γης στο άλλο και προχωρούσε μέσα στην τρύπα, τι θα έβλεπε έξω όταν έφθανε στο τέλος της τρύπας;

Παιδί: Κενό.

Ερευνητής: Τι υπάρχει κάτω από τη γη;

Παιδί: Κενό.

Ερευνητής: Τι υπάρχει πάνω από τη γη;

Παιδί: Κενό.

Ερευνητής: Που ζουν οι άνθρωποι στη γη;

Παιδί: Παντού στο πάνω και κάτω μέρος.

Ερευνητής: Μπορείς να μου κάνεις τη γη έτσι όπως είναι το σχήμα της στην πραγματικότητα;

Παιδί: (Έφτιαξε μια πεπλατυσμένη σφαίρα).

Ερευνητής: Ποιο από αυτά έχει σχήμα όμοιο με το σχήμα της γης;

Παιδί: (Επέλεξε το σφαιρικό).

Κοίλη σφαίρα: Το βασικό χαρακτηριστικό του μοντέλου της κοίλης σφαίρας είναι ότι τα παιδιά πιστεύουν ότι η σφαιρική γη

είναι κοίλη στο εσωτερικό της και οι άνθρωποι ζουν πάνω σε επίπεδο έδαφος μέσα στο εσωτερικό της γης. Δώδεκα (12) συνολικά παιδιά κατατάχτηκαν στο μοντέλο της κοίλης σφαίρας.

Ενώ αρχικά κατατάξαμε όλα τα παιδιά που μας έλεγαν «ότι οι άνθρωποι ζουν μέσα στη γη», στην ίδια κατηγορία, στη συνέχεια αναγκαστήκαμε να κάνουμε διάκριση ανάμεσα σε δύο διαφορετικά μοντέλα τα οποία δεν ήμασταν όμως ικανοί, με βάση τις ερωτήσεις που είχαμε στο ερωτηματολόγιο, να προσδιορίσουμε πάντα με ακρίβεια.

Στο πρώτο μοντέλο τα παιδιά φαντάζονταν τη γη σαν μια κοίλη σφαίρα είτε τελείως κλειστή από επάνω, είτε ανοιχτή (σχήμα 2) με τους ανθρώπους να ζουν βαθιά στο εσωτερικό της γης, σε επίπεδο έδαφος. Στο δεύτερο μοντέλο τα παιδιά φαντάζονταν ότι η σφαιρική γη αποτελείται από δύο ημισφαίρια από τα οποία το πάνω ημισφαίριο είναι ο ουρανός και το κάτω είναι το έδαφος που ο ουρανός καλύπτει σαν θόλος. Οι άνθρωποι ζουν στο επίπεδο στρώμα του κάτω ημισφαιρίου. Το μοντέλο αυτό μοιάζει πολύ με το μοντέλο που ανακάλυψε στις αρχικές του έρευνες ο Nussbaum (1979), σε παιδιά από το Ισραήλ.

Στη συνέχεια δίνουμε το παράδειγμα ενός παιδιού που έχει σχηματίσει το μοντέλο της κοίλης γης.

(Αριστείδης, τρίτη Δημοτικού)

Ερευνητής: Ποιο είναι το σχήμα της γης;

Παιδί: Στρογγυλό.

Ερευνητής: Αυτή είναι η εικόνα ενός σπιτιού. Αυτό το σπίτι είναι στη γη. Έτσι δεν είναι; Πώς γίνεται εδώ η γη να είναι επίπεδη ενώ εσύ είπες ότι είναι στρογγυλή;

Παιδί: Μέσα που είναι τα σπίτια είναι ίσια, έξω είναι στρογγυλή.

Ερευνητής: Αν κάποιος περπατούσε για πολλές μέρες, θα μπορούσε να φτάσει στο τέλος της γης;

Παιδί: Ναι, αλλά δεν το φθάνεις.

Ερευνητής: Θα μπορούσε κάποιος να περπατήσει από το τέλος της γης;

Παιδί: Θα μπορούσε.

Ερευνητής: Που θα έπεφτε;

Παιδί: Στο διάστημα.

Ερευνητής: Αν κάποιος έσκαβε μια τρύπα από το ένα μέρος της γης στο άλλο και προχωρούσε μέσα στην τρύπα, τι θα έβλεπε έξω, όταν έφθανε στο τέλος της τρύπας;

Παιδί: Το διάστημα, τους δορυφόρους, πυραύλους, διαστημόπλοια.

Ερευνητής: Τι υπάρχει κάτω από τη γη;

Παιδί: Το διάστημα.

Ερευνητής: Τι υπάρχει πάνω από τη γη;

Παιδί: Πάλι το διάστημα.

Ερευνητής: Που ζουν οι άνθρωποι στην γη;

Παιδί: Από μέσα.

Ερευνητής: Μπορείς να μου κάνεις τη γη έτσι όπως είναι το σχήμα της στην πραγματικότητα;

Παιδί: (Έφτιαξε μια σφαίρα).

Ερευνητής: (Δείχνει στο παιδί την εικόνα με το σπίτι) Πως εδώ είναι η γη επίπεδη ενώ εσύ την έφτιαξες στρογγυλή;

Παιδί: (Κάνει με τα δάχτυλά του τρύπες στην μπάλλα από πλαστελίνη). Εδώ μέσα που ζουν οι άνθρωποι είναι ίσια, απ' έξω είναι στρογγυλή.

Ερευνητής: Έχει η γη τέλος; Δείξε μου το τέλος της γης.

Παιδί: Έχει. (Δείχνει το πάνω μέρος της επιφάνειας της σφαίρας).

Ερευνητής: Ποιο από αυτά έχει σχήμα όμοιο με το σχήμα της γης;

Παιδί: (Επέλεξε το σφαιρικό).

