



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ
Π.Μ.Σ. ΒΑΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΝΩΣΙΑΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΟ
ΧΩΡΟ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ**

ΕΙΡΗΝΗ ΣΚΟΠΕΛΙΤΗ

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Καθηγήτρια Στέλλα Βοσνιάδου

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Μαρία Γρηγοριάδου

Καθηγητής Αριστείδης Μπαλτάς

ΑΘΗΝΑ 2008

Εφταμελής Εξεταστική Επιτροπή

Στέλλα Βοσνιάδου, Καθηγήτρια Μεθοδολογίας, Ιστορίας και Θεωρίας της Γνωστικής Ψυχολογίας, *Τμήμα Μεθοδολογίας, Ιστορίας και Θεωρίας της Επιστήμης Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

Μαρία Γρηγοριάδου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, *Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

Αριστείδης Μπαλτάς, Καθηγητής Φιλοσοφίας των Επιστημών, *Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών & Φυσικών Επιστημών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο*

Γεώργιος Καλκάνης, Καθηγητής Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος, *Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

Σταυρούλα Σαμαρτζή, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ψυχολογίας, *Τμήμα Ψυχολογίας, Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών*

Γεώργιος Γυφτοδήμος, Επίκουρος Καθηγητής Πληροφορικής, *Τμήμα Μεθοδολογίας, Ιστορίας και Θεωρίας της Επιστήμης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

Πέτρος Ρούσσος, Λέκτορας Γνωστικής Ψυχολογίας, *Τμήμα Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής & Ψυχολογίας της Φιλοσοφικής Σχολής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Από τη θέση αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής, την Καθηγήτρια κα Στέλλα Βοσνιάδου, την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κα Μαρία Γρηγοριάδου, και τον Καθηγητή κόν Αριστείδη Μπαλτά για την υποστήριξή τους στη διεξαγωγή της παρούσας διδακτορικής διατριβής.

Ιδιαίτέρως ευχαριστώ την επιβλέπουσα Καθηγήτριά μου κα Στέλλα Βοσνιάδου, για το αδιάλειπτο ενδιαφέρον της και για την ιδιαίτερως πολύτιμη καθοδήγησή της και βοήθειά της που μου παρείχε όλα αυτά τα χρόνια κατά την εκπόνηση του παρόντος διδακτορικού έργου. Χωρίς τις χρήσιμες συμβουλές της σε επιστημονικό επίπεδο τόσο σε ζητήματα μεθοδολογικά όσο και σε ζητήματα αναγόμενα στην αξιολόγηση του έργου, η ολοκλήρωση αυτής της εργασίας δε θα είχε επιτευχθεί.

Ευχαριστώ θερμά την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κα Μαρία Γρηγοριάδου για τη θερμή υποστήριξή της και τις χρήσιμες παρατηρήσεις της κατά την εκπόνηση αυτής της διατριβής.

Επίσης, ευχαριστώ τον Καθηγητή κόν Αριστείδη Μπαλτά για την επιστημονική του συμβολή στη διάρκεια αυτής της προσπάθειας.

Σημαντική ήταν η επιστημονική και ηθική συμπαράσταση από τον Καθηγητή κο Γεώργιο Καλκάνη, για την οποία τον ευχαριστώ θερμά.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κα Σταυρούλα Σαμαρτζή για την επιστημονική της συμβολή στη διεκπεραίωση της προσπάθειάς μου.

Ευχαριστίες ανήκουν στον Επίκουρο Καθηγητή κο Γεώργιο Γυφτοδήμο για την επιστημονική του συμβολή και τις χρήσιμες παρατηρήσεις του κατά τη διάρκεια της συνεργασίας μας.

Θερμά ευχαριστώ τον Λέκτορα Καθηγητή κο Πέτρο Ρούσσο για τις πολύτιμες παρατηρήσεις και συμβουλές του ιδιαιτέρως σε ζητήματα που αφορούσαν στη μεθοδολογία αλλά και στην επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων.

Ευχαριστίες ανήκουν στον Διευθυντή του 5^{ου} Δημοτικού Σχολείου Χαλανδρίου κον Ιωάννη Μπέλεση για την πολύτιμη βοήθειά του στη συλλογή των πειραματικών δεδομένων, τους δασκάλους των τάξεων για την καλή συνεργασία, και τους μαθητές που συμμετείχαν ενεργά και αδιαμαρτύρητα στις έρευνες.

Οφείλω ακόμη να ευχαριστήσω τους συναδέλφους μου, Καλλιόπη Εικοσπεντάκη, Βασιλική Σιερέκη, και Κωνσταντίνο Χρήστου για την σημαντική βοήθειά τους στη συλλογή των πειραματικών δεδομένων. Ιδιαίτερη μνεία οφείλεται στους συναδέλφους Ξένια Βαμβακούση, Χριστίνα Σταθοπούλου, Νατάσσα Κυριακοπούλου, Κωνσταντίνο Χρήστου, Ράνια Γκικοπούλου, Καλλιόπη Εικοσπεντάκη, και Σβετλάννα-Λητώ Γερακάκη για το κλίμα συνεργασίας που αναπτύχθηκε μεταξύ μας και την πολύπλευρη συμπαράσταση που μου έδειξαν.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κα Λώρα Γκορίλα και την κα Σπυριδούλα Ευθυμίου για την πολύτιμη και ουσιαστική βοήθειά τους σε ζητήματα διαδικαστικής φύσεως.

Τέλος, θερμά ευχαριστώ οφείλω στα μέλη της οικογένειάς μου που όλα αυτά τα χρόνια ήταν πάντα δίπλα μου και με στήριζαν με κάθε δυνατό τρόπο.

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εκπονήθηκε στο εργαστήριο Βασικής και Εφαρμοσμένης Γνωσιακής Επιστήμης στο πλαίσιο του Π.Μ.Σ. Βασικής και Εφαρμοσμένης Γνωσιακής Επιστήμης του Τμήματος Μεθοδολογίας, Ιστορίας, και Θεωρίας της Επιστήμης του Πανεπιστημίου Αθηνών και χρηματοδοτήθηκε από την υποτροφία ΗΡΑΚΛΕΙΤΟΣ-Υποτροφίες έρευνας στο ΕΚΠΑ: Βασική έρευνα και συγχρηματοδοτήθηκε στα πλαίσια του ΕΠΕΑΕΚ από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και Εθνικούς πόρους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το παρόν ερευνητικό έργο έχει το διττό στόχο να διερευνήσει ορισμένα μεθοδολογικά ζητήματα που έχουν προκύψει στο χώρο της μελέτης της γνωστικής ανάπτυξης και να συμβάλλει στην επιστημονική συζήτηση γύρω από τα θέματα αυτά καθώς και να διερευνήσει το είδος των εννοιολογικών αλλαγών που λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και της μάθησης στο χώρο της Παρατηρησιακής Αστρονομίας. Αναφερόμαστε κυρίως για τα είδη των εννοιολογικών αλλαγών που διαδραματίζονται όταν τα παιδιά διδάσκονται αντιδισαισθητικές πληροφορίες για τις φυσικές επιστήμες.

Για το παρόν ερευνητικό διεξήχθησαν πέντε πειράματα που σκοπό είχαν:

- (1) τη διερεύνηση της επίδρασης διαφορετικών μεθοδολογιών [είδος ερωτηματολογίου (ανοικτό έναντι κλειστού) χρήση εξωτερικών αναπαραστάσεων (υδρόγειο ή χάρτη)] στις ιδέες των παιδιών για το φυσικό κόσμο και
- (2) τη μελέτη του ερωτήματος αν και με ποιο τρόπο η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής συσχετίζεται με επανακατηγοριοποιήσεις εννοιών.

Τα αποτελέσματα του πρώτου μεθοδολογικού πειράματος υποστηρίζουν ότι διαφορετικές μεθοδολογίες αναδεικνύουν διαφορετικές μορφές του «γνωρίζειν» που κυμαίνονται από την απλή αναγνώριση των επιστημονικών πληροφοριών μέχρι την ανάκληση και παραγωγική χρήση της επιστημονικής γνώσης.

Το δεύτερο μεθοδολογικό πείραμα ενίσχυσε την υπόθεση ότι το γνωστικό σύστημα είναι κατανεμημένο και ότι οι γνωστικές λειτουργίες είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε εξωτερικές και εσωτερικές αναπαραστάσεις.

Επιπλέον τα αποτελέσματα από το δεύτερο μεθοδολογικό πείραμα συμβάλλουν στη θεωρητική διαμάχη ανάμεσα στην κονστрукτιβιστική και την κοινωνικο-πολιτισμική προσέγγιση ενισχύοντας την ιδέα ότι παρόλο που στη

διαδικασία της μάθησης εμπλέκονται κοινωνικο-πολιτισμικοί παράγοντες, η μάθηση είναι μία κατασκευαστική-κονστрукτιβιστική διαδικασία κατά την οποία οι νέες πληροφορίες δομούνται επάνω στις προϋπάρχουσες γνώσεις και προσαρμόζονται (ενίοτε παραποιούνται) προκειμένου να συμβαδίζουν με τα όσα είναι ήδη γνωστά.

Τα αποτελέσματα του τρίτου πειράματος επιβεβαίωσαν την υπόθεση ότι αναπτυξιακά υπάρχουν επανακατηγοριοποιήσεις εννοιών (π.χ. επανακατηγοριοποίηση της γης από ένα φυσικό σώμα σε ένα ουράνιο σώμα) που συσχετίζονται με την διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής.

Τα αποτελέσματα των δύο τελευταίων πειραμάτων έδειξαν ότι αυτές οι οντολογικές αλλαγές είναι προαπαιτούμενο για την κατανόηση άλλων επιστημονικών ιδεών (π.χ. η επανακατηγοριοποίηση της γης από ένα φυσικό σώμα σε ένα ουράνιο σώμα είναι προαπαιτούμενο για την κατανόηση των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της γης).

Τέλος, συμπεράναμε ότι η παροχή πληροφοριών κατηγοριοποίησης είναι ιδιαίτερος αποτελεσματική για τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής, γιατί εμπερικλείει σημαντικό αριθμό άδηλων πεποιθήσεων που κατευθύνουν τη διαδικασία της μάθησης.

Τα αποτελέσματα θα μπορούσαν να θεωρηθούν σημαντικά, γιατί διαγράφουν νέες οπτικές στη σχέση ανάμεσα στον τρόπο που κατηγοριοποιούμε τις έννοιες και στην διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής. Φαίνεται πως η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής δεν είναι μόνο μια διαδικασία εμπλουτισμού των ήδη υπάρχουσών γνωστικών δομών. Πολλές φορές χρειάζεται ριζική αναδιοργάνωση των αρχικών γνωστικών δομών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
ΜΕΡΟΣ 1 ^ο : ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ.....	11
Προτεινόμενο Θεωρητικό Πλαίσιο.....	13
Αφελείς Θεωρίες.....	15
Αλλαγή αφελών θεωριών.....	19
Εννοιολογική Αλλαγή στην Παρατηρησιακή Αστρονομία.....	21
Διαφορετικές Θεωρητικές Προσεγγίσεις - Κοινωνιο-Πολιτισμική Προσέγγιση	25
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ.....	29
Πείραμα 1 ^ο : Ανοικτό έναντι Κλειστού Ερωτηματολογίου.....	31
<i>Μεθοδολογία</i>	39
<i>Αποτελέσματα</i>	41
<i>Συζήτηση</i>	48
Πείραμα 2 ^ο : Επίδραση Εξωτερικών Αναπαραστάσεων	54
<i>Μεθοδολογία</i>	58
<i>Αποτελέσματα</i>	61
<i>Συζήτηση</i>	67
Συμπεράσματα για Θεωρητικά Ζητήματα.....	72
ΜΕΡΟΣ 2 ^ο : ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΝΟΙΩΝ & ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ..	75
Μηχανισμοί εννοιολογικής αλλαγής	79
Κατηγοριοποίηση Εννοιών.....	82
Διαμάχη για το πώς διαμορφώνονται οι κατηγορίες εννοιών	85
Προτεινόμενο πλαίσιο για την επανακατηγοριοποίηση εννοιών	87
ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	91
Πείραμα 3: Επανακατηγοριοποίηση της Έννοιας της Γης.....	92
<i>Μεθοδολογία</i>	93
<i>Αποτελέσματα</i>	95
<u>Έργο Κατηγοριοποίησης</u>	95
<u>Σχήμα Γης & Βαρύτητα</u>	100
<i>Συζήτηση</i>	105
Πείραμα 4: Η Επίδραση Πληροφοριών Κατηγοριοποίησης στην Κατανόηση του Σχήματος της Γης.....	109
<i>Μεθοδολογία</i>	113
<i>Αποτελέσματα</i>	114
<i>Συζήτηση</i>	119

Πείραμα 5: Επίδραση Πληροφοριών Κατηγοριοποίησης & Ανατρεπτικών Πληροφοριών στην Κατανόηση του Σχήματος της Γης.....	122
<i>Μεθοδολογία</i>	123
<i>Αποτελέσματα</i>	125
<i>Επίδραση Ανατρεπτικών κειμένων</i>	127
<i>Επίδραση Πληροφορίας Κατηγοριοποίησης</i>	128
<i>Συζήτηση</i>	131
ΜΕΡΟΣ 3 ^ο : ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	133
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	151
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	153
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	164
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΕΝΑΝΤΙ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ.....	165
1.1 <i>Ανοιχτό ερωτηματολόγιο</i>	166
1.2 <i>Κλειστό ερωτηματολόγιο</i>	167
1.3 <i>Προκατασκευασμένα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν μαζί με το Κλειστό ερωτηματολόγιο</i>	168
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	169
2.1 <i>Πρώτο μέρος ερωτηματολογίου</i>	170
2.2 <i>Δεύτερο μέρος ερωτηματολογίου</i>	171
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΕΩΝ	172
3.1 <i>Ερωτηματολόγιο για κατηγοριοποιήσεις</i>	173
3.2 <i>Ερωτηματολόγιο για το σχήμα της Γης</i>	174
ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ ΑΝΑΤΡΕΠΤΙΚΑ ΚΕΙΜΕΝΑ (1 ^Η ΦΑΣΗ)	175
4.1 <i>Ερωτηματολόγιο για τη Γη</i>	176
4.2 <i>Ανατρεπτικό κείμενο 1</i>	178
4.3 <i>Ανατρεπτικό κείμενο 2</i>	179
4.4 <i>Ανατρεπτικό κείμενο 3</i>	180
ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ ΑΝΑΤΡΕΠΤΙΚΑ ΚΕΙΜΕΝΑ (2 ^Η ΦΑΣΗ)	181
5.1 <i>Ερωτηματολόγιο</i>	182
5.2 <i>Κείμενο χωρίς πληροφορία Κατηγοριοποίησης (Μη Ανατρεπτικό)</i>	185
5.3 <i>Κείμενο χωρίς πληροφορία Κατηγοριοποίησης (Ανατρεπτικό)</i>	186
5.4 <i>Κείμενο με πληροφορία Κατηγοριοποίησης (Μη Ανατρεπτικό)</i>	187
5.5 <i>Κείμενο με πληροφορία Κατηγοριοποίησης (Ανατρεπτικό)</i>	188

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το πρόβλημα της εννοιολογικής αλλαγής αποτελεί ένα θεμελιώδες ερώτημα στο χώρο της γνωστικής ψυχολογίας με σημαντικές επιπτώσεις για μία θεωρία της μάθησης και για την εκπαίδευση. Η παρούσα διδακτορική διατριβή έχει δύο στόχους. Ο πρώτος στόχος εντοπίζεται στη διερεύνηση ορισμένων μεθοδολογικών ζητημάτων που έχουν προκύψει στο χώρο της εννοιολογικής αλλαγής και να συμβάλλει στην επιστημονική συζήτηση γύρω από τα θέματα αυτά. Ο δεύτερος στόχος είναι να ερευνήσει τη σχέση που ενδεχομένως υπάρχει μεταξύ των διαδικασιών κατηγοριοποίησης και επανακατηγοριοποίησης εννοιών και της εννοιολογικής αλλαγής και να διερευνήσει τα είδη των εννοιολογικών αλλαγών που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της μάθησης όταν τα παιδιά διδάσκονται αντιδισθητικές πληροφορίες για τις φυσικές επιστήμες.

Σύμφωνα με το θεωρητικό πλαίσιο της Βοσνιάδου και των συνεργατών της, ορισμένες έννοιες είναι δύσκολο να γίνουν κατανοητές από τα παιδιά γιατί παραβιάζουν πολλές από τις αρχές των αφελών θεωριών που έχουν διαμορφώσει αρχικά τα παιδιά, τόσο στο χώρο των φυσικών επιστημών όσο και στο χώρο των μαθηματικών όπως έχει φανεί προσφάτως από σχετικές έρευνες (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994, Vosniadou, 2006, Vosniadou & Vamvakoussi, 2006, Vosniadou & Verschaffel, 2004). Σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτούνται ριζικές εννοιολογικές αλλαγές που εμπερικλείουν και οντολογικές αλλαγές.

Έρευνες στο χώρο της γνωστικής ανάπτυξης έχουν δείξει ότι τα παιδιά από πολύ νωρίς διαμορφώνουν μια «θεωρία βάσης» για τον φυσικό κόσμο που βασίζεται στις ερμηνείες των εμπειρικών τους παρατηρήσεων και στις πληροφορίες που παίρνουν από το κοινωνικό-πολιτισμικό περιβάλλον. Ο όρος «θεωρία» εδώ χρησιμοποιείται για να δηλώσει ένα επεξηγηματικό πλαίσιο που χρησιμοποιείται από

τα παιδιά προκειμένου να εξηγήσουν φαινόμενα, να κάνουν προβλέψεις και να απαντήσουν ερωτήματα σε προβλήματα με τα οποία δεν έχουν έρθει στο παρελθόν αντιμέτωπα. Η αφελής θεωρία φυσικής δεν είναι αποσπασματική αλλά παρουσιάζει εσωτερική συνοχή και συνέπεια. Η αλλαγή της θεωρίας βάσης είναι αρκετά δύσκολη γιατί συνιστά ένα συνεκτικό επεξηγηματικό πλαίσιο και γιατί βασίζεται και επιβεβαιώνεται από τις καθημερινές εμπειρικές παρατηρήσεις των παιδιών.

Οι θεωρίες των παιδιών καθορίζονται από τις επιστημολογικές και τις οντολογικές πεποιθήσεις τους. Οι επιστημολογικές πεποιθήσεις κατευθύνονται από την αρχή ότι «τα πράγματα είναι ακριβώς όπως μας παρουσιάζονται». Επιπλέον, τα παιδιά παρατηρώντας τον φυσικό κόσμο διαμορφώνουν οντολογικές πεποιθήσεις για τις έννοιες του φυσικού κόσμου. Για παράδειγμα στην περίπτωση της Γης, εφόσον τα παιδιά παρατηρούν ότι τα αντικείμενα που δεν στηρίζονται πέφτουν προς τα κάτω, θεωρούν ότι και η Γη πρέπει να στηρίζεται από κάπου, όπως και ότι οι άνθρωποι δεν μπορούν να ζήσουν στο κάτω μέρος της Γης, γιατί θα πέσουν. Οι πεποιθήσεις των παιδιών είναι πολύ καλά εδραιωμένες και τα ίδια τα παιδιά πολύ δύσκολα τις θέτουν σε αμφισβήτηση.

Στην περίπτωση της παρατηρησιακής αστρονομίας, φαίνεται πως η αφελής θεωρία που διαμορφώνουν αρχικά τα παιδιά κατευθύνεται από την πεποίθηση ότι η Γη είναι ένα φυσικό σώμα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να της αποδίδονται τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες των φυσικών αντικειμένων. Όταν θεωρούμε ότι μια έννοια ανήκει σε μια κατηγορία, αυτομάτως της αποδίδουμε τα χαρακτηριστικά των μελών που ανήκουν στην ίδια κατηγορία και κάνουμε προβλέψεις κρίνοντας με βάση αυτά. Συνεπώς, αν κατηγοριοποιήσουμε τη Γη σαν φυσικό σώμα, τότε θεωρούμε ότι έχει τα χαρακτηριστικά των φυσικών σωμάτων (π.χ. τα φυσικά σώματα που δεν

στηρίζονται από κάποιον πέφτουν και άρα το ίδιο ισχύει και για τη Γη η οποία έχει την ανάγκη υποστήριξης).

Όταν τα παιδιά διδαχθούν τις επιστημονικές θεωρίες, το επεξηγηματικό πλαίσιο που έχουν διαμορφώσει μέχρι εκείνη τη στιγμή αντικρούεται με αυτό των επιστημονικών θεωριών. Οι επιστημονικές θεωρίες παραβιάζουν πολλές από τις αρχές των αφελών θεωριών των παιδιών, με αποτέλεσμα να γίνονται δύσκολα κατανοητές. Έρευνες στο χώρο έχουν δείξει ότι τα παιδιά αρχικά προσπαθούν να προσθέσουν τις επιστημονικές πληροφορίες στο ήδη διαμορφωμένο επεξηγηματικό πλαίσιο, χρησιμοποιώντας μηχανισμούς εμπλουτισμού. Αυτό σε αρκετές περιπτώσεις οδηγεί στη διαμόρφωση παρανοήσεων, ή συνθετικών μοντέλων, όταν οι επιστημονικές θεωρίες παραβιάζουν πολλές από τις αρχές των αφελών θεωριών. Συνθετικά είναι τα μοντέλα που κατασκευάζουν τα παιδιά προκειμένου να επιλύσουν προβλήματα και να απαντήσουν σε ερωτήματα, τα οποία όμως αναδεικνύουν τις προσπάθειες σύνθεσης των επιστημονικών πληροφοριών με τις αρχικές απόψεις των παιδιών. Για παράδειγμα, τα συνθετικά μοντέλα της Γης, όπως αυτό της κοίλης σφαίρας, συνθέτει την πληροφορία ότι η Γη είναι σφαιρική με την πεποίθηση των παιδιών ότι οι άνθρωποι ζουν σε κάποιο επίπεδο τμήμα στη Γη. Γι' αυτό μπορεί η Γη να αναπαρίσταται για παράδειγμα σαν μια κοίλη σφαίρα που οι άνθρωποι ζουν σε μια επίπεδη επιφάνεια στο εσωτερικό της.

Ορισμένοι ερευνητές όπως ο Saljo και οι συνεργάτες του (Schoultz, Saljo, Wynthamn, 2001, Ivarsson, Schoultz, Saljo, 2002) που είναι υποστηρικτές της κοινωνικο-πολιτισμικής προσέγγισης έχουν αμφισβητήσει το παραπάνω θεωρητικό πλαίσιο και τα ευρήματα των εμπειρικών ερευνών των Vosniadou και Brewer (1992, 1994). Υποστήριξαν ότι δεν ακολουθήθηκαν οι σωστές μέθοδοι για τη διερεύνηση των γνώσεων των παιδιών. Για παράδειγμα ο Saljo και οι συνεργάτες του στις δικές

τους έρευνες χρησιμοποίησαν εξωτερικές αναπαραστάσεις και ισχυρίστηκαν πως αν τα παιδιά έχουν στη διάθεσή τους τα κατάλληλα εργαλεία (π.χ. υδρόγειο σφαίρα) μπορούν να τα αναγνωρίσουν ως τα επιστημονικά αποδεκτά, να τα χρησιμοποιήσουν με ιδιαίτερη ευκολία για να δώσουν απαντήσεις και να επιχειρηματολογήσουν, και έτσι δείχνουν ότι κατανοούν τις επιστημονικές θεωρίες χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα. Άλλοι ερευνητές όπως ο Siegal και οι συνεργάτες του (Siegal, Butterworth, Newcombe, 2004, Butterworth, Siegal, Newcombe, & Dorfmann, 2001) και ο Nobes και οι συνεργάτες του (Nobes, Moore, Martin, Clifford, Butterworth, Panagiotaki, Siegal, 2003), που αμφισβήτησαν τα ευρήματα της Βοσνιάδου και των συνεργατών της θεωρώντας τα τυχαία ευρήματα, στις έρευνές τους χρησιμοποίησαν κλειστού τύπου ερωτηματολόγια, αντί ανοικτού τύπου, και ισχυρίστηκαν πως χρησιμοποιώντας την κατάλληλη μεθοδολογία φαίνεται πως τα παιδιά δεν έχουν δυσκολίες να κατανοήσουν τις επιστημονικές θεωρίες.

Στην παρούσα διατριβή, παρουσιάζεται μία σειρά πειραμάτων που σκοπό έχουν τη διερεύνηση (1) της επίδρασης του είδους του ερωτηματολογίου (ανοικτού έναντι κλειστού) (2) των εξωτερικών μοντέλων σε συνδυασμό με την προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών στις ιδέες τους για τον φυσικό κόσμο, και τέλος (3) του ερωτήματος αν η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής συνοδεύεται από επανακατηγοριοποιήσεις εννοιών.

Στο πρώτο μέρος της διατριβής παρουσιάζονται τα δύο πρώτα πειράματα που απαντούν στα μεθοδολογικά ζητήματα που έχουν προκύψει στο χώρο της ανάπτυξης της γνώσης των παιδιών στην αστρονομία, και προσπαθούν να δοθούν κατ' επέκταση απαντήσεις σε θεωρητικά ζητήματα που αφορούν στη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής. Στο Πείραμα 1 συγκρίναμε δύο διαφορετικά είδη ερωτηματολογίου, ένα ανοικτό έναντι ενός κλειστού ερωτηματολογίου, προκειμένου να διερευνήσουμε πώς

το κάθε ερωτηματολόγιο επηρεάζει τις απαντήσεις των παιδιών που αφορούν στο σχήμα της Γης και την εναλλαγή μέρας/νύχτας. Οι δύο διαφορετικές μέθοδοι υποβολής ερωτήσεων οδήγησαν σε διαφορετικά αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα από το ανοικτό ερωτηματολόγιο έδειξαν ότι τα παιδιά κατασκεύασαν τις δικές τους αναπαραστάσεις για το σχήμα της Γης και την εναλλαγή μέρας/νύχτας οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις διέφεραν από την επιστημονική, επιβεβαιώνοντας έτσι τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών των Vosniadou και Brewer (1992, 1994). Το κλειστό ερωτηματολόγιο προκάλεσε αύξηση του αριθμού των σωστών απαντήσεων αλλά παράλληλα δημιούργησε εσωτερική ασυνέπεια στις απαντήσεις των μαθητών, μη δίνοντας έτσι τη δυνατότητα να διαφανεί αν τα παιδιά κατασκευάζουν νοητικές αναπαραστάσεις της Γης, διαφορετικές από την επιστημονική, και ποιες είναι αυτές.

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι διαφορετικές μεθοδολογίες οδηγούν στην εξυπηρέτηση διαφορετικών σκοπών, σε σχέση με την αξιολόγηση των γνώσεων των παιδιών. Ένα κλειστό ερωτηματολόγιο είναι ένα καλό εργαλείο προκειμένου να δούμε αν οι μαθητές έχουν εκτεθεί στις επιστημονικές πληροφορίες. Αντίθετα, ένα ανοικτό ερωτηματολόγιο που περιλαμβάνει και παραγωγικές ερωτήσεις, είναι ένα καλό εργαλείο προκειμένου να δούμε αν οι μαθητές έχουν κατανοήσει πλήρως τις επιστημονικές πληροφορίες που έχουν διδαχθεί και αν μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις πληροφορίες με παραγωγικό τρόπο στην επίλυση προβλημάτων που δεν έχουν ξανασυναντήσει. Συνεπώς, διαφορετικές μέθοδοι υποβολής ερωτήσεων αναδεικνύουν διαφορετικές μορφές του «γνωρίζουν».

Στο δεύτερο πείραμα εξετάσαμε την επίδραση εξωτερικών μοντέλων, όπως της υδρογείου και του χάρτη, στις ιδέες των παιδιών για το σχήμα της Γης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όταν υπάρχει ένα εξωτερικό μοντέλο τα παιδιά το χρησιμοποιούν και προσπαθούν να σκεφτούν με αυτό. Όταν οι απαντήσεις δεν

μπορούν να συναχθούν κατευθείαν από το εξωτερικό μοντέλο, τότε βασίζονται στις προηγούμενες γνώσεις τους που δεν είναι συνεπείς προς το μοντέλο, καταστρέφοντας έτσι την εσωτερική συνέπεια των απαντήσεών τους.

Όμως, παρότι η παρουσία των εξωτερικών μοντέλων κατάστρεψε την εσωτερική συνέπεια στις απαντήσεις των παιδιών, το κάθε εξωτερικό μοντέλο επηρέασε με διαφορετικό τρόπο τις απαντήσεις των παιδιών, δείχνοντας ότι η κατανόηση των εξωτερικών αναπαραστάσεων και η σωστή τους χρήση δεν είναι μια απλή διαδικασία άμεσα κατευθυνόμενη από το πολιτισμικό περιβάλλον. Αντίθετα είναι μια κατασκευαστική διαδικασία στα πλαίσια της οποίας τα εξωτερικά μοντέλα μπορεί να ερμηνευθούν με διαφορετικούς τρόπους έτσι ώστε να ενσωματωθούν σε όσα ήδη γνωρίζει ο μαθητής.

Στόχος της δεύτερης σειράς πειραμάτων, που παρουσιάζονται στο δεύτερο μέρος της διατριβής, ήταν να διερευνήσουμε το ερώτημα αν υπάρχουν επανακατηγοριοποιήσεις της έννοιας της Γης κατά την ανάπτυξη και τη μάθηση. Στο πρώτο πείραμα αυτής της σειράς μελετών (πείραμα 3), στόχος ήταν η διερεύνηση του ερωτήματος αν τα μικρά παιδιά στη διάρκεια της γνωστικής ανάπτυξης επανακατηγοριοποιούν την έννοια της Γης από ένα φυσικό σε ένα ουράνιο σώμα και εάν αυτή η επανακατηγοριοποίηση σχετίζεται με τις ιδέες τους για το σχήμα της Γης. Στις έρευνες των Vosniadou και Brewer (1992, 1994) είχε διατυπωθεί ως υπόθεση ότι οι δυσκολίες που έχουν τα παιδιά να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες για τη Γη ίσως να οφείλεται στην πιθανότητα να κατηγοριοποιούν τα παιδιά τη Γη με τα φυσικά σώματα και όχι με τα ουράνια. Αυτή η υπόθεση δεν είχε μέχρι τώρα διερευνηθεί πειραματικά. Αυτός είναι και ο στόχος αυτού του πειράματος, η πειραματική διερεύνηση αυτής της υπόθεσης.

Τα αποτελέσματα της μελέτης, που επιβεβαίωσαν τις αρχικές μας υποθέσεις, έδειξαν ότι η πλειονότητα των μικρότερων παιδιών κατηγοριοποίησε τη Γη σαν φυσικό αντικείμενο σε αντίθεση με τα μεγαλύτερα παιδιά που κατηγοριοποίησαν τη Γη σαν ένα ουράνιο σώμα. Επιπλέον, βρέθηκε ισχυρός βαθμός συσχέτισης ανάμεσα στον τρόπο κατηγοριοποίησης της Γης και της αναπαράσταση του σχήματος της Γης, που μας οδήγησε στη διατύπωση της ιδέας ότι η επανακατηγοριοποίηση της Γης από ένα φυσικό σώμα σε ένα αστρονομικό σώμα είναι προαπαιτούμενο για την πλήρη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών για το σφαιρικό σχήμα της Γης.

Στο τέταρτο και στο πέμπτο πείραμα στόχος ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της πληροφορίας κατηγοριοποίησης της Γης με τα ουράνια σώματα στις αντιλήψεις των μαθητών για το σχήμα της Γης, προκειμένου να διερευνηθεί η αιτιακή σχέση που φαίνεται να υπάρχει μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα που συγκεντρώσαμε και από τα δύο πειράματα έδειξαν ότι όταν παρείχαμε στα παιδιά την πληροφορία ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα οι απαντήσεις τους βελτιώνονταν σε σημαντικότερο βαθμό παρά όταν τους δίναμε πληροφορίες που αφορούσαν στο σχήμα της Γης.

Οδηγηθήκαμε, λοιπόν, στο συμπέρασμα πως όταν τα παιδιά κατανοούν ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα με τις ιδιότητες των ουράνιων σωμάτων, αντιλαμβάνονται διαφορετικά την έννοια της Γης. Μπορούν να την εντάξουν σε ένα διαφορετικό πλαίσιο, στο οποίο ισχύουν άλλοι νόμοι από αυτούς των φυσικών σωμάτων και έτσι δεν αποδίδουν στη Γη τους περιορισμούς που ισχύουν για τα φυσικά σώματα. Τα ευρήματα αυτά επιβεβαιώνουν την ιδέα που διατυπώθηκε στην προηγούμενη μελέτη, ότι δηλαδή η επανακατηγοριοποίησης της Γης από ένα φυσικό σώμα σε ένα ουράνιο σώμα μπορεί να είναι προαπαιτούμενο της κατανόησης του επιστημονικού μοντέλου της Γης και ενισχύει την υπόθεση ότι η παροχή της

πληροφορίας ότι η Γη είναι ένα αστρονομικό σώμα μπορεί να είναι αρκετά αποτελεσματική για τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής, γιατί εμπεριέχει έναν μεγάλο αριθμό άδηλων πεποιθήσεων που κατευθύνουν τη διαδικασία της μάθησης.

Στο τρίτο και τελευταίο μέρος της παρούσας διατριβής παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των πειραμάτων μας και διευκρινίζεται η συμβολή της διατριβής στη βιβλιογραφία. Τα αποτελέσματα των ερευνών μας επιβεβαίωσαν τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών που διεξήχθησαν από τη Βοσνιάδου και τους συνεργάτες της, ότι τα παιδιά έχουν σημαντικές δυσκολίες στην κατανόηση των επιστημονικών ιδεών για τη Γη. Επιπλέον τα αποτελέσματα διαγράφουν νέες οπτικές στη σχέση ανάμεσα στον τρόπο κατηγοριοποίησης των εννοιών και στη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής και μας δίνουν σημαντικές πληροφορίες για τα είδη των εννοιολογικών αλλαγών που λαμβάνουν χώρα όταν τα παιδιά διδάσκονται αντιδιαισθητικές πληροφορίες. Φαίνεται πως η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής δεν είναι μόνο μια διαδικασία εμπλουτισμού των ήδη υπάρχουσών γνωστικών δομών. Πολλές φορές χρειάζεται ριζική αναδιοργάνωση των αρχικών γνωστικών δομών.