Ημισφαίριο: Στην κατηγορία του ημισφαιρίου κατατάξαμε τα παιδιά που στην προσπάθειά τους να λύσουν το πρόβλημα της επίπεδης/σφαιρικής γης φαντάζονται τη γη σαν μια σφαίρα κομμένη στη μέση. Έτσι επιτυγχάνουν το συνδυασμό του σφαιρικού

σχήματος στο κάτω μέρος του μοντέλου και του επίπεδου στο πάνω μέρος, όπου ζουν οι άνθρωποι.

Η διαφορά ανάμεσα στα παιδιά αυτής της κατηγορίας και εκείνα της πεπλατυσμένης σφαίρας, είναι ότι τα παιδιά αυτής της κατηγορίας δεν έχουν αποδεχτεί την ιδέα ότι οι άνθρωποι είναι δυνατόν να ζουν και στο «κάτω» μέρος της γης. Έτσι φαντάζονται σαν επίπεδο τμήμα το πάνω μέρος της σφαίρας, όπου ζουν οι άνθρωποι. Στην κατηγορία αυτή κατατάχτηκαν τρία (3) παιδιά.

Στη συνέχεια ακολουθεί το παράδειγμα ενός παιδιού που κατατάχτηκε στο μοντέλο του ημισφαιρίου.

(Θάλεια, πρώτη Δημοτικού)

Ερευνητής: Ποιο είναι το σχήμα της γης;

Παιδί: Στρογγυλό σαν κύκλος.

Ερευνητής: Αυτή είναι η εικόνα ενός σπιτιού. Αυτό το σπίτι είναι στη γη. Έτσι δεν είναι; Πώς γίνεται εδώ η γη να είναι επίπεδη ενώ εσύ είπες ότι είναι στρογγυλή;

Παιδί: Γιατί από κάτω η γη είναι στρογγυλή. Πάνω στο χώμα είναι επίπεδη. Τα σπίτια είναι στο χώμα.

Ερευνητής: Αν κάποιος περπατούσε για πολλές μέρες, θα μπορούσε να φτάσει στο τέλος της γης;

Παιδί: Όχι, θα πηγαίνει σε άλλο χωριό. Γιατί όπου πηγαίνουμε είναι χωριά και πόλεις. Δεν μπορούμε να βγούμε από τα χωριά. Παντού είναι χωριά και πόλεις.

Ερευνητής: Αν κάποιος έσκαβε μια τρύπα από το ένα μέρος της γης στο άλλο και προχωρούσε μέσα στην τρύπα, τι θα έβλεπε έξω, όταν έφθανε στο τέλος της τρύπας;

Παιδί: Τίποτα. Κενό.

Ερευνητής: Τι υπάρχει κάτω από τη γη;

Παιδί: Τίποτα. Κενό.

Ερευνητής: Τι υπάρχει πάνω από τη γη;

Παιδί: Διάστημα, ουρανός.

Ερευνητής: Που ζουν οι άνθρωποι στην γη;

Παιδί: Πάνω στη γη. Η γη είναι κάτω.

Ερευνητής: Ζουν άνθρωποι στο πάνω μέρος της γης;

Παιδί: Ναι.

Ερευνητής: Ζουν άνθρωποι στο κάτω μέρος της γης;

Παιδί: Όχι θα έπεφταν.

Ερευνητής: Γιατί θα έπεφταν;

Παιδί: Γιατί δεν υπάρχει τίποτα και δεν κρατιούνται γιατί κινείται η γη.

Ερευνητής: Μπορείς να μου κάνεις τη γη έτσι όπως είναι το σχήμα της στην πραγματικότητα;

Παιδί: (Το παιδί φτιάχνει με την πλαστελίνη ένα δίσκο). Στρογγυλή, μεγάλη.

Ερευνητής: Έχει η γη τέλος;

Παιδί: Όχι.

Ερευνητής: (Δείχνει την εικόνα με το σπίτι στο λιβάδι). Πως εδώ η γη είναι επίπεδη ενώ εσύ την έφτιαξες στρογγυλή;

Παιδί: Η γη είναι στρογγυλή γιατί αν ήταν ίσια δεν θα μπορούσε να γυρίσει και είναι επίπεδη (στην εικόνα) γιατί τα σπίτια θα έπεφταν αν ήταν στρογγυλή.

Ερευνητής: Ποιο από αυτά έχει σχήμα όμοιο με το σχήμα της γης;

Παιδί: Διαλέγει τη σφαίρα.

Δίσκος 1 που είναι ριζωμένος στο χώμα ή επιπλέει στο νερό και δίσκος 2 που αιωρείται στο διάστημα: Στην κατηγορία αυτή διακρίναμε δύο νοητικά μοντέλα. Τα μοντέλα αυτά έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό το ότι παρουσιάζουν τη γη σαν ένα δίσκο, συνδυάζοντας έτσι ιδιότητες και χαρακτηριστικά τόσο του επίπεδου όσο και του σφαιρικού σχήματος. Η διαφοροποίηση ανάμεσά τους γίνεται με βάση το αν ο δίσκος θεωρείται ότι υποστηρίζεται από κάτι ή όχι.

Δίσκος που είναι ριζωμένος στο χώμα ή επιπλέει στο νερό: (δίσκος 1) Το μοντέλο αυτό μοιάζει σε πάρα πολλά σημεία με το μοντέλο της επίπεδης, τετράγωνης γης που

θα συζητήσουμε αργότερα. Παρουσιάζει τη γη σαν ένα δίσκο που είναι ριζωμένος στο χώμα ή που επιπλέει στο νερό. Η μόνη διαφορά των απαντήσεων που δίνουν τα παιδιά που έχουν σχηματίσει αυτό το μοντέλο από τα παιδιά που έχουν σχηματίσει το μοντέλο της τετράγωνης γης, είναι ότι προκειμένου να λύσουν την αντίθεση της σφαιρικής/επίπεδης γης, επιλέγουν να τη φτιάξουν ως δίσκο και όχι ως τετράγωνο. Δέκα παιδιά (10) κατατάχτηκαν στην κατηγορία αυτή.

Δίσκος που αιωρείται στο διάστημα: (δίσκος 2) Το νοητικό αυτό μοντέλο έχει πολλά κοινά σημεία με το μοντέλο της πεπλατυσμένης σφαίρας. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό η γη είναι ένας δίσκος που δεν στηρίζεται πουθενά αλλά αιωρείται στο διάστημα. Στην κατηγορία αυτή κατατάχθηκε ένα παιδί από το συνολικό δείγμα.

Στη συνέχεια παραθέτουμε τις απαντήσεις ενός από τα παιδιά που κατατάχτηκαν στο μοντέλο του δίσκου 1.

(Δίσκος 1)

(Νίκος, Νηπιαγωγείο)

Ερευνητής: Ποιο είναι το σχήμα της γης;

Παιδί: Η γη είναι στρογγυλή.

Ερευνητής: Αυτή είναι η εικόνα ενός σπιτιού. Αυτό το σπίτι είναι στη γη. Έτσι δεν είναι; Πώς γίνεται εδώ η γη να είναι επίπεδη ενώ εσύ είπες ότι είναι στρογγυλή;

Παιδί: Δεν ξέρω.

Ερευνητής: Αν κάποιος περπατούσε για πολλές μέρες, θα μπορούσε να φτάσει στο τέλος της γης;

Παιδί: Όχι, γιατί είναι πολύ μεγάλη.

Ερευνητής: Αν κάποιος έσκαβε μια τρύπα από το ένα μέρος της γης στο άλλο και προχωρούσε μέσα στην τρύπα, τι θα έβλεπε έξω, όταν έφθανε στο τέλος της τρύπας;

Παιδί: Σκοτάδι.

Ερευνητής: Τι υπάρχει κάτω από τη γη;

Παιδί: Πέτρες.

Ερευνητής: Τι υπάρχει πάνω από τη γη;

Παιδί: Χώμα, πέτρες.

Ερευνητής: Ζουν άνθρωποι στο κάτω μέρος της γης;

Παιδί: Όχι, γιατί είναι σκοτάδι. Δεν μπορούν να περπατήσουν.

Ερευνητής: Μπορείς να μου κάνεις τη γη έτσι όπως είναι το σχήμα της στην πραγματικότητα;

Παιδί: (Το παιδί φτιάχνει με την πλαστελίνη ένα δίσκο).

Ερευνητής: Έχει η γη τέλος;

Παιδί: Όχι.

Ερευνητής: Ποιο από αυτά τα σχήματα έχει σχήμα όμοιο με το σχήμα της γης;

Παιδί: (Το παιδί επιλέγει το δίσκο).

Τετράγωνη γη: Τα παιδιά που κατατάξαμε στην κατηγορία αυτή, συνολικά 10 παιδιά, είχαν ένα μοντέλο που βασιζόταν καθαρά στην καθημερινή τους εμπειρία της επίπεδης γης.

Παραθέτουμε τις απαντήσεις ενός παιδιού με επίπεδο μοντέλο του σχήματος της γης.

(Ιωάννα, πρώτη Δημοτικού)

Ερευνητής: Ποιο είναι το σχήμα της γης;

Παιδί: Ίσιο, μια ίσια γραμμή.

Ερευνητής: Αν κάποιος περπατούσε για πολλές μέρες, θα μπορούσε να φτάσει στο τέλος της γης;

Παιδί: Ναι, αλλά θα πέθαινε.

Ερευνητής: Θα μπορούσε να πέσει από το τέλος της γης;

Παιδί: Ναι.

Ερευνητής: Που θα έπεφτε;

Παιδί: Κάτω, πολύ, στον γκρεμό. Θα σκοτωνόταν.

Ερευνητής: Αν κάποιος έσκαβε μια τρύπα από το ένα μέρος της γης στο άλλο και προχωρούσε μέσα στην τρύπα, τι θα έβλεπε έξω όταν έφθανε στο τέλος της τρύπας;

Παιδί: Τίποτα.

Ερευνητής: Τι υπάρχει κάτω από την γη;

Παιδί: Νερό.

Ερευνητής: Τι υπάρχει πάνω από τη γη;
Παιδί: Ανθρώπους, σπίτια και δέντρα. Ουρανός.

Ερευνητής: Υπάρχει κάτι που κρατά τη γη;
Παιδί: Ναι μπορεί να βάζουν πέτρες και να στέκεται ή χαλίκια και νερό.

Ερευνητής: Μπορείς να μου κάνεις τη γη έτσι όπως είναι στην πραγματικότητα;

Παιδί: (Φτιάχνει με την πλαστελίνη μια μακρόστενη λωρίδα).

Ερευνητής: Μπορείς να μου κάνεις τη γη έτσι όπως θα την έβλεπες από το φεγγάρι;

Παιδί: (Φτιάχνει με την πλαστελίνη μια μικρότερη λωρίδα).

Ερευνητής: Αν αυτή είναι η γη, δείξε μου που ζουν οι άνθρωποι στην γη;

Παιδί: Δείχνει επάνω στη λωρίδα.

Ερευνητής: Έχει η γη τέλος; Δείξε μου το τέλος της γης.

Παιδί: Ναι... εδώ (στην άκρη της λωρίδας).

Ερευνητής: Ποιό από αυτά έχει σχήμα όμοιο με το σχήμα της γης;

Παιδί: Διάλεξε την τετράγωνη γη.

Μικτά νοητικά μοντέλα: Στα μικτά μοντέλα τοποθετήσαμε τα παιδιά που οι απαντήσεις τους δεν ήταν συνεπείς με κανένα από τα νοητικά μοντέλα που προαναφέραμε.