ΜΕΡΟΣ 1^ο: ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Ο όρος εννοιολογική αλλαγή εισήχθη στις αρχές του '60 από τον Paul Feyerabend και τον Tomas Kuhn για να περιγράψει τις αλλαγές που υφίστανται οι όροι των φυσικών επιστημών και οι έννοιες που εμπερικλείονται σε μία θεωρία όταν η θεωρία αυτή αλλάξει. Η καινοτομία των δύο φιλοσόφων εντοπίζεται στο ότι υποστηρίζουν ότι συντελούνται αλλαγές στους όρους μίας θεωρίας κατά την εξέλιξη της επιστημονικής γνώσης που παρουσιάζουν ασυμβατότητα νοήματος. Ενώ οι λογικοί θετικιστές μίλησαν και εκείνοι για εξέλιξη των επιστημονικών γνώσεων, για εγκατάλειψη των προηγούμενων θεωριών και για εισαγωγή νέων εννοιών στα υπάρχοντα γνωστικά σχήματα, δεν αναφέρθηκαν σε προβλήματα ασυμβατότητας νοήματος κατά την εξέλιξη των θεωριών, ούτε στο πώς αυτή επιδρά στους όρους που εμπερικλείονται στο γνωστικό σχήμα, όταν αυτοί παραμένουν (βλ. Arabatzis & Kindi, υπό δημοσίευση· Πορτίδης, υπό δημοσίευση).

Οι δύο φιλόσοφοι εισήγαγαν την έννοια της ασυμβατότητας νοήματος και υποστήριξαν ότι όταν ένα θεωρητικό-επεξηγηματικό πλαίσιο έχει αλλάξει, οι έννοιες που εντάσσονται στο αρχικό επεξηγηματικό πλαίσιο είναι ασύμβατες με το νέο επεξηγηματικό πλαίσιο. Για να εναρμονιστούν οι όροι με το νέο επεξηγηματικό πλαίσιο, απαιτείται η αναδόμησή του, απορρίπτοντας κάποιους από τους προηγούμενους όρους και εντοπίζοντας νέες σχέσεις μεταξύ άλλων όρων. Η έννοια της ασυμβατότητας ήταν η έννοια κλειδί για τον Kuhn για τις επιστημονικές επαναστάσεις, ή την επιστημονική εξέλιξη όπως θα την χαρακτηρίσει στο μετέπειτα έργο του.

Η έννοια της ασυμβατότητας δέχτηκε σημαντική κριτική από τους φιλοσόφους και τους ιστορικούς της επιστήμης οδηγώντας τον Kuhn να αλλάξει τις αρχικές του θέσεις και αντί να μιλάει για «καθολική» ασυμβατότητα να μετριάσει σε

«τοπική» ασυμβατότητα (βλ. Machamer, 2007· Arabatzis & Kindi, υπό δημοσίευση). Η «τοπική» ασυμβατότητα αναφέρεται σε μερικές και κατά πεδίο αλλαγές στο νόημα μίας έννοιας.

Μία ερμηνεία της τοπικής ασυμβατότητας θα μπορούσε να είναι η αντικατάσταση μίας επεξηγηματικής δομής από μία άλλη ασύμβατή της, στην οποία όμως οι έννοιες είναι εν μέρει επικαλυπτόμενες (βλ. Baltas, 2007). Ένα παράδειγμα έρχεται από τη σύγκριση του Πτολεμαϊκού με το Κοπερνίκειο σύστημα. Στο Πτολεμαϊκό σύστημα οι πλανήτες ήταν επτά ουράνια σώματα (Σελήνη, Ερμής, Αφροδίτη, Ήλιος, Άρης, Δίας, και Κρόνος) που κινούνταν σε σχέση με τους απλανείς αστέρες. Στο Κοπερνίκειο σύστημα οι πλανήτες ήταν έξι ουράνια σώματα (Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Δίας, και Κρόνος) που κινούνταν γύρω από τον Ήλιο. Υπάρχει, συνεπώς, μία μερική επικάλυψη ανάμεσα στα δύο επεξηγηματικά πλαίσια και λόγω αυτής της επικάλυψης κάποιοι από τους ισχυρισμούς του Πτολεμαϊκού συστήματος σχετικά με τους πλανήτες δεν μπορούν να οριστούν στο Κοπερνίκειο σύστημα, οδηγώντας σε ασυμμετρία ανάμεσα στα δύο επεξηγηματικά σχήματα.

Η αρχή της τοπικής ασυμβατότητας χρησιμοποιείται και από την Carey (1991) για να περιγράψει τις αλλαγές των εννοιών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Η Carey δανείστηκε τον όρο της «τοπικής ασυμβατότητας» και υποστήριξε ότι οι αρχικές θεωρίες των παιδιών είναι εν μέρει ασύμβατες με αυτές που διαμορφώνουν στην πορεία της ανάπτυξής τους.

Η Carey (1985, 1991) αναφέρεται σε ριζική εννοιολογική αλλαγή η οποία απαιτεί τον επαναπροσδιορισμό των εννοιών και την οργάνωσή τους σε άλλη οντολογική κατηγορία ή τη δημιουργία νέων οντολογικών κατηγοριών, όπως είναι για παράδειγμα ο επαναπροσδιορισμός της έννοιας της Γης από φυσικό σώμα σε ουράνιο ή ο επαναπροσδιορισμός των φυτών από μη-ζωντανούς οργανισμούς σε

ζωντανούς. Η εννοιολογική αλλαγή μπορεί να περιλαμβάνει είτε συγκερασμό είτε διαχωρισμό εννοιών, όπως για παράδειγμα το διαχωρισμό ανάμεσα στις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας (Wiser, Carey, 1983).

Στην περίπτωση της μάθησης, ο όρος εννοιολογική αλλαγή χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια από τη Βοσνιάδου για να περιγράψει το είδος της μάθησης που είναι απαραίτητο όταν νέες διδασκόμενες έννοιες, κυρίως των φυσικών επιστημών και των μαθηματικών, έρχονται σε αντίθεση με τις αφελείς έννοιες, οι οποίες βασίζονται κυρίως σε εμπειρικές παρατηρήσεις των μαθητών (Vosniadou, 2003, 1999, Vosniadou & Verschaffel, 2004).

Προτεινόμενο Θεωρητικό Πλαίσιο

Τα τελευταία χρόνια η Βοσνιάδου έχει διατυπώσει ένα θεωρητικό πλαίσιο για την εννοιολογική αλλαγή, με βάση το οποίο η εννοιολογική αλλαγή ορίζεται ως μία κατασκευαστική-κονστрукτιβιστική διαδικασία. Οι γνώσεις είναι οργανωμένες κατά πεδίο και έχουν τη δομή θεωριών και η μάθηση χαρακτηρίζεται από αλλαγή αυτών των θεωριών (Vosniadou, 2007a, 2007b).

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι υπάρχουν τρεις διαφορετικές περιπτώσεις επίτευξης της διαδικασίας της μάθησης αναφορικά με την προϋπάρχουσα γνώση. Στην πρώτη περίπτωση ο μαθητής μπορεί να διαθέτει κάποιες προϋπάρχουσες γνώσεις που μονάχα να σχετίζονται με κάποιο τρόπο με το θέμα που πρόκειται να διδαχθεί. Σε αυτή την περίπτωση η προϋπάρχουσα γνώση θεωρείται κατά κάποιο τρόπο απούσα και η μάθηση επιτυγχάνεται με την προσθήκη των νέων πληροφοριών στα όσα ήδη γνωρίζει ο μαθητής. Στη δεύτερη περίπτωση ο μαθητής μπορεί να έχει γνώσεις που είναι συμβατές με αυτό που πρόκειται να διδαχθεί αλλά αυτές οι γνώσεις

μπορεί να είναι ελλιπείς. Σε αυτή την περίπτωση η προϋπάρχουσα γνώση είναι μερική και η μάθηση επιτυγχάνεται με την κάλυψη των κενών. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις η προϋπάρχουσα γνώση δεν έρχεται σε σύγκρουση με τις νέες πληροφορίες. Στην τρίτη περίπτωση το θεωρητικό πλαίσιο στο οποίο εντάσσεται η προϋπάρχουσα γνώση του μαθητή μπορεί να έρχεται σε σύγκρουση με το επιστημονικό θεωρητικό πλαίσιο που εμπερικλείει τις πληροφορίες που πρόκειται να διδαχθεί. Πιο αναλυτικά, τα δύο θεωρητικά-επεξηγηματικά πλαίσια μπορεί αν συγκρούονται ως προς τη δομή τους, ως προς τις έννοιες που εμπερικλείουν, και ως προς τις σχέσεις μεταξύ των εννοιών. Η μάθηση σε αυτή την περίπτωση αναφέρεται ως εννοιολογική αλλαγή.

Σε αυτή την τελευταία περίπτωση η μάθηση δεν επιτυγχάνεται ούτε με την προσθήκη των νέων πληροφοριών ούτε με την κάλυψη των κενών. Σε τέτοιες περιπτώσεις, οι νέες πληροφορίες που προστίθενται στις υπάρχουσες γνωστικές δομές, οδηγούν στη δημιουργία παρανοήσεων. Οι παρανοήσεις ή τα συνθετικά μοντέλα όπως τα ονομάζουμε είναι το αποτέλεσμα της σύνθεσης των επιστημονικών πληροφοριών με τα όσα ήδη γνωρίζουμε. Για την αποφυγή της δημιουργίας των παρανοήσεων –ή των συνθετικών μοντέλων– απαιτείται αλλαγή των υπάρχουσών γνωστικών-επεξηγηματικών δομών. Χρειάζεται ένα είδος αναδιοργάνωσης των προϋπαρχουσών θεωριών (Vosniadou, 2004· Vosniadou & Verschaffel, 2004).

Σύμφωνα με αυτό το θεωρητικό πλαίσιο, αυτό που πρέπει να αλλάξει ουσιαστικά προκειμένου να επιτευχθεί η μάθηση, δεν είναι οι παρανοήσεις που δημιουργούνται όταν οι νέες πληροφορίες έρχονται σε σύγκρουση με την προϋπάρχουσα γνώση. Πρέπει να αλλάξουν οι κατά πεδίο, αρχικές, αφελείς, θεωρίες των παιδιών οι οποίες διαμορφώνονται βασιζόμενες στις καθημερινές εμπειρίες και

παρατηρήσεις στα πλαίσια του κοινωνικο-πολιτισμικού τους περιβάλλοντος (Carey, 1985· Inagaki & Hatano, 2002).

Αφελείς Θεωρίες

Έρευνες στο χώρο της γνωστικής ανάπτυξης έχουν δείξει ότι τα παιδιά ακόμα και από τη βρεφική ηλικία, οργανώνουν τις εμπειρικές πληροφορίες, που λαμβάνουν από τις αισθήσεις τους, σε στενά αλλά σχετικά συνεκτικά επεξηγηματικά πλαίσια που τους δίνουν τη δυνατότητα να παρέχουν εξηγήσεις και να κάνουν προβλέψεις (Carey, 1985· Gelman & Wellman, 1991· Keil, 1989). Αυτά τα επεξηγηματικά πλαίσια εμπεριέχουν αιτιακούς μηχανισμούς και κατευθύνονται από οντολογικούς και επιστημολογικούς περιορισμούς. Τα επεξηγηματικά πλαίσια αυτά των μικρών παιδιών αναφέρονται ως «αφελείς θεωρίες» (Carey, 1985· Spelke, 1991).

Ο όρος «θεωρία» χρησιμοποιείται εδώ για να δηλώσει μια συνεπή επεξηγηματική δομή, και όχι μια καλά δομημένη και κοινωνικά αποδεκτή επιστημονική θεωρία. Αυτές οι αφελείς θεωρίες βασίζονται στην καθημερινή εμπειρία και στις πληροφορίες που έρχονται από το κοινωνικό περιβάλλον και είναι πολύ διαφορετικές ως προς τη δομή, τα φαινόμενα που εξηγούν και τις έννοιες που τις απαρτίζουν, από τις επιστημονικές θεωρίες στις οποίες εκτίθενται τα παιδιά στο σχολείο. Παρόλα αυτά πρόκειται για συστηματικά επεξηγηματικά πλαίσια με εσωτερική συνοχή και συνέπεια.

Αυτό που χαρακτηρίζει τις αφελείς θεωρίες, που είναι και το πλέον σημαντικό χαρακτηριστικό τους, είναι η δυνατότητα που παρέχουν στα παιδιά να δίνουν εξηγήσεις και να κάνουν προβλέψεις ακόμα και για ζητήματα που πηγάζουν πέρα από αυτό που είναι άμεσα προσβάσιμο και παρατηρήσιμο. Για παράδειγμα σε

προηγούμενες έρευνες στο χώρο της παρατηρησιακής αστρονομίας (Vosniadou & Brewer, 1994) ζητήθηκε από παιδιά του δημοτικού σχολείου να εξηγήσουν το μηχανισμό του φαινομένου της εναλλαγής μέρας/νύχτας. Τα παιδιά δεν αντιμετώπισαν ιδιαίτερη δυσκολία να απαντήσουν στις ερωτήσεις που τους τέθηκαν. Έδωσαν εξηγήσεις του φαινομένου χρησιμοποιώντας διάφορους μηχανισμούς, οι οποίοι προέκυπταν από τις καθημερινές τους παρατηρήσεις και τις καλά εδραιωμένες πεποιθήσεις τους. Οι θεωρίες τους καθορίζονται από δύο ειδών πεποιθήσεις: τις οντολογικές και τις επιστημολογικές. Σύμφωνα με τις πρώτες, τα φυσικά σώματα είναι σταθερά, πέφτουν προς τα κάτω αν δεν στηρίζονται, κ.τ.λ. Οι επιστημολογικές τους πεποιθήσεις αφορούν γενικότερα στην φύση της εξήγησης των φυσικών φαινομένων όπως για παράδειγμα ποια είναι τα κριτήρια που καθορίζουν αν κάτι αποτελεί φυσικό φαινόμενο και ότι απαιτούνται αιτιακοί μηχανισμοί για την εξήγησή τους. Αυτές οι πεποιθήσεις επηρεάζουν τον τρόπο που τα παιδιά ερμηνεύουν τις παρατηρήσεις τους και τις πληροφορίες που λαμβάνουν από το κοινωνικο-πολιτισμικό περιβάλλον και κατευθύνουν τη διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων και γενικεύσεων.

Ειδικότερα στην περίπτωση του φαινομένου της εναλλαγής μέρας/νύχτας, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις τους ο Ήλιος είναι στον ουρανό στη διάρκεια της μέρας αλλά όχι στη διάρκεια της νύχτας, ενώ το αντίστροφο συμβαίνει με το Φεγγάρι και τα αστέρια, που είναι στον ουρανό στη διάρκεια της νύχτας αλλά όχι της μέρας. Επιπλέον, γενικότερα έχουν παρατηρήσει ότι μπορεί αντικείμενα να εμφανίζονται και να εξαφανίζονται. Δεδομένου ότι σύμφωνα με τις επιστημολογικές πεποιθήσεις τους τα φυσικά φαινόμενα απαιτούν έναν αιτιακό μηχανισμό για να εξηγηθούν, η εξαφάνιση των αντικειμένων μπορεί να εξηγηθεί με έναν από τους ακόλουθους μηχανισμούς: (1) κάτι κινείται μπροστά από το αντικείμενο και το κρύβει, (2) το

αντικείμενο κινείται πίσω από κάτι άλλο, (3) το αντικείμενο πάει κάπου πολύ μακριά από όπου δεν φαίνεται, (4) ο παρατηρητής γυρνάει την πλάτη του και δεν βλέπει πλέον το αντικείμενο. Αυτούς τους αιτιακούς μηχανισμούς προσπαθούν να τους μεταφέρουν και στην περίπτωση του Ήλιου και της Σελήνης που εμφανίζονται και εξαφανίζονται στον ουρανό. Επειδή όμως τα παιδιά καθημερινά παρατηρούν τον Ήλιο και το Φεγγάρι να κινούνται στον ουρανό και βλέποντας ότι ο Ήλιος είναι στον ουρανό το πρωί και το Φεγγάρι είναι στον ουρανό το βράδυ, αυτομάτως εξάγουν το συμπέρασμα ότι ο Ήλιος είναι υπεύθυνος για τη μέρα και το Φεγγάρι είναι υπεύθυνο για τη νύχτα. Έτσι αποδίδουν μηχανική αιτιότητα στον Ήλιο και το Φεγγάρι και συμπεραίνουν ότι ο Ήλιος και το Φεγγάρι ευθύνονται για την εναλλαγή μέρας/νύχτας. Κάποιες από τις εξηγήσεις του φαινομένου εναλλαγής μέρας/νύχτας που έδωσαν τα παιδιά στην έρευνα των Vosniadou και Brewer (1994) ήταν ότι ο Ήλιος πηγαίνει πίσω από τα βουνά και βγαίνει το Φεγγάρι ή ότι ο Ήλιος πηγαίνει πολύ μακριά και δεν φαίνεται ή ότι τα σύννεφα καλύπτουν τον Ήλιο ή ότι ο Ήλιος πηγαίνει στην άλλη πλευρά της Γης. Οι αιτιακοί μηχανισμοί που χρησιμοποιούσαν τα παιδιά για να εξηγήσουν την εξαφάνιση των αντικειμένων, μεταφέρθηκαν και στην περίπτωση του Ήλιου και της Σελήνης και συμπερασματικά αποδόθηκε μηχανική αιτιότητα στον Ήλιο για την εξήγηση της ημέρας και μηχανική αιτιότητα στο Φεγγάρι για την εξήγηση της νύχτας, διαμορφώνοντας έτσι ένα θεωρητικό-επεξηγηματικό πλαίσιο που μπορεί να τους δώσει τη δυνατότητα να απαντήσουν σε ερωτήσεις και να λύσουν προβλήματα που συναντάνε για πρώτη φορά.

Τα παιδιά βασίζόμενα στο επεξηγηματικό πλαίσιο που έχουν διαμορφώσει μπορούν να κάνουν προβλέψεις και να βγάλουν συμπεράσματα για οντότητες που τους είναι άγνωστες, ή για τη συμπεριφορά μιας οντότητας που τους είναι οικεία, σε μία δεδομένη κατάσταση που τους είναι άγνωστη. Ένα παράδειγμα μας έρχεται από

τον χώρο της βιολογίας. Από έρευνες έχει φανεί ότι τα παιδιά αποδίδουν ανθρώπινα χαρακτηριστικά σε ένα αντικείμενο, αν αυτό ομοιάζει με τον άνθρωπο (Carey, 1985). Ρωτήθηκαν παιδιά 4-5 ετών αν κάποια ζώα έχουν τα ίδια εσωτερικά όργανα (π.χ. στομάχι, σπλήνα, καρδιά) με τον άνθρωπο. Βρέθηκε πως στα ζώα που έμοιαζαν περισσότερο με τον άνθρωπο αποδίδονταν ανθρώπινα χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα ο πίθηκος, σε αντίθεση με τα ερπετοειδή, θεωρήθηκε ότι έχει τα ίδια εσωτερικά όργανα με αυτά του ανθρώπου τα οποία λειτουργούν όπως και στον άνθρωπο.

Σε άλλη έρευνα των Inagaki και Hatano (1991) ζητήθηκε από 6χρονα παιδιά να προβλέψουν τις αντιδράσεις μιας ακρίδας και μιας τουλίπας σε άγνωστες νέες συνθήκες. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως όταν τα παιδιά έπρεπε να προβλέψουν τις αντιδράσεις των αντικειμένων-στόχων σε νέες συνθήκες για τις οποίες δεν είχαν σχετικές προϋπάρχουσες γνώσεις, βασίστηκαν στην αναλογία με τον άνθρωπο. Σε αυτή την περίπτωση όμως, δεδομένου ότι ούτε η ακρίδα ούτε η τουλίπα ομοιάζουν με τον άνθρωπο, προέβλεψαν αντιδράσεις που δεν έχουν καμία σχέση με τις ανθρώπινες. Συνεπώς οι αντιδράσεις των αντικειμένων στόχων όποιες και αν είναι δεν θα πρέπει να μοιάζουν με αυτές των ανθρώπων. Παραθέτουμε ένα απόσπασμα: «Ας υποθέσουμε ότι μια γυναίκα αγοράζει μια τουλίπα και στο δρόμο της πέφτει. Τι θα κάνει η τουλίπα;» «Η τουλίπα δεν μπορεί να μιλήσει. Κάποιος θα πρέπει να τη μεταφέρει, γιατί δεν έχει πόδια όπως ο άνθρωπος για να κινηθεί από μόνη της.» (Hatano & Inagaki, 1994, 1996). Κατ' επέκταση με τη χρήση αυτών των θεωριών τα μικρά παιδιά λειτουργούν αποτελεσματικά στην καθημερινότητά τους.

Σε αυτό το σημείο θα μπορούσαμε να πούμε ότι, παρά τις προφανείς διαφορές που υπάρχουν μεταξύ τους, οι αφελείς θεωρίες των παιδιών διαθέτουν ορισμένα από τα ουσιώδη χαρακτηριστικά των επιστημονικών θεωριών (Thagard, 1992). Και στις

δύο περιπτώσεις οι θεωρίες παρέχουν αιτιακούς μηχανισμούς και έχουν τη δυνατότητα να προβλέπουν καταστάσεις για ιδιαίτερος πολύπλοκα φαινόμενα στα οποία δεν υπάρχει οπτική πρόσβαση και δυνατότητα για άμεση παρατήρηση (π.χ. εξήγηση του φαινομένου εναλλαγής μέρας/νύχτας, εποχών, αλλά και το σχήμα της Γης παρόλο που το τελευταίο δεν αποτελεί φαινόμενο). Παρόλα αυτά τα δύο είδη θεωριών έχουν σημαντικές διαφορές. Ένα βασικό σημείο στο οποίο διαφέρουν οι δύο θεωρίες εντοπίζεται στις μεταγνωστικές ικανότητες των μαθητών έναντι των επιστημόνων. Τα παιδιά σε αντίθεση με τους επιστήμονες δεν έχουν επίγνωση των γνώσεών τους και των αλλαγών που συντελούνται, αλλά και των διαφορών που υπάρχουν μεταξύ των αρχικών τους πεποιθήσεων και των επιστημονικών ιδεών (Vosniadou, 2003).

Επιπλέον, οι θεωρίες των παιδιών δεν εμπεριέχουν μαθηματικές λεπτομέρειες και μαθηματική ακρίβεια όπως οι επιστημονικές θεωρίες, για τις οποίες είναι απαιτούμενο χαρακτηριστικό ώστε να μπορούν να αποδείξουν την εγκυρότητά τους. Οι θεωρίες των παιδιών παρέχουν κυρίως ποιοτικές και όχι ποσοτικές πληροφορίες σε αντίθεση με τις επιστημονικές θεωρίες (Brewer, υπό δημοσίευση). Στα βασικά χαρακτηριστικά όμως που καθορίζουν και συνθέτουν μια θεωρία τα δύο είδη ομοιάζουν.

Αλλαγή αφελών θεωριών

Έρευνες στο χώρο της γνωσιακής επιστήμης και της διδακτικής έχουν δείξει ότι οι αφελείς θεωρίες μπορούν παρεμποδίσουν την μάθηση στο χώρο των φυσικών επιστημών (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994· Samarapungavan, Vosniadou, & Brewer, 1996· Diakidoy, Vosniadou, & Hawks, 1997, Blown & Bryce, 2006·

Κυριακοπούλου & Βοσνιάδου, 2004· Carey, 1991· Spelke, 1991· Wiser & Carey, 1983· Vosniadou, 1999, 2002· Βοσνιάδου, Αρχοντίδου, Καλογιαννίδου, & Ιωαννίδης, 1996). Αυτό συμβαίνει διότι οι επιστημονικές εξηγήσεις των φυσικών φαινομένων συχνά παραβιάζουν θεμελιώδεις αρχές της αφελούς φυσικής, οι οποίες όμως επιβεβαιώνονται από την καθημερινή μας εμπειρία. Οι τελικά αποδεκτές επιστημονικές εξηγήσεις είναι το προϊόν μιας μακράς ιστορικής ανάπτυξης της επιστήμης, που χαρακτηρίζεται από επαναστατικές αλλαγές θεωρίας οι οποίες έχουν αναδομήσει τις αναπαραστάσεις μας για το φυσικό κόσμο. Η εκμάθηση των φυσικών επιστημών απαιτεί την απόκτηση μιας διαφορετικής θεωρίας για το φυσικό κόσμο. Η κατανόηση των επιστημονικών εννοιών απαιτεί την αναδόμηση των αφελών θεωριών, μια αναδόμηση που μπορεί να θεωρηθεί ως "αλλαγή θεωρίας" (Carey, 1985, 1991· Inagaki & Hatano, 2002· Vosniadou, 2003).

Ορισμένοι ερευνητές της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών εντόπισαν κάποιες αναλογίες ανάμεσα στην αλλαγή των αφελών θεωριών και τις αλλαγές θεωρίας στην ιστορία της επιστήμης (Posner, Strike, Hewson, Gertzog, 1982). Στα πλαίσια των *επιστημονικών επαναστάσεων* όπως περιγράφονται από τον Kuhn (1962) πραγματοποιούνται αλλαγές/μετασχηματισμοί των προϋποθέσεων μιας επιστήμης. Για παράδειγμα η Νευτώνεια δυναμική, ως αποτέλεσμα της Κοπερνίκειας επανάστασης, ήταν το αποτέλεσμα θεμελιωδών αλλαγών στις προϋποθέσεις της φυσικής. Όσο εξελίσσονταν αυτές οι προϋποθέσεις, μεταβάλλονταν τόσο ως προς το νόημα όσο και ως προς κάποιες έννοιες (όπως η έννοια του πλανήτη, της βαρύτητας, της δύναμης) ενώ κάποιες άλλες καταργούνταν ολοσχερώς, αλλάζοντας έτσι την αντίληψη για το φυσικό κόσμο (Brown, 1993). Ο όρος της εννοιολογικής αλλαγής χρησιμοποιήθηκε από τον Kuhn (1962) για να δηλώσει τις αλλαγές που υφίστανται οι έννοιες που εμπερικλείονται σε μία θεωρία όταν αυτή η θεωρία αλλάζει.

Αντίστοιχα όταν το παιδί διδάσκεται τις επιστημονικές πληροφορίες, εμπλουτίζει τις αφελείς θεωρίες του με νέα δεδομένα, μέχρι να καταφύγει σε μια επαναστατική αλλαγή πλαισίου, προκειμένου να επιτευχθεί η μάθηση. Αυτή αντιστοιχεί στην ριζοσπαστική αναδιοργάνωση της γνώσης του παιδιού στη διάρκεια της ανάπτυξής του, στην αλλαγή των αφελών θεωριών (Vosniadou & Brewer, 1987) που αντιστοιχεί σε ένα είδος εννοιολογικής αλλαγής.

Έρευνες πάνω στην εννοιολογική αλλαγή, στο χώρο των φυσικών επιστημών αλλά και των μαθηματικών, έχουν δείξει ότι η εννοιολογική αλλαγή είναι μια αργή, σταδιακή διαδικασία η οποία συνοδεύεται από παρανοήσεις (Vosniadou, 2002· Vamvakoussi & Vosniadou, 2004· Christou & Vosniadou, 2005). Το πρόβλημα της εννοιολογικής αλλαγής είναι ένας από τους σημαντικότερους λόγους για τους οποίους τα παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες που εμπίπτουν τόσο στο χώρο των φυσικών επιστημών όσο και στα μαθηματικά. Οι δυσκολίες αυτές των μαθητών εμφανίζονται όταν οι επιστημονικές εξηγήσεις έρχονται σε σύγκρουση με τα αρχικά επεξηγηματικά πλαίσια των μαθητών. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτών των δυσκολιών έρχεται από το χώρο της Παρατηρησιακής Αστρονομίας.

Εννοιολογική Αλλαγή στην Παρατηρησιακή Αστρονομία

Τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών στο χώρο της Παρατηρησιακής Αστρονομίας έδειξαν ότι τα παιδιά έχουν σημαντικές δυσκολίες να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες για τη Γη (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994· Nussbaum, 1985). Αναπτυξιακές έρευνες έχουν δείξει ότι η διαδικασία μάθησης της επιστημονικής έννοιας της Γης είναι μία σταδιακή διαδικασία που μπορεί να οδηγήσει στην

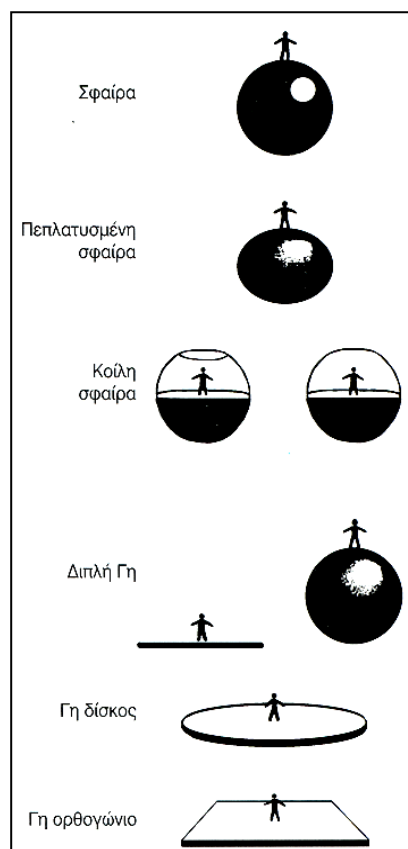
διαμόρφωση εναλλακτικών ιδεών για τη Γη (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994· Diakidoy, Vosniadou, & Hawks, 1996· Blown & Bryce, 2006). Οι απαντήσεις των μαθητών στις έρευνες των Vosniadou και Brewer (1992, 1994) έδειξαν ότι τα παιδιά κατασκευάζουν και χρησιμοποιούν αναπαραστάσεις της Γης, κάποια καλά ορισμένα μοντέλα της Γης, που διαφέρουν από την επιστημονική αναπαράσταση, το επιστημονικό μοντέλο Γης. Πέντε εναλλακτικά μοντέλα Γης αναγνωρίστηκαν από τους ερευνητές: η τετράγωνη/επίπεδη Γη, η Γη δίσκος, η διπλή Γη, η κοίλη Γη, και η πεπλατυσμένη σφαίρα (βλ. Διάγραμμα 1). Αυτά τα εναλλακτικά μοντέλα, εξαιρουμένης της επίπεδης/τετράγωνης Γης που θεωρείται το αρχικό μοντέλο Γης, μπορούν να ερμηνευτούν σαν προσπάθειες των παιδιών να ενσωματώσουν την επιστημονική πληροφορία της σφαιρικής Γης στις αρχικές τους πεποιθήσεις της επίπεδης, σταθερής, και υποβασταζόμενης Γης. Γι' αυτό το λόγο και ονομάστηκαν συνθετικά μοντέλα, γιατί ενέχουν τη σύνθεση της επιστημονικής πληροφορίας ότι η Γη είναι στρογγυλή με την πληροφορία που λαμβάνουν τα παιδιά από την καθημερινή τους εμπειρία, ότι η Γη φαίνεται επίπεδη.

Παρατηρώντας το Διάγραμμα 1 βλέπουμε ότι και τα πέντε εναλλακτικά μοντέλα παρουσιάζουν τους ανθρώπους να ζουν σε κάποιο επίπεδο τμήμα, είτε στο πάνω μέρος είτε μέσα στη Γη (κοίλη σφαίρα). Επιπλέον, με εξαίρεση την επίπεδη-τετράγωνη Γη, τα υπόλοιπα τέσσερα εναλλακτικά μοντέλα παρουσιάζουν τη Γη να είναι στρογγυλή και επίπεδη ταυτόχρονα.

Φαίνεται πως δύο βασικές πεποιθήσεις κατευθύνουν τις αντιλήψεις των μαθητών. Η μια αφορά στο ότι το έδαφος είναι επίπεδο. Αναλυτικότερα αφορά στην αντίφαση ανάμεσα στο φαινομενικά επίπεδο σχήμα της Γης και την επιστημονική γνώση ότι η Γη είναι σφαιρική, εφόσον σύμφωνα με την καθημερινή μας εμπειρία η Γη φαίνεται να είναι επίπεδη. Τα παιδιά φαίνεται να έχουν την πεποίθηση πως τα

πράγματα είναι όπως μας παρουσιάζονται και άρα αν τα πράγματα φαίνονται να είναι επίπεδα, τότε είναι επίπεδα. Όλα τα μοντέλα που παρουσιάζονται παραπάνω φαίνεται να επηρεάζονται από την πεποίθηση ότι το έδαφος όπου ζουν οι άνθρωποι είναι επίπεδο.

Διάγραμμα 1: Μοντέλα Γης (Vosniadou & Brewer, 1992)



Η δεύτερη βασική πεποίθηση αφορά στη λειτουργία της βαρύτητας από πάνω προς τα κάτω και όχι προς το κέντρο της Γης, εφόσον αυτό που παρατηρούν τα παιδιά είναι πως τα αντικείμενα που δεν στηρίζονται πέφτουν προς τα κάτω. Αυτή η πεποίθηση φαίνεται να πηγάζει από τις απόψεις των παιδιών για τα φυσικά αντικείμενα γενικά. Έρευνες από την Spelke (1991) έδειξαν πως η πεποίθηση ότι τα

αντικείμενα απαιτούν υποστήριξη ξεκινά να αναπτύσσεται περίπου στην ηλικία των 6-9 μηνών. Η πεποίθηση ότι τα αντικείμενα που δεν στηρίζονται πέφτουν εφαρμόζεται και στην περίπτωση της ίδιας της Γης και στα αντικείμενα και τους ανθρώπους πάνω στη Γη και δυσκολεύει πολύ τα παιδιά να κατανοήσουν πώς οι άνθρωποι ζουν πάνω σε μία σφαιρική Γη χωρίς να πέφτουν. Μία απάντηση σε αυτό το ερώτημα είναι η ιδέα ότι οι άνθρωποι ζουν σε ένα επίπεδο κομμάτι μέσα στη σφαίρα, όπως αναπαριστά το νοητικό μοντέλο της κοίλης Γης.

Συμπερασματικά φαίνεται ότι η δυσκολία των παιδιών να κατανοήσουν το σφαιρικό σχήμα της Γης προέρχεται από το γεγονός ότι κατηγοριοποιούν τη Γη ως φυσικό σώμα και άρα θεωρούν ότι όλα τα χαρακτηριστικά των φυσικών αντικειμένων ισχύουν και για τη Γη και κυρίως (α) η προϋπόθεση ότι το έδαφος είναι επίπεδο και (β) η προϋπόθεση ότι τα αντικείμενα που δεν στηρίζονται πέφτουν.