Στις περιπτώσεις αυτές τα παιδιά φαίνεται να απαντούν στις ερωτήσεις μας, άλλοτε χρησιμοποιώντας ένα συγκεκριμένο νοητικό μοντέλο και άλλες φορές κάποιο άλλο. Τα περισσότερα από τα μοντέλα αυτά συναντώνται στο νηπιαγωγείο και στην πρώτη τάξη του δημοτικού (19 από τα 23) και δείχνουν ακριβώς την προσπάθεια των παιδιών να λύσουν κατά κύριο λόγο το πρόβλημα της σφαιρικότητας της γης, συνδιάζοντας δύο μοντέλα, χωρίς όμως ακόμη να έχουν μπορέσει να συνθέσουν τα χαρακτηριστικά των δύο αυτών μοντέλων σε ένα ενιαίο ή να κατασταλάξουν σε ένα από τα προαναφερθέντα μοντέλα.

Μπορέσαμε να κατατάξουμε τα μοντέ-

λα αυτά σε τρεις κατηγορίες. Τα παιδιά που είχαν διαμορφώσει τα νοητικά μοντέλα της πρώτης κατηγορίας θα μπορούσαμε να τα είχαμε κατατάξει στο νοητικό μοντέλο του δίσκου. Εκείνο όμως που διαφοροποιεί τις απαντήσεις τους από εκείνες των παιδιών του μοντέλου του δίσκου είναι ότι όταν ζητούσαμε να επιλέξουν εκείνο το μοντέλο από πλαστελίνη που ήταν όμοιο με το σχήμα της γης επέλεξαν το μοντέλο της σφαίρας. Όταν τους ζητούσαμε να εξηγήσουν την αντίφαση ανάμεσα στην επιλογή τους αυτή και σε ό,τι είχαν πει και κατασκευάσει στις προηγούμενες ερωτήσεις, είτε άλλαζαν το δίσκο που είχαν κατασκευάσει, είτε επέμεναν ότι το πραγματικό σχήμα της γης είναι σφαιρικό (6 παιδιά).

Τα παιδιά που κατατάξαμε στη δεύτερη κατηγορία, είτε συνδιάζαν τη σφαιρική γη με τη γη σχήματος δίσκου ή τετραγώνου, είτε ένα μοντέλο της γης σχήματος δίσκου με ένα μοντέλο σχήματος ημισφαιρίου. Έτσι, όταν τους ζητούσαμε να επιλέξουν το μοντέλο από πλαστελίνη που ήταν όμοιο με το σχήμα της γης, επέλεξαν και τα δυο σχήματα για να δείξουν ότι η γη είναι σφαιρική αλλά και επίπεδη, αφού όπως φαίνεται δεν είχαν καταλήξει σε κάποιο ικανοποιητικό συνθετικό μοντέλο (15 παιδιά).

Τέλος στην τρίτη κατηγορία τοποθετήσαμε τα παιδιά για τα οποία δεν μπορούσαμε να βρούμε κοινά χαρακτηριστικά στον τρόπο που απαντούσαν στις ερωτήσεις μας (3 παιδιά).

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα ποσοστά των νοητικών μοντέλων της γης στο ελληνικό δείγμα ανάλογα με την ηλικία των παιδιών. Όπως φαίνεται τα παιδιά του νηπιαγωγείου και της πρώτης τάξης σχηματίζουν ως επί το πλείστον μικτά μοντέλα, ή τα μοντέλα της τετράγωνης γης, του δίσκου 1 και της κοίλης σφαίρας. Ο αριθμός των μοντέλων της σφαιρικής και ελ-

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Ποσοστιαία κατάταξη των παιδιών ανάλογα με το νοητικό μοντέλο για το σχήμα της γης που έχουν διαμορφώσει.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ	ΤΑΞΕΙΣ				
	ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ	Α΄ ΤΑΞΗ	Γ΄ ΤΑΞΗ	ΣΤ΄ ΤΑΞΗ	ΣΥΝΟΛΟ
Σφαίρα	10	9,4	50	22,3	23,9
Ελλειψοειδής γη	0	0	3,3	62,9	16,51
Πεπλατυσμένη σφαίρα	0	0	3,3	7,4	2,9
Ημισφαίριο	0	3,1	3,3	3,7	2,9
Κοίλη σφαίρα	10	15,6	16,7	0	11
Δίσκος ριζωμένος στο χώμα	15	12,5	10	0	9
Δίσκος που αιωρείται στο διάστημα	0	3,1	0	0	1
Τετράγωνη γη	20	15,6	3,3	0	9
Μικτά	35	37,5	10	3,7	22
Ελλειπή δεδομένα	10	3,1	0	0	1,8

λειψοειδούς γης αυξάνεται στα παιδιά της τρίτης και έκτης τάξης (53,3% και 85,2% αντίστοιχα).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Νοητικά μοντέλα της γης

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας βρίσκονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα προηγούμενων διαπολιτιστικών ερευνών (Nussbaum, 1979, Nussbaum and Novak, 1976, Sneider and Pulos, 1983) που δείχνουν ότι τα παιδιά του δημοτικού σχολείου δεν κατανοούν πλήρως το σφαιρικό σχήμα της γης και δημιουργούν διάφορες παρανοήσεις (misconceptions). Τα αποτελέσματα των ερευνών που έχουν διεξαχθεί από την ερευνητική ομάδα (Vosniadou and Brewer, 1992, 1994, Samarapungavan and Vosniadou, 1988, Brewer, Hedricks and Vosniadou, 1987), προσθέτουν πολύτιμα στοιχεία στα υπάρχοντα δεδομένα γιατί για πρώτη φορά χρησιμοποιούνται ακριβή και

εμφανή κριτήρια για την κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των παιδιών που δείχνουν ότι υπάρχει ένας μικρός μόνον αριθμός νοητικών μοντέλων που τα παιδιά χρησιμοποιούν με συνέπεια κατά τη διάρκεια της συνέντευξης. Όπως θα αναπτύξουμε στη συνέχεια το εύρημα αυτό έχει σημαντικές επιπτώσεις για μια θεωρία της γνωστικής ανάπτυξης. Συγκρίνοντας τα μοντέλα που βρέθηκαν στη μελέτη που έγινε στις Η.Π.Α. (Vosniadou and Brewer, 1992) με αυτά που βρήκαμε στο Ελληνικό δείγμα, κοινά ήταν τα μοντέλα της σφαίρας, της κοίλης σφαίρας, της πεπλατυσμένης σφαίρας, του δίσκου και της τετράγωνης γης. Στο Ελληνικό δείγμα δεν βρήκαμε το μοντέλο των δύο γαιών, ενώ βρέθηκαν επιπλέον τα μοντέλα της ελλειψοειδούς γης, του ημισφαιρίου και του δίσκου που αιωρείται στο διάστημα.

Το μοντέλο του δίσκου που αιωρείται στο διάστημα, παρουσιάζει περισσότερα κοινά σημεία με το μοντέλο της πεπλατυσμένης σφαίρας, παρά με αυτό του δίσκου που είναι ριζωμένος στο χώμα, ή επιπλέει στο νερό. Και στα δύο μοντέλα (πεπλατυσμένη

σφαίρα και δίσκος που αιωρείται) τα παιδιά δέχονται την ιδέα ότι η γη αιωρείται στο διάστημα καθώς και ότι οι άνθρωποι ζουν πάνω στη γη στο εξωτερικό μέρος της. Η διαφορά στα δύο μοντέλα βρίσκεται στον τρόπο με τον οποίο επιλέγουν να λύσουν το πρόβλημα της αντίθεσης ανάμεσα στην φαινομενολογική εμπειρία μιας επίπεδης γης και στην πληροφορία που παίρνουν από τους ενηλίκους ότι η γη είναι σφαιρική. Στην περίπτωση της πεπλατυσμένης σφαίρας θεωρούν ότι το επάνω και κάτω μέρος της σφαίρας είναι επίπεδο, και εκεί είναι που ζουν οι άνθρωποι. Στο μοντέλο του δίσκου που αιωρείται στο διάστημα θεωρούν ότι οι άνθρωποι ζουν στο επίπεδο πάνω μέρος του δίσκου.

Στην περίπτωση του ημισφαιρίου μπορούμε να θεωρήσουμε ότι το μοντέλο αυτό είναι η εξέλιξη του μοντέλου της κοίλης γης όπου λείπει ο ουρανός - θόλος. Η διαφορά στα δύο μοντέλα βρίσκεται στο κατά πόσο τα παιδιά αντιλαμβάνονται τον ουρανό ως κάτι που περιβάλλει τη γη ή ως ένα τμήμα της γης. Το μοντέλο αυτό το συναντήσαμε πολύ συχνά στο Ελληνικό δείγμα ενώ δεν το συναντήσαμε καθόλου στο δείγμα των Η.Π.Α.

Υποθέσαμε ότι η εμφάνιση της ελλειψοειδούς γης στα Ελληνόπουλα οφείλεται στις αναφορές στο «ελλειψοειδές εκ περιστροφής» σχήμα της γης, που γίνονται στα βιβλία «Εμείς και ο κόσμος» της έκτης δημοτικού. Παρόμοια έκφραση δεν χρησιμοποιείται στα βιβλία των παιδιών που παρακολούθησαν το δημοτικό σχολείο στις Η.Π.Α.

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν με την υπόθεση της παγκοσμιότητας των αρχικών προϋποθέσεων για τη γη που διαμορφώνουν τα παιδιά, δηλαδή την προϋπόθεση ότι η γη είναι ένα φυσικό σώμα που είναι στερεό, σταθερό και υποβασταζόμενο. Είναι επίσης σύμφωνα με την υπόθεση ότι τα συγκεκριμένα νοητικά μοντέλα της γης επηρεάζονται από το πολι-

τιστικό πλαίσιο, όπως φαίνεται από την ύπαρξη του μοντέλου της ελλειψοειδούς γης και του ημισφαιρίου στο ελληνικό δείγμα και την απουσία του μοντέλου των δύο γαιών.

Τρία είδη νοητικών μοντέλων

Τα νοητικά μοντέλα που τα παιδιά χρησιμοποιούν στον τομέα της αστρονομίας μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες: *αρχικά, συνθετικά και επιστημονικά*. Το χαρακτηριστικό γνώρισμα των αρχικών μοντέλων είναι ότι αποκλίνουν όσο το δυνατόν λιγότερο από τη φαινομενολογική εμπειρία του παιδιού. Παράλληλα δεν φαίνεται να επηρεάζονται από το επιστημονικό μοντέλο των ενηλίκων. Στην κατηγορία αυτή μπορούμε να εντάξουμε μοντέλα όπως της τετράγωνης γης και της γης ως δίσκου.

Τα επιστημονικά μοντέλα είναι αυτά που υιοθετούνται από τους περισσότερους ενήλικους και συμφωνούν με τις τρέχουσες επιστημονικές απόψεις. Στην κατηγορία αυτή εντάσσεται το μοντέλο της σφαιρικής γης και το μοντέλο της ελλειψοειδούς γης.

Τα συνθετικά μοντέλα είναι ένας συνδυασμός των αρχικών και επιστημονικών μοντέλων. Τα μοντέλα του δίσκου που αιωρείται, της πεπλατυσμένης σφαίρας και της κοίλης σφαίρας όπου οι άνθρωποι ζουν σε επίπεδα μέρη στο εσωτερικό της, είναι συνθετικά μοντέλα.

Όπως είδαμε όταν εξετάσαμε τον πίνακα 1, τα αρχικά μοντέλα είναι πιο συνήθη στα παιδιά του νηπιαγωγείου και της πρώτης τάξης του δημοτικού, ενώ τα συνθετικά μοντέλα και κυρίως το μοντέλο της κοίλης σφαίρας στα παιδιά της πρώτης και της τρίτης τάξης. Τα επιστημονικά μοντέλα υιοθετούνται από τα παιδιά της τρίτης και της έκτης τάξης.