Τα πέντε εναλλακτικά αυτά μοντέλα που αναδεικνύουν τις προϋποθέσεις των φυσικών σωμάτων εντοπίστηκαν και μέσα από τις απαντήσεις παιδιών που συμμετείχαν σε διαπολιτισμικές μελέτες που διεξήχθησαν στη Σαμόα, στην Ινδία, από παιδιά από τη Βόρεια Ντακότα Ινδο-αμερικάνικης καταγωγής, και από ελληνόπουλα που έδειξαν ότι παρά τη διαφορά του πολιτισμικού πλαισίου τα παιδιά από διαφορετικά μέρη του κόσμου κατασκευάζουν μοντέλα της Γης που φαίνονται να επηρεάζονται από τις ίδιες πεποιθήσεις (Samarapungavan, Vosniadou, & Brewer, 1996· Diakidoy, Vosniadou, & Hawks, 1997, Blown & Bryce, 2006· Βοσνιάδου, Αρχοντίδου, Καλογιαννίδου, & Ιωαννίδης, 1996).

Οι καθημερινές εμπειρίες μπορούν να οδηγήσουν τα παιδιά στη διαμόρφωση μιας αφελούς θεωρίας για τη Γη. Αυτό που είναι απαραίτητο για τη μάθηση είναι η αντικατάσταση της αφελούς θεωρίας της επίπεδης Γης με την επιστημονική θεωρία της σφαιρικής Γης. Η αντικατάσταση των αφελών θεωριών από άλλες απαιτεί οι δύο

θεωρίες να είναι διαφορετικές από την άποψη (α) των εννοιών που περιέχουν, (β) της δομής τους, και (γ) των φαινόμενων που εξηγούν. Πρώτον, οι γνώσεις των παιδιών αλλάζουν εννοιολογικά. Η έννοια ενός ανθρωπομορφικού Ήλιου που κοιμάται τη νύχτα είναι τελείως διαφορετική από την έννοια του Ήλιου ως αστεριού στο γαλαξία μας. Δεύτερον, οι γνώσεις των παιδιών αλλάζουν και ως προς τη δομή τους, εφόσον δεν αλλάζουν μόνο οι έννοιες αλλά και οι σχέσεις μεταξύ των εννοιών. Το γεωκεντρικό μοντέλο αντικαθίσταται από το ηλιοκεντρικό. Τρίτον, οι νέες γνώσεις των παιδιών επεξηγούν με διαφορετικό τρόπο τα φαινόμενα σε σχέση με το πώς τα εξηγούσαν οι παλιές. Για παράδειγμα, οι νέες γνώσεις των παιδιών περιλαμβάνουν μόνο ορισμένες από τις έννοιες που συμπεριλαμβάνονταν στα αρχικά σχήματα (π.χ. Ήλιος, Σελήνη, άστρα, αλλά όχι σύννεφα, οπότε το φαινόμενο της εναλλαγής μέρας/νύχτας δεν μπορεί να εξηγηθεί με την κάλυψη του Ήλιου από τα σύννεφα). Φαίνεται λοιπόν πως η αλλαγή από ένα γεωκεντρικό επεξηγηματικό πλαίσιο σε ένα ηλιοκεντρικό επεξηγηματικό πλαίσιο πληρεί όλα τα κριτήρια και τις προϋποθέσεις για μια αναδιοργάνωση των αφελών θεωριών των παιδιών.

Διαφορετικές Θεωρητικές Προσεγγίσεις - Κοινωνιο-Πολιτισμική Προσέγγιση

Τα τελευταία χρόνια το προαναφερόμενο θεωρητικό πλαίσιο έχει δεχτεί κριτική από θεωρητικούς της κοινωνικο-πολιτισμικής προσέγγισης. Ερευνητές που αντιπροσωπεύουν την κοινωνικο-πολιτισμική προσέγγιση χαρακτήρισαν τα ευρήματα, που συνηγορούσαν υπέρ της δημιουργίας παρανοήσεων και της κατασκευής συνθετικών μοντέλων, ως τυχαία κατασκευάσματα που προέκυψαν λόγω της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε (Schoultz, Saljo, & Wyndhamn, 2001· Ivarsson, Schoultz, & Saljo, 2002· Nobes, Moore, Martin, Clifford, Butterworth, Panagiotaki, & Siegal, 2003· Siegal, Butterworth, & Newcombe, 2004· Butterworth,

Siegal, Newcombe, & Dorfmann, 2001). Ισχυρίστηκαν ότι αυτά τα ευρήματα δεν επιβεβαιώθηκαν από τις δικές τους έρευνες, στις οποίες ακολούθησαν άλλη μεθοδολογία από αυτή των Vosniadou και Brewer (1992, 1994) και υποστήριξαν ότι τα παιδιά δεν έχουν δυσκολίες κατανόησης των επιστημονικών ιδεών όταν στις έρευνες δίνεται έμφαση στην ανάλυση της επικοινωνιακής πληροφορίας που έχουμε από το παιδί και όταν το παιδί έχει στη διάθεσή του τα κατάλληλα πολιτισμικά εργαλεία, όπως είναι για παράδειγμα η υδρόγειος σφαίρα ή ο χάρτης.

Δεν αρνούμαστε πως το παιδί, όταν έχει στη διάθεσή του τα κατάλληλα πολιτισμικά εργαλεία (π.χ. υδρόγειο σφαίρα), ή όταν ερωτάται με βάση ένα κλειστού τύπου ερωτηματολόγιο μέσα στο οποίο η επιστημονικά αποδεκτή απάντηση δίνεται ως επιλογή, θα δώσει ίσως περισσότερες επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις. Αυτό όμως δε σημαίνει πως και πάλι δεν θα έχει προβλήματα κατανόησης των επιστημονικών ιδεών (Brewer, υπό δημοσίευση, Ehrlén, 2007). Συνεπώς η αμφισβήτηση των δεδομένων που συνηγορούν υπέρ της δημιουργίας των παρανοήσεων, δεν λύνει το πρόβλημα.

Ένα ακόμα σημείο κριτικής από κάποιους ερευνητές της κοινωνικο-πολιτισμικής προσέγγισης (Nobes, Moore, Martin, Clifford, Butterworth, Panagiotaki, & Siegal, 2003· Siegal, Butterworth, & Newcombe, 2004· Butterworth, Siegal, Newcombe, & Dorfmann, 2001) εντοπίζεται στην αμφισβήτηση της ύπαρξης των νοητικών μοντέλων και των νοητικών αναπαραστάσεων. Θεωρούν ότι η κατασκευή νοητικών μοντέλων στις έρευνες των Vosniadou και Brewer (1992, 1994) είναι τυχαία ευρήματα ή είναι αποτέλεσμα της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε. Με βάση τη δική μας οπτική, τα νοητικά μοντέλα κατασκευάζονται προκειμένου να μπορέσουμε να αναπαραστήσουμε φαινόμενα τα οποία δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμα (Brewer, υπό δημοσίευση). Τα μοντέλα είναι αναλογικές

αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου. Η δομή τους αντικατοπτρίζει το αντίστοιχο φαινόμενο του φυσικού κόσμου που απαιτεί κατανόηση, ερμηνεία και πρόβλεψη (Johnson-Laird, 1980) και μπορεί να συμβάλει στην κατασκευή μιας εξωτερικής αναπαράστασης η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο μέλλον σαν βοήθημα προκειμένου να επιλυθεί κάποιο πρόβλημα (Vosniadou, 2007a).

Θεωρούμε ότι κατασκευάζουμε νοητικά μοντέλα που προέρχονται όχι μόνο από τις καθημερινές μας εμπειρίες, αλλά και από τις εξωτερικές αναπαραστάσεις που κατά καιρούς χρησιμοποιούμε (Vosniadou, 2007b). Οι εξωτερικές αναπαραστάσεις μπορεί να εσωτερικευθούν και να ελέγξουν τις νοητικές μας αναπαραστάσεις που έχουν προέλθει από τις καθημερινές μας εμπειρίες. Θεωρούμε ότι το γνωστικό σύστημα είναι εξαιρετικά ευέλικτο και μπορεί να χρησιμοποιεί τόσο εσωτερικές όσο και εξωτερικές αναπαραστάσεις προκειμένου να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις μίας κατάστασης. Ακόμα και τα μικρά παιδιά, σε δεδομένες συνθήκες όπου θα τους παρέχονται εξωτερικές αναπαραστάσεις, πρωτίστως θα χρησιμοποιήσουν τις εξωτερικές αναπαραστάσεις όταν μπορούν να αντλήσουν τις απαντήσεις που χρειάζονται από αυτές, αλλά θα κατασκευάσουν και νοητικά μοντέλα όταν οι απαντήσεις που απαιτούνται δεν απορρέουν ξεκάθαρα από τις εξωτερικές αναπαραστάσεις που θα έχουν στη διάθεσή τους. Το θέμα αυτό θα το δούμε με μεγαλύτερες λεπτομέρειες και με πληροφορίες από πειραματικά δεδομένα στο πρώτο μέρος των πειραμάτων μας, όπου προσπαθούμε να διερευνήσουμε ορισμένα μεθοδολογικά ζητήματα που έχουν προκύψει στο χώρο της μελέτης της γνωστικής ανάπτυξης.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα δούμε πιο αναλυτικά τα σημεία της κριτικής που ασκήθηκε στις έρευνες και στα αποτελέσματα των ερευνών των Vosniadou και Brewer (1992, 1994) από τους εκπροσώπους της κοινωνικο-πολιτισμικής

προσέγγισης καθώς και τα πειράματα που διεξήχθησαν προκειμένου να απαντήσουμε στα μεθοδολογικά ζητήματα που προέκυψαν από αυτή την κριτική.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ

Το θεωρητικό πλαίσιο της Βοσνιάδου και των συνεργατών της έχει γίνει προσφάτως αντικείμενο κριτικής από ορισμένους ερευνητές εκ των οποίων κάποιοι ανήκουν στην κοινωνικο/πολιτισμική προσέγγιση. Η κριτική που ασκήθηκε βασίστηκε κυρίως σε μεθοδολογικά ζητήματα. Πιο συγκεκριμένα ο Siegal και οι συνεργάτες του (Nobes, Moore, Martin, Clifford, Butterworth, Panagiotaki, & Siegal, 2003· Siegal, Butterworth, & Newcombe, 2004· Butterworth, Siegal, Newcombe, & Dorfmann, 2001) υποστήριζαν ότι τα αποτελέσματα των ερευνών των Vosniadou και Brewer (1992, 1994), που βασίστηκαν στην χρήση ενός ανοικτού ερωτηματολογίου, υποτιμούν τις κοσμολογικές γνώσεις των παιδιών. Αντίθετα, υποστηρίζουν ότι οι έρευνες που διεξήγαγαν εκείνοι σε παιδιά της Μεγάλης Βρετανίας και της Αυστραλίας χρησιμοποιώντας ένα ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου, το οποίο στην προκειμένη περίπτωση έδινε δύο εναλλακτικές απαντήσεις στα παιδιά να επιλέξουν αυτή που θεωρούν σωστή, έδειξαν ότι τα παιδιά, ιδιαίτερα της Αυστραλίας, δεν είχαν δυσκολία στο να κατανοήσουν το σφαιρικό σχήμα της Γης*.

Ο Nobes και οι συνεργάτες του (Nobes et al., 2003) χρησιμοποιώντας ένα κλειστό ερωτηματολόγιο αποτελούμενο από μόνο τέσσερις ερωτήσεις, η καθεμία από τις οποίες έδινε και πάλι μόνο δύο εναλλακτικές απαντήσεις, υποστήριζαν ότι δεν βρήκαν ενδείξεις ότι τα παιδιά κατασκευάζουν αρχικά ή συνθετικά μοντέλα Γης. Αντίθετα, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η γνώση των παιδιών δεν κατευθύνεται

* Κλειστό είναι το ερωτηματολόγιο που θέτει στα παιδιά μία ερώτηση και δίνει εναλλακτικές απαντήσεις από τις οποίες τα παιδιά πρέπει να επιλέξουν αυτή που θεωρούν σωστή. Ανοικτό είναι το ερωτηματολόγιο που θέτει στα παιδιά μία ερώτηση και ζητάει από τα παιδιά να ανακαλέσουν τη σωστή απάντηση. Το πρώτο θεωρούμε ότι είναι έργο αναγνώρισης της σωστής απάντησης ενώ το δεύτερο είναι έργο ανάκλησης της σωστής απάντησης.

από νοητικά μοντέλα αλλά είναι αποσπασματική. Τέλος, ο Saljo και οι συνεργάτες του (Schoultz, Saljo, & Wyndhamn, 2001· Ivarsson, Schoultz, & Saljo, 2002) υποστήριξαν ότι η χρήση των κατάλληλων εξωτερικών αναπαραστάσεων, όπως είναι η υδρόγειος σφαίρα ή ο χάρτης, μπορούν να εξαλείψουν τις επιφανειακές, όπως τις θεωρούν, δυσκολίες των παιδιών στην κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης.

Ο σκοπός του πρώτου και του δεύτερου πειράματος ήταν να απαντήσουν στα παραπάνω μεθοδολογικά ζητήματα που προέκυψαν. Το πρώτο πείραμα συνέκρινε το ανοικτό έναντι του κλειστού ερωτηματολογίου ενώ το δεύτερο διερεύνησε πώς οι εξωτερικές αναπαραστάσεις μπορούν να επηρεάσουν τις ιδέες των παιδιών για τη Γη.

Παρόλο που τα πειράματα αυτά έγιναν για να διερευνηθεί η μάθηση στην Παρατηρησιακή Αστρονομία, έχουν ευρύτερη θεωρητική σημασία καθώς και πρακτικές επιπτώσεις. Μπορούν να συμβάλλουν στον προβληματισμό σχετικά με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των διαφόρων διαδικασιών της μάθησης στην παιδική ηλικία. Μπορούν επίσης να προσφέρουν απαντήσεις σε μείζονα θεωρητικά ζητήματα που αφορούν στο πρόβλημα της εννοιολογικής αλλαγής, όπως για παράδειγμα στον προσδιορισμό του ρόλου των εξωτερικών μοντέλων. Τέλος έχουν άμεσες επιπτώσεις στη διαμόρφωση κατάλληλων εκπαιδευτικών μεθόδων για τη διδασκαλία της αστρονομίας αλλά και των φυσικών επιστημών γενικότερα στο σχολείο.

Πείραμα Ι': Ανοικτό έναντι Κλειστού Ερωτηματολογίου

Στόχος του πειράματος ήταν η σύγκριση δύο διαφορετικών ερωτηματολογίων, ένα ανοικτό έναντι ενός κλειστού ερωτηματολογίου, προκειμένου να διερευνήσουμε πώς το κάθε ερωτηματολόγιο επηρεάζει τις απαντήσεις των παιδιών που αφορούν στο σχήμα της Γης και την εναλλαγή μέρας/νύχτας. Πιο συγκεκριμένα συγκρίναμε το ανοικτό ερωτηματολόγιο που χρησιμοποίησαν οι Vosniadou και Brewer στις έρευνές τους (1992, 1994) που ζητούσε από τα παιδιά να ανακαλέσουν τις πληροφορίες που είχαν διδαχθεί, με το κλειστό ερωτηματολόγιο που χρησιμοποίησαν ο Siegal και οι συνεργάτες του (Siegal et al., 2004, Nobes et al., 2003) που ζήτηγε από τα παιδιά να εντοπίσουν την επιστημονικά αποδεκτή απάντηση μέσα από δύο εναλλακτικές απαντήσεις.

Θεωρούμε ότι ένα ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου, όπως αυτό που χρησιμοποίησε ο Siegal και οι συνεργάτες του στο πείραμά τους, θα μπορούσε να είναι ένα καλό εργαλείο για να διερευνήσουμε αν ένα παιδί έχει εκτεθεί στις επιστημονικές πληροφορίες και εξηγήσεις. Αντίθετα ένα ερωτηματολόγιο ανοικτού τύπου, όπως αυτό που χρησιμοποίησαν οι Vosniadou και Brewer στα πειράματά τους, που περιελάμβανε και ερωτήσεις που απαιτούν κριτική σκέψη και παραγωγική χρήση των πληροφοριών που έχουν διδαχθεί τα παιδιά, είναι ένα καλό εργαλείο για να διερευνηθεί αν ένα παιδί έχει κατανοήσει πλήρως τις επιστημονικές πληροφορίες και εξηγήσεις και αν μπορεί να τις χρησιμοποιήσει σε νέες καταστάσεις που τις απαιτούν.

Οι Vosniadou και Brewer (1992, 1994) στις έρευνές τους για τη διερεύνηση των αστρονομικών γνώσεων των παιδιών χρησιμοποίησαν ένα ερωτηματολόγιο ανοικτού τύπου. Στόχος τους δεν ήταν να εξακριβώσουν αν τα παιδιά είχαν εκτεθεί στις επιστημονικές πληροφορίες για το σχήμα της Γης και την εναλλαγή μέρας/νύχτας. Άλλωστε είναι γνωστό ότι τα παιδιά του Δημοτικού λαμβάνουν αυτές

τις πληροφορίες από τις πρώτες τάξεις. Στόχος τους ήταν να ελέγξουν μέχρι ποιο βαθμό τα παιδιά είχαν κατανοήσει αυτές τις πληροφορίες. Για αυτό το στόχο κατασκεύασαν ένα ερωτηματολόγιο ανοικτού τύπου και συμπεριέλαβαν σε αυτό παραγωγικές ερωτήσεις για τη σωστή εκτίμηση του βάθους των γνώσεων των παιδιών. Παραγωγικές είναι οι ερωτήσεις οι οποίες δεν έχουν διατυπωθεί ξανά στα παιδιά, για παράδειγμα «Αν περπατούσες για πάρα πολλές μέρες ίσια μπροστά, πού θα έφτανες; Θα έφτανες ποτέ στο τέλος της Γης;» Αυτές οι ερωτήσεις απαιτούν από τα παιδιά να χρησιμοποιήσουν με παραγωγικό τρόπο τις γνώσεις τους και όχι απλά να επαναλάβουν τις πληροφορίες που έχουν λάβει.

Ο Siegal και οι συνεργάτες του άσκησαν κριτική στη μέθοδο του ανοικτού ερωτηματολογίου (Siegal et al., 2004; Nobes et al. 2003) και προέβαλλαν τρία ζητήματα για τη μεθοδολογία των Vosniadou και Brewer. Το πρώτο από τα ζητήματα αυτά αφορά στις επαναλαμβανόμενες ερωτήσεις. Ενίοτε, όταν τα παιδιά ερωτώνται επανειλημμένα για ένα θέμα έχει παρατηρηθεί ότι αλλάζουν την αρχική τους απάντηση ώστε να πουν τελικά αυτό που νομίζουν πως θέλει να ακούσει ο πειραματιστής και κατ' επέκταση οι απαντήσεις τους να παρουσιάζουν εσωτερική ασυνέπεια (Siegal, 1997).

Δεν αμφισβητείται η άποψη αυτή του Siegal (1997) ότι τα παιδιά είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στις κοινωνικές απαιτήσεις που προκύπτουν κατά τη διάρκεια μιας πειραματικής διαδικασίας. Αν όμως συνέβαινε αυτό που υποστηρίζει ο Siegal και οι συνεργάτες του (2004), αυτό θα είχε σαν αποτέλεσμα στα πειράματα των Vosniadou και Brewer (1992, 1994) τα παιδιά να αλλάζουν τις απαντήσεις τους, όταν μια ερώτηση επαναλαμβάνεται. Στην περίπτωση αυτή οι απαντήσεις τους θα παρουσίαζαν εσωτερική ασυνέπεια. Παρόλα αυτά οι Vosniadou και Brewer στις

έρευνές τους (1992, 1994) δεν βρήκαν εσωτερική ασυνέπεια στις απαντήσεις των παιδιών.

Αντίθετα ο Siegal και οι συνεργάτες του (2004) που χρησιμοποίησαν το κλειστό ερωτηματολόγιο βρήκαν ασυνέπεια στις απαντήσεις των παιδιών για το σχήμα της Γης και την εναλλαγή μέρας/νύχτας. Αντίστοιχο αποτέλεσμα βρέθηκε και σε άλλες έρευνες όπως αυτή των Poole και White (1991), οι οποίοι θέλησαν να δουν το αποτέλεσμα των επαναλαμβανόμενων ερωτήσεων στις απαντήσεις των παιδιών. Έθεσαν στα παιδιά ερωτήσεις ανοικτού και κλειστού τύπου για ένα περιστατικό στο οποίο τα παιδιά υπήρξαν μάρτυρες. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι τα μικρά παιδιά άλλαξαν τις απαντήσεις τους στις κλειστές ερωτήσεις, κάτι το οποίο δεν βρέθηκε στην επανάληψη των ερωτήσεων ανοικτού τύπου.

Το δεύτερο σημείο κριτικής από τον Siegal και τους συνεργάτες του (2004) ήταν ότι το ανοικτό ερωτηματολόγιο κατευθύνει τις απαντήσεις των παιδιών. Πιο συγκεκριμένα, υποστήριζαν ότι τα νοητικά μοντέλα της Γης στην πραγματικότητα δεν υπάρχουν και ότι κατασκευάζονται από τα παιδιά που αποδέχονται τις υπονοούμενες προϋποθέσεις που επιβάλλουν οι ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Επίσης, ο Nobes και οι συνεργάτες του (2003, 2005) θεώρησαν ότι τα νοητικά μοντέλα είναι εντελώς τυχαία ευρήματα. Παρόλα αυτά κάτι τέτοιο είναι απίθανο να συμβεί, δεδομένου ότι στις ανοικτές και ιδιαίτερα στις παραγωγικές ερωτήσεις τα παιδιά μπορούν να δώσουν κάθε είδους απάντηση. Επιπλέον, οι ανοιχτού τύπου ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν από τους Vosniadou και Brewer (1992, 1994) δεν προβάλλουν προϋποθέσεις που θα μπορούσαν να προκαλέσουν τη δημιουργία κάποιων εναλλακτικών μοντέλων Γης. Αντίθετα, το κλειστό ερωτηματολόγιο είναι πιο πιθανό να επηρεάσει τις απαντήσεις των μαθητών, εφόσον τις περιορίζει σε δύο

μόνο εναλλακτικές και εφόσον μπορεί να καθοδηγήσει τα παιδιά στην αποδοχή της επιστημονικά ορθής απάντησης.

Το τρίτο και τελευταίο μεθοδολογικό ζήτημα που τέθηκε ως μεθοδολογική κριτική στις έρευνες των Vosniadou και Brewer (1992, 1994) αφορά στις ζωγραφιές που δημιουργούσαν τα παιδιά προκειμένου να αναπαραστήσουν τη Γη. Ο Siegal και οι συνεργάτες του (2004) υποστηρίζουν ότι τα παιδιά δυσκολεύονται να αναπαραστήσουν στο χαρτί ένα μοντέλο τριών διαστάσεων και γι' αυτό οι ζωγραφιές ευνοούν την κατασκευή επίπεδων αναπαραστάσεων. Πιθανότατα κάτι τέτοιο να συμβαίνει με τις ζωγραφιές, αλλά οι Vosniadou και Brewer δεν βασίστηκαν αποκλειστικά στις ζωγραφιές των παιδιών. Αντίθετα, αξιολόγησαν τις ζωγραφιές των παιδιών στο πλαίσιο των όσων έλεγαν στη συνέντευξη και τις λάμβαναν υπόψη μόνο όταν ήταν συμβατές με τις υπόλοιπες πληροφορίες που έδιναν τα παιδιά. Ακόμη, τα αποτελέσματα των ερευνών που ζητούσαν από τα παιδιά να ζωγραφίσουν τη Γη επιβεβαιώθηκαν από έρευνες που ακολούθησαν και οι οποίες ζητούσαν από τα παιδιά να κατασκευάσουν τρισδιάστατα μοντέλα της Γης με πλαστελίνη (Samarapungavan, Vosniadou, & Brewer, 1996· Βοσνιάδου, Αρχοντίδου, Καλογιαννίδου, & Ιωαννίδης, 1996).

Από την άλλη μεριά έντονη κριτική μπορεί να ασκηθεί σχετικά με τη χρήση ενός κλειστού ερωτηματολογίου για τη διερεύνηση των γνώσεων των παιδιών. Έρευνες στο χώρο της εκπαιδευτικής ψυχολογίας έχουν δείξει ότι οι επιστημονικές πληροφορίες που έρχονται μέσω της εκπαίδευσης πολλές φορές αποθηκεύονται μόνο επιφανειακά για να μπορέσουν να εξυπηρετήσουν συγκεκριμένες και περιορισμένες ανάγκες των μαθητών στα πλαίσια των σχολικών απαιτήσεων (Bereiter, 1984). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα παιδιά να έχουν υψηλές επιδόσεις όταν απαντούν σε ερωτήσεις που θυμίζουν κατά πολύ τη διδασκόμενη ύλη, αλλά να αντιμετωπίζουν

μεγάλη δυσκολία και να παρουσιάζουν χειρότερες επιδόσεις σε ερωτήσεις που απαιτούν κριτική σκέψη και παραγωγική χρήση των πληροφοριών που διδάχτηκαν.

Ο Siegal και οι συνεργάτες του (2004) και ο Nobes και οι συνεργάτες του (2003) αποφάσισαν να χρησιμοποιήσουν ένα κλειστού τύπου ερωτηματολόγιο, γιατί έτσι πίστευαν ότι θα απέφευγαν τα προβλήματα που θεώρησαν ότι προκαλεί το ανοικτού τύπου ερωτηματολόγιο που χρησιμοποίησαν οι Vosniadou και Brewer στις δικές τους έρευνες (1992, 1994). Για παράδειγμα θεώρησαν ότι με το κλειστό ερωτηματολόγιο θα απέφευγαν το πρόβλημα που ενδέχεται να προκύψει από τις επαναλαμβανόμενες ερωτήσεις, εφόσον στο κλειστό ερωτηματολόγιο τα παιδιά θα αναγνώριζαν τη σωστή απάντηση, η οποία θα ήταν δοσμένη με τέτοιο τρόπο στο παιδί ώστε να εξυπηρετεί και την αντίληψη του ίδιου του παιδιού αλλά και τις απαιτήσεις τους ερευνητή (Siegal et al., 2004, pp. 311). Δηλαδή οι δύο εναλλακτικές απαντήσεις και ειδικότερα η επιστημονικά αποδεκτή απάντηση θα παρουσιαζόταν με τέτοιο τρόπο ώστε και να γίνεται κατανοητή από το παιδί, και άρα θα μπορούσε το παιδί εφόσον την κατανοεί να την επιλέξει ως την επιστημονικά αποδεκτή, αλλά και να μην στερείται επιστημονικού περιεχομένου, οπότε να εμπερικλείει όλη την πληροφορία που ο ερευνητής κρίνει απαραίτητη.

Από τη μεριά μας, θεωρούμε ότι ένα κλειστό ερωτηματολόγιο μπορεί να καθοδηγήσει τα παιδιά στην επιλογή της σωστής, επιστημονικά ορθής απάντησης, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι τα παιδιά έχουν κατανοήσει πλήρως την εξήγηση που τους έχει δοθεί. Πιθανότατα απλώς να την επιλέγουν γιατί την έχουν ήδη ακούσει, αλλά αυτό δε σημαίνει ότι την έχουν κατανοήσει. Για παράδειγμα, στο ανοικτό ερωτηματολόγιο τα παιδιά καλούνται να εξηγήσουν την εναλλαγή μέρας/νύχτας με την ερώτηση «Μπορείς να μου πεις πώς αλλάζει από μέρα και γίνεται νύχτα;». Αντίθετα στο κλειστό ερωτηματολόγιο για το ίδιο ζήτημα δίνονται δύο εναλλακτικές

απαντήσεις, εκ των οποίων η μια είναι η επιστημονικά ορθή. Σε αυτή την περίπτωση το μόνο που έχουν να κάνουν τα παιδιά είναι να διαλέξουν μια από τις δύο απαντήσεις. Πρόκειται για ένα έργο αναγνώρισης το οποίο είναι πολύ πιο απλό και εύκολο, από το να ανακαλέσουν την επιστημονική εξήγηση.

Ένα δεύτερο πρόβλημα που προκύπτει από τη χρήση ενός κλειστού ερωτηματολογίου είναι ο περιορισμός των πιθανών απαντήσεων που δίνονται στα παιδιά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην αναδεικνύονται οι πιθανές παρανοήσεις των μαθητών που θα φαίνονταν από το ανοιχτό ερωτηματολόγιο, όπου τα παιδιά είναι ελεύθερα να απαντήσουν ο,τι σκέφτονται χωρίς περιορισμούς. Για παράδειγμα, ενώ στο ανοιχτό ερωτηματολόγιο ζητάμε από τα παιδιά να ζωγραφίσουν ή να κατασκευάσουν με πλαστελίνη το σχήμα της Γης, στο κλειστό ερωτηματολόγιο τα παιδιά πρέπει να επιλέξουν ένα από τρία μόνο μοντέλα της Γης, ενώ ξέρουμε ότι υπάρχουν περισσότερα από τρία. Από τις απαντήσεις και τις ζωγραφιές των παιδιών στην έρευνα των Vosniadou και Brewer (1992) φάνηκε ότι τα παιδιά χρησιμοποιούσαν με ένα συστηματικό τρόπο πέντε μοντέλα Γης διαφορετικά από το επιστημονικό μοντέλο. Εκτός λοιπόν από το επιστημονικό μοντέλο της σφαιρικής Γης, τα παιδιά κατασκεύασαν ένα από τα ακόλουθα πέντε εναλλακτικά μοντέλα: (1) την πεπλατυσμένη σφαίρα, (2) την κοίλη σφαίρα, (3) την διπλή Γη, (4) τη Γη δίσκο, και (5) την επίπεδη τετράγωνη Γη. Το κλειστό ερωτηματολόγιο όμως από αυτά τα πιθανά εναλλακτικά μοντέλα παρουσίασε στα παιδιά μόνο τα μισά, εμποδίζοντας τα έτσι στο να δώσουν τις απαντήσεις και να κάνουν τις επιλογές που νομίζουν χωρίς περιορισμούς.

Τρίτον, η χρήση ενός εξωτερικού μοντέλου κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, είναι αμφισβητούμενη διαδικασία. Ένα πολιτισμικά αποδεκτό εργαλείο όπως η υδρόγειος σφαίρα υποβάλλει στους μαθητές την ισχυρή προϋπόθεση ότι η Γη

είναι σφαιρική, ασκώντας έτσι περιορισμούς στις απαντήσεις τους, κατευθύνοντάς τα προς τις επιστημονικές απαντήσεις. Μπορεί τα παιδιά να έχουν διδαχθεί ότι η Γη είναι σφαιρική, αλλά αυτό δε σημαίνει ότι το έχουν κατανοήσει πλήρως. Για παράδειγμα, η διδασκαλία του ότι η Γη είναι σφαιρική δε εμπεριέχει και την κατανόηση της λειτουργίας της βαρύτητας προς το κέντρο της Γης. Ενώ λοιπόν πολλά παιδιά στην έρευνα των Vosniadou και Brewer (1992) όταν ρωτήθηκαν ποιο είναι το σχήμα της Γης απάντησαν «σφαιρικό» στην ερώτηση για το αν οι άνθρωποι μπορούν να ζήσουν στο κάτω μέρος της Γης, απάντησαν αρνητικά, γιατί δεν είχαν κατανοήσει πλήρως το σφαιρικό μοντέλο Γης και τη λειτουργία της βαρύτητας. Αντίθετα, στην έρευνα του Schoultz και των συνεργατών του (2001) που εξετάστηκαν οι ιδέες των παιδιών για το σχήμα της Γης με την παρουσία της υδρογείου, η απάντηση στην ερώτηση για το αν οι άνθρωποι μπορούν να ζήσουν στο κάτω μέρος της Γης κατευθύνεται από την υδρόγειο. Τα παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα έσκυβαν για να δουν τι υπάρχει στο κάτω μέρος της Γης, και εφόσον έβλεπαν ότι υπάρχει κάποια χώρα εκεί, απαντούσαν καταφατικά στην ερώτηση. Η παρουσία συνεπώς των εξωτερικών μοντέλων πιθανόν να έχει σαν αποτέλεσμα τα παιδιά να δώσουν τις απαντήσεις στις ερωτήσεις που τους τίθενται βασιζόμενα πάνω στο εξωτερικό μοντέλο. Συνεπώς, το κλειστό ερωτηματολόγιο σε συνδυασμό με τη χρήση εξωτερικών μοντέλων κατευθύνει τις απαντήσεις των παιδιών προς το επιστημονικό μοντέλο.

Πέραν αυτών των γενικότερων προβλημάτων που αφορούν στη χρήση του κλειστού ερωτηματολογίου σε αυτές τις έρευνες, ειδικότερα ο Siegal και οι συνεργάτες του (2004) στην έρευνά τους έπесαν και σε άλλα μεθοδολογικά σφάλματα που φαίνεται να οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι απαντήσεις των παιδιών ήταν φαινομενικά ασυνεπείς. Τα παιδιά στο κλειστό ερωτηματολόγιο δεν είχαν τη

δυνατότητα να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους. Η αιτιολόγηση βοηθάει στο μεγαλύτερο βαθμό τον ερευνητή να αξιολογήσει τις απαντήσεις και να τις κατηγοριοποιήσει σε μοντέλα. Πιθανότατα αυτός να είναι ένας ακόμα λόγος που δεν μπόρεσαν να βρουν ο Siegal και οι συνεργάτες του συνέπεια στις απαντήσεις των παιδιών και δημιουργία συνθετικών μοντέλων. Τέλος, δεν μπορεί να θεωρηθεί αποδεκτό το να περιμένουμε να βρούμε ότι η γνώση των παιδιών είναι είτε η επιστημονικά ορθή είτε αποσπασματική όταν χρησιμοποιούμε μόνο τέσσερις ερωτήσεις, όπως έκαναν ο Nobes και οι συνεργάτες του (2003). Στην μελέτη μας λάβαμε υπόψη τα προβλήματα αυτά και προσπαθήσαμε να τα αποφύγουμε, όπως θα φανεί στη συνέχεια από τις αναλύσεις στις οποίες προβήκαμε.

Προκειμένου να διερευνήσουμε αυτά τα ζητήματα λεπτομερειακά πραγματοποιήσαμε ένα πείραμα ώστε να συγκρίνουμε το ανοικτό ερωτηματολόγιο των Vosniadou και Brewer (1992, 1994) έναντι του κλειστού ερωτηματολογίου του Siegal και των συνεργατών του (Siegal et al., 2004· Nobes et al., 2003). Χρησιμοποιήσαμε τις δύο μεθόδους για να δούμε τι αποτελέσματα μας δίνει η καθεμία στις απόψεις των παιδιών για το σχήμα της Γης και την εναλλαγή μέρας/νύχτας.