Εξήγηση των νοητικών μοντέλων

Γιατί τα παιδιά του δημοτικού σχολείου βρίσκουν τόσο δύσκολο να σχηματίσουν το πολιτιστικά αποδεκτό νοητικό μοντέλο της σφαιρικής γης, και πως εξηγείται η δημιουργία των συνθετικών μοντέλων;

Κατ' αρχήν το γεγονός ότι ένας μεγάλος αριθμός παιδιών τόσο στο δείγμα της παρούσας έρευνας, όσο και στις άλλες διαπολιτιστικές μελέτες που έχουμε διεξαγάγει, μπορεί να καταταγεί σε ένα συγκεκριμένο νοητικό μοντέλο για την γη που χρησιμοποιεί με συνέπεια, δεν υποστηρίζει την άποψη ότι οι γνώσεις των παιδιών είναι αποσπασματικές και συγκεχυμένες (diSessa, 1994, Salomon, 1988).

Δεύτερο, τα ευρήματα της παρούσας έρευνας δεν συμφωνούν με τις αναπτυξιακές θεωρίες που εκλαμβάνουν την εννοιολογική αλλαγή ως μια διαδικασία εμπλουτισμού και επαύξησης της προϋπάρχουσας γνώσης, είτε αυτές προέρχονται από το χώρο της θεωρίας επεξεργασίας πληροφοριών (Siegler, 1978), είτε από το χώρο των αναπτυξιακών ψυχολόγων που τονίζουν τη σημασία του βιολογικού παράγοντα στην ανάπτυξη της σκέψης (Spelke, 1991).

Σε προηγούμενα άρθρα μας (Vosniadou, 1993, 1994, Vosniadou and Brewer, 1992) έχουμε διατυπώσει μια πρόταση που στοχεύει σε μια εξήγηση τόσο του φαινομένου της παρανόησης του σφαιρικού σχήματος της γης, όσο και των συγκεκριμένων νοητικών μοντέλων της γης που έχουν αποκαλύψει οι διαπολιτιστικές μελέτες μας. Κύρια συστατικά της πρότασης αυτής είναι α) η υπόθεση ότι τα αρχικά νοητικά μοντέλα των παιδιών εκλαμβάνουν τη γη ως ένα φυσικό (και όχι ένα ουράνιο) σώμα, το οποίο υπόκειται σε όλους τους περιορισμούς που υπόκεινται τα φυσικά σώματα εν γένει και β) ο σχηματισμός του νοητικού μοντέλου της σφαιρικής (ή ελλειψοειδούς) γης πραγ-

ματοποιείται μέσα από τη σταδιακή άρση των περιορισμών αυτών και την αντικατάστασή τους από διαφορετικές επεξηγήσεις.

Η εξήγηση που προτείνουμε για τον σχηματισμό των νοητικών μοντέλων της γης βασίζεται κατ' αρχήν στην υπόθεση ότι από τη βρεφική ηλικία οικοδομείται μια αρχική θεωρία της φυσικής σύμφωνα με την οποία ο φυσικός κόσμος αποτελείται από αντικείμενα η συμπεριφορά των οποίων κυβερνάνται από φυσικούς νόμους (Spelke, 1991) και όχι από εφήμερες αντιλήψεις αντικειμένων χωρίς σταθερότητα (Piaget, 1952).

Δύο από τις προϋποθέσεις που ισχύουν για τα φυσικά σώματα στο πλαίσιο μιας αρχικής θεωρίας για το φυσικό κόσμο έχουν ιδιαίτερη σημασία για μας, γιατί μπορούν να εξηγήσουν τα νοητικά μοντέλα των παιδιών για τη γη. Οι προϋποθέσεις αυτές είναι: (α) ότι ο χώρος είναι οργανωμένος σε σχέση με την διεύθυνση του «πάνω» και «κάτω» με αναφορά την επίπεδη επιφάνεια της γης και (β) ότι όλα τα αντικείμενα, συμπεριλαμβανομένης και της γης, πέφτουν όταν δεν υποστηρίζονται. Οι δύο αυτές προϋποθέσεις ισχύουν για τα αρχικά μοντέλα της γης (π.χ. το επίπεδο μοντέλο και το μοντέλο του δίσκου που είναι ριζωμένος στο χώμα).

Όταν δομούν ένα συνθετικό μοντέλο τα παιδιά τροποποιούν το αρχικό τους μοντέλο για τη γη κατά τέτοιο τρόπο, ώστε αυτό να μην έρχεται σε σύγκρουση με τις προϋποθέσεις που αναφέραμε παραπάνω, αλλά ούτε και με τις πληροφορίες που παίρνουν από τους ενηλίκους. Για παράδειγμα, η προϋπόθεση ότι ο χώρος είναι οργανωμένος σε αναφορά με την επίπεδη επιφάνεια της γης είναι εμφανής και στην περίπτωση της κοίλης σφαίρας όπου η γη είναι μεν σφαιρική αλλά οι άνθρωποι υποτίθεται ότι ζουν σε επίπεδο έδαφος μέσα στη σφαίρα, και στο μοντέλο της πεπλατυσμένης σφαίρας όπου το σφαιρικό σχήμα της γης ερμηνεύεται ως πεπλατυσμένο, με τρόπο ώστε το επάνω και

κάτω μέρος να είναι επίπεδα και εκεί να ζουν οι άνθρωποι, και στο μοντέλο της κομμένης σφαίρας όπου οι άνθρωποι ζουν μόνο στο επίπεδο τμήμα που σχηματίζεται από τη διατομή του σφαιρικού σχήματος.