Πρώτον, περιμέναμε ότι τα αποτελέσματα που θα είχαμε από τη χρήση του ανοικτού ερωτηματολογίου θα επαλήθευαν τα αποτελέσματα των ερευνών των Vosniadou και Brewer (1992, 1994), κάτι που δεν το περιμέναμε από τα αποτελέσματα του κλειστού ερωτηματολογίου.

Δεύτερον, υποθέσαμε ότι το κλειστό ερωτηματολόγιο θα προκαλούσε αύξηση στον αριθμό των σωστών απαντήσεων, ζητάει από τα παιδιά μόνο να αναγνωρίσουν τις επιστημονικά ορθές απαντήσεις, χωρίς να εξετάζει αν τις έχουν

κατανοήσει πλήρως ώστε να μπορούν να τις αναπαραγάγουν και να τις χρησιμοποιήσουν με παραγωγικό τρόπο.

Επιπλέον, περιμέναμε ότι το κλειστό ερωτηματολόγιο του Siegal και των συνεργατών του (Siegal et al., 2004· Nobes et al., 2003) θα κατάστρεφε την εσωτερική συνέπεια στις απαντήσεις των παιδιών γιατί το κλειστό ερωτηματολόγιο εμποδίζει την κατασκευή συνεπών εναλλακτικών μοντέλων Γης, πέραν του επιστημονικού. Ενώ πιστεύουμε ότι το κλειστό ερωτηματολόγιο είναι ένα εύκολο έργο σε σύγκριση με το ανοικτό, παρόλα αυτά δεν θεωρούμε ότι θα ήταν εύκολο για όλα τα παιδιά να εκμεταλλευτούν και να χρησιμοποιήσουν το κλειστό ερωτηματολόγιο και το μοντέλο της σφαίρας για να δώσουν σωστές απαντήσεις. Τα παιδιά που δε θα συμφωνούσαν με καμία από τις δύο εναλλακτικές απαντήσεις που θα τους παρείχε το κλειστό ερωτηματολόγιο του Siegal και των συνεργατών του (Siegal et al., 2004· Nobes et al., 2003), θα είχαν να επιλέξουν ανάμεσα σε δύο ισοδύναμες εναλλακτικές από τις οποίες θα διάλεγαν μια στην τύχη. Απαντώντας όμως στην τύχη και όχι βασιζόμενοι συστηματικά σε ένα μοντέλο, οι απαντήσεις θα ήταν ασυνεπείς μεταξύ τους.

Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες

Εβδομήντα-δύο παιδιά από δύο δημοτικά σχολεία της Αθήνας συμμετείχαν στην έρευνα. Τα 18 ήταν μαθητές της Α' τάξης Δημοτικού σχολείου και η ηλικία τους κυμαινόταν από 5 ετών και 6 μηνών έως 7 ετών (μέσος όρος ηλικίας 6 ετών και 3 μηνών). Τα υπόλοιπα 22 παιδιά ήταν μαθητές της Γ' τάξης δημοτικού και η ηλικία τους κυμαινόταν από 8 ετών και 6 μηνών έως 9 ετών και 7 μηνών (μέσος όρος ηλικίας 8 ετών και 9 μηνών). Τα σχολεία τα οποία επισκεφθήκαμε επιλέχθηκαν

τυχαία, προκειμένου να θεωρηθεί το δείγμα μας όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού που μας ενδιέφερε. Ο πειραματικός σχεδιασμός μας ήταν παραγοντικός 2x2 (2 ηλικιακές ομάδες και 2 είδη ερωτηματολογίων) ανεξάρτητων δειγμάτων.

Υλικά

Χρησιμοποιήσαμε δύο ερωτηματολόγια για το σχήμα της Γης και την εναλλαγή μέρας/νύχτας, ένα ανοικτού τύπου και ένα κλειστού τύπου. Το ανοικτό ερωτηματολόγιο ήταν αυτό που χρησιμοποίησαν οι Vosniadou και Brewer στα δικά τους πειράματα (1992, 1994). Το κλειστό ερωτηματολόγιο ήταν το ίδιο με αυτό του Siegal και των συνεργατών (Siegal et al. 2004). Και τα δύο ερωτηματολόγια μεταφράστηκαν στα ελληνικά για τις ανάγκες του πειράματος και αποτελούνταν από 14 ερωτήσεις (βλ. Παράρτημα 1.1 & 1.2). Για το ανοικτό ερωτηματολόγιο δώσαμε στα παιδιά πλαστελίνη για να φτιάξουν το δικό τους μοντέλο Γης, ενώ για το κλειστό δώσαμε τέσσερα προκατασκευασμένα μοντέλα της Γης, ένα προκατασκευασμένο μοντέλο σφαιρικού Ήλιου και ένα της σφαιρικής Σελήνης. Τα 4 μοντέλα της Γης ήταν: σφαίρα, ημισφαίριο, δακτυλίδι, και επίπεδη επιφάνεια (βλ. Παράρτημα 1.3). Τα παρουσιάζαμε στα παιδιά και τους ζητάγαμε να διαλέξουν ποιο δείχνει καλύτερα το σχήμα της Γης.

Διαδικασία

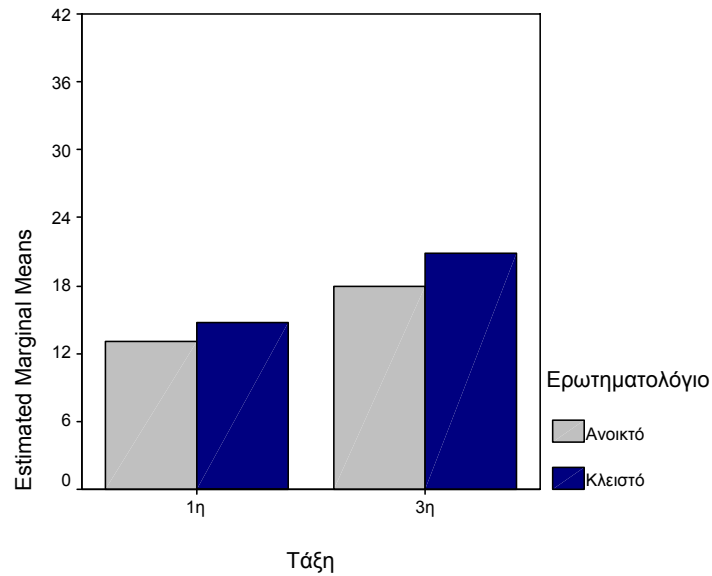
Τα παιδιά συμμετείχαν σε ατομικές συνεντεύξεις. Χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες. Για τα μισά παιδιά χρησιμοποιήσαμε το ανοικτό ερωτηματολόγιο, ενώ για τα άλλα μισά το κλειστό ερωτηματολόγιο. Δύο ερευνητές συμμετείχαν στη διεξαγωγή του πειράματος. Ο ένας έθετε τις ερωτήσεις στα παιδιά και ο άλλος κρατούσε σημειώσεις.

Ακολουθώντας την πειραματική διαδικασία του Siegal και των συνεργατών του (2004) για το κλειστό ερωτηματολόγιο, μετά την 5^η ερώτηση και ανεξάρτητα από το ποιο μοντέλο Γης είχε επιλέξει το παιδί, όλα τα μοντέλα απομακρύνονταν και οι υπόλοιπες ερωτήσεις γίνονταν με βάση το σφαιρικό μοντέλο. Η κάθε συνέντευξη που διαρκούσε περίπου 15-20 λεπτά, μαγνητοφωνήθηκε και τα μοντέλα που κατασκεύασαν τα παιδιά με την πλαστελίνη φωτογραφήθηκαν.

Αποτελέσματα

Οι απαντήσεις των μαθητών βαθμολογήθηκαν ως σωστές (3) αν συμφωνούσαν με το επιστημονικό μοντέλο, ως αρχικές (1) αν ήταν σύμφωνες με το αρχικό μοντέλο και ως εναλλακτικές (2) αν ήταν σύμφωνες με κάποιο συνθετικό μοντέλο. Το Γράφημα 1.1 που ακολουθεί σε συνδυασμό με το συνοδευτικό πίνακα με τους μέσους όρους των επιδόσεων παρουσιάζεται ο μέσος όρος της συνολικής επίδοσης των παιδιών ανά πειραματική συνθήκη.

Η Ανάλυση Διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης που έγινε στο συνολικό σκορ των μαθητών έδειξε στατιστικά σημαντικές επιδράσεις της ηλικίας [$F(1,68)=41,407$, $p<.001$] υπέρ των παιδιών της Γ' Τάξης που έδωσαν κατά μέσο όρο περισσότερες σωστές απαντήσεις. Στατιστικά σημαντικές ήταν και οι επιδράσεις του ερωτηματολογίου [$F(1,68)=7,689$, $p<.01$] υπέρ του κλειστού ερωτηματολογίου που σύμφωνα με την δεύτερη υπόθεσή μας συγκέντρωσε περισσότερες επιστημονικά ορθές απαντήσεις. Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση από τις δύο μεταβλητές [$F(1,68)=0,607$, $n.s.$].



Γράφημα 1.1: Μέσος Όρος Συνολικής Επίδοσης των Παιδιών ως προς την Ηλικία και το Ερωτηματολόγιο

Ερωτηματολόγιο	Τάξη	
	Α΄	Γ΄
Ανοικτό	13,105	17,882
Κλειστό	14,789	20,882

Αυτό που επίσης διερευνήσαμε για τον έλεγχο της τρίτης υπόθεσής μας, ήταν εάν τα παιδιά χρησιμοποιούν με ένα συνεπή τρόπο ένα μοντέλο Γης, διαφορετικό από το επιστημονικό. Για το σκοπό αυτό επιλέξαμε από το ερωτηματολόγιο τέσσερις ερωτήσεις που κρίναμε ότι ήταν καθοριστικές για να κατηγοριοποιηθούν τα παιδιά σε μοντέλα σύμφωνα με τις απαντήσεις τους. Βασιζόμενοι σε προηγούμενες έρευνες ορίσαμε για κάθε μοντέλο ένα πρότυπο αναμενόμενων απαντήσεων στις τέσσερις ερωτήσεις. Το πρότυπο αναμενόμενων απαντήσεων ορίστηκε ανεξάρτητα από τις απαντήσεις των παιδιών και πριν τη βαθμολόγησή τους. Στον πίνακα 1.1 φαίνονται με λεπτομέρειες οι αναμενόμενες απαντήσεις σε κάθε ερώτηση σε σχέση με το μοντέλο Γης.

Πίνακας 1.1: Πρότυπα αναμενόμενων απαντήσεων για κάθε μοντέλο Γης

Μοντέλα	Ποιο είναι το σχήμα της Γης;	Υπάρχει ένα τέλος στη Γη;	Φτιάξε το σχήμα της Γης με αυτή την πλαστελίνη.	Μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν στο κάτω μέρος της Γης;
Σφαίρα	Στρογγυλή σαν μπάλα	Όχι	Σφαίρα	Ναι
Σφαίρα χωρίς βαρύτητα	Στρογγυλή σαν μπάλα	Όχι	Σφαίρα	Όχι
Κοίλη σφαίρα	Στρογγυλή σαν μπάλα	Όχι	Σφαίρα/Κύλινδρος/Κάθετο δακτυλίδι	Όχι
Διπλή Γη	Στρογγυλή σαν μπάλα	Ναι	Επίπεδο σχήμα	Όχι
Γη - Δίσκος	Στρογγυλή σαν δίσκος	Ναι	Δίσκος/Οριζόντιο δακτυλίδι	Όχι
Επίπεδη/τετράγωνη Γη	Επίπεδη/τετράγωνη	Ναι	Επίπεδο σχήμα	Όχι

Οι απαντήσεις των παιδιών και για τα δύο ερωτηματολόγια ελέγχθηκαν με βάση το πρότυπο των αναμενόμενων απαντήσεων και έτσι κατηγοριοποιήθηκαν τα παιδιά σε μοντέλα Γης. Η βαθμολόγηση και η κατηγοριοποίηση των παιδιών σε μοντέλα έγινε από δύο ανεξάρτητους κριτές. Ο κάθε κριτής χρησιμοποιώντας το πρότυπο αναμενόμενων απαντήσεων βαθμολόγησε τις απαντήσεις των μαθητών. Η κάθε διαφωνία ανάμεσα στους κριτές έπαιρνε ένα βαθμό. Το σύνολο των διαφωνιών αξιολογήθηκε επί τις εκατό στο σύνολο της βαθμολογίας. Η αρχική συμφωνία ανάμεσα στους κριτές ήταν 97%. Όλες οι διαφωνίες συζητήθηκαν μέχρι να καταλήξουν σε μια κοινή κατηγοριοποίηση των παιδιών σε μοντέλα.

Τα αποτελέσματα κατηγοριοποίησης σε μοντέλα Γης φαίνονται στον πίνακα 1.2. Η πλειονότητα των παιδιών που ρωτήθηκαν με το ανοικτό ερωτηματολόγιο χρησιμοποίησαν με συνεπή τρόπο ένα μοντέλο Γης και κατηγοριοποιήθηκαν σε μια από τις προκαθορισμένες κατηγορίες. Αυτό δεν συνέβη στην περίπτωση του κλειστού ερωτηματολογίου, αφού το 70% των παιδιών της Γ' τάξης και μόλις τα 58% των

παιδιών της Α' τάξης κατηγοριοποιήθηκαν σε μοντέλα, τα οποία δεν ήταν άλλα πέραν του επιστημονικού και της σφαίρας χωρίς βαρύτητα.

Πίνακας 1.2: Συχνότητες/Ποσοστά των Παιδιών Κατηγοριοποιημένα σε Μοντέλα Γης

Μοντέλα	Ανοικτό Ερωτηματολόγιο		Κλειστό Ερωτηματολόγιο	
	Α' Τάξη	Γ' Τάξη	Α' Τάξη	Γ' Τάξη
Σφαίρα	-	8 (47%)	3 (15%)	12 (70%)
Σφαίρα χωρίς Βαρύτητα	5 (26%)	2 (12%)	8 (44%)	-
Κοίλη Σφαίρα	6 (32%)	2 (12%)	-	-
Γη-Δίσκος	4 (21%)	2 (12%)	-	-
Επίπεδη/Τετράγωνη Γη	1 (5%)	-	-	-
Μικτό	3 (16%)	3 (17%)	8 (42%)	5 (29%)

Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν τα ευρήματα των Vosniadou και Brewer (1992, 1994) ότι τα παιδιά συνήθως δίνουν απαντήσεις συνεπείς με κάποιο μοντέλο Γης διαφορετικό από το επιστημονικό. Τα παιδιά που ρωτήθηκαν με το ανοικτό ερωτηματολόγιο κατασκεύασαν το μοντέλο της κοίλης Γης, το μοντέλο της Γης δίσκου και ένα παιδί το μοντέλο της επίπεδης/τετράγωνης Γης, όπως και στις έρευνες των Vosniadou και Brewer (1992, 1994).

Αντίθετα τα παιδιά που ρωτήθηκαν με το κλειστό ερωτηματολόγιο κατασκεύασαν είτε το μοντέλο της σφαιρικής Γης, είτε το μοντέλο της σφαίρας χωρίς βαρύτητα. Ένα μεγάλο ποσοστό παιδιών (42% της Α' τάξης και 29% της Γ' τάξης) έδωσαν απαντήσεις που είχαν εσωτερική ασυνέπεια και έτσι κατέστη αδύνατον να κατηγοριοποιηθούν σε κάποιο μοντέλο Γης. Επιπλέον, δεν βρέθηκε κανένα μοντέλο επίπεδης Γης.

Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαίωσαν την αρχική μας υπόθεση ότι το κλειστό ερωτηματολόγιο θα καταστρέψει την εσωτερική συνέπεια στις απαντήσεις των παιδιών. Η στατιστική επεξεργασία αυτών των ευρημάτων με το στατιστικό κριτήριο

του χ^2 που έγινε στα τελικά μοντέλα που κατασκεύασαν τα παιδιά και από τις δύο ηλικιακές ομάδες, χωρισμένα σε πειραματικές ομάδες (ανοικτό-κλειστό ερωτηματολόγιο), έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα αποτελέσματα που προκύπτουν από τα δύο ερωτηματολόγια [$\chi^2(5)=19,776, p<.001$], επιβεβαιώνοντας έτσι το συμπέρασμα ότι το κλειστό ερωτηματολόγιο εμποδίζει τα παιδιά να κατασκευάσουν συνεπή μοντέλα Γης, διαφορετικά από το επιστημονικό.

Ανάλογα αποτελέσματα είχαμε και στο θέμα της εναλλαγής μέρας/νύχτας. Στην περίπτωση του ανοιχτού ερωτηματολογίου ρωτάγαμε «Μπορείς να μου πεις πώς αλλάζει από μέρα και γίνεται νύχτα;» Η ίδια ερώτηση στο κλειστό ερωτηματολόγιο διατυπωνόταν ως εξής: «Μερικά παιδιά λένε ότι η μέρα γίνεται γιατί ο Ήλιος πάει κάτω, μπροστά από το ένα μέρος της Γης και μετά γυρίζει από κάτω από τη Γη, για να λάμψει στο άλλο μέρος. Άλλα λένε ότι η μέρα γίνεται γιατί η Γη γυρνάει γύρω – γύρω έτσι ώστε ο Ήλιος να λάμπει σε ένα μόνο μέρος της Γης κάθε φορά. Εσύ τι νομίζεις;» Τα αποτελέσματα φαίνονται αναλυτικά στον Πίνακα 1.3 που ακολουθεί.

Στην περίπτωση του ανοιχτού ερωτηματολογίου πολύ λίγα παιδιά έδωσαν επιστημονικές εξηγήσεις για την εναλλαγή μέρας/νύχτας. Τα περισσότερα έδωσαν εξηγήσεις που βασίζονταν στην κίνηση του Ήλιου, και εντάχθηκαν σύμφωνα με τις εξηγήσεις τους είτε σε αρχικές (εξηγήσεις που βασίζονται για παράδειγμα στην κίνηση του Ήλιου πίσω από τα βουνά ή τα σύννεφα) είτε σε εναλλακτικές κατηγορίες (εξηγήσεις που βασίζονται για παράδειγμα στην περιστροφή του Ήλιου γύρω από τη Γη). Αντίθετα στην περίπτωση του κλειστού ερωτηματολογίου η πλειονότητα των παιδιών της Γ΄ τάξης και το 32% των παιδιών της Α΄ τάξης επέλεξε την επιστημονική εξήγηση για την εναλλαγή μέρας/νύχτας, συγκριτικά με 35% των παιδιών της Γ΄ τάξης και μόλις το 16% των παιδιών της Α΄ τάξης που ρωτήθηκαν με βάση το ανοικτό ερωτηματολόγιο.

Πίνακας 1.3: Συχνότητες/Ποσοστά των Παιδιών Κατηγοριοποιημένα σε Τύπους Εξηγήσεων της Εναλλαγής Μέρας/Νύχτας

	Ανοιχτό ερωτηματολόγιο		Κλειστό ερωτηματολόγιο	
Τύπος Εξήγησης	Α' Τάξη	Γ' Τάξη	Α' Τάξη	Γ' Τάξη
Η Γη περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της	3 (16%)	6 (35%)	6 (32%)	13 (76%)
Η Γη γυρίζει γύρω από τον ήλιο	2 (10%)	3 (18%)	-	-
Η Γη γυρίζει γύρω από τον εαυτό της και γύρω από τον Ήλιο	-	3 (18%)	-	-
Ο Ήλιος και η Γη γυρίζουν	2 (10%)	1 (6%)	1 (5%)	-
Ο Ήλιος γυρίζει γύρω από τη Γη	5 (26%)	2 (12%)	12 (63%)	4 (24%)
Ο Ήλιος γυρίζει γύρω από τον εαυτό του και γύρω από τη Γη	-	1 (6%)	-	-
Ο Ήλιος πηγαίνει πίσω από τα βουνά και βγαίνει το Φεγγάρι	7 (36%)	1 (6%)	-	-
Σύνολο	19	17	19	17

Επιπλέον, εξετάσαμε αν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στο μοντέλο Γης που κατασκεύασαν τα παιδιά και τις εξηγήσεις τους για την εναλλαγή μέρας/νύχτας. Προηγούμενη έρευνα των Vosniadou και Brewer (1994) έδειξε ότι κανένα από τα παιδιά που κατασκεύασαν ένα μοντέλο επίπεδης Γης (τετράγωνη ή δίσκο) δεν έδωσε επιστημονική εξήγηση για την εναλλαγή μέρας/νύχτας. Σε μερικές περιπτώσεις, ακόμα και όταν τα παιδιά είχαν διδαχθεί ότι η Γη κινείται, δεν μπορούσαν να κατανοήσουν την περιστροφική κίνηση της Γης και απέδιδαν την κίνηση σε ένα είδος σεισμού. Οι Vosniadou και Brewer κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης, ακόμα και αν δεν είναι εξ ολοκλήρου ορθή, είναι προαπαιτούμενο για την κατανόηση της περιστροφικής της κίνησης και την εξήγηση της εναλλαγής μέρας/νύχτας.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης σύμφωνα με την πρώτη μας υπόθεση επιβεβαίωσαν τα προηγούμενα ευρήματα των Vosniadou και Brewer (1994). Μόνο

τα παιδιά που κατασκεύασαν επιστημονικά και εναλλακτικά μοντέλα Γης έδωσαν την επιστημονική ή κάποια εναλλακτική εξήγηση για την εναλλαγή μέρας/νύχτας. Αυτό όμως δεν συνέβη στην περίπτωση του κλειστού ερωτηματολογίου. Στον Πίνακα 1.4 φαίνεται η συσχέτιση ανάμεσα στο μοντέλο της Γης που κατασκεύασαν τα παιδιά και στις εξηγήσεις τους για την εναλλαγή μέρας/νύχτας για το κάθε ερωτηματολόγιο ξεχωριστά.

Πίνακας 1.4: Συσχέτιση ανάμεσα στα Μοντέλα για το Σχήμα της Γης και τις Εξηγήσεις για την Εναλλαγή Μέρας/Νύχτας

			Εξηγήσεις για Εναλλαγή Μέρας/Νύχτας		
Είδος Ερωτηματολογίου			Αρχικό	Εναλλακτικό	Επιστημονικό
Ανοικτό	Μοντέλο Σχήματος Γης	Αρχικό	7	-	-
		Εναλλακτικό	4	10	7
		Επιστημονικό	-	4	4
		Μικτό	1	2	3
Κλειστό	Μοντέλο Σχήματος Γης	Αρχικό	-	-	-
		Εναλλακτικό	-	10	3
		Επιστημονικό	-	4	11
		Μικτό	-	6	2

Ο δείκτης συσχέτισης για το σχήμα της Γης και την εναλλαγή μέρας/νύχτας έδωσε στατιστική σημαντικότητα μόνο για το ανοικτό ερωτηματολόγιο [$r_p = .606$, $p < .001$, $N=36$], όχι όμως και για το κλειστό [$r_p = .091$, $n.s.$, $N=36$]. Θεωρούμε ότι η έλλειψη συσχέτισης στην περίπτωση του κλειστού ερωτηματολογίου οφείλεται στο γεγονός ότι τα παιδιά απλώς επαναλάμβαναν μια από τις δύο εναλλακτικές που άκουγαν χωρίς να τις κατανοούν, πολλές φορές ίσως και στην τύχη.

Πρέπει να επισημάνουμε ότι στις εναλλακτικές απαντήσεις δεν συμπεριλαμβάνονταν οι αρχικές εξηγήσεις για την εναλλαγή μέρας/νύχτας που βασίζονται κυρίως στην ιδέα ότι ο Ήλιος κρύβεται πίσω από κάτι και σταματάει να δίνει φως. Γι' αυτό το λόγο γίνεται ακόμα πιο σαφές γιατί το κλειστό

ερωτηματολόγιο δεν αποτελεί μια αξιόπιστη μέθοδο για τη διερεύνηση των αστρονομικών γνώσεων των παιδιών.

Συζήτηση

Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν την αρχική μας υπόθεση, ότι τα δύο ερωτηματολόγια θα έδιναν διαφορετικά αποτελέσματα. Το ανοικτό ερωτηματολόγιο επιβεβαίωσε τα ευρήματα των προηγούμενων ερευνών (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994) και ως προς το βαθμό των επιστημονικών απαντήσεων που συγκεντρώθηκαν, αλλά και ως προς την εσωτερική συνέπεια των απαντήσεων ανά υποκείμενο. Το κλειστό ερωτηματολόγιο προκάλεσε αύξηση του αριθμού των σωστών απαντήσεων. Κυρίως τα παιδιά της Γ΄ Τάξης μπόρεσαν να επωφεληθούν του κλειστού ερωτηματολογίου. Πιθανότατα τα μεγαλύτερα σε σχέση με τα μικρότερα παιδιά, εφόσον έχουν εκτεθεί περισσότερο στη διδασκαλία των επιστημονικών εννοιών, μπορούν να ευνοηθούν από το κλειστό ερωτηματολόγιο, γιατί είναι σε θέση να αναγνωρίσουν πιο εύκολα την σωστή απάντηση.

Ένας πιθανός λόγος για τις καλύτερες επιδόσεις των παιδιών στο κλειστό ερωτηματολόγιο, μπορεί να είναι το γεγονός ότι το κλειστό ερωτηματολόγιο είναι κυρίως ένα έργο αναγνώρισης της σωστής απάντησης. Συνεπώς, πρόκειται για ένα έργο πολύ πιο εύκολο από το έργο της ανάκλησης της επιστημονικής απάντησης που απαιτούσε το ανοικτό ερωτηματολόγιο.

Ένα πολύ καλό παράδειγμα για αυτό προκύπτει από τις εξηγήσεις των παιδιών για την εναλλαγή μέρας/νύχτας. Ελάχιστα παιδιά από αυτά που ρωτήθηκαν με το ανοικτό ερωτηματολόγιο έδωσαν μια επιστημονική εξήγηση. Αντίθετα στην περίπτωση του κλειστού ερωτηματολογίου η επιστημονική εξήγηση συγκέντρωσε μεγάλα ποσοστά, ιδίως από τους μαθητές της Γ΄ τάξης. Φαίνεται πως τα παιδιά

μπορούν εύκολα να αναγνωρίσουν τις επιστημονικές εξηγήσεις. Τους είναι όμως ιδιαίτερα δύσκολο να τις ανακαλέσουν και να τις εκφράσουν από μόνα τους, μια υπόθεση που φαίνεται να συμφωνεί με ευρήματα άλλων ερευνών από το χώρο της εκπαιδευτικής ψυχολογίας, σύμφωνα με τα οποία πληροφορίες που έρχονται μέσω της διδασκαλίας αποθηκεύονται στη μνήμη μόνο επιφανειακά και γίνεται χρήση αυτών σε περιορισμένες περιστάσεις (Bereiter, 1984· Bransford et al., 1989).

Ως προς την εσωτερική συνέπεια στις απαντήσεις των παιδιών, το κλειστό ερωτηματολόγιο δεν την ευνόησε όπως το ανοικτό ερωτηματολόγιο, ιδιαίτερα στην περίπτωση των παιδιών της Α' τάξης, παρόλο που χρησιμοποιήσαμε τα ίδια κριτήρια και για τα δύο ερωτηματολόγια. Τα συνθετικά μοντέλα που βρήκαμε να κατασκευάζουν τα παιδιά που ρωτήθηκαν με το ανοικτό ερωτηματολόγιο δεν εμφανίστηκαν στην περίπτωση του κλειστού ερωτηματολογίου.

Πιθανότατα το κλειστό ερωτηματολόγιο σε συνδυασμό με τη χρήση του σφαιρικού μοντέλου εμπόδισαν τη δημιουργία εσωτερικών αναπαραστάσεων από τα παιδιά και κατηύθυναν τα παιδιά να δώσουν εξηγήσεις βασιζόμενα στο εξωτερικό και επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο. Κάτι τέτοιο όμως φαίνεται ότι επηρέασε περισσότερο τα μεγαλύτερα παιδιά, τα οποία έχουν εκτεθεί περισσότερο στην επιστημονική πληροφορία, αυξάνοντας έτσι τον αριθμό των επιστημονικών μοντέλων Γης. Στην περίπτωση όμως των μικρότερων παιδιών που δεν έχουν εκτεθεί τόσο στην επιστημονική πληροφορία και δεν μπορούν εύκολα να την εντάξουν σε ό,τι ήδη γνωρίζουν, κάτι τέτοιο προκαλεί σύγχυση. Όταν η απάντηση απορρέει ξεκάθαρα από το εξωτερικό μοντέλο τα παιδιά δίνουν τη σωστή απάντηση. Όταν όμως η ερώτηση είναι πιο δύσκολη και η απάντηση σε αυτή την περίπτωση δεν εξάγεται άμεσα από το εξωτερικό μοντέλο τα παιδιά είτε απαντούν βασιζόμενα σε ό,τι ήδη γνωρίζουν ή

απαντούν στην τύχη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία εσωτερικής ασυνέπειας στις απαντήσεις τους.

Το παράδειγμα που ακολουθεί δείχνει τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν τα παιδιά που ρωτήθηκαν με βάση το κλειστό ερωτηματολόγιο. Παραθέτουμε ένα απόσπασμα της συνέντευξης της Αγγελικής που πήγαινε στην Α' τάξη.

Ε.: Η Γη είναι επίπεδη ή στρογγυλή;

Α.: Επίπεδη.

Ε.: Είναι σαν κύκλος ή σαν μπάλα;

Α.: Το παιδί δεν απάντησε.

Ε.: Πώς το ξέρεις ότι η Γη είναι επίπεδη;

Α.: Έτσι τη φαντάζομαι.

Ε.: Αν περπατούσες για πολλές μέρες ίσια μπροστά, θα έπεφτες από την άκρη της Γης;

Α.: Ναι.

Ε.: Γιατί ;

Α.: Δεν ξέρω.

Ε.: Κοίτα αυτά τα μοντέλα. Έχουμε μια μπάλα, μια μπάλα κομμένη, ένα δακτυλίδι, και μια επίπεδη επιφάνεια. Διάλεξε το μοντέλο που νομίζεις ότι δείχνει καλύτερα πώς είναι η Γη στην πραγματικότητα;

Α.: Το παιδί δείχνει την επίπεδη επιφάνεια.

Ε.: Αυτό είναι ένα μικρό κοριτσάκι που έχει κόλλα στα παπούτσια του. Μπορείς να τη βάλεις εδώ πάνω, εδώ στο πλάι ή εδώ κάτω. Δείξε μου πού νομίζεις ότι θα ζούσε αυτό το κοριτσάκι αν ήταν στην Αυστραλία.

Α.: Δείχνει στο πλάι.

Ε.: Μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν εδώ πάνω;

Α.: Όχι.

Ε.: Μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν εδώ κάτω;

Α.: Όχι.

Ε.: Δείξε μου πού βρίσκονται οι άνθρωποι που ζουν στην Ελλάδα.

Α.: Δείχνει το πάνω μέρος.

Ε.: Μερικά παιδιά νομίζουν ότι ο ουρανός είναι πάνω από τη Γη. Άλλα παιδιά νομίζουν ότι ο ουρανός είναι γύρω από τη Γη. Εσύ πού νομίζεις ότι βρίσκεται ο ουρανός στην πραγματικότητα;

Α.: Ο ουρανός είναι μόνο από πάνω.

(Στο τέλος της συνέντευξης) **Ε.:** Ποιο είναι το σχήμα της Γης; Δείξε μου το καλύτερο μοντέλο.

Α.: Το παιδί δείχνει το δακτυλίδι.

Από το παράδειγμα φαίνεται ότι η Αγγελική ξεκινά επιλέγοντας το επίπεδο μοντέλο Γης. Όταν της παρουσιάζεται το σφαιρικό μοντέλο δεν μπορεί να κάνει διαφορετικά από το να το αποδεχτεί. Όταν όμως πρέπει να τοποθετήσει τους ανθρώπους πάνω στη σφαίρα μπερδεύεται. Στο τέλος πια του ερωτηματολογίου έχει αλλάξει την αρχική της επιλογή, δεν επιλέγει όμως ούτε το σφαιρικό μοντέλο, αλλά το δακτυλίδι.

Φαίνεται ότι το κλειστό ερωτηματολόγιο σε συνδυασμό με το μοντέλο της σφαιρικής Γης εμπόδισαν τα παιδιά από το να κατασκευάσουν τα δικά τους μοντέλα με ένα συνεπή τρόπο. Θεωρούμε ότι τα νοητικά μοντέλα δεν είναι κάτι προκατασκευασμένο που υπάρχει στο μυαλό των παιδιών, αλλά κατασκευάζονται στην διάρκεια της συνέντευξης για να δώσουν λύση σε προβλήματα και να απαντήσουν σε καινούργια ερωτήματα. Όμως, όταν στα παιδιά δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν κάτι έτοιμο, όπως είναι η σφαίρα στην περίπτωση του κλειστού ερωτηματολογίου, δεν τους είναι απαραίτητο να κατασκευάσουν ένα δικό τους εναλλακτικό μοντέλο για να στηρίζουν τις απαντήσεις τους. Αντίθετα χρησιμοποιούν αυτό που τους δίνεται. Στις ερωτήσεις στις οποίες οι απαντήσεις απορρέουν ξεκάθαρα από το μοντέλο τα παιδιά βασίζονται σε αυτό. Όταν όμως η απάντηση σε μία ερώτηση δεν μπορεί να συναχθεί άμεσα από το μοντέλο, τα παιδιά πρέπει να ανατρέξουν σε δικές τους γνώσεις. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα και πάλι τα παιδιά να μη βασίζονται συστηματικά τις απαντήσεις τους σε ένα μοντέλο και κατ' επέκταση να είναι εσωτερικά ασυνεπείς μεταξύ τους.

Επιπλέον πρέπει να σημειωθεί ότι για να μπορέσουμε να δούμε αν τα παιδιά κατασκευάζουν συνεπή νοητικά μοντέλα, είναι απαραίτητο να βαθμολογήσουμε τις απαντήσεις τους με το σωστό τρόπο. Σε αυτό το σημείο ο Siegal και οι συνεργάτες του (2004) έπεσαν σε μεθοδολογικό σφάλμα που φαίνεται να τους οδήγησε στην

εξαγωγή λανθασμένων συμπερασμάτων. Βαθμολόγησαν τις απαντήσεις των παιδιών ως «σωστές» αν ήταν σύμφωνες με το επιστημονικό μοντέλο και ως «λανθασμένες» αν ήταν σύμφωνες με οποιοδήποτε άλλο εναλλακτικό μοντέλο. Με αυτό τον τρόπο όμως δεν υπήρχε δυνατότητα να διαφανεί το είδος της εναλλακτικής απάντησης και σε ποιο εναλλακτικό μοντέλο Γης ανήκει. Επιπλέον, τα παιδιά που ρωτήθηκαν με το κλειστό ερωτηματολόγιο δεν είχαν τη δυνατότητα να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους. Η αιτιολόγηση βοηθάει τον ερευνητή να αξιολογήσει με μεγαλύτερη σαφήνεια τις απαντήσεις των παιδιών και να τις κατηγοριοποιήσει σε μοντέλα. Πιθανότατα αυτός να ήταν ένας ακόμα λόγος που με τη χρήση του κλειστού ερωτηματολογίου δεν βρέθηκαν απαντήσεις συνεπείς προς κάποιο εναλλακτικό μοντέλο Γης.

Παρά την απουσία όμως εμφάνισης συνεπών συνθετικών μοντέλων στην περίπτωση του κλειστού ερωτηματολογίου, πρέπει να σημειωθεί πως στις απαντήσεις των παιδιών υπήρχαν ενδείξεις για την ύπαρξη των προϋποθέσεων όπως της επιπεδότητας και της βαρύτητας από πάνω προς τα κάτω που εμποδίζουν την κατανόηση των επιστημονικών ιδεών. Για παράδειγμα, σχεδόν το 50% των παιδιών της Α' τάξης που απάντησαν στο κλειστό ερωτηματολόγιο τοποθέτησαν τους ανθρώπους στο πάνω μέρος της Γης και είπαν ότι οι άνθρωποι δεν μπορούν να ζήσουν στο κάτω μέρος της Γης γιατί θα πέσουν. Όπως επίσης σχεδόν το 65% των παιδιών της ίδιας ομάδας εξήγησαν την εναλλαγή μέρας/νύχτας βασιζόμενα στην κίνηση του Ήλιου και της Σελήνης.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής επιβεβαίωσαν τα αποτελέσματα των Vosniadou και Brewer (1992, 1994) σε ό,τι αφορά στα νοητικά μοντέλα, όταν χρησιμοποιήθηκε το ανοιχτό ερωτηματολόγιο. Το είδος του ερωτηματολογίου και η χρήση ή όχι των εξωτερικών μοντέλων μπορούν είτε να ευνοήσουν είτε να

εμποδίσουν την κατασκευή νοητικών μοντέλων και κατ' επέκταση να επηρεάσουν τον τρόπο που συλλογίζονται τα παιδιά στη διάρκεια ενός έργου.

Από τα αποτελέσματα του πειράματος καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η μάθηση δεν μπορεί να οριστεί σαν ένας διαχωρισμός ανάμεσα στο «γνωρίζω» ή «δεν γνωρίζω» κάτι. Πρόκειται για μια κατασκευαστική διαδικασία που χαρακτηρίζεται από διαφορετικές μορφές του «γνωρίζειν» και μπορεί να περνάει μέσα από τη διαδικασία κατασκευής παρανοήσεων ή συνθετικών μοντέλων. Οι διαφορετικές μορφές του «γνωρίζειν» που εμπλέκονται στη διαδικασία της μάθησης κυμαίνονται από αυτές που απαιτούν την ενεργοποίηση και αναπαραγωγή των γνώσεων προκειμένου να δοθούν απαντήσεις και αιτιολογήσεις μέχρι αυτές που απαιτούν την απλή αναγνώριση των επιστημονικών πληροφοριών.

Αποδεχόμενοι αυτή την άποψη καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι διαφορετικές μεθοδολογίες οδηγούν στην εξυπηρέτηση διαφορετικών σκοπών, όταν προσπαθούμε να αξιολογήσουμε τις γνώσεις των παιδιών. Ένα κλειστό ερωτηματολόγιο όπως αυτό που χρησιμοποίησε ο Siegal και οι συνεργάτες του (2004) είναι ένα καλό εργαλείο προκειμένου να δούμε αν οι μαθητές έχουν εκτεθεί στις επιστημονικές πληροφορίες. Αντίθετα, ένα ανοικτό ερωτηματολόγιο όπως αυτό που χρησιμοποίησαν οι Vosniadou και Brewer στα πειράματά τους (1992, 1994), που περιλαμβάνει και παραγωγικές ερωτήσεις, είναι ένα καλό εργαλείο προκειμένου να δούμε αν οι μαθητές έχουν κατανοήσει πλήρως τις επιστημονικές πληροφορίες που έχουν διδαχθεί και αν μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτές τις πληροφορίες με παραγωγικό τρόπο στην επίλυση προβλημάτων που δεν έχουν ξανασυναντήσει.

Πείραμα 2^ο: Επίδραση Εξωτερικών Αναπαραστάσεων

Στα πλαίσια της διερεύνησης των μεθοδολογικών ζητημάτων που εμπίπτουν στο χώρο της εννοιολογικής αλλαγής εντάσσεται και η παρούσα μελέτη που αφορά στη διερεύνηση της επίδρασης των εξωτερικών αναπαραστάσεων στις απόψεις των παιδιών για το σχήμα της Γης.

Τα τελευταία χρόνια έχει ασκηθεί κριτική στις θεωρίες της γνωστικής προσέγγισης που αφορούν στις διαδικασίες μάθησης από τους θεωρητικούς της κοινωνικο-πολιτισμικής προσέγγισης (Lave, 1988, Greeno, 1997, Anderson, Greeno, Reder, & Simon, 2000). Ένας από τους βασικούς άξονες κριτικής εντοπίζεται στο «αντικείμενο ανάλυσης» στις μελέτες που διερευνούν τον τρόπο που σκεφτόμαστε και μαθαίνουμε. Οι θεωρητικοί της γνωστικής προσέγγισης εστιάζουν στο άτομο και στις νοητικές αναπαραστάσεις που κατασκευάζει. Πιο συγκεκριμένα πώς κατασκευάζονται, πώς επηρεάζονται από την προϋπάρχουσα γνώση, και πώς μπορούν να εμποδίσουν την κατανόηση των νέων πληροφοριών. Από την άλλη μεριά για τους θεωρητικούς της κοινωνικο-πολιτισμικής προσέγγισης το αντικείμενο ανάλυσης στις έρευνες είναι ο λόγος που εκφράζει το κάθε υποκείμενο μελέτης όταν χρησιμοποιεί συγκεκριμένες εξωτερικές αναπαραστάσεις που σχετίζονται με το έργο. Και μπορεί να μην αποκλείουν όλοι οι θεωρητικοί της κοινωνικο-πολιτισμικής προσέγγισης την κατασκευή νοητικών αναπαραστάσεων, αμφισβητούν όμως τη χρήση τους ως επεξηγηματικές κατασκευές στη διάρκεια τέτοιων έργων, γι' αυτό και θεωρούν τις εξωτερικές αναπαραστάσεις απαραίτητες (Saljo, 1996).

Σε προηγούμενες έρευνες, εκπρόσωποι της κοινωνικο-πολιτισμικής προσέγγισης (Schoultz, Saljo, & Wyndhamn, 2001, Ivarsson, Schoultz, & Saljo, 2002) εξέτασαν τις απόψεις των παιδιών για το σχήμα της Γης χρησιμοποιώντας εξωτερικά μοντέλα, όπως την υδρόγειο σφαίρα και τον χάρτη. Υποστήριξαν ότι τα

παιδιά δεν δυσκολεύονται καθόλου να αναγνωρίσουν την υδρόγειο σαν την κατάλληλη αναπαράσταση της Γης. Αν δίνεται στα παιδιά το μοντέλο της υδρογείου σφαίρας, τη χρησιμοποιούν με εξαιρετική ευκολία και βασίζονται σε αυτή για να δώσουν επιστημονικές απαντήσεις σε ό,τι ερωτώνται.

Πιο αναλυτικά ο Schoultz και οι συνεργάτες του (2001) βρήκαν στα αποτελέσματά τους ότι εάν τα παιδιά είχαν μπροστά τους την υδρόγειο σφαίρα μπορούσαν όλα να την αναγνωρίσουν ως αναπαράσταση της Γης, θεωρούσαν όλα ότι οι άνθρωποι μπορούν να ζήσουν παντού πάνω στη Γη (ακόμα και στο κάτω μέρος της Γης, χωρίς να πέφτουν) και περίπου το 77% των παιδιών χρησιμοποίησε τη λειτουργία της βαρύτητας για να αιτιολογήσει τις απαντήσεις του. Οι ερευνητές κατέληξαν έτσι στο συμπέρασμα ότι οι Vosniadou και Brewer (1992, 1994) υποτίμησαν τις γνώσεις των παιδιών, γιατί δεν χρησιμοποίησαν εξωτερικά μοντέλα στη διεξαγωγή των πειραμάτων τους, δεδομένου ότι τα εξωτερικά μοντέλα μπορούν να βοηθήσουν τα παιδιά να σκεφτούν και να βασίσουν τις απαντήσεις τους σε αυτά.

Δεν διαφωνούμε με την άποψη ότι τα εξωτερικά μοντέλα μπορούν να βοηθήσουν τα παιδιά να σκεφτούν και να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους χρησιμοποιώντας τα, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για την υδρόγειο που είναι το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο Γης το οποίο ούτως ή άλλως τα παιδιά το γνωρίζουν. Παρόλα αυτά αν η χρήση εξωτερικών μοντέλων είναι ένας τρόπος για τη διεξαγωγή τέτοιων ερευνών, τουλάχιστον δεν είναι ο μοναδικός. Ιδιαίτερα όταν αυτό που ενδιαφέρει είναι να δούμε τις εξηγήσεις που δίνουν τα παιδιά σε διαφορετικά πλαίσια, τότε είναι προτιμότερο να διερευνήσουμε τις γνώσεις των παιδιών χωρίς τη χρήση εξωτερικών μοντέλων, τα οποία προφανώς να τα διευκολύνουν σε μεγάλο βαθμό.

Επιπλέον, όπως είδαμε και από το προηγούμενο πείραμα, υπάρχουν διαφορετικές μορφές του «γνωρίζειν» που εμπλέκονται στη διαδικασία της μάθησης και κυμαίνονται από αυτές που απαιτούν τη δημιουργία νοητικών μοντέλων, τα οποία χρησιμοποιούνται για να δοθούν απαντήσεις και αιτιολογήσεις, μέχρι αυτές που απαιτούν την απλή χρήση εξωτερικών μοντέλων στα οποία βασίζονται απαντήσεις και αιτιολογήσεις. Στην προκειμένη περίπτωση η παρουσία της υδρογείου προβάλλει στα παιδιά το επιστημονικό μοντέλο της σφαιρικής Γης και τα αναγκάζει να απαντήσουν και να αιτιολογήσουν με βάση αυτή, γεγονός που ως αναμένετο θα οδηγήσει στη δημιουργία πολλών σωστών απαντήσεων.

Αυτό όμως που μας ενδιαφέρει σε αυτές τις έρευνες δεν είναι το αν τα παιδιά μπορούν να αναγνωρίσουν την υδρογείο ως το πλέον αντιπροσωπευτικό μοντέλο Γης. Αυτό πιστεύουμε πως το γνωρίζουν ήδη. Αντίθετα μας ενδιαφέρει να δούμε αν αυτά που γνωρίζουν τα έχουν πλήρως κατανοήσει και μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν με έναν παραγωγικό τρόπο. Γι' αυτό και θεωρούμε προτιμότερο να μην παρέχονται στις έρευνες εξωτερικές αναπαραστάσεις, αλλά να ζητιέται από τα παιδιά να κατασκευάσουν μόνα τους μοντέλα της Γης. Το μοντέλο της υδρογείου διευκολύνει κατά πολύ τα παιδιά στο να δώσουν σωστές απαντήσεις, ακόμα και αν δεν έχουν κατανοήσει πλήρως τις επιστημονικές ιδέες για τη Γη, γιατί ακυρώνει κάποιους από τους περιορισμούς των φυσικών αντικειμένων (όπως της επιπεδότητας) που φαίνεται να αποδίδουν τα παιδιά στη Γη.

Αναγνωρίζουμε την κοινωνική φύση της μάθησης και της χρήσης των γνώσεων, αυτό όμως δε σημαίνει ότι αυτομάτως αμφισβητούνται οι εξατομικευμένες εμπειρίες και οι νοητικές αναπαραστάσεις που βασίζονται σε ένα ερμηνευτικό πλαίσιο. Οι προϋπάρχουσες γνώσεις με κάποιο τρόπο αποθηκεύονται στη μνήμη. Ένας τρόπος είναι με τη μορφή νοητικών αναπαραστάσεων (Brewer, υπό

δημοσίευση). Σε δεδομένες συνθήκες αυτές οι αναπαραστάσεις ενεργοποιούνται και ενίοτε αλλάζουν προκειμένου να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις του έργου ή να επιλυθεί το πρόβλημα. Οι προϋπάρχουσες γνώσεις μπορούν να επηρεάσουν τον τρόπο που χρησιμοποιούνται οι εξωτερικές αναπαραστάσεις, οδηγώντας σε παρερμηνείες, ώστε το εξωτερικό μοντέλο να ταιριάζει με τις προϋπάρχουσες γνώσεις.

Θεωρούμε ότι η σωστή χρήση ενός εξωτερικού μοντέλου δεν είναι μια διαδικασία που βασίζεται στην άμεση μετάδοση πληροφοριών από το περιβάλλον. Θεωρούμε ότι είναι μια κονστрукτιβιστική ερμηνευτική διαδικασία, στα πλαίσια της οποίας το εξωτερικό μοντέλο ερμηνεύεται και καμιά φορά παρερμηνεύεται, όταν έρχεται σε αντίθεση με την προϋπάρχουσα γνώση των παιδιών. Σε αυτή την περίπτωση τα παιδιά θα έχουν δυσκολίες κατανόησης των επιστημονικών ιδεών για τη Γη, ακόμα και αν έχουν μπροστά τους εξωτερικά μοντέλα.

Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να εξετάσουμε πώς η προϋπάρχουσα γνώση των παιδιών θα επηρεάσει τον τρόπο που θα χρησιμοποιήσουν τις εξωτερικές αναπαραστάσεις, για να απαντήσουν σε ερωτήσεις που αφορούν στο σχήμα της Γης και πώς διαφορετικές εξωτερικές αναπαραστάσεις μπορούν να επηρεάσουν τις απόψεις των παιδιών για το σχήμα της Γης. Η πειραματική διαδικασία σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε τα αποτελέσματα να μας δίνουν πληροφορίες για τις ιδέες των παιδιών για το σχήμα της Γης και όταν χρησιμοποιούν ένα εξωτερικό μοντέλο αλλά και όταν δεν χρησιμοποιούν κανένα.

Στην πρώτη φάση της πειραματικής διαδικασίας ζητάγαμε από τα παιδιά να ζωγραφίσουν τη Γη, να φτιάξουν μοντέλα της Γης από πλαστελίνη και να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικά με τη Γη (προ-έλεγχος). Στη δεύτερη φάση απομακρύναμε τις ζωγραφιές και τα μοντέλα των παιδιών και τους δείχναμε είτε την

υδρόγειο είτε τον χάρτη και τα ρωτάγαμε ξανά ερωτήσεις για το σχήμα της Γης (μετά-έλεγχος). Η σύγκριση των δύο φάσεων θα μας έδειχνε αν τα παιδιά έχουν διαφορετική συμπεριφορά όταν έχουν τα εξωτερικά μοντέλα μπροστά τους και αν η παρουσία τους επηρεάζει τον τρόπο που σκέφτονται και επιχειρηματολογούν.

Υποθέσαμε ότι τα παιδιά που έχουν δυσκολίες να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες για τη Γη, θα εξακολουθήσουν να έχουν τις ίδιες δυσκολίες ακόμα και όταν θα είχαν μπροστά τους τα εξωτερικά μοντέλα. Πιο συγκεκριμένα περιμέναμε ότι (1) στο πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου τα παιδιά θα κατασκευάσουν συνεπείς νοητικές αναπαραστάσεις της Γης, (2) στο δεύτερο μέρος τα παιδιά θα χρησιμοποιήσουν τις εξωτερικές αναπαραστάσεις για να βασίσουν και να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους, αλλά και (3) στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου η παρέμβαση της προϋπάρχουσας γνώσης, όταν αυτή είναι ασύμβατη με την εξωτερική αναπαράσταση θα οδηγήσει σε ασυνέπεια τις απαντήσεις των μαθητών.

Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν 84 παιδιά από ένα δημοτικό σχολείο της Αθήνας. Από αυτά τα 40 ήταν μαθητές της Α΄ τάξης Δημοτικού και η ηλικία τους κυμαινόταν από 5 ετών και 6 μηνών έως 7 ετών (μέσος όρος ηλικίας 6 ετών και 1 μήνα) και τα υπόλοιπα 44 ήταν μαθητές της Γ΄ τάξης Δημοτικού και η ηλικία τους κυμαινόταν από 7 ετών και 6 μηνών έως 10 ετών (μέσος όρος ηλικίας 8 ετών και 5 μηνών). Η επιλογή του σχολείου ήταν τυχαία, προκειμένου τα παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνά μας να αποτελέσουν αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού που μας ενδιέφερε. Ο

πειραματικός σχεδιασμός μας ήταν παραγοντικός 2x2 (δύο ηλικιακές ομάδες και δύο εξωτερικά μοντέλα) ανεξάρτητων δειγμάτων.

Υλικά

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήσαμε ένα ερωτηματολόγιο που βασίστηκε στο ερωτηματολόγιο από την έρευνα των Vosniadou και Brewer (1992), αποτελούμενο από 22 ερωτήσεις. Το ερωτηματολόγιο χωρίστηκε σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος (προ-έλεγχος) ζητάγαμε από τα παιδιά να μας προσδιορίσουν λεκτικά, με ζωγραφιές και με πλαστελίνη το σχήμα της Γης και πού ζουν οι άνθρωποι (βλ. Παράρτημα 2.1). Στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου (μετά-έλεγχος) απομακρύναμε τις ζωγραφιές των παιδιών και τα μοντέλα που μας είχαν κάνει με πλαστελίνη και τους δίναμε είτε την υδρόγειο (διάμετρος 30 εκ.) είτε τον χάρτη (διαστάσεις 94 εκ. * 63 εκ.) (βλ. Παράρτημα 2.2).

Διαδικασία

Τα παιδιά που συμμετείχαν στο πείραμα χωρίστηκαν σε δύο πειραματικές ομάδες ανάλογα με τις απαντήσεις που έδωσαν στο πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου. Τα περισσότερα από τα παιδιά που έδωσαν απαντήσεις σύμφωνες με μια επίπεδη αναπαράσταση της Γης, εντάχθηκαν στην πρώτη πειραματική ομάδα που στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου χρησιμοποίησαν την υδρόγειο. Τα περισσότερα από τα παιδιά που στο πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου έδωσαν απαντήσεις σύμφωνες με μια σφαιρική αναπαράσταση της Γης, εντάχθηκαν στην δεύτερη πειραματική ομάδα και στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου χρησιμοποίησαν τον χάρτη. Ακολούθησαμε αυτόν τον πειραματικό σχεδιασμό προκειμένου να δούμε πώς η

παρουσία μιας εξωτερικής αναπαράστασης θα επηρέαζε τις απαντήσεις των παιδιών όταν έρχεται σε σύγκρουση με την νοητική αναπαράσταση των μαθητών.

Τα παιδιά πέρασαν από τη διαδικασία της ατομικής συνέντευξης. Δύο ερευνητές διεξήγαγαν το πείραμα. Ένας έθετε τις ερωτήσεις στους μαθητές και ο άλλος κρατούσε λεπτομερειακές σημειώσεις. Οι συνεντεύξεις μαγνητοσκοπήθηκαν και τα μοντέλα που κατασκεύασαν τα παιδιά φωτογραφήθηκαν. Η κάθε συνέντευξη διήρκησε περίπου 20-25 λεπτά.

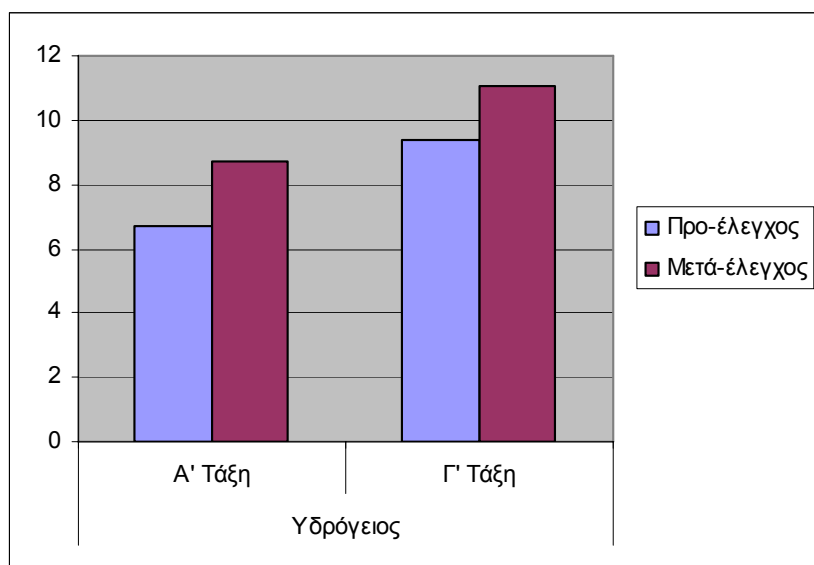
Η πειραματική διαδικασία χωρίστηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση (προ-έλεγχος) ζητάγαμε από τα παιδιά να μας προσδιορίσουν λεκτικά, με ζωγραφιές, και με πλαστελίνη, το σχήμα της Γης και πού ζουν οι άνθρωποι (βλ. Παράρτημα 2.1). Στη δεύτερη φάση (μετά-έλεγχος) οι ζωγραφιές και τα μοντέλα από πλαστελίνη που είχαν φτιάξει τα παιδιά απομακρύνονταν, δίναμε στα παιδιά ένα από τα εξωτερικά μοντέλα και θέταμε ερωτήσεις για το αν οι άνθρωποι μπορούν να ζήσουν στο Νότιο Πόλο και αν υπάρχει ένα τέλος πάνω στη Γη (βλ. Παράρτημα 2.2). Τα μισά παιδιά χρησιμοποίησαν την υδρόγειο σφαίρα και τα άλλα παιδιά τον χάρτη. Τα παιδιά χωρίστηκαν σε πειραματικές ομάδες με βάση τις απαντήσεις που έδωσαν στην πρώτη φάση του πειράματος. Στα παιδιά που έδωσαν απαντήσεις σύμφωνες με κάποιο μοντέλο επίπεδης Γης, τετράγωνη ή δίσκο, παρουσιάσαμε την υδρόγειο, ενώ τα παιδιά που έδωσαν απαντήσεις σύμφωνες με το σφαιρικό μοντέλο παρουσιάσαμε τον χάρτη. Αυτός ο διακανονισμός έγινε για να δούμε την επίδραση των εξωτερικών μοντέλων στις απαντήσεις των παιδιών όταν το εξωτερικό μοντέλο έρχεται σε σύγκρουση με την προϋπάρχουσα γνώση τους. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήσαμε και για τις δύο πειραματικές φάσεις βασίστηκε στο αρχικό ερωτηματολόγιο από τις έρευνες των Vosniadou και Brewer (1992, 1994).

Αποτελέσματα

Οι απαντήσεις των μαθητών βαθμολογήθηκαν χωριστά για την κάθε πειραματική φάση αλλά και για τις δύο φάσεις ο κώδικας βαθμολόγησης ήταν κοινός. Οι απαντήσεις που συμφωνούσαν με το επιστημονικό μοντέλο βαθμολογήθηκαν ως σωστές (3), αυτές που συμφωνούσαν με το αρχικό μοντέλο ως αρχικές (1), και όσες συμφωνούσαν με κάποιο συνθετικό μοντέλο ως εναλλακτικές (2).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα εξωτερικά μοντέλα επηρέασαν με διαφορετικό τρόπο τις απαντήσεις των παιδιών. Τα παιδιά που χρησιμοποίησαν την υδρόγειο σφαίρα στον μετά-έλεγχο μας έδωσαν περισσότερες σωστές απαντήσεις συγκριτικά με τον προ-έλεγχο. Η ανάλυση διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης μικτού σχεδιασμού [με την ανεξάρτητη μεταβλητή του ελέγχου (προ-έλεγχος * μετά-έλεγχος) διαμέσου των υποκειμένων και με την ανεξάρτητη μεταβλητή της τάξης (Α' τάξη * Ε' τάξη) μεταξύ των υποκειμένων] έδειξε ότι η βελτίωση αυτή από τον προ-έλεγχο στον μετά-έλεγχο στην περίπτωση της υδρογείου ήταν στατιστικά σημαντική [$F(1,40) = 11,575, p < .005$] υπέρ των επιδόσεων στον μετά-έλεγχο. Επιπλέον, τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντική ηλικιακή διαφορά υπέρ των παιδιών της τρίτης τάξης [$F(1,40) = 8,304, p < .01$]. Οι αλληλεπίδραση των δύο μεταβλητών δεν έδωσε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα [$F(1,40) = 0,086, n.s.$].

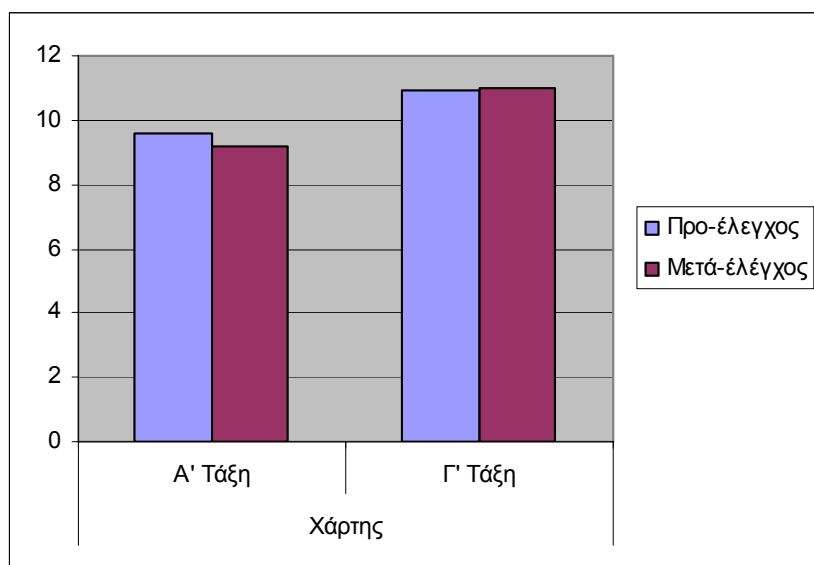
Στο Γράφημα 2.1 που ακολουθεί και τον πίνακα των μέσων όρων που συνοδεύει το Γράφημα φαίνεται ότι τα παιδιά βελτίωσαν τις επιδόσεις τους στον μετά-έλεγχο, όταν χρησιμοποιούσαν την υδρόγειο σφαίρα. Ενώ ο μέσος όρος επίδοσης στον προ-έλεγχο είναι 6,7 για τα παιδιά της πρώτης και 9,4 για τα παιδιά της τρίτης, στον μετά-έλεγχο βελτιώνεται σε 8,7 και 11,05 αντίστοιχα.



Γράφημα 2.1: Μέσοι όροι των Επιδόσεων των Παιδιών που χρησιμοποίησαν την Υδρόγειο Σφαίρα στον Προ-έλεγχο και Μετά-έλεγχο ως προς την Ηλικία τους

Τάξη		Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση	Κατώτατο όριο	Ανώτατο όριο
Α' Τάξη	Προ-έλεγχος	6,700	0,726	5,233	8,167
	Μετά-έλεγχος	8,700	0,756	7,172	10,228
Γ' Τάξη	Προ-έλεγχος	9,364	0,692	7,965	10,762
	Μετά-έλεγχος	11,045	0,721	9,589	12,502

Αντίθετα τα παιδιά που χρησιμοποίησαν τον χάρτη δεν βελτίωσαν τις απαντήσεις τους στον μετά-έλεγχο όπως φαίνεται και στο Γράφημα 2.2 που ακολουθεί. Για τους μαθητές της πρώτης ο μέσος όρος επίδοσης στον προ-έλεγχο είναι 9,6 και στον μετά-έλεγχο 9,2 ενώ για τους μαθητές της τρίτης τάξης στον προέλεγχο ήταν 10,1 και στον μετά-έλεγχο βελτιώθηκε σε 11. Η ανάλυση διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης μικτού σχεδιασμού [με την ανεξάρτητη μεταβλητή του ελέγχου (προ-έλεγχος * μετά-έλεγχος) διαμέσου των υποκειμένων και με την ανεξάρτητη μεταβλητή της τάξης (Α' τάξη * Ε' τάξη) μεταξύ των υποκειμένων] στην περίπτωση του χάρτη δεν μας έδειξε ούτε στατιστικά σημαντική επίδραση του ελέγχου [$F(1,40) = 0,343, n.s.$] και της ηλικίας [$F(1,40) = 2,852, n.s.$] ούτε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των μεταβλητών [$F(1,40) = 2,168, n.s.$].



Γράφημα 2.2: Μέσοι όροι των Επιδόσεων των Παιδιών που χρησιμοποίησαν τον Χάρτη στον Προ-έλεγχο και Μετά-έλεγχο ως προς την Ηλικία τους

Τάξη		Μέσος όρος	Τυπική Απόκλιση	Κατώτατο όριο	Ανώτατο όριο
Α' Τάξη	Προ-έλεγχος	9,600	0,428	8,735	10,465
	Μετά-έλεγχος	9,200	0,705	7,776	10,624
Γ' Τάξη	Προ-έλεγχος	10,091	0,408	9,266	10,916
	Μετά-έλεγχος	11,00	0,672	9,642	12,358

Φάνηκε σε ένα πρώτο επίπεδο ότι τα εξωτερικά μοντέλα επηρεάζουν με διαφορετικό τρόπο τις απαντήσεις των παιδιών. Πιθανότατα αυτό να οφείλεται στο ότι τα παιδιά και κυρίως οι μαθητές της Γ' Τάξης έχουν ήδη διδαχθεί ότι η Γη είναι σφαιρική. Είναι πιο εύκολο για τα παιδιά που χρησιμοποίησαν την υδρόγειο σφαίρα να αλλάξουν τις απαντήσεις τους και να τις προσαρμόσουν στο μοντέλο της σφαιρικής Γης, εφόσον την αναγνώρισαν ως το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο Γης. Κάτι τέτοιο όμως δεν θα μπορούσε να συμβεί στην περίπτωση του χάρτη.

Για να εξετάσουμε αν τα παιδιά χρησιμοποίησαν με ένα συνεπή τρόπο κάποιο μοντέλο Γης χρησιμοποιήσαμε κάποιες ερωτήσεις που θεωρήσαμε καθοριστικές για να εντάξουμε τα παιδιά σε μοντέλα βασιζόμενοι σε προηγούμενες έρευνες (Vosniadou & Brewer, 1992).

Αναλυτικά, στον Πίνακα 2.1 φαίνονται οι αναμενόμενες απαντήσεις που θα έπρεπε να δώσει το παιδί ώστε να κατηγοριοποιηθεί σε ένα μοντέλο Γης.

Πίνακας 2.1: Αναμενόμενες Απαντήσεις για Κατηγοριοποίηση σε Μοντέλα Γης

Μοντέλο	Πριν τη χρήση των εξωτερικών μοντέλων	Μετά τη χρήση των εξωτερικών μοντέλων
Σφαίρα	Επιστημονικά σωστές απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις.	Επιστημονικά σωστές απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις.
Σφαίρα χωρίς βαρύτητα	Επιστημονικά σωστές απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις εκτός από αυτές που αναφέρονται στη βαρύτητα (Ερ. 6 & Ερ. 9). Ο ουρανός θα έπρεπε να τοποθετηθεί μόνο πάνω από το σφαιρικό μοντέλο (Ερ. 7 & Ερ. 10).	Επιστημονικά σωστές απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις εκτός από τις ερωτήσεις για τη βαρύτητα (Ερ. 4 & Ερ. 5).
Κοίλη σφαίρα	Θα έπρεπε να πουν ότι η Γη είναι σφαιρική/κυκλική (Ερ. 2) αλλά επίπεδη στο εσωτερικό της (Ερ. 4), ότι οι άνθρωποι ζουν μέσα στη Γη (Ερ. 6 & Ερ. 9) και ότι ο ουρανός είναι μέσα στη Γη στο πάνω μέρος (Ερ. 7 & Ερ. 10). Περιμέναμε να κατασκευάσουν σφαιρικό μοντέλο ή κάθετο δακτυλίδι (Ερ. 5 & Ερ. 10).	Θα έπρεπε να πουν ότι οι άνθρωποι ζουν μόνο στο εσωτερικό της Γης και όχι στο κάτω μέρος της Γης (Ερ. 4 & Ερ. 5). Μερικές φορές τα παιδιά που κατασκευάζουν μοντέλο κοίλης σφαίρας λένε ότι οι άνθρωποι μπορούν να φτάσουν στην άκρη της Γης αν έχουν διαστημόπλοιο (Ερ. 2).
Διπλή Γη	Θα έπρεπε να πουν ότι η Γη είναι σφαιρική (Ερ. 2) αλλά να διευκρινίσουν ότι οι άνθρωποι ζουν σε μια άλλη Γη που είναι επίπεδη (Ερ. 6 & Ερ. 9). Ο ουρανός θα έπρεπε να βρίσκεται ανάμεσα στις δύο γαίες (Ερ. 7 & Ερ. 10).	Θα έπρεπε να δεχτούν το σφαιρικό μοντέλο Γης (στην περίπτωση της υδρογείου) αλλά οι υπόλοιπες απαντήσεις θα έπρεπε να συμφωνούν με το επίπεδο μοντέλο Γης: υπάρχει ένα τέλος στη Γη (Ερ. 2 & Ερ. 3) και οι άνθρωποι δεν μπορούν να ζήσουν στο Νότιο Πόλο (Ερ. 4 & Ερ. 5).
Πεπλατυσμένη σφαίρα	Θα έπρεπε να πουν ότι η Γη είναι σφαιρική αλλά πεπλατυσμένη από πάνω και από κάτω (Ερ. 2, Ερ. 5, & Ερ. 8). Οι άνθρωποι θα έπρεπε να ζουν στα πεπλατυσμένα μέρη (Ερ. 6 & Ερ. 9) και ότι ο ουρανός βρίσκεται γύρω από τη Γη (Ερ. 7 & Ερ. 10).	Θα έπρεπε να επιμείνουν στο ότι η Γη είναι σφαιρική αλλά πεπλατυσμένη πάνω και κάτω (Ερ. 7) και ότι οι άνθρωποι ζουν στα πεπλατυσμένα μέρη (Ερ. 4).
Δίσκος	Θα έπρεπε να πουν ότι η Γη είναι στρογγυλή σαν δίσκος (Ερ. 2), να βάλουν τους ανθρώπους μέσα στο δίσκο (Ερ. 6 & Ερ. 9) και να ζωγραφίσουν τον ουρανό πάνω από το δίσκο (Ερ. 7 & Ερ. 10).	Θα έπρεπε να επιμείνουν στο ότι η Γη είναι σαν δίσκος (Ερ. 7) και οι υπόλοιπες απαντήσεις τους να είναι σύμφωνες με το επίπεδο μοντέλο.
Επίπεδη Γη	Θα έπρεπε να πουν ότι η Γη είναι επίπεδη (Ερ. 2) και ότι οι άνθρωποι ζουν πάνω στην επίπεδη επιφάνεια (Ερ. 6 & Ερ. 9). Ο ουρανός θα έπρεπε να είναι πάνω από την επίπεδη επιφάνεια (Ερ. 7 & Ερ. 10).	Θα έπρεπε να επιμείνουν ότι η Γη είναι επίπεδη (Ερ. 7) και όλες οι απαντήσεις τους θα έπρεπε να είναι σύμφωνες με το μοντέλο της επίπεδης Γης.