Η προσεκτική μελέτη των νοητικών μοντέλων στις μελέτες που έγιναν, δείχνει ότι τίθεται επίσης περιορισμός και από την προϋπόθεση ότι όλα τα φυσικά σώματα πρέπει να υποβαστάζονται για να μην πέφτουν προς τα «κάτω». Αυτό ισχύει τόσο για την ίδια τη γη, όσο και για τους ανθρώπους και τα αντικείμενα που βρίσκονται πάνω σ' αυτήν. Όσον αφορά στην ίδια τη γη, η προϋπόθεση είναι ότι στηρίζεται κάπου, είτε αυτό είναι έδαφος είτε νερό. Ο περιορισμός αυτός ισχύει και για τα μοντέλα της επίπεδης γης και του δίσκου που είναι ριζωμένος στο χώμα.

Στα υπόλοιπα μοντέλα φαίνεται ότι τα παιδιά υπαναχωρούν στην άποψη ότι είναι απαραίτητο για τη γη να στηρίζεται κάπου, χωρίς όμως αυτό να συμβαίνει και για τα αντικείμενα και τους ανθρώπους που ζουν σ' αυτήν. Στην περίπτωση του μοντέλου της κοίλης σφαίρας τα παιδιά δίνουν λύση σε αυτό το πρόβλημα, υποστηρίζοντας ότι οι άνθρωποι ζουν στο εσωτερικό μέρος της σφαίρας. Κάτι ανάλογο συμβαίνει και στην περίπτωση των μοντέλων του δίσκου και του ημισφαιρίου, όπου οι άνθρωποι ζουν στο επίπεδο πάνω μέρος της γης.

Ο σχηματισμός του νοητικού μοντέλου της σφαιρικής γης, της έλλειψης και της πεπλατυσμένης σφαίρας απαιτεί τη δημιουργία μιας διαφορετικής έννοιας της βαρύτητας από την αρχική ιδέα ότι τα αντικείμενα που δεν στηρίζονται πέφτουν «κάτω», καθώς και μια διαφορετικά αντίληψη του χώρου. Μ' άλλα λόγια τα παιδιά αρχίζουν με ένα μοντέλο μιας επίπεδης και υποβασταζόμενης γης η οποία υπόκειται σ' όλους τους περιορισμούς που υπόκεινται τα φυσικά σώματα εν γένει. Στη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής και κάτω από την επίδραση του πολιτισμικά αποδεκτού

μοντέλου της σφαιρικής γης, οι περιορισμοί αυτοί αρχίζουν να αναιρούνται και να αντικαθιστώνται από ένα διαφορετικό επεξηγηματικό πλαίσιο. Το παιδί που έχει σχηματίσει το νοητικό μοντέλο της σφαιρικής γης, έχει καταλάβει ότι τα σώματα που φαίνονται επίπεδα μπορεί να είναι σφαιρικά, ότι η έννοια του «πάνω» και του «κάτω» δεν είναι απόλυτες αλλά σε σχέση με τη σφαιρική επιφάνεια της γης και ότι η βαρύτητα δεν δρα προς τα «κάτω» αλλά σε σχέση με το κέντρο της γης. Το παιδί αυτό έχει αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο εξηγεί τα ίδια φυσικά φαινόμενα που εξηγούσε το παιδί που είχε σχηματίσει ένα αρχικό μοντέλο μιας επίπεδης γης. Αυτό το είδος της εννοιολογικής αλλαγής δεν είναι το αποτέλεσμα επαύξησης ή εμπλουτισμού της αρχικής θεωρίας, αλλά το αποτέλεσμα αλλαγών ορισμένων προϋποθέσεων της αρχικής θεωρίας.

Παγκοσμιοότητα και πολιτισμικές επιδράσεις

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν και με την υπόθεση ότι οι ισχυρά εδραιωμένες προϋποθέσεις των παιδιών έχουν παγκόσμια ισχύ και είναι ανεξάρτητες από το πολιτιστικό πλαίσιο μέσα στο οποίο μεγαλώνουν τα παιδιά. Τα νοητικά μοντέλα των Ελλήνων μαθητών είναι σύμφωνα με το θεωρητικό πλαίσιο που αναπτύχθηκε νωρίτερα, όπως είναι και τα νοητικά μοντέλα των παιδιών που μεγάλωσαν στις Η.Π.Α., στις Ινδίες και στη νήσο Σαμόα. Ωστόσο, οι περιορισμοί που ασκούνται στα νοητικά μοντέλα των παιδιών από τις δύο βασικές προϋποθέσεις που προαναφέρθηκαν, δηλαδή ότι το έδαφος είναι επίπεδο και ότι τα αντικείμενα πέφτουν προς τα «κάτω» όταν δεν στηρίζονται, αφήνουν αρκετό έδαφος για πολιτιστικές επιδράσεις. Για παράδειγμα, ο περιορισμός που βάζει η προϋπόθεση ότι η βαρύτητα λειτουργεί προς

τα «κάτω» δεν καθορίζει τον ακριβή τρόπο με τον οποίο η γη υποβαστάζεται για να μην πέσει. Μπορεί κανείς να φανταστεί ότι η γη στηρίζεται πάνω σε χώμα, ή σε ένα μεγάλο ωκεανό, ότι υποβαστάζεται από τον Άτλα ή είναι ακουμπισμένη επάνω σε μια τεράστια χελώνα (όπως φαίνεται από τις διάφορες μυθολογίες που έχουν αναπτυχθεί για να λύσουν το πρόβλημα αυτό).

Στο βαθμό που υπάρχουν βαθμοί ελευθερίας για το πως μπορούν να ερμηνευτούν οι διάφορες προϋποθέσεις και να υλοποιηθούν σε νοητικά μοντέλα, υπάρχει και πιθανότητα να βρούμε πολιτιστικές διαφορές. Έτσι, παρατηρούμε μεταξύ των μοντέλων που εντοπίσαμε ορισμένες διαφορές που θα μπορούσαμε να τις αποδώσουμε σε διαφορές στο πολιτισμικό πλαίσιο. Στην Ινδία συναντάμε πάρα πολύ συχνά το μοντέλο του δίσκου που επιπλέει πάνω στο νερό, μοντέλο που δείχνει τις επιρροές της ινδικής παράδοσης. Στο ελληνικό πάλι δείγμα δεν συναντάμε καθόλου το μοντέλο των δύο γαιών, που είναι πολύ συχνό στο Αμερικανικό δείγμα, ενώ βρίσκουμε το μοντέλο της ελλειψοειδούς γης, μια διαφορά που μπορούμε να αποδώσουμε, όπως προαναφέρθηκε, στον τρόπο διδασκαλίας του μαθήματος της αστρονομίας στις δύο χώρες.

Ωστόσο, παρά τις μικρές διαφορές που πα-

ρατηρούνται στα συγκεκριμένα νοητικά μοντέλα, είναι εμφανές ότι όλα πηγάζουν από τους περιορισμούς που θέτουν οι εδραιωμένες προϋποθέσεις των παιδιών για τα φυσικά σώματα που δημιουργούνται από την καθημερινή τους εμπειρία, καθώς και από το γεγονός ότι η γη εκλαμβάνεται αρχικά ως ένα φυσικό και όχι ως ένα ουράνιο σώμα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι Έλληνες μαθητές σχημάτισαν νοητικά μοντέλα για τη γη παρόμοια με αυτά που σχηματίζουν τα παιδιά στις Η.Π.Α., στις Ινδίες και στις νήσους Σαμόα. Τα μοντέλα αυτά συμφωνούν με την υπόθεση ότι τα παιδιά, ανεξάρτητα πολιτισμικού πλαισίου, θεωρούν αρχικά τη γη ως ένα φυσικό σώμα. Η δημιουργία του σφαιρικού νοητικού σχήματος της γης -ως ενός ουράνιου σώματος που αιωρείται στο διάστημα- απαιτεί την αναίρεση ορισμένων βασικών προϋποθέσεων της αφελούς θεωρίας για τη φυσική και την αντικατάστασή τους από ένα διαφορετικό επεξηγηματικό πλαίσιο. Η διαδικασία αυτή φαίνεται ότι είναι σταδιακή και ακόμη ότι παράγει παρανοήσεις ή συνθετικά μοντέλα που υπόκεινται σε πολιτισμικές επιδράσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Βοσνιάδου Σ. and Brewer W.F. Θεωρίες της αναδιοργάνωσης της γνώσης κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 1988, 39, 35-45.

Brewer W.F., Hendrich D.J. and Vosniadou S. *A cross-cultural study of children's development of cosmological models: Samoan and American data*. Paper presented at the

Third International Conference on Thinking, January, Honolulu, HI 1987.

Carey S. *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press, 1985.

Chi M. H. T., Feltovich P. J., and Glaser R. Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 1981, 5, 121-152.

- Di Sessa A. A. Unlearning Aristotelian Physics: A study of knowledge based learning. *Cognitive Science*, 1982, 6, 37-75.
- Di Sessa A. A. Knowledge in pieces. In G. Forman and P. B. Pufall (Eds), *Constructivism in the computer age*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1988, pp. 49-70.
- Di Sessa A. A. Towards an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 1994, 10 (2 & 3), 105-225.
- Johnson - Laird P. N. *Mental models*. Cambridge: Harvard University Press, 1983.
- Kuhn T. S. *The copernican revolution*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1962.
- McCloskey M. Naive theories of motion. In D. Gentner and Stevens (Eds) *Mental models*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1983.
- Nussbaum J. Children's conception of the earth as a cosmic body: A cross-stage study. *Science Education*, 1979, 63, 83-89.
- Nussbaum J. and Novak J. D. An assessment of children's concept of the earth as utilizing structural interviews. *Science Education*, 1982, 60, 535-550.
- Piaget J. *The origins of intelligence in childhood*. NY: International Universities Press, 1952.
- Samarapungavan A., and Vosniadou S. *What children from India know about observational astronomy: A cross cultural study*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Association, 1988, April, San Francisco, California.
- Siegler R. S. The origins of scientific reasoning. In R. S. Siegler (Ed.) *Children's thinking: What develops?* Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1978, pp. 109-149.
- Sneider C. and Pulos S. Children's cosmographies: Understanding the earth's shape and gravity. *Science Education*, 1976, 67, 205-221.
- Solomon J. Thinking in two worlds of knowledge. In H. Helm and J.D. Novak (Eds) *Proceedings of the International Seminar: Misconceptions in Science and Mathematics*. Ithaca, NY: Cornell University, 1983, pp. 127-132.
- Spelke E. S. Physical knowledge in infancy: Reflections of Piaget's theory. In S. Carey and R. Gelman (Eds), *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1991, pp. 133-169.
- Vosniadou S. On the nature of childrens' naive knowledge. *Proceedings of the 11th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1989, (pp. 544-551).
- Vosniadou S. Conceptual development in astronomy. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, and B. K. Britton (Eds), *The psychology of learning science*, 1980, (pp. 144-175). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Vosniadou S. Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the study of knowledge acquisition in astronomy. *Journal of Curriculum Studies*, 1991, 23, (3), 219-237.
- Vosniadou S. Knowledge acquisition and conceptual change. *Applied Psychology: An International Review*, 1992, 41, (4), 347-357.
- Vosniadou S. Universal and culture-specific properties of children's mental models of

the earth. In L. Hirschfeld and S. Gelman (Eds), *Domain specificity in cognition and culture*, Cambridge University Press, 1993.

Vosniadou S. Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 1994, 4, 45-69.

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

Vosniadou S., and Brewer W. F. Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 1994, 18, 123-183.

Vosniadou S., and Ortony A. *Similarity and analogical reasoning*, New York: Cambridge University Press, 1989.

Voss J. F., Greene T. R., Post T. A., and Peener B. C. Problem-solving skill in the social sciences. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, New York: Academic Press, 1983, Vol. 17, pp. 165-223.

Wiser M., Carey, S. When heat and temperature were one. In D. Gentner and A. L. Stevens (Eds), *Mental Models* Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1983, pp. 267-297.