Οι αναμενόμενες απαντήσεις καθορίστηκαν πριν και ανεξάρτητα από της απαντήσεις που πήραμε από τα παιδιά σε αυτή την έρευνα. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι όταν τα παιδιά δεν χρησιμοποιούσαν τα εξωτερικά μοντέλα, κατασκεύαζαν δικά τους συνεπή νοητικά μοντέλα τα οποία χρησιμοποιούσαν για να απαντήσουν στις ερωτήσεις. Τα μοντέλα αυτά καταδείκνυαν τους περιορισμούς που προέρχονται από τις ιδιότητες των φυσικών αντικειμένων καθώς και την προσπάθεια των παιδιών να συνθέσουν την επιστημονική πληροφορία ότι η Γη είναι στρογγυλή με την πληροφορία που λαμβάνουν τα παιδιά από την καθημερινή τους εμπειρία, ότι η Γη φαίνεται επίπεδη.

Τα αποτελέσματα από την πρώτη φάση της έρευνας επιβεβαιώνουν τα ευρήματα των προηγούμενων ερευνών που διεξήχθησαν από τους Βοσνιάδου και Brewer (1992, 1994). Με τη χρήση όμως των εξωτερικών μοντέλων χάνεται η εσωτερική συνέπεια στις απαντήσεις των παιδιών. Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 2.2 που ακολουθεί.

Πίνακας 2.2: Συχνότητες/Ποσοστά παιδιών που κατηγοριοποιήθηκαν σε Επιστημονικό, Εναλλακτικό, & Μικτό Μοντέλο Γης πριν και μετά τη χρήση της Υδρογείου

Κατηγορίες μοντέλων	Πριν τη Χρήση της Υδρογείου		Μετά τη Χρήση της Υδρογείου	
	Α΄ Τάξη	Γ΄ Τάξη	Α΄ Τάξη	Γ΄ Τάξη
Επιστημονικό	3 (15%)	6 (27%)	5 (25%)	11 (50%)
Εναλλακτικά	15 (75%)	14 (64%)	2 (10%)	1 (5%)
Μικτά	2 (10%)	2 (9%)	13 (65%)	10 (45%)

Πριν τη χρήση της υδρογείου το 90% των παιδιών έδωσε απαντήσεις συνεπείς προς κάποιο μοντέλο Γης, ενώ μετά τη χρήση της υδρογείου το 35% των παιδιών της Α΄ Τάξης και το 55% της Γ΄ Τάξης κατηγοριοποιήθηκαν σε κάποιο μοντέλο. Η χρήση της υδρογείου είχε σαν αποτέλεσμα να αυξηθεί ο αριθμός των σφαιρικών και μικτών μοντέλων και να μειωθεί σημαντικά ο αριθμός των συνθετικών και αρχικών

μοντέλων Γης. Τα αποτελέσματα που περιγράφονται στον Πίνακα 2.2 αξιολογήθηκαν με το κριτήριο του χ^2 και για τις δύο ηλικιακές ομάδες μαζί και μας έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον προ-έλεγχο και τον μετά-έλεγχο [$\chi^2(2)=36,455, p<.001$].

Κάτι ανάλογο συνέβη και στην περίπτωση του χάρτη. Τα αποτελέσματα στην περίπτωση του χάρτη φαίνονται πιο καθαρά στον Πίνακα 2.3. Πριν τη χρήση του εξωτερικού μοντέλου το 80% των παιδιών της Α΄ Τάξης και το 90% της Γ΄ Τάξης έδωσαν απαντήσεις συνεπείς προς κάποιο μοντέλο Γης. Αντίθετα μετά τη χρήση του χάρτη μόνο το 30% των παιδιών της Α΄ Τάξης και το 40% της Γ΄ Τάξης μπόρεσαν να κατηγοριοποιηθούν σε κάποιο μοντέλο. Στην περίπτωση του χάρτη ο αριθμός των σφαιρικών μοντέλων παρέμεινε σταθερός, τα μικτά μοντέλα αυξήθηκαν ενώ τα συνθετικά και αρχικά μοντέλα σχεδόν εξαφανίστηκαν.

Πίνακας 2.3: Συχνότητες/Ποσοστά παιδιών που κατηγοριοποιήθηκαν σε Επιστημονικό, Εναλλακτικό, & Μικτό Μοντέλο Γης πριν και μετά τη χρήση του Χάρτη

Κατηγορίες μοντέλων	Πριν τη Χρήση του Χάρτη		Μετά τη Χρήση του Χάρτη	
	Α Τάξη	Γ Τάξη	Α Τάξη	Γ Τάξη
Επιστημονικό	5 (25%)	8 (36%)	5 (25%)	8 (36%)
Εναλλακτικά	11 (55%)	12 (54%)	1 (5%)	1 (5%)
Μικτά	4 (20%)	2 (9%)	14 (70%)	13 (59%)

Η στατιστική ανάλυση που συνέκρινε τα αποτελέσματα κατηγοριοποίησης σε μοντέλα Γης των παιδιών και από τις δύο ηλικιακές ομάδες ανάμεσα στο προ-έλεγχο και τον μετά-έλεγχο έδειξε και για την περίπτωση του χάρτη στατιστικά σημαντικές διαφορές [$\chi^2(2)=31,004, p<.001$]. Στις ερωτήσεις που η απάντηση απέρριε ξεκάθαρα από τα εξωτερικά μοντέλα φάνηκε ότι τα παιδιά βασίζονταν σε αυτά για να απαντήσουν. Για τις περιπτώσεις όμως που η απάντηση δεν έβγαινε ξεκάθαρα από την υδρόγειο ή τον χάρτη, τα παιδιά αναγκάζονταν να ανατρέξουν στις αρχικές τους

αναπαραστάσεις. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να χάνεται η εσωτερική συνέπεια των απαντήσεων.

Τα παραπάνω ευρήματα υποστηρίζουν την υπόθεση ότι ένα εξωτερικό μοντέλο δεν αρκεί από μόνο του για να βοηθήσει τα παιδιά να κατανοήσουν πολύπλοκες έννοιες όπως είναι το σχήμα της Γης και η βαρύτητα, ιδιαίτερα όταν αυτές έρχονται σε αντίφαση με τις προηγούμενες γνώσεις των παιδιών. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη σωστή χρήση των εξωτερικών μοντέλων είναι η κατανόησή τους από τα παιδιά. Η κατανόηση αυτή δεν είναι μια απλή διαδικασία αλλά βασίζεται σε κonstruktivistικές ερμηνευτικές διαδικασίες που επηρεάζονται από την προϋπάρχουσα γνώση των παιδιών.

Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της έρευνας επιβεβαιώνουν τα ευρήματα των προηγούμενων ερευνών που διεξήχθησαν από τη Βοσνιάδου και τους συνεργάτες της (Vosniadou & Brewer, 1992· Diakidoy, Vosniadou & Hawks, 1997· Βοσνιάδου, Αρχοντίδου, Καλογιαννίδου, & Ιωαννίδης, 1996). Όταν δεν χρησιμοποιούνται εξωτερικά μοντέλα τα παιδιά κατασκευάζουν δικά τους εσωτερικά νοητικά μοντέλα, τα οποία εξωτερικεύονται μέσω ζωγραφιών ή μοντέλων από πλαστελίνη και χρησιμοποιούνται για να δώσουν απαντήσεις και να επιχειρηματολογήσουν. Αυτά τα εσωτερικά μοντέλα δεν είναι παθητικά αντίγραφα των εξωτερικών μοντέλων αλλά δείχνουν ότι εμπλέκεται η ερμηνεία που δίνουν τα ίδια τα παιδιά στα εξωτερικά μοντέλα και στις πληροφορίες που λαμβάνουν από το περιβάλλον. Οι ερμηνείες αυτές πολύ συχνά οδηγούν σε παρερμηνευση των επιστημονικών πληροφοριών, γεγονός αναμενόμενο δεδομένου ότι τα παιδιά ενσωματώνουν τις επιστημονικά αποδεκτές πληροφορίες στη

δική τους αφελή θεωρία για τον κόσμο που βασίζεται κυρίως στις εμπειρίες τους από τον κόσμο γύρω τους.

Επιπλέον τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα δύο εξωτερικά μοντέλα επηρέασαν με διαφορετικό τρόπο τις απαντήσεις των παιδιών. Στην περίπτωση της υδρογείου, τα περισσότερα παιδιά εγκατέλειψαν τις αρχικές τους αναπαραστάσεις και αποδέχτηκαν το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο Γης. Αντίθετα, κανένα από τα παιδιά που χρησιμοποίησε τον χάρτη και είχε κατασκευάσει στον προ-έλεγχο ένα σφαιρικό μοντέλο Γης, δεν εγκατέλειψε την αρχική του αναπαράσταση αποδεχόμενο μια επίπεδη αναπαράσταση της Γης. Τέλος, τα παιδιά που στον προ-έλεγχο κατασκεύασαν εναλλακτικά μοντέλα Γης (διπλή Γη, κοίλη σφαίρα, πεπλατυσμένη σφαίρα) και στον μετά-έλεγχο άλλαξαν τις αρχικές τους αναπαραστάσεις, δεν έδωσαν απαντήσεις συνεπείς προς κάποιο μοντέλο Γης και εντάχθηκαν στην κατηγορία των μικτών μοντέλων.

Το γεγονός ότι η παρουσία της υδρογείου επηρέασε καθολικά τις απαντήσεις των παιδιών ενώ ο χάρτης δεν το έκανε, δείχνει ότι τα παιδιά δεν αποδέχονται παθητικά τα εξωτερικά μοντέλα που τους προβάλλουμε, αλλά τα ερμηνεύουν με βάση τα όσα ήδη γνωρίζουν. Το εύρημα αυτό συνηγορεί υπέρ της κονστрукτιβιστικής προσέγγισης και απορρίπτει τα επιχειρήματα της κοινωνικο-πολιτισμικής προσέγγισης που δεν δέχεται την εμπλοκή της προϋπάρχουσας γνώσης στη διαδικασία της μάθησης (Vosniadou, 2007).

Για να ερμηνεύσουμε το γιατί τα παιδιά που υποστήριζαν ότι η Γη είναι σφαιρική δεν επηρεάστηκαν από την παρουσία του χάρτη σε αντίθεση με τα παιδιά που δεν υποστήριζαν ότι η Γη είναι σφαιρική και επηρεάστηκαν από την παρουσία της υδρογείου, μπορούμε να υποθέσουμε ότι η δεύτερη ομάδα παιδιών πιθανότατα είχε ήδη κάποια στιγμή εκτεθεί στην πληροφορία ότι η υδρογείος σφαίρα

παρουσιάζει το σχήμα της Γης στην πραγματικότητα. Συνεπώς ήταν αναμενόμενο για αυτά τα παιδιά να αλλάξουν τις αρχικές τους απαντήσεις μόλις θα έβλεπαν την υδρόγειο σφαίρα. Αντίθετα τα παιδιά που υποστήριζαν το σφαιρικό σχήμα Γης από την αρχή, ως πιο αναπτυγμένα γνωστικά, δεν θα επηρεάζονταν από την παρουσία του χάρτη, εφόσον ήταν σε θέση να κατανοήσουν πώς ένα αντικείμενο μπορεί να φαίνεται τελείως διαφορετικό από δύο διαφορετικές οπτικές. Το συγκεκριμένο συμπέρασμα συμφωνεί με τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών που έδειξαν αύξηση των επιστημονικών απαντήσεων για το σχήμα της Γης όταν τα παιδιά είχαν μπροστά τους την υδρόγειο (Schoultz, et al., 2001) ή όταν χρησιμοποιείται ένα ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου σε συνδυασμό με μια σφαιρική αναπαράσταση της Γης (Nobes, et al., 2003, Siegal, et al., 2004).

Ένα τελευταίο εύρημα ήταν πως η παρουσία των εξωτερικών αναπαραστάσεων προκάλεσε μείωση της εσωτερικής συνέπειας των απαντήσεων των παιδιών. Μια αναλυτική εξέταση των αποτελεσμάτων, εξετάζοντας μία προς μία τις ερωτήσεις, έδειξε ότι σε κάποιες ερωτήσεις, αν η απάντηση απέρρεε ξεκάθαρα από το εξωτερικό μοντέλο, τα παιδιά (ανεξάρτητα από τις προηγούμενες γνώσεις τους) χρησιμοποιούσαν το εξωτερικό μοντέλο για να απαντήσουν. Όταν όμως οι απαντήσεις δεν απέρρεαν από το μοντέλο που είχαν μπροστά τους, τα παιδιά επανέρχονταν στις προηγούμενες γνώσεις τους από όπου και αντλούσαν πληροφορίες για να απαντήσουν. Αυτό έφερε την εσωτερική ασυνέπεια στις απαντήσεις των μαθητών στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου.

Πιο συγκεκριμένα, στην Ερ. 4 (Μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν εδώ κάτω;) και στις δύο περιπτώσεις (υδρόγειος και χάρτης) η καταφατική απάντηση ενισχύεται από τα εξωτερικά μοντέλα, δεδομένου ότι τα παιδιά βλέπουν ότι εκεί υπάρχει χώρα και προφανώς σκέφτονται πως όπου υπάρχει χώρα μπορούν να ζήσουν οι άνθρωποι.

Η πλειονότητα των παιδιών και από τις δύο ομάδες έδωσε καταφατική απάντηση σε αυτή την ερώτηση παρόλο που στο πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου τα ίδια παιδιά δεν υποστήριζαν κάτι τέτοιο. Όταν όμως ερχόμασταν στην Ερ. 5 (Αν ένα κοριτσάκι βρισκόταν εδώ και κρατούσε μια μπάλα και η μπάλα έφευγε από τα χέρια του, προς τα πού θα πήγαινε;) τα αποτελέσματα άλλαζαν. Σχεδόν όλα τα παιδιά από αυτά που χρησιμοποίησαν τον χάρτη (90% της Α' τάξης και 95% της Γ' τάξης) είπαν ότι η μπάλα θα πήγαινε προς τη Γη. Αντίθετα όμως, στην περίπτωση της υδρογείου το 60% της Α' τάξης και 65% της Γ' τάξης είπαν ότι η μπάλα θα πάει προς τη Γη παρόλο που στην προηγούμενη ερώτηση το 80% και το 85% αντίστοιχα είπαν ότι οι άνθρωποι μπορούν να ζήσουν στο κάτω μέρος της Γης. Από τα παραπάνω, φαίνεται πως και στην περίπτωση της υδρογείου αλλά και του χάρτη τα παιδιά δίνουν απαντήσεις βασισμένα στο εξωτερικό μοντέλο. Όταν όμως η απάντηση σε κάποια ερώτηση δεν είναι προφανής από το εξωτερικό μοντέλο τα παιδιά ανατρέχουν στις προηγούμενες γνώσεις τους σύμφωνα με τις οποίες η βαρύτητα λειτουργεί «από πάνω προς τα κάτω». Συνεπώς απαντούν αρνητικά στην Ερ. 5 ερχόμενοι έτσι σε αντίφαση συγκριτικά με την απάντηση που έδωσαν στην Ερ. 4. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία εσωτερικής ασυνέπειας στις απαντήσεις τους.

Τα ευρήματά μας συνηγορούν υπέρ της κονστρουκτιβιστικής προσέγγισης που υποστηρίζει ότι η χρήση των εξωτερικών αναπαραστάσεων δεν είναι άμεση διαδικασία που επηρεάζεται αποκλειστικά και μόνο από το πολιτισμικό περιβάλλον, όπως υποστηρίζεται αντίθετα από την κοινωνικο-πολιτισμική προσέγγιση. Αντίθετα πρόκειται για μια κατασκευαστική διαδικασία κατά τη διάρκεια της οποίας παρεμβαίνει ερμηνευτικά η προϋπάρχουσα γνώση. Στα πλαίσια αυτής της διαδικασίας οι εξωτερικές αναπαραστάσεις ερμηνεύονται και πολλές φορές παρερμηνεύονται προκειμένου να είναι σε συμφωνία με όσα ήδη γνωρίζει ο μαθητής.

Καταλήγουμε ότι τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών δίνουν απάντηση στα μεθοδολογικά ζητήματα που έχουν προκύψει στο χώρο της εννοιολογικής αλλαγής. Το κλειστό ερωτηματολόγιο καθώς και η χρήση εξωτερικών μοντέλων είχαν σαν αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των σωστών απαντήσεων αλλά και την καταστροφή της εσωτερικής συνέπειας στις απαντήσεις των μαθητών. Τα αποτελέσματα όμως που συγκεντρώσαμε από αυτές τις μεθοδολογικές έρευνες μας επιτρέπουν να βγάλουμε και θεωρητικά συμπεράσματα για τη φύση και τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής.

Συμπεράσματα για Θεωρητικά Ζητήματα

Αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι και στις δύο έρευνες που αναφέραμε τα παιδιά έδειξαν ότι δυσκολεύονται σημαντικά στο να κατανοήσουν το σφαιρικό σχήμα της Γης, τη βαρύτητα και την εναλλαγή μέρας/νύχτας ανεξαρτήτως της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε. Ακόμα και όταν ακολουθήσαμε τη μεθοδολογία του Nobes και των συνεργατών του (2003), του Siegal και των συνεργατών του (2004), του Ivarsson και των συνεργατών του (2002), και του Schoultz και των συνεργατών του (2001), οι απαντήσεις που λάβαμε από τα παιδιά έδειχναν τις δυσκολίες τους στην κατανόηση των επιστημονικών εννοιών. Ακόμα και όταν τα παιδιά έπρεπε απλά να αναγνωρίσουν τη σωστή απάντηση, είχαν δυσκολίες στην πλήρη κατανόηση των σωστών απαντήσεων. Αυτά τα αποτελέσματα ενίσχυσαν την υπόθεσή μας που είχε διατυπωθεί και στις προαναφερόμενες έρευνες (Vosniadou & Brewer, 1992· 1994) ότι τα παιδιά κατηγοριοποιούν τη Γη σαν ένα φυσικό αντικείμενο και της αποδίδουν τις ιδιότητες και χαρακτηριστικά των φυσικών αντικειμένων. Τα χαρακτηριστικά της σταθερότητας, της οργάνωσης του χώρου σε πάνω και κάτω και της δράσης της βαρύτητας από πάνω προς τα κάτω φαίνεται να λειτουργούν σαν περιορισμοί και να εμποδίζουν τα παιδιά στο να κατανοήσουν τις επιστημονικές πληροφορίες ανεξάρτητα από τη μορφή που έχουν οι ερωτήσεις και ανεξάρτητα από το αν χρησιμοποιούνται πολιτισμικά εργαλεία ή όχι.

Τα αποτελέσματα αυτά αποκλείουν τη θέση της κοινωνιο-πολιτισμικής προσέγγισης που υποστηρίζει ότι η γνώση συντελείται μόνο με τη συμμετοχή σε κοινωνικές και πολιτισμικές εκδηλώσεις. Αναγνωρίζουμε την κοινωνική φύση της μάθησης και της χρήσης των γνώσεων, αυτό όμως δε σημαίνει ότι αυτομάτως αμφισβητούνται οι εξατομικευμένες εμπειρίες και οι νοητικές αναπαραστάσεις που βασίζονται σε ένα ερμηνευτικό πλαίσιο. Η γνώση και η διαδικασία της εννοιολογικής

αλλαγής δεν συντελείται απλά με τη συμμετοχή σε πολιτισμικές εκδηλώσεις. Η χρήση των πολιτισμικών εργαλείων δεν είναι αρκετή για να βοηθήσει τα παιδιά να κατανοήσουν τις επιστημονικές έννοιες, όπως φάνηκε και από τα αποτελέσματά μας.

Τα ευρήματα των ερευνών αυτών ενισχύουν την υπόθεση ότι η σωστή χρήση των εξωτερικών αναπαραστάσεων δεν είναι μια διαδικασία που απλά και άμεσα μεταβιβάζονται οι πολιτισμικές πληροφορίες στο παιδί, όπως υποστηρίζεται από την κοινωνιο-πολιτισμική προσέγγιση. Αντίθετα, φαίνεται ότι πρόκειται για μια κατασκευαστική διαδικασία κατά τη διάρκεια της οποίας οι πληροφορίες που έρχονται από το περιβάλλον και από τις εξωτερικές αναπαραστάσεις ερμηνεύονται και πολλές φορές αλλοιώνονται προκειμένου να συνδέονται με συνέπεια με αυτά που ήδη γνωρίζει το παιδί (Vosniadou, 2007b).

Επιπλέον, τα ευρήματά μας έρχονται σε συμφωνία με τη θέση ότι οι εξωτερικές αναπαραστάσεις μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στις γνωστικές διαδικασίες, χωρίς να είναι απαραίτητη η κατασκευή και μεσολάβηση των εσωτερικών αναπαραστάσεων και ότι διαφορετικές αναπαραστάσεις μπορούν να έχουν διαφορετικές επιπτώσεις στη διαδικασία μάθησης, είτε διευκολύνοντάς την είτε εμποδίζοντάς την (Zhang & Norman, 1994· Zhang, 1997).

Καταλήγουμε ότι υπάρχουν διαφορετικά είδη γνώσης μιας επιστημονικής ιδέας, που κυμαίνονται από την απλή επανάληψη ή αναγνώρισή της έως την παραγωγική χρήση της. Αυτά τα είδη γνώσης δεν διαχωρίζονται μεταξύ τους αλλά εμπλέκονται και θα μπορούσαν να θεωρηθούν στάδια στη διαδικασία απόκτησης γνώσεων. Δεν μπορούμε να διαχωρίσουμε ξεκάθαρα το αν ένα παιδί «γνωρίζει» ή «δεν γνωρίζει» μια επιστημονική ιδέα. Αντίθετα μπορούμε να μιλήσουμε για μια μακρόχρονη διαδικασία κατανόησης της επιστήμης, η οποία πολλές φορές μπορεί να

οδηγήσει στη δημιουργία παρανοήσεων και συνθετικών μοντέλων (Vosniadou et al., 2004).

Τα προαναφερόμενα συμφωνούν με τη θεωρία περί εννοιολογικής αλλαγής που υποστηρίζει ότι η πλήρης κατανόηση των επιστημονικών εννοιών δεν απαιτεί απλά την αντικατάσταση της άποψης ότι η Γη είναι επίπεδη με την άποψη ότι η Γη είναι σφαιρική, αλλά απαιτεί την απόκτηση μιας πιο πολύπλευρης θεώρησης, ούτως ώστε να είναι δυνατόν να γίνει κατανοητό το πώς μπορεί η Γη να φαίνεται και επίπεδη και σφαιρική ανάλογα με την οπτική από την οποία τη βλέπουμε. Γενικότερα η κατανόηση των επιστημονικών εννοιών δεν βασίζεται απλά στην αντικατάσταση της παλιάς θεωρίας από την καινούργια, την επιστημονικά ορθή, αλλά απαιτεί την δυνατότητα μετάβασης σε μια νέα ευρύτερη οπτική που θα επιτρέπει στον διδασκόμενο να μπορεί να εξετάζει τα πράγματα από πολλές οπτικές πλευρές (Vosniadou, 2007a).

ΜΕΡΟΣ 2^ο: ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΝΟΙΩΝ &

ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Όπως ήδη αναφέραμε στο πρώτο μέρος της διατριβής, από προηγούμενες έρευνες των Vosniadou και Brewer (1992, 1994) φαίνεται ότι τα παιδιά έχουν σημαντικές δυσκολίες στην κατανόηση των επιστημονικών ιδεών για τη Γη, κάτι το οποίο επιβεβαιώθηκε και από τα αποτελέσματα των δικών μας ερευνών όπως αυτά περιγράφονται αναλυτικά στο πρώτο μέρος. Όπως είδαμε, τα παιδιά μέχρι να κατανοήσουν πλήρως το επιστημονικό μοντέλο για τη Γη, κατασκευάζουν νοητικά μοντέλα της Γης διαφορετικά από το επιστημονικό. Τα μοντέλα αυτά φαίνονται σαν προσπάθειες των παιδιών να συνδυάσουν τις επιστημονικές πληροφορίες που διδάσκονται με τις πληροφορίες που λαμβάνουν από την καθημερινή τους εμπειρία και τις παρατηρήσεις τους.

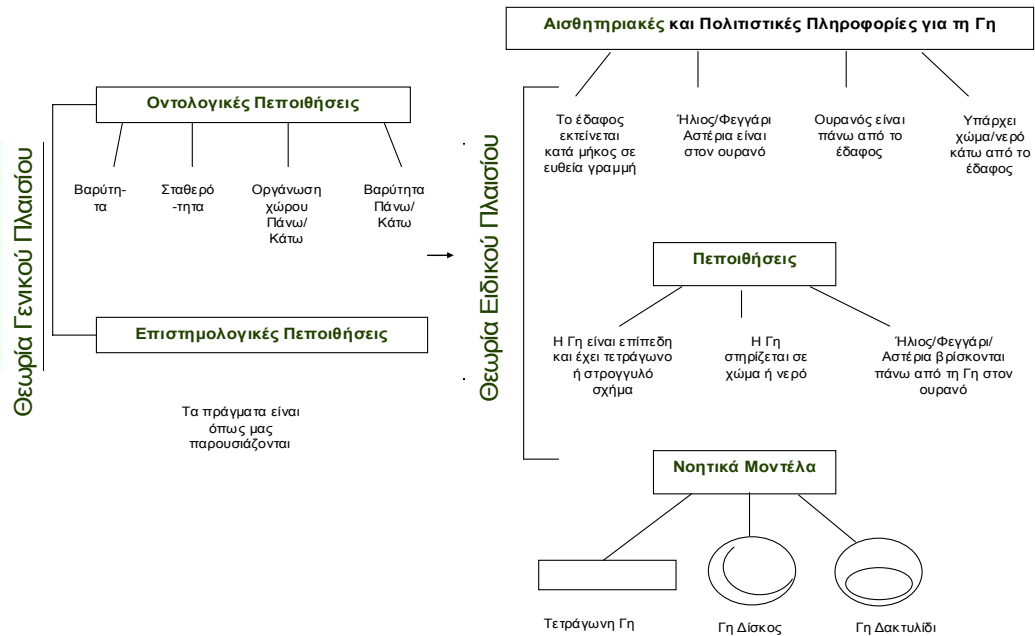
Η αρχική αναπαράσταση της επίπεδης Γης είναι πολύ δύσκολο να αντικατασταθεί από την επιστημονική αναπαράσταση της σφαιρικής Γης. Ο λόγος είναι ότι η έννοια της επίπεδης Γης εμπερικλείεται σε ένα ευρύτερο θεωρητικό πλαίσιο αφελούς φυσικής, το οποίο βασίζεται στα καθημερινά εμπειρικά δεδομένα των παιδιών τα οποία και είναι εξαιρετικά δύσκολο να αμφισβητηθούν.

Έρευνες με βρέφη έχουν δείξει ότι από πολύ νωρίς διαφοροποιούν τα έμψυχα από τα άψυχα όντα και διαμορφώνουν μία αφελή θεωρία φυσικής και μία αφελή θεωρία του κοινού νου για τα φυσικά σώματα. Σχηματίζουν ορισμένες οντολογικές πεποιθήσεις για αυτά, όπως ότι τα φυσικά σώματα εμπίπτουν στους νόμους της βαρύτητας από πάνω προς τα κάτω, είναι σταθερά αν δεν τα μετακινήσει κάποιος, κ.ο.κ., αλλά και επιστημολογικές πεποιθήσεις, οι οποίες εκφράζονται ουσιαστικά μέσα από την πεποίθηση ότι «τα πράγματα είναι ακριβώς όπως μας παρουσιάζονται» (Spelke, 1991).

Οι Vosniadou και Brewer με βάση τα αποτελέσματα των ερευνών τους (1992, 1994) υπέθεσαν ότι τα παιδιά κατηγοριοποιούν αυτόματα τη Γη ως φυσικό σώμα και θεωρούν αυτομάτως, και όχι ενσυνείδητα, ότι όλα τα χαρακτηριστικά των φυσικών σωμάτων, όπως αυτά ορίζονται με βάση την αφελή θεωρία τους, ισχύουν και για τη Γη. Η αρχική αναπαράσταση της Γης είναι μια αρκετά πολύπλοκη κατασκευή, ενσωματωμένη σε μια γενικότερη αφελή θεωρία βάσης για τη φυσική. Συνεπώς, η αρχική αναπαράσταση υποστηρίζεται από μια σειρά πεποιθήσεων και προϋποθέσεων και περιορίζεται από βαθιές οντολογικές και επιστημολογικές δεσμεύσεις (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994· Vosniadou, 2007b). Όλα αυτά συνδέονται μεταξύ τους και συνθέτουν μια πολύ συνεκτική επεξηγηματική γνωστική δομή. Στο Διάγραμμα 2 φαίνονται κάποιες από τις πεποιθήσεις και τις προϋποθέσεις που κατευθύνουν τη γνωστική επεξηγηματική δομή, η οποία αποτελεί τη βάση της αρχικής νοητικής αναπαράστασης της Γης.

Επιπλέον, τα παιδιά βασίζόμενα στις αισθητηριακές και τις πολιτισμικές πληροφορίες που λαμβάνουν για τη Γη (ότι δηλαδή το έδαφος είναι επίπεδο, ο Ήλιος, το Φεγγάρι και τα αστέρια είναι στον ουρανό, ο ουρανός είναι πάνω από το έδαφος και κάτω από το έδαφος υπάρχει χώμα ή/και νερό) και κάτω από τους γενικότερους περιορισμούς της αφελούς φυσικής σχηματίζουν ειδικές πεποιθήσεις που αφορούν συγκεκριμένα στην περίπτωση της Γης. Οι πληροφορίες αυτές είναι που διαμορφώνουν τις πεποιθήσεις τους, ότι η Γη είναι επίπεδη, στηρίζεται σε χώμα ή νερό, και ο ουρανός και τα ουράνια σώματα είναι από πάνω της. Οι πεποιθήσεις αυτές αναδεικνύονται από τα αρχικά νοητικά μοντέλα, τις αρχικές νοητικές αναπαραστάσεις που κατασκευάζουν τα παιδιά (Vosniadou & Brewer, 1992· Samarapungavan, Vosniadou, & Brewer, 1996· Diakidoy, Vosniadou, & Hawks,

1997, Blown & Bryce, 2006· Βοσνιάδου, Αρχοντίδου, Καλογιαννίδου, & Ιωαννίδης, 1996).



Διάγραμμα 2: Υποθετικές Εννοιολογικές Δομές που Καθοδηγούν τη Δημιουργία Αρχικών Νοητικών Μοντέλων της Γης από τα Παιδιά (Vosniadou & Brewer, 1992)

Πιο αναλυτικά, από τις απαντήσεις των παιδιών στις έρευνες των Vosniadou και Brewer (1992, 1994) φάνηκε πως τα παιδιά αρχικά διαμορφώνουν μία αφελή θεωρία για τη Γη σύμφωνα με την οποία η Γη είναι επίπεδη, σταθερή και υποβασταζόμενη. Τα αντικείμενα που βρίσκονται πάνω στη Γη υποβάλλονται στους νόμους της βαρύτητας που λειτουργεί από πάνω προς τα κάτω και όχι προς το κέντρο της Γης. Επίσης το διάστημα είναι οργανωμένο σε διαστάσεις του πάνω και κάτω. Τέλος, ο ουρανός και τα ουράνια σώματα είναι τοποθετημένα πάνω από την επίπεδη Γη η οποία θεωρείται ότι βρίσκεται στο κέντρο ενός γεωκεντρικού συστήματος. Στην περίπτωση της Γης, αν ένα παιδί την κατηγοριοποιήσει με τα φυσικά σώματα, όπως υπέθεσαν οι Vosniadou και Brewer (1992, 1994) της αποδίδει και τις ιδιότητες των

φυσικών σωμάτων (π.χ. έχει την ανάγκη υποστήριξης) γεγονός που λειτουργεί σαν εμπόδιο στην κατανόηση των επιστημονικών ιδεών για τη Γη.

Από την άλλη μεριά η επιστημονική θεώρηση της έννοιας της Γης παραβιάζει όλες τις αρχικές πεποιθήσεις που έχουν τα παιδιά. Αυτό φαίνεται πιο ξεκάθαρα στον Πίνακα 1 που ακολουθεί. Σύμφωνα με την επιστημονική αντίληψη, η Γη είναι ένας πλανήτης, δηλαδή ένα σφαιρικό, αιωρούμενο, αστρονομικό σώμα, που περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό του και περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο σε ένα ηλιοκεντρικό σύστημα. Οι άνθρωποι μπορούν να ζήσουν σε όλη την επιφάνεια της Γης, εφόσον η βαρύτητα λειτουργεί προς το κέντρο της Γης.

Πίνακας 1: Η έννοια της Γης

Αφελής Αντίληψη	Επιστημονική Αντίληψη
• Η γη είναι επίπεδη • Στηρίζεται σε χώμα, νερό, κ.τ.λ. • Δεν κινείται • Ο ουρανός και τα ουράνια σώματα είναι από πάνω της • Γεωκεντρικό σύστημα	• Η γη είναι σφαιρική • Αιωρείται στο διάστημα • Περιστρέφεται και περιφέρεται • Ο Ουρανός και τα ουράνια σώματα είναι γύρω της • Ηλιοκεντρικό σύστημα
↑	↑
Γη ως φυσικό σώμα	Γη ως ουράνιο σώμα

Η πλήρης κατανόηση της επιστημονικής αντίληψης για τη Γη φαίνεται να προϋποθέτει την επανακατηγοριοποίηση της Γης σε μια νέα οντολογική κατηγορία (από την κατηγορία των φυσικών σωμάτων στην κατηγορία των ουράνιων σωμάτων),

προκειμένου να αρθούν οι αρχικές πεποιθήσεις των παιδιών που φαίνεται να εμποδίζουν τη μάθηση. Αυτή η επανακατηγοριοποίηση θεωρείται ένα είδος ριζικής αναδιοργάνωσης των υπαρχουσών επεξηγηματικών δομών (Vosniadou, Vamvakoussi, & Skopeliti, υπό δημοσίευση).

Η επανακατηγοριοποίηση της Γης από ένα φυσικό σώμα σε ένα ουράνιο σώμα δεν είναι μία διαδικασία που μπορεί να συντελεστεί άμεσα. Θεωρούμε ότι η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής είναι μία αργή σταδιακή διαδικασία που μπορεί να λάβει χώρα είτε μέσω μηχανισμών εμπλουτισμού, είτε μέσω μηχανισμών αναδιοργάνωσης, όπου μόνο στη δεύτερη περίπτωση θα υπάρχει συνεχής αλληλεπίδραση μεταξύ των προηγούμενων γνώσεων και των νέων γνώσεων που έρχονται από το πολιτισμικό πλαίσιο (Vosniadou, Vamvakoussi, & Skopeliti, υπό δημοσίευση).

Μηχανισμοί εννοιολογικής αλλαγής

Όπως περιγράφει η Βοσνιάδου τα τελευταία χρόνια στο θεωρητικό πλαίσιο που έχει αναπτύξει, η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής μπορεί να επιτευχθεί και με μηχανισμούς εμπλουτισμού. Παραδείγματα μηχανισμών εμπλουτισμού θα μπορούσαν να λογαριαστούν οι μηχανισμοί της «συμμόρφωσης» και της «αφομοίωσης» όπως τους περιγράφει ο Piaget ή ο μηχανισμός της «εσωτερίκευσης» όπως τον περιγράφει ο Vygotsky (βλ. Βοσνιάδου, 2001). Οι μηχανισμοί εμπλουτισμού αναφέρονται στην προσθήκη εννοιών σε μία υπάρχουσα εννοιολογική δομή. Οι νέες γνώσεις που αποκτούμε, ή ένα μέρος αυτών των γνώσεων, εμπλουτίζει τη γνώση που ήδη έχουμε.

Ακόμη και οι απλοί μηχανισμοί εμπλουτισμού μπορούν σε ορισμένες περιπτώσεις να οδηγήσουν στην αλλαγή της αφελούς θεωρίας των παιδιών. Σε αυτή την περίπτωση υποθέτουμε ότι οι νέες πληροφορίες έρχονται μέσω των εμπειρικών παρατηρήσεων, ή μέσω των καθημερινών πολιτισμικών πληροφοριών. Μικρές αλλαγές στα στοιχεία του περιεχόμενου ενός θέματος μπορούν να οδηγήσουν σε αλλαγές σε άλλα στοιχεία του περιεχομένου που σχετίζονται με τα πρώτα. Καθώς οι αλλαγές θα εξαπλώνονται σε όλα τα στοιχεία, θα επιτευχθεί αλλαγή σε ολόκληρη τη γνωστική δομή (Inagaki & Hatano, 2003). Για παράδειγμα, παρατηρώντας τα φυτά να μεγαλώνουν, να χρειάζονται νερό για να ζήσουν, κάποια από αυτά να πεθαίνουν, τα παιδιά μπορούν να οδηγηθούν στο συμπέρασμα ότι τελικά δεν είναι μη-ζωντανοί οργανισμοί, όπως νόμιζαν, αλλά ότι είναι ζωντανοί οργανισμοί όπως και τα ζώα και ότι έχουν κάποιες κοινές ιδιότητες. Για παράδειγμα και τα δύο έχουν ανάγκη για τροφή, μεγαλώνουν και πεθαίνουν. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σταδιακά στην επανακατηγοριοποίηση των φυτών από μη-ζωντανούς οργανισμούς σε ζωντανούς οργανισμούς.

Οι μηχανισμοί εμπλουτισμού θα μπορούσαν να είναι αποδοτικοί σε αρκετές περιπτώσεις, όταν οι νέες επιστημονικές πληροφορίες δεν είναι συμβατές με την προϋπάρχουσα γνώση. Σε αυτή την περίπτωση όμως η διαδικασία είναι αρκετά χρονοβόρα. Ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου τα παιδιά πρέπει να κατανοήσουν δύσκολες έννοιες, όπως τη δύναμη, την ενέργεια, τη θερμότητα και τη θερμοκρασία, η διαδικασία της μάθησης απαιτεί εξαιρετικά μεγάλο χρονικό διάστημα.

Σε αυτές τις περιπτώσεις όπου τα παιδιά έχουν να κατανοήσουν δύσκολες έννοιες και ιδιαίτερα όταν οι επιστημονικές ιδέες εντάσσονται σε ένα θεωρητικό επεξηγηματικό πλαίσιο που έρχεται σε πλήρη αντίθεση με το αφελές επεξηγηματικό πλαίσιο των παιδιών, τότε οι μηχανισμοί εμπλουτισμού δεν είναι αποτελεσματικοί

στη διαδικασία της μάθησης, γιατί η διαδικασία της μάθησης απαιτεί πολύ περισσότερο χρόνο και περνάει μέσα από τη δημιουργία παρανοήσεων ή συνθετικών μοντέλων. Σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται η αντικατάσταση των προηγούμενων γνώσεων και η αλλαγή των γνωστικών σχημάτων, δηλαδή μία αναδιοργάνωση των προηγούμενων γνώσεων, προκειμένου να επιτευχθεί πιο άμεσα η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής και η μάθηση χωρίς τη δημιουργία παρανοήσεων. Αυτό που χρειάζεται σε αυτή την περίπτωση είναι μία ριζική αναδιοργάνωση των γνωστικών-επεξηγηματικών πλαισίων. Για την επίτευξη της ριζικής αναδιοργάνωσης χρειάζονται ενσυνείδητοι, προθετικοί, από πάνω προς τα κάτω, μηχανισμοί μάθησης, όπως είναι για παράδειγμα η «προμελετημένη/σκόπιμη» χρήση αναλογιών και η μαθηματικοποίηση των φυσικών νόμων (Vosniadou, Vamvakoussi, Skopeliti, υπό δημοσίευση).

Όπως υποστηρίζει η Carey (1991), η εννοιολογική αλλαγή απαιτεί τον επαναπροσδιορισμό μίας έννοιας και την επανένταξή της σε μία άλλη οντολογική κατηγορία, ή τη δημιουργία μιας άλλης οντολογικής κατηγορίας. Συγκεκριμένα για την περίπτωση της Γης, όπως έχουμε αναφέρει ως τώρα, η επιστημονική έννοια της Γης εντάσσεται σε ένα τελείως διαφορετικό επεξηγηματικό πλαίσιο (αυτό του ουράνιου σώματος) από αυτό που εντάσσεται η αφελής θεώρηση της Γης (αυτό του φυσικού σώματος). Τα δύο επεξηγηματικά πλαίσια διαφέρουν σε όλες τους τις προϋποθέσεις και τους περιορισμούς (βλ. Πίνακα 1). Σε τέτοιες περιπτώσεις, όταν οι νέες πληροφορίες έρχονται σε πλήρη αντίθεση με όσα ήδη γνωρίζει το παιδί, η χρήση μηχανισμών εμπλουτισμού μπορεί να οδηγήσει τον μαθητή να κάνει μικρές αλλαγές στα υπάρχοντα επεξηγηματικά σχήματα. Αυτό μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία παρανοήσεων, που στην περίπτωση της Παρατηρησιακής Αστρονομίας και ειδικότερα στην περίπτωση της Γης, παίρνουν τη μορφή συνθετικών μοντέλων.

Η Chi (υπό δημοσίευση) μιλάει για τρία είδη εννοιολογικής αλλαγής: την αναθεώρηση των πεποιθήσεων, τον μετασχηματισμό των νοητικών μοντέλων, και την αλλαγή κατηγοριοποίησης. Αυτό φαίνεται να απαιτείται και στην περίπτωση της Γης, η επανένταξή της δηλαδή από την κατηγορία των φυσικών σωμάτων στην κατηγορία των ουράνιων σωμάτων. Η μάθηση των επιστημονικών εννοιών για τη Γη απαιτεί μια ριζική αναδιοργάνωση των υπάρχουσών γνωστικών δομών που εμπερικλείει και οντολογική επανακατηγοριοποίηση της έννοιας της Γης, εφόσον τα παιδιά έχουν κατασκευάσει την κατηγορία των ουράνιων σωμάτων. Θεωρούμε ότι η διαδικασία της επανακατηγοριοποίησης είναι ιδιαίτερος σημαντική για τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής.

Κατηγοριοποίηση Εννοιών

Η διαδικασία της κατηγοριοποίησης εννοιών είναι μια από τις πιο σημαντικές διαδικασίες. Είναι αυτόματη και όχι ενσυνείδητη διαδικασία. Μας δίνει τη δυνατότητα να κατανοούμε και να κάνουμε προβλέψεις για τα αντικείμενα και τις έννοιες που μας περιβάλλουν, και μέσω αυτής ικανοποιούνται οι ανάγκες της «γνωστικής οικονομίας».

Η απόκτηση γνώσεων είναι απαραίτητη για να μπορούμε να λειτουργούμε μέσα στον κόσμο. Δεν αρκεί όμως η απόκτηση και η αποθήκευση πληροφοριών. Είναι απαραίτητη και η οργάνωσή τους με τέτοιο τρόπο ώστε και πολύ χώρο να μην καταλαμβάνουν και να δίνουν όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία (βλ. Eysenk & Keane, 1995). Αν δεν οργανώσουμε τις γνώσεις μας σε κατηγορίες θα πρέπει να θυμόμαστε κάθε είδος σκύλου για παράδειγμα και από όλες τις οπτικές γωνίες που τον έχουμε δει. Κατασκευάζοντας όμως κατηγορίες εννοιών, όπως αυτή του σκύλου,

το μόνο που χρειάζεται είναι να αναγνωρίσουμε τις κατηγορίες, ικανοποιώντας έτσι τις ανάγκες της «γνωστικής οικονομίας». Για να επιτύχουμε τη γνωστική οικονομία σε αυτή την περίπτωση πρέπει να χωρίσουμε τον κόσμο σε ομάδες πραγμάτων ώστε να μειώσουμε το πλήθος των πληροφοριών που πρέπει να μάθουμε, να αποθηκεύσουμε και να αναγνωρίσουμε. Συνεπώς, ως κατηγοριοποίηση ορίζεται η διαδικασία μέσω της οποίας δύο ξεχωριστές οντότητες μπορούν να αντιμετωπιστούν με τον ίδιο τρόπο και να γενικευτούν συμπεράσματα και προβλέψεις για τα μέλη της ίδιας κατηγορίας. Θεωρείται δε μια από τις πιο σημαντικές γνωστικές διαδικασίες (Medin & Aguilar, 1999).

Από τη στιγμή που μία έννοια θα ενταχθεί σε μία κατηγορία, θα «κληρονομήσει» τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των μελών της ίδιας κατηγορίας. Για παράδειγμα, από τη στιγμή που θα εντάξουμε στην κατηγορία των πτηνών την έννοια του «κοκκινολαίμη» αυτομάτως θα του αποδώσουμε και την ιδιότητα να γεννάει αυγά ακόμα και αν ποτέ κανένας δεν μας έχει δώσει αυτή την πληροφορία. Συνεπώς, γνωρίζοντας ότι ο κοκκινολαίμης είναι ένα είδος πτηνού αυτομάτως του αποδίδουμε και όλες τις ιδιότητες των πτηνών.

Η κατηγοριοποίηση είναι πολύ ισχυρή γνωστική διαδικασία γιατί με αυτό τον τρόπο μπορούμε να βγάζουμε συμπεράσματα για καινούργιες έννοιες χρησιμοποιώντας τις γνώσεις μας για την κατηγορία στην οποία εντάξαμε την καινούργια έννοια (Medin & Rips, 2005). Αποτελέσματα από έργα κατηγοριοποίησης έδειξαν ότι τα μικρά παιδιά μπορούν να εντάξουν σε κατηγορίες καινούργια αντικείμενα που δεν τα έχουν ξαναδεί σε γνωστές τους κατηγορίες και να εξάγουν συμπεράσματα για τις ιδιότητές τους (Carey, 1985, Gelman & Markman 1986).

Το πρόβλημα που προκύπτει σε αυτό το σημείο εντοπίζεται όταν μία έννοια εντάσσεται σε μία κατηγορία η οποία θα κληροδοτήσει ιδιότητες στην έννοια οι

οποίες με τη σειρά τους θα εμποδίσουν τη διαδικασία της μάθησης (Chi, υπό δημοσίευση). Για να γίνει αυτό πιο σαφές πρέπει πρώτα να ξεχωρίσουμε τις σχέσεις μεταξύ των κατηγοριών, οι οποίες μπορούν να διακριθούν σε ιεραρχικές και σε παράλληλες. Ένα παράδειγμα που ανταποκρίνεται στην πρώτη σχέση είναι αυτό της κατηγορίας των ζωντανών οργανισμών και των ζώων, όπου η δεύτερη κατηγορία είναι υποκατηγορία της πρώτης. Υποκατηγορία των ζώων είναι η κατηγορία των θηλαστικών κ.ο.κ. Ωστόσο, η κατηγορία των ζώων ενώ μπορεί να ενταχθεί στην κατηγορία των ζωντανών οργανισμών δεν μπορεί να ενταχθεί στην κατηγορία των εργαλείων. Συνεπώς θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε την κατηγορία των ζωντανών οργανισμών και αυτή των εργαλείων σαν παράλληλες κατηγορίες με διαφορετικά μέλη και διαφορετικές υποκατηγορίες. Για τα μέλη αυτών των δύο παράλληλων κατηγοριών θα πρέπει να βγαίνουν διαφορετικά συμπεράσματα όσον αφορά στις ιδιότητές τους.

Σε αυτό το σημείο εντοπίζεται και το πρόβλημα που μπορεί να προκληθεί από την κατηγοριοποίηση μιας έννοιας σε μία (παράλληλη) κατηγορία που μπορεί να οδηγήσει στην εξαγωγή λανθασμένων συμπερασμάτων και στην απόδοση ιδιοτήτων που μπορούν να εμποδίσουν την μάθηση. Αν μία έννοια, όπως για παράδειγμα η έννοια της Γης, έχει ενταχθεί στην κατηγορία των φυσικών σωμάτων, αυτομάτως της αποδίδονται και οι ιδιότητες των φυσικών σωμάτων, με αποτέλεσμα η μάθηση των επιστημονικών πληροφοριών για τη Γη να εμποδίζεται και να δημιουργούνται παρανοήσεις που στέκονται εμπόδιο στη μάθηση.

Όπως υποστηρίζει η M.T. Chi (υπό δημοσίευση) οι περισσότερες από τις παρανοήσεις των μαθητών οφείλονται σε τέτοιου είδους κατηγοριοποιήσεις. Για παράδειγμα, αν ένα παιδί δει μια φάλαινα και την εντάξει στην κατηγορία των ψαριών, θα οδηγηθεί στο λανθασμένο συμπέρασμα ότι οι φάλαινες όπως και όλα τα

άλλα ψάρια έχει βράγχια για να αναπνέει κάτω από το νερό. Για να ξεπεράσουμε αυτή την παρανόηση θα μπορούσαμε να πούμε στο παιδί ότι οι φάλαινες δεν αναπνέουν με βράγχια αλλά ότι αναπνέει από ένα άνοιγμα στην κορυφή της κεφαλής της. Το παιδί θα μπορούσε να δεχτεί αυτή την πληροφορία και απλά να την εντάξει σε όσα ήδη γνωρίζει, χωρίς όμως να επανακατηγοριοποιήσει τη φάλαινα από τα ψάρια στα θηλαστικά. Υποθέτοντας το παιδί ότι τα ψάρια και τα θηλαστικά είναι παράλληλες κατηγορίες και εξακολουθώντας να θεωρεί ότι η φάλαινα ανήκει στην κατηγορία των ψαριών, το παιδί θα δυσκολευτεί να κατανοήσει άλλες πληροφορίες ή να απαντήσει σε ερωτήματα όπως «Γιατί οι καρχαρίες δεν μπορούν να αναπνεύσουν στην ξηρά, ενώ οι φάλαινες μπορούν;». Σε τέτοιες περιπτώσεις, υποθέτουμε ότι απαιτείται ριζική αναδιοργάνωση των γνωστικών σχημάτων, μία εννοιολογική αλλαγή σε οντολογικό επίπεδο.

Έχει διεξαχθεί πληθώρα ερευνών (βλ. Markman, 1989) που αφορούν στη διαδικασία της κατηγοριοποίησης εννοιών, στις δομές των κατηγοριών, και στα κριτήρια που ικανοποιούνται προκειμένου να διαμορφωθούν οι κατηγορίες των εννοιών και έχουν διατυπωθεί αντικρουόμενες απόψεις.

Διαμάχη για το πώς διαμορφώνονται οι κατηγορίες εννοιών

Οι θεωρίες που έχουν διατυπωθεί για τις κατηγοριοποιήσεις έχουν υποστεί δύο κομβικές αλλαγές. Η πρώτη εντοπίζεται στην αλλαγή από την κλασική θεωρία, που υποστήριζε ότι οι έννοιες έχουν κάποια καθοριστικά γνωρίσματα βάσει των οποίων εντάσσονται σε κατηγορίες, στη θεωρία οικογενειακής ομοιότητας, που υποστήριζε ότι η κατηγοριοποίηση των εννοιών βασίζεται στις ιδιότητες ενός χαρακτηριστικού παραδείγματος μιας κατηγορίας στο οποίο πρέπει να ομοιάζουν τα υπόλοιπα μέλη της

κατηγορίας. Και οι δύο αυτές προσεγγίσεις, και η κλασική θεωρία και η θεωρία οικογενειακής ομοιότητας, βασίζονται κυρίως στην ιδέα της ομοιότητας.

Η δεύτερη κομβική αλλαγή προέκυψε όταν η ιδέα της ομοιότητας δεν θεωρήθηκε επαρκής για να εξηγήσει τη συνεκτική δομή των κατηγοριών από κάποιους κριτικούς της. Προέκυψε έτσι ένα επιπλέον ρεύμα που υποστηρίζει ότι οι έννοιες είναι οργανωμένες σε κατηγορίες βάσει θεωριών και όχι βάσει εξωτερικής ομοιότητας (Carey, 1985· Murphy & Medin, 1985· Gelman & Markman, 1986· Goldstone, 1994).

Υπάρχουν επομένως δύο κύρια ρεύματα που αναφέρονται στην ανάπτυξη των κατηγοριοποιήσεων. Το ένα ρεύμα βασίζεται σε αρχές ομοιότητας (Fisher & Sloutsky, 2004· Sloutsky & Fisher, 2004 · Πόθος, υπό δημοσίευση), ενώ το άλλο σε αρχές θεωρίας (Carey, 1985· Murphy & Medin, 1985· Gelman & Markman, 1986· Goldstone, 1994). Φαίνεται ότι δύο κύρια «δόγματα» (Keil, Smith, Simons, & Levin, 1998) εκφράζουν αυτά τα ρεύματα. Το πρώτο υποστηρίζει ότι τα παιδιά αρχικά διαμορφώνουν κατηγορίες εννοιών βασιζόμενα στην εξωτερική ομοιότητα των αντικειμένων και στην πορεία οι κατηγορίες βασίζονται σε θεωρίες οι οποίες προκύπτουν από την ομοιότητα. Το δεύτερο υποστηρίζει ότι τα παιδιά από την αρχή κατασκευάζουν κάποιες θεωρίες, οι οποίες όμως για διάφορους λόγους, όπως για παράδειγμα έλλειψη σχετικών γνώσεων, δεν κατευθύνουν τους μηχανισμούς γενίκευσης, οι οποίοι αναγκαστικά βασίζονται στις προφανείς σχέσεις μεταξύ των εννοιών. Και τα δύο δόγματα προϋποθέτουν ότι η γνώση κατευθύνεται από τα αισθητηριακά δεδομένα, ξεκινώντας από την απλή επεξεργασία των αισθητηριακών δεδομένων και καταλήγοντας στην κατασκευή πολύπλοκων αναπαραστάσεων και αφηρημένων σκέψεων. Αυτή η προϋπόθεση καθιστά και τα δύο αυτά δόγματα μοντέλα απόκτησης γνώσεων.

Εδώ δεν θα μας απασχολήσει η διαμάχη που έχει προκύψει στο χώρο η οποία αφορά στο πώς διαμορφώνονται οι έννοιες και πώς εντάσσονται αρχικά σε κατηγορίες. Κύριος στόχος μας όμως είναι να δούμε πώς η κατηγοριοποίηση εννοιών συνδέεται με τη δημιουργία παρανοήσεων καθώς και τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στην κατηγοριοποίηση και την επανακατηγοριοποίηση των εννοιών και στο πρόβλημα της εννοιολογικής αλλαγής.

Προτεινόμενο πλαίσιο για την επανακατηγοριοποίηση εννοιών

Όπως είδαμε και τα δύο ρεύματα υποστηρίζουν ότι κάποια στιγμή τα παιδιά διαμορφώνουν κατηγορίες βασιζόμενα σε αρχές ομοιότητας, ανεξάρτητα από τα αρχικά κριτήρια τα οποία μπορεί να ήταν βασίζονταν είτε σε εξωτερική ομοιότητα είτε σε θεωρία. Επομένως, δεδομένου ότι δε θα μας απασχολήσει το πώς κατασκευάζονται αρχικά οι κατηγορίες, με βάση κάποια εξωτερική ομοιότητα ή με βάση κάποια θεωρία, ξεκινάμε θεωρώντας ότι τα παιδιά σε κάποια ηλικία κατασκευάζουν ένα γνωστικό πλαίσιο το οποίο βασίζεται σε μια θεωρία ειδικού πλαισίου, το οποίο και κατευθύνει τις κατηγοριοποιήσεις τους. Στόχος μας είναι να δούμε αν αναπτυξιακά επανακατηγοριοποιείται η έννοια της Γης και πώς συνδέεται αυτή η επανακατηγοριοποίηση με τις ιδέες των παιδιών για το σχήμα της Γης.

Υποθέτουμε ότι υπάρχει μια γνωστική δομή πίσω από τις έννοιες η οποία κατευθύνεται από μία θεωρία ειδικού πλαισίου. Η διαδικασία της κατηγοριοποίησης καθορίζεται από άδηλες θεωρίες που έχουν οι άνθρωποι για τον κόσμο γύρω τους (Carey, 1985· Murphy & Medin, 1985). Έρευνες των Gelman και Markam (1986) σε μικρά παιδιά έχουν δείξει ότι η οργάνωση των εννοιών βασίζεται στη γνώση και κατευθύνεται από τις γνώσεις μας για τον κόσμο. Τα παιδιά διδάχτηκαν τις ιδιότητες

δύο αντικειμένων. Τους παρουσιάζοταν ένα τρίτο αντικείμενο που έμοιαζε στο ένα πρότυπο αλλά ανήκε στην ίδια κατηγορία με το άλλο. Για παράδειγμα, «ο δεινόσαυρος έχει κρύο αίμα, ενώ ο ρινόκερος έχει ζεστό αίμα. Αντικείμενο στόχος ήταν ένα ζώο που έμοιαζε με ρινόκερο, αλλά δίνεται η πληροφορία ότι ανήκει στην κατηγορία των δεινοσαύρων. Στη συνέχεια γινόταν η ερώτηση «Αυτό το αντικείμενο (το αντικείμενο στόχος) τι αίμα έχει;» Τα παιδιά απέδιδαν τις ιδιότητες του δεινοσαύρου στο αντικείμενο-στόχο (έχει κρύο αίμα) βασιζόμενα στις πληροφορίες που είχαν πάρει (ότι ανήκει στην ίδια κατηγορία με τους δεινόσαυρους) και όχι επηρεασμένα από την εξωτερική ομοιότητα του αντικειμένου-στόχου με τον ρινόκερο. Έτσι, τα παιδιά κατηγοριοποίησαν σωστά το αντικείμενο χωρίς να επηρεαστούν από την εξωτερική ομοιότητα του αντικειμένου-στόχου με τον ρινόκερο.

Ανάλογα αποτελέσματα είχε και η Carey (1985) σε μια δική της σειρά ερευνών για την ανάπτυξη των βιολογικών εννοιών στα παιδιά, όπου είδε ότι ακόμα και τα μικρά παιδιά δεν κατηγοριοποιούσαν τα αντικείμενα με βάση την εξωτερική ομοιότητα των αντικειμένων. Για παράδειγμα, παρουσίασε σε παιδιά μια μηχανική μαϊμού και ζήτησε να της πουν τι κοινά χαρακτηριστικά έχει αυτή με μια ζωντανή μαϊμού. Μόνο τα παιδιά 4 ετών απέδωσαν ιδιότητες ζωντανής μαϊμούς στη μηχανική. Τα μεγαλύτερα παιδιά δεν ξεγέλαστηκαν από την επιφανειακή ομοιότητα της μηχανικής μαϊμούς με τη ζωντανή και απάντησαν βασιζόμενα στον διαχωρισμό ανάμεσα σε ζωντανούς και μη-ζωντανούς οργανισμούς.

Από τις έρευνες που έχουν γίνει στο χώρο φαίνεται πως τα παιδιά ακόμα και από μικρή ηλικία διαμορφώνουν μια αφελή θεωρία η οποία κατευθύνει τον τρόπο που αντιλαμβάνονται τις έννοιες του κόσμου γύρω τους. Επιπλέον, εντάσσουν αυτόματα και όχι ενσυνείδητα τις έννοιες σε κατηγορίες αποδίδοντάς τους τα

αντίστοιχα χαρακτηριστικά που ορίζει η αφελής θεωρία που έχουν διαμορφώσει. Με γνώμονα αυτή τη θεωρία κατασκευάζουν μοντέλα στα οποία βασίζονται ώστε να κάνουν υποθέσεις και να προβλέψουν καταστάσεις.

Αν μία έννοια αλλάξει κατηγορία-επανακατηγοριοποιηθεί, αυτό σημαίνει αυτομάτως ότι νέα χαρακτηριστικά και ιδιότητες αποδίδονται στην έννοια (Medin & Rips, 2005, Keil & Newman, υπό δημοσίευση). Σε ένα τέτοιο πλαίσιο η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής μπορεί να θεωρηθεί μια διαδικασία κατά την οποία οι έννοιες επαναξιολογούνται και οι κατηγορίες στις οποίες εντάσσονται ανανεώνονται. Όταν μια έννοια ενταχθεί σε μία νέα κατηγορία, αυτό σημαίνει πως οι νόμοι και οι αρχές που ισχύουν για τη νέα κατηγορία, τώρα πλέον εφαρμόζονται σε αυτή την έννοια.

Για παράδειγμα, στην περίπτωση της Γης, εάν ένα παιδί κατηγοριοποιήσει τη Γη ως ένα φυσικό αντικείμενο, τότε εφαρμόζονται σε αυτήν οι ιδιότητες και οι αρχές των φυσικών αντικειμένων. Τα χαρακτηριστικά των φυσικών αντικειμένων μπορούν να σταθούν εμπόδιο στη διαδικασία της μάθησης των επιστημονικών ιδεών για τη Γη. Επομένως, για να μπορέσει το παιδί να ξεπεράσει αυτά τα εμπόδια φαίνεται απαραίτητο να επανακατηγοριοποιήσει την έννοια της Γης από φυσικό σώμα σε ουράνιο σώμα. Η επανακατηγοριοποίηση θα οδηγήσει στην απόδοση των χαρακτηριστικών των ουρανίων σωμάτων στη Γη.

Υποθέτουμε πως αν τα παιδιά κατανοήσουν ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των ουρανίων σωμάτων, μαθαίνοντας έτσι και για την κατηγορία των ουρανίων σωμάτων και εμπλουτίζοντας τις γνώσεις τους για τη Γη, τότε θα μπορούν να κατανοήσουν ότι στην περίπτωση της Γης δεν εφαρμόζονται οι νόμοι που διέπουν όλα τα φυσικά σώματα. Έτσι, ίσως να μπορούν να κατανοήσουν με μεγαλύτερη ευκολία τις επιστημονικές ιδέες για το σχήμα της

Γης, δεδομένου ότι οι ιδιότητες των φυσικών σωμάτων δεν θα δρουν πλέον ως περιορισμοί στη διαδικασία μάθησης των σχετικών ιδεών. Υποθέτουμε συνεπώς ότι αν τα παιδιά διδαχθούν τις ιδιότητες των ουράνιων σωμάτων και λάβουν την πληροφορία ότι η Γη ανήκει στην ίδια κατηγορία με τα άλλα ουράνια σώματα τότε θα διευκολυνθεί σε σημαντικό βαθμό η διαδικασία της διδασκαλίας και της μάθησης των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της Γης.

Ο τρόπος που κατηγοριοποιούν τα παιδιά τη Γη και η σχέση μεταξύ των κατηγοριοποιήσεων και των ιδεών τους για το σχήμα της Γης δεν έχει διερευνηθεί πειραματικά και αυτός είναι και ο δεύτερος στόχος της παρούσας διατριβής. Αυτό θα μας απασχολήσει στο δεύτερο μέρος της εργασίας, όπου διερευνούμε πειραματικά αν υπάρχει αναπτυξιακά καθοδηγούμενη επανακατηγοριοποίηση της έννοιας της Γης από ένα φυσικό σε ένα ουράνιο σώμα, αν ναι, πώς σχετίζεται με την κατανόηση των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της Γης, και αν σχετίζεται, ποια είναι η αιτιακή σχέση που υπάρχει μεταξύ τους.

ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων της Βοσνιάδου και των συνεργατών της (Vosniadou & Brewer, 1992· Diakidoy, Vosniadou & Hawks, 1997· Βοσνιάδου, Αρχοντίδου, Καλογιαννίδου, & Ιωαννίδης, 1996), που επιβεβαιώθηκαν και από τα αποτελέσματα των δικών μας μεθοδολογικών πειραμάτων που προαναφέραμε, έχουν δείξει ότι τα παιδιά έχουν σημαντικές δυσκολίες στο να κατανοήσουν το σφαιρικό σχήμα της Γης. Υποθέτουμε ότι ο κύριος λόγος για τον οποίο τα παιδιά αντιμετωπίζουν αυτές τις δυσκολίες είναι γιατί κατηγοριοποιούν τη Γη σαν ένα φυσικό αντικείμενο παρά σαν ένα ουράνιο σώμα, προσδίδοντάς της τις ιδιότητες και τους περιορισμούς των φυσικών αντικειμένων (π.χ. στερεότητα, σταθερότητα, οργάνωση του χώρου σε πάνω/κάτω, βαρύτητα από πάνω προς τα κάτω κ.λπ., Spelke, 1991).

Οι λεκτικές εξηγήσεις των παιδιών καθώς και τα μοντέλα που κατασκευάζουν τα οποία μπορεί να είναι είτε ζωγραφιές είτε μοντέλα από πλαστελίνη μπορούν να θεωρηθούν έμμεσες αποδείξεις για την ύπαρξη αυτών των προϋποθέσεων (Samarapungavan, Vosniadou, & Brewer, 1996· Diakidoy, Vosniadou, & Hawks, 1997· Βοσνιάδου, Αρχοντίδου, Καλογιαννίδου, & Ιωαννίδης, 1996). Παρόλα αυτά η υπόθεση ότι τα παιδιά κατηγοριοποιούν τη Γη σαν ένα φυσικό αντικείμενο δεν είχε διερευνηθεί μέσα από έργα κατηγοριοποίησης.

Πείραμα 3: Επανακατηγοριοποίηση της Έννοιας της Γης

Με βάση τα ευρήματα των μεθοδολογικών ερευνών, είδαμε ότι τα παιδιά έχουν σημαντικές δυσκολίες να κατανοήσουν το σφαιρικό σχήμα της Γης. Κατασκευάζουν νοητικά μοντέλα της Γης διαφορετικά από το επιστημονικό, τα οποία αντανακλούν τις προϋποθέσεις της σταθερότητας και της βαρύτητας που λειτουργεί από πάνω προς τα κάτω και όχι προς το κέντρο της Γης. Υποθέτουμε ότι αυτές οι προϋποθέσεις λειτουργούν και αποδίδονται στη Γη, εφόσον τα παιδιά κατηγοριοποιούν τη Γη σαν ένα φυσικό σώμα και όχι σαν ένα ουράνιο, και της αποδίδουν τις ιδιότητες των φυσικών αντικειμένων. Η υπόθεση αυτή ότι τα παιδιά κατηγοριοποιούν τη Γη σαν φυσικό σώμα δεν έχει διερευνηθεί. Το ερώτημα λοιπόν που τίθεται σε αυτό το σημείο είναι πώς σχετίζεται η διαδικασία κατανόησης του σφαιρικού σχήματος της Γης με τη διαδικασία επανακατηγοριοποίησης της έννοιας της Γης από ένα φυσικό σώμα σε ένα ουράνιο. Πιο συγκεκριμένα μας ενδιαφέρει να δούμε αν τα παιδιά κάνουν λάθη κατηγοριοποίησης (κατηγοριοποιούν τη Γη με τα φυσικά και όχι με τα ουράνια σώματα), αν στην πορεία επανακατηγοριοποιούν σωστά πλέον τη Γη (με τα ουράνια σώματα), και αν αυτή η επανακατηγοριοποίηση της Γης σχετίζεται με τη διαδικασία μάθησης και κατανόησης των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της Γης.

Η παρούσα έρευνα εξέτασε πώς κατηγοριοποιούν τη Γη τα παιδιά της Α' και Ε' τάξης Δημοτικού σχολείου σε συνδυασμό με τις αντιλήψεις τους για το σχήμα της Γης. Στόχος της μελέτης είναι να εξεταστεί η συσχέτιση ανάμεσα στο πώς κατηγοριοποιούν τα παιδιά τη Γη και στην αντίληψη που έχουν για το σχήμα της.

Υποθέσαμε ότι τα περισσότερα παιδιά της Α' Δημοτικού θα έκαναν τον διαχωρισμό ανάμεσα σε ουράνια και φυσικά σώματα αλλά θα κατηγοριοποιούσαν τη Γη με τα φυσικά σώματα, ενώ τα μεγαλύτερα παιδιά θα έκαναν το διαχωρισμό ανάμεσα σε φυσικά και ουράνια σώματα αλλά θα κατηγοριοποιούσαν τη Γη με τα

ουράνια σώματα. Περιμέναμε, λοιπόν επανακατηγοριοποίηση της Γης από ένα φυσικό σώμα σε ένα ουράνιο σώμα κατά τη διάρκεια της μάθησης.

Τέλος υποθέσαμε ότι θα υπάρχει ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στον τρόπο που κατηγοριοποιούν τη Γη και στην αντίληψή τους για το σχήμα της. Δηλαδή περιμέναμε ότι τα παιδιά που θα κατηγοριοποιούσαν τη Γη με τα φυσικά σώματα θα παρουσίαζαν περισσότερες δυσκολίες στην κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης, σε αντίθεση με τα παιδιά που θα κατηγοριοποιούσαν τη Γη με τα ουράνια σώματα. Σύμφωνα με το θεωρητικό μας πλαίσιο, το πέρασμα από την κατηγοριοποίηση της Γης ως φυσικό σώμα στην κατηγοριοποίησή της ως ουράνιο φαίνεται να είναι προϋπόθεση για την κατανόηση του επιστημονικού μοντέλου του σχήματος της Γης.

Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες

Συνολικά 62 παιδιά συμμετείχαν στην έρευνα. Όλα ήταν μαθητές 2 μεσοαστικών σχολείων της Αθήνας. Τα 43 από αυτά ήταν μαθητές της Α' τάξης του Δημοτικού σχολείου και η ηλικία τους κυμαίνονταν από 6 έως 7 ετών (μέσος όρος ηλικίας 6 ετών και 3 μηνών). Τα υπόλοιπα 19 παιδιά ήταν μαθητές της Ε' τάξης Δημοτικού σχολείου και η ηλικία τους ήταν από 10 έως 11 ετών (μέσος όρος ηλικίας 10 ετών και 5 μηνών). Η επιλογή των σχολείων ήταν τυχαία και ο πειραματικός σχεδιασμός ήταν παραγοντικός ανεξάρτητου δείγματος.

Διαδικασία

Ακολουθήσαμε τη διαδικασία της ατομικής συνέντευξης. Παραχωρήθηκε στο σχολείο των παιδιών μια αίθουσα στην οποία τα παιδιά προσέρχονταν και

συμμετείχαν στο πείραμα. Δύο ερευνήτριες διεξήγαγαν την έρευνα. Η μία έθετε τις ερωτήσεις στα παιδιά και η άλλη κρατούσε λεπτομερείς σημειώσεις κατά τη διάρκεια της συνέντευξης. Στην πρώτη φάση του πειράματος δίναμε στα παιδιά το έργο κατηγοριοποίησης. Όταν το ολοκλήρωναν ακολουθούσε ένα πεντάλεπτο διάλειμμα και μετά από αυτό τα παιδιά είχαν να απαντήσουν σε ανοιχτού τύπου ερωτήσεις για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα. Η κάθε συνέντευξη διαρκούσε περίπου 25-30 λεπτά. Όλες οι συνεντεύξεις μαγνητοφωνήθηκαν και η βαθμολόγηση έγινε πάνω στα αποκωδικοποιημένα δεδομένα.

Τα μισά δεδομένα βαθμολογήθηκαν αρχικά από τις δύο ερευνήτριες οι οποίες συμφώνησαν σε μια μέθοδο βαθμολόγησης. Στη συνέχεια δύο άλλοι ανεξάρτητοι κριτές χρησιμοποίησαν την ίδια μέθοδο βαθμολόγησης και βαθμολόγησαν όλα τα δεδομένα. Οι δύο ανεξάρτητοι κριτές συνέκριναν τη βαθμολόγησή τους και οι διαφωνίες κατεγράφησαν. Η κάθε διαφωνία έπαιρνε ένα βαθμό και το σύνολο των διαφωνιών βγήκε σε ποσοστό επί τις εκατό για το σύνολο των δεδομένων. Η συμφωνία μεταξύ των δύο ανεξάρτητων κριτών ήταν υψηλή (96%). Η όποια διαφωνία συζητήθηκε και λύθηκε κατόπιν συζήτησεως.

Υλικά

Για το έργο της κατηγοριοποίησης χρησιμοποιήθηκαν 10 κάρτες που πάνω σε καθεμία ήταν γραμμένη μία από τις λέξεις: ΉΛΙΟΣ, ΦΕΓΓΑΡΙ, ΑΣΤΕΡΙ, ΓΗ, ΠΛΑΝΗΤΗΣ, ΣΠΙΤΙ, ΓΑΤΑ, ΠΕΤΡΑ, ΔΕΝΤΡΟ και ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ. Ο πειραματιστής διάβαζε τις κάρτες μαζί με το παιδί και φρόντιζε να βεβαιωθεί ότι το παιδί γνωρίζει το νόημα της κάθε λέξης. Στη συνέχεια το παιδί έπρεπε να απαντήσει στις τρεις ερωτήσεις για την κατηγοριοποίηση της Γης. Οι ερωτήσεις αυτές φαίνονται στο Παράρτημα 3.1. Την κάθε ερώτηση κατηγοριοποίησης την ακολουθούσε μια

ερώτηση αιτιολόγησης (Γιατί έβαλες αυτά τα αντικείμενα μαζί;). Στο τέλος το παιδί απαντούσε και στις ερωτήσεις για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα, οι οποίες βασίζονταν στο ερωτηματολόγιο για την αστρονομία των Vosniadou & Brewer (1992) και παρουσιάζονται στο Παράρτημα 3.2.

Αποτελέσματα

Έργο Κατηγοριοποίησης

Οι απαντήσεις των παιδιών στις ερωτήσεις κατηγοριοποίησης ομαδοποιήθηκαν σε τέσσερις κατηγορίες. Αναλυτικά οι τέσσερις κατηγορίες ήταν: (1) διαχωρίζει ουράνια από φυσικά σώματα (είτε σε δύο ομάδες είτε σε περισσότερες) και τοποθετεί τη Γη με τα ουράνια, (2) διαχωρίζει ουράνια από φυσικά σώματα (είτε σε δύο ομάδες είτε σε περισσότερες) και τοποθετεί τη Γη με τα φυσικά, (3) δεν διαχωρίζει ουράνια από φυσικά σώματα, και (4) δεν απαντά.

Η ομαδοποίηση και η βαθμολογία των απαντήσεων φαίνεται στον Πίνακα 3.1 μαζί με τα ποσοστά που συγκέντρωσε το κάθε είδος απάντησης. Βλέπουμε ότι τα μικρότερα παιδιά στην πρώτη ερώτηση κατηγοριοποίησης δεν καταφέρνουν καν να διαχωρίσουν τα φυσικά από τα ουράνια σώματα, ενώ αντίθετα τα μεγαλύτερα παιδιά της 5^{ης} τάξης κάνουν τον διαχωρισμό και κατηγοριοποιούν τη Γη με τα ουράνια σώματα.

Στη συνέχεια και ενώ οι ερωτήσεις κατηγοριοποίησης γίνονται όλο και πιο συγκεκριμένες ανεβαίνει το ποσοστό των παιδιών που κατηγοριοποιούν τη Γη με τα ουράνια σώματα και για τις δύο ηλικιακές ομάδες, όμως από τα παιδιά της Α' τάξης μόνο το 42% κάνει αυτή την κατηγοριοποίησης, ενώ από τα παιδιά της Ε' σχεδόν όλα (90%) κατηγοριοποιούν τη Γη με τα ουράνια σώματα.

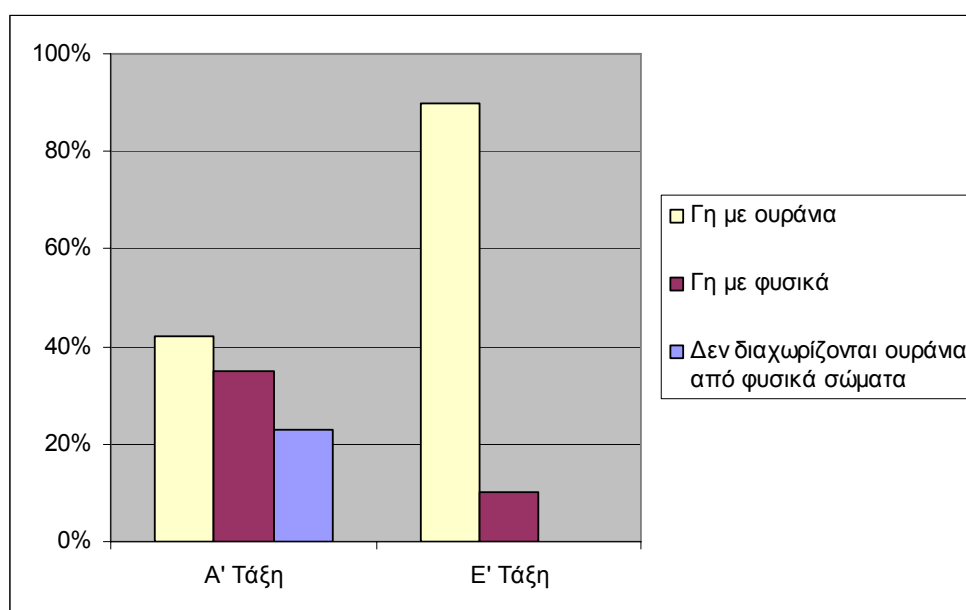
Πίνακας 3.1: Ποσοστά Απαντήσεων ανά Τάξη στις Ερωτήσεις Κατηγοριοποίησης

Ερωτήσεις	Είδος Απάντησης	Α' Τάξη N=43	Ε' Τάξη N=19
1. Θέλω να βάλεις σε ομάδες τα πράγματα που νομίζεις ότι ταιριάζουν μεταξύ τους.	1α. Διαχωρίζει ουράνια από φυσικά σώματα – δύο ομάδες – Η Γη με τα ουράνια (3)	21%	47%
	1β. Διαχωρίζει ουράνια από φυσικά σώματα – περισσότερες από δύο ομάδες – Η Γη με τα ουράνια (3)	13%	32%
	2α. Διαχωρίζει ουράνια από φυσικά σώματα – δύο ομάδες – Η Γη με τα φυσικά (2)	6%	-
	2β. Διαχωρίζει ουράνια από φυσικά σώματα – περισσότερες από δύο ομάδες – Η Γη με τα φυσικά (2)	14%	5%
	3. Δεν διαχωρίζει ουράνια από φυσικά σώματα (1)	44%	16%
	4. Δεν ξέρω (0)	2%	-
2. Μπορείς να μου κάνεις μόνο δύο ομάδες με τα αντικείμενα αυτά;	1α. Διαχωρίζει ουράνια από φυσικά σώματα – Η Γη με τα ουράνια (3)	27%	79%
	2α. Διαχωρίζει ουράνια από φυσικά σώματα – Η Γη με τα φυσικά (2)	11%	5%
	3. Δεν διαχωρίζει ουράνια από φυσικά σώματα (1)	36%	16%
	4. Δεν ξέρω (0)	16%	-
3. Μπορείς να βάλεις σε μια ομάδα τα πράγματα που ταιριάζουν με τη Γη και μια άλλη αυτά που δεν ταιριάζουν;	1α. Διαχωρίζει ουράνια από φυσικά σώματα – Η Γη με τα ουράνια (3)	42%	90%
	2α. Διαχωρίζει ουράνια από φυσικά σώματα – Η Γη με τα φυσικά (2)	35%	10%
	3. Δεν διαχωρίζει ουράνια από φυσικά σώματα (1)	23%	-

Οι απαντήσεις των παιδιών στις ερωτήσεις κατηγοριοποίησης βαθμολογήθηκαν με (3) αν κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα ουράνια σώματα, με (2) αν κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα φυσικά αντικείμενα, με (1) αν δεν έκαναν τον διαχωρισμό ανάμεσα σε ουράνια και φυσικά αντικείμενα, και με (0) αν δεν έδιναν καμιά απάντηση στην ερώτηση. Οι συνολικές επιδόσεις των μαθητών αξιολογήθηκαν με το στατιστικό κριτήριο t-test που έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την ηλικία όπως ήταν αναμενόμενο [$t(60)=4,630$, $p<,001$]. Από τους μέσους όρους των επιδόσεων των παιδιών φάνηκε ότι τα μεγαλύτερα παιδιά έδωσαν περισσότερες

επιστημονικές απαντήσεις στις ερωτήσεις κατηγοριοποίησης (μέσος όρος Α' Δημοτικού: 5,209/9 και μέσος όρος Ε' Δημοτικού: 7,842/9).

Συγκρίναμε και τις τελικές κατηγοριοποιήσεις των παιδιών της Α' τάξης με αυτές των παιδιών της Ε' τάξης, δηλαδή τις απαντήσεις τους στην τελευταία ερώτηση κατηγοριοποίησης όπως αυτές φαίνονται στον Πίνακα 3.1. Η ανάλυση μας έδωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο ηλικίες [$\chi^2(2)=11,630, p<,005$]. Οι διαφορές φαίνονται ξεκάθαρα στον Γράφημα 3.1. Σε αντίθεση με τους μαθητές της Α' τάξης, σχεδόν όλοι οι μαθητές της Ε' τάξης έκαναν τον διαχωρισμό ανάμεσα σε ουράνια και φυσικά σώματα και κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα ουράνια σώματα.



Γράφημα 3.1: Ποσοστά Απαντήσεων ανά Τάξη στην Τελευταία Ερώτηση Κατηγοριοποίησης

Οι απαντήσεις στις ερωτήσεις αιτιολόγησης ομαδοποιήθηκαν σε τέσσερις κατηγορίες: (1) θεωρητικά βασιζόμενες, αν το παιδί αναφερόταν στο διαχωρισμό ουράνιων-φυσικών σωμάτων (π.χ. Όλα αυτά είναι πλανήτες και βρίσκονται στον ουρανό, ενώ τα άλλα βρίσκονται εδώ κάτω.), (2) βασιζόμενη σε αρχές ομοιότητας, αν

το παιδί αναφερόταν σε ομοιότητα ως προς το σχήμα, τη λάμψη κ.τ.λ. (π.χ. Όλα αυτά έχουν το ίδιο σχήμα, είναι στρογγυλά. Τα υπόλοιπα έχουν διαφορετικό σχήμα.), (3) αυθαίρετη αιτιολόγηση, αν το παιδί έδινε αιτιακές εξηγήσεις για τις κατηγορίες του (π.χ. Η γάτα ταιριάζει με το δέντρο, γιατί στις γάτες αρέσει να σκαρφαλώνουν πάνω στα δέντρα), και (4) καμιά αιτιολόγηση.

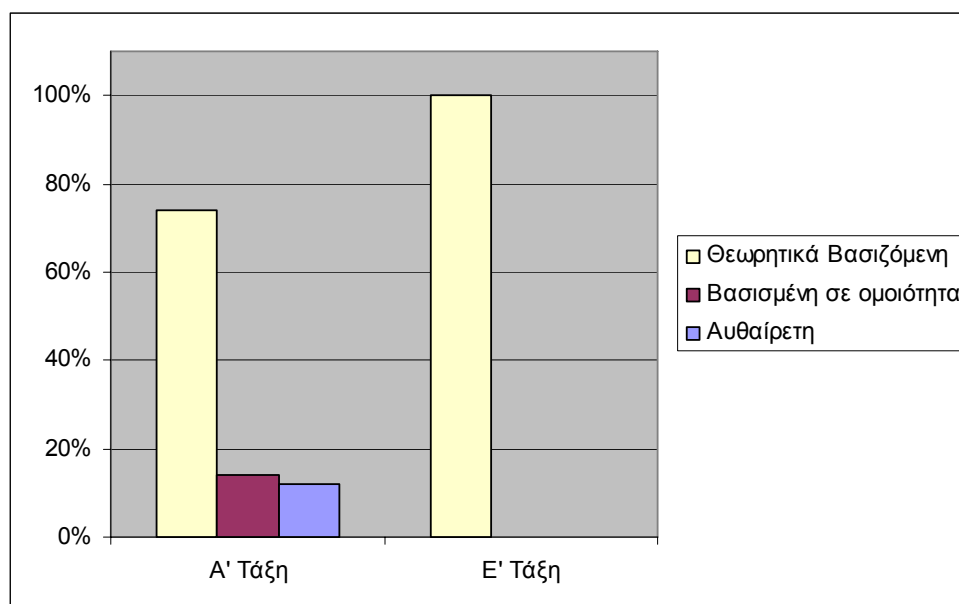
Ο Πίνακας 3.2 δείχνει αναλυτικά τα είδη των απαντήσεων και τη βαθμολόγηση της κάθε απάντησης. Οι αιτιολογήσεις των μαθητών βαθμολογήθηκαν με (3) αν ήταν θεωρητικά βασιζόμενες, με (2) αν βασίζονταν σε αρχές ομοιότητας, με (1) αν ήταν αυθαίρετες, και με (0) αν το παιδί δεν έδινε καμιά εξήγηση. Το στατιστικό κριτήριο t-test έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές ηλικιακές διαφορές στις εξηγήσεις των μαθητών [$t(60)=4,399, p<,001$]. Οι μέσοι όροι των επιδόσεων έδειξαν ότι οι μαθητές της Ε' τάξης έδωσαν περισσότερες εξηγήσεις βασιζόμενες σε θεωρία (μέσος όρος επίδοσης: 7,947/9) από τα παιδιά της Α' τάξης (μέσος όρος επίδοσης: 5,163/9).

Πίνακας 3.2: Ποσοστά Απαντήσεων ανά Τάξη στις Ερωτήσεις Αιτιολόγησης

Ερωτήσεις	Είδος Απάντησης	Α' Τάξη N=43	Ε' Τάξη N=19
Ερώτηση αιτιολόγησης για την 1 ^η ερώτηση κατηγοριοποίησης	1. Θεωρητικά βασιζόμενη (3)	26%	53%
	2. Βασισμένη σε ομοιότητα (2)	21%	-
	3. Αυθαίρετη (1)	46%	47%
	4. Δεν ξέρω (0)	7%	-
Ερώτηση αιτιολόγησης για την 2 ^η ερώτηση κατηγοριοποίησης	1. Θεωρητικά βασιζόμενη (3)	47%	84%
	2. Βασισμένη σε ομοιότητα (2)	9%	
	3. Αυθαίρετη (1)	21%	5%
	4. Δεν ξέρω (0)	23%	10%
Ερώτηση αιτιολόγησης για την 3 ^η ερώτηση κατηγοριοποίησης	1. Θεωρητικά βασιζόμενη (3)	74%	100%
	2. Βασισμένη σε ομοιότητα (2)	14%	-
	3. Αυθαίρετη (1)	12%	-

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.2, τα παιδιά αρχικά δίνουν εξηγήσεις από όλες τις πιθανές κατηγορίες που αναφέρθηκαν νωρίτερα. Προς το τέλος της συνέντευξης δίνουν κυρίως εξηγήσεις που είναι θεωρητικά βασιζόμενες. Κατηγοριοποιούν δηλαδή τη Γη βασιζόμενα στο διαχωρισμό ουράνιων-φυσικών σωμάτων, ανεξαρτήτως του αν κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα ουράνια ή με τα φυσικά σώματα. Μια προσεκτική ματιά στα αποτελέσματα δείχνει ότι όλα τα παιδιά που κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα ουράνια ή με τα φυσικά σώματα έδωσαν εξηγήσεις που ήταν θεωρητικά βασιζόμενες, με μια μόνη εξαίρεση ενός παιδιού που κατηγοριοποίησε τη Γη με τα ουράνια σώματα και έδωσε μια αυθαίρετη εξήγηση.

Συγκρίνοντας ηλικιακά την τελική εξήγηση των μαθητών στην τελευταία ερώτηση αιτιολόγηση, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.2 που προηγείται, το στατιστικό κριτήριο του χ^2 μας έδωσε στατιστική σημαντικότητα [$\chi^2(2)=6,575, p<,05$].



Γράφημα 3.2: Ποσοστά Απαντήσεων ανά Τάξη στην Τελευταία Ερώτηση Αιτιολόγησης

Αυτή η στατιστικά σημαντική διαφορά φαίνεται ξεκάθαρα από το Γράφημα 3.2, όπου φαίνεται πώς ενώ οι μαθητές της Α' τάξης έδωσαν όλων των ειδών τις εξηγήσεις, όλοι οι μαθητές της Ε' τάξης σχημάτισαν κατηγορίες βασιζόμενοι στον διαχωρισμό ουράνιων-φυσικών σωμάτων.

Σχήμα Γης & Βαρύτητα

Στον Πίνακα 3.3 βλέπουμε αναλυτικά τις απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα. Όλες οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα βαθμολογήθηκαν με 3 αν ήταν συνεπείς προς τις επιστημονικές εξηγήσεις, με 1 αν ήταν συνεπείς προς ένα αρχικό μοντέλο, με 2 αν ήταν συνεπείς προς εναλλακτικά μοντέλα, και με 0 όταν δεν δινόταν απάντηση στην ερώτηση. Αναλυτικά, ο τρόπος που βαθμολογήθηκε η κάθε απάντηση ξεχωριστά φαίνεται στον Πίνακα 3.3.

Το στατιστικό κριτήριο t-test που έγινε στις συνολικές επιδόσεις των μαθητών στις ερωτήσεις για το σχήμα της Γης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική ηλικιακή διαφορά [$t(60)=3,317, p<,005$]. Τα μεγαλύτερα παιδιά έδωσαν περισσότερες επιστημονικές εξηγήσεις για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα (μέσος όρος επίδοσης: 17,684/27) σε σύγκριση με τα μικρότερα παιδιά (μέσος όρος επίδοσης: 13,372/27).

Πίνακας 3.3: Ποσοστά Απαντήσεων ανά Τάξη στις Ερωτήσεις για το Σχήμα της Γης και τη Βαρύτητα

Ερωτήσεις	Είδος Απάντησης	Α' Τάξη N=43	Ε' Τάξη N=19
1. Πάρε αυτή την πλαστελίνη και κάνε το σχήμα της Γης όπως νομίζεις ότι είναι η Γη στην πραγματικότητα.	1. Σφαίρα (3)	53%	90%
	2. Κάθετο δοκτυλίδι (2)	12%	-
	4. Δύο μοντέλα (σφαιρικό & επίπεδο) (2)	7%	-
	5. Δίσκος (1)	14%	10%
	6. Τετράγωνο (1)	14%	-
2. Δείξε μου πού ζουν οι άνθρωποι.	1. Παντού στη σφαίρα (3)	18%	63%
	2. Στο πάνω μέρος της σφαίρας (2)	35%	26%
	3. Στο εσωτερικό του δοκτυλιδιού (2)	12%	-
	4. Στο πάνω μέρος του επιπέδου, όχι στη σφαίρα (1)	7%	-
	5. Στο πάνω μέρος του δίσκου (1)	14%	10%
	6. Στο πάνω μέρος του τετραγώνου (1)	14%	-
3. (Αν έχει κάνει σφαίρα:) Μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν εδώ στο κάτω μέρος της Γης	1. Ναι (3)	19%	68%
	2. Όχι (2)	35%	21%
	3. Δεν ρωτήθηκε γιατί κατασκεύασε ενδιάμεσο μοντέλο Γης (2)	19%	-
	4. Δεν ρωτήθηκε γιατί κατασκεύασε αρχικό μοντέλο Γης (1)	28%	10%
4. (Αν στην Ερ. 3 πει ναι:) Αν ένα κοριτσάκι βρισκόταν εδώ κάτω και κρατούσε μια μπάλα και η μπάλα του έφτανε από τα χέρια, προς τα πού θα έπεφτε;	1. Προς τη Γη (3)	16%	68%
	2. Μακριά από τη Γη (2)	2%	-
	3. Δεν ρωτήθηκε γιατί είπε ότι οι άνθρωποι δε ζουν στο κάτω μέρος της Γης (2)	35%	21%
	4. Δεν ρωτήθηκε γιατί κατασκεύασε ενδιάμεσο μοντέλο. (2)	19%	-
	5. Δεν ρωτήθηκε γιατί κατασκεύασε αρχικό μοντέλο. (1)	28%	10%
5. (Αν δεν έχει κάνει επίπεδο μοντέλο:) Εδώ έχουμε την εικόνα ενός σπιτιού. Το σπίτι αυτό είναι πάνω στη Γη. Πώς εδώ η Γη φαίνεται επίπεδη ενώ εσύ πριν την έκανες στρογγυλή;	1. Η Γη είναι πολύ μεγάλη και δεν καταλαβαίνουμε ότι είναι στρογγυλή. Αν τη δεις από το διάστημα βλέπεις ότι είναι σφαίρα. (3)	14%	52%
	2. Η Γη έχει επίπεδες επιφάνειες πάνω της (2)	12%	16%
	3. Μέσα στη Γη που είναι το σπίτι είναι επίπεδη. (2)	7%	-
	4. Ασαφής απάντηση (1)	9%	5%
	5. Το παιδί αλλάζει το σχήμα του σε επίπεδο (1)	2%	-
	6. Δεν ρωτήθηκε γιατί είχε κάνει επίπεδο μοντέλο (1)	28%	11%
	7. Δεν ξέρω (0)	28%	16%
6. (Αν δεν έχει κάνει σφαίρα:) Αν περπατούσες για πολλές μέρες ίσια μπροστά, πού θα έφτανες; Υπάρχει ένα τέλος πάνω στη Γη;	1. Δεν ρωτήθηκε γιατί παιδί σφαιρικό μοντέλο (3)	49%	73%
	2. Όχι (2)	9%	11%
	3. Ναι (1)	30%	11%
	4. Δεν ξέρω (0)	12%	5%
7. (Αν στην Ερ. 6 πει ναι:) Μπορεί να πέσεις από αυτό το τέλος;	1. Δεν ρωτήθηκε γιατί παιδί σφαιρικό μοντέλο (3)	49%	73%
	2. Δεν ρωτήθηκε γιατί είπε ότι δεν υπάρχει τέλος (2)	9%	11%
	3. Όχι (2)	12%	-
	4. Ναι (1)	19%	11%
	5. Δεν ξέρω (0)	12%	5%

Οι απαντήσεις των παιδιών στις ερωτήσεις για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα βαθμολογήθηκαν με βάση την έρευνα των Vosniadou & Brewer (1992).

Χρησιμοποιώντας τις απαντήσεις των παιδιών σε τέσσερις βασικές, διαγνωστικές ερωτήσεις για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα κατηγοριοποιήσαμε τα παιδιά σε μοντέλα για το σχήμα της Γης. Οδηγηθήκαμε σε αυτή την επιλογή των ερωτήσεων, οι οποίες αξιολογήθηκαν ως διαγνωστικές για τα νοητικά μοντέλα της Γης, βασιζόμενοι στα ευρήματα των ερευνών των Vosniadou και Brewer (1992) αλλά και των δικών μας μεθοδολογικών ερευνών που προαναφέραμε στο 1^ο μέρος της διατριβής. Στον ακόλουθο Πίνακα 3.4 παρουσιάζονται οι αναμενόμενες απαντήσεις για το κάθε μοντέλο Γης σε κάθε μία από αυτές τις διαγνωστικές ερωτήσεις.

Οι τέσσερις ερωτήσεις που χρησιμοποιήσαμε ήταν οι ακόλουθες: Ερώτηση 1 για το σχήμα της Γης, Ερώτηση 3 για το αν μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν στο κάτω μέρος της σφαιρικής Γης, Ερώτηση 6 για το αν έχει τέλος η Γη, και Ερώτηση 7 για το αν μπορούν οι άνθρωποι να πέσουν από αυτό το τέλος.

Πίνακας 3.4: Πρότυπο αναμενόμενων απαντήσεων για τα Μοντέλα της Γης

Μοντέλο Γης	Ερώτηση 1	Ερώτηση 3	Ερώτηση 6	Ερώτηση 7
Σφαίρα	Σφαίρα	Ναι	Δεν ρωτήθηκε. Έκανε σφαιρική Γη	Δεν ρωτήθηκε. Έκανε σφαιρική Γη
Σφαίρα χωρίς βαρύτητα	Σφαίρα	Όχι	Δεν ρωτήθηκε . Έκανε σφαιρική Γη	Δεν ρωτήθηκε. Έκανε σφαιρική Γη
Κοίλη Σφαίρα	Κάθετο δακτυλίδι	Όχι	Ναι υπάρχει τέλος	Όχι
Διπλή Γη	Σφαίρα & Επίπεδη επιφάνεια	Δεν ρωτήθηκε. Έκανε & επίπεδη Γη που ζουν οι άνθρωποι	Ναι υπάρχει τέλος	Ναι
Δίσκος	Δίσκος/ Οριζόντιο δακτυλίδι	Δεν ρωτήθηκε. Δεν έκανε σφαιρική Γη	Ναι υπάρχει τέλος	Ναι
Επίπεδη Τετράγωνη Γη	Τετράγωνη επιφάνεια	Δεν ρωτήθηκε. Δεν έκανε σφαιρική Γη	Ναι υπάρχει τέλος	Ναι

Για να τοποθετηθεί ένα παιδί στο σφαιρικό μοντέλο Γης θα πρέπει να δώσει σωστές απαντήσεις και στις τέσσερις αυτές ερωτήσεις. Αντίθετα, ένα παιδί για να κατηγοριοποιηθεί στο μοντέλο της σφαίρας χωρίς βαρύτητα θα πρέπει να δώσει σωστές απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις εκτός από την ερώτηση για το αν μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν στο κάτω μέρος της Γης. Εδώ περιμένουμε η απάντησή του να είναι αρνητική.

Στον Πίνακα 3.5 φαίνονται τα ποσοστά των μαθητών που τοποθετήθηκαν σε κάθε μοντέλο Γης. Βλέπουμε ότι η πλειονότητα των παιδιών της Ε' τάξης έδωσε επιστημονικές απαντήσεις για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα και γι' αυτό τοποθετήθηκαν στο επιστημονικό μοντέλο Γης. Αντίθετα τα παιδιά της Α' τάξης εντάχθηκαν σε αρχικά και συνθετικά μοντέλα Γης. Μόνο 6 από τα 43 παιδιά της Α' τάξης έδωσαν επιστημονικές εξηγήσεις και τοποθετήθηκαν στο μοντέλο της σφαιρικής Γης.

Πίνακας 3.5: Ποσοστά Παιδιών Ομαδοποιημένων σε Μοντέλα Γης ανά Τάξη

Μοντέλα Γης	Α' Τάξη	Ε' Τάξη
(1) Σφαίρα	14%	58%
(2) Σφαίρα χωρίς βαρύτητα	35%	26%
(3) Κοίλη σφαίρα	12%	-
(4) Διπλή Γη	7%	-
(5) Δίσκος	14%	10%
(6) Επίπεδη Τετράγωνη Γη	14%	-
(6) Μικτό	4%	6%

Τέλος, μπορούμε να δούμε στον Πίνακα 3.6 πώς τοποθετήθηκαν τα παιδιά σε επιστημονικό, συνθετικό, ή αρχικό μοντέλο Γης σε συνδυασμό με την τελική κατηγοριοποίηση της Γης που έκαναν στο πρώτο έργο. Αν παρατηρήσουμε με προσοχή τον Πίνακα 3.6 θα δούμε τη σχέση που φαίνεται να υπάρχει ανάμεσα στις κατηγοριοποιήσεις που κάνουν τα παιδιά και στο μοντέλο Γης στο οποίο

τοποθετήθηκαν. Οι περισσότεροι μαθητές της Α' τάξης που κατασκεύασαν ένα αρχικό μοντέλο επίπεδης Γης κατηγοριοποίησαν τη Γη σαν ένα φυσικό αντικείμενο, ενώ η πλειονότητα των μαθητών της Α' και Ε' τάξης που κατασκεύασαν ένα σφαιρικό μοντέλο Γης κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα ουράνια σώματα. Υπήρξαν μόνο 3 παιδιά που κατασκεύασαν επιστημονικό μοντέλο Γης και δεν κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα ουράνια σώματα.

Πίνακας 3.6: Συσχέτιση των Κατηγοριοποιήσεων της Γης και των Μοντέλων για το Σχήμα της Γης

	Σχήμα Γης					
	Επιστημονικό		Συνθετικό		Αρχικό	
Τελική Κατηγοριοποίηση	Α' Τάξη (N=6)	Ε' Τάξη (N=11)	Α' Τάξη (N=26)	Ε' Τάξη (N=7)	Α' Τάξη (N=11)	Ε' Τάξη (N=1)
Γη με ουράνια	4/6 (66%)	10/11 (90%)	14/26 (54%)	7/7 (100%)	1/11 (10%)	1/1 (100%)
Γη με φυσικά	1/6 (17%)	1/11 (10%)	3/26 (12%)	-	7/11 (64%)	-
Δεν διαχωρίζονται ουράνια από φυσικά	1/6 (17%)	-	9/26 (34%)	-	3/11 (27%)	-

Με βάση τον δείκτη συσχέτισης Spearman rho (μοντέλο για σχήμα Γης * κατηγοριοποίηση Γης) υπάρχει στατιστική σημαντικότητα ανάμεσα στις τελικές κατηγοριοποιήσεις των παιδιών και τα μοντέλα για το σχήμα της Γης στα οποία τοποθετήθηκαν τα παιδιά [$r_s=0,444$; $n=62$; $p<.001$]. Παρά το γεγονός ότι ο δείκτης συνδιακύμανσης προβλέπει μία συσχέτιση για το 20% των περιπτώσεων του δείγματος, μπορούμε να μιλάμε για κάποιες ενδείξεις ισχυρής συσχέτισης ανάμεσα στον τρόπο κατηγοριοποίησης και τα μοντέλα για το σχήμα της Γης. Φαίνεται πώς η αλλαγή θεωρίας από την κατηγοριοποίηση της Γης ως φυσικό αντικείμενο στην κατηγοριοποίησή ως ουράνιο σώμα προηγείται της πλήρους κατανόησης του σφαιρικού σχήματος της Γης και μοιάζει να είναι απαραίτητη (εφόσον η πλειονότητα των μαθητών που κατασκεύασαν σφαιρικό μοντέλο Γης, είχαν κατηγοριοποιήσει τη

Γη με τα ουράνια σώματα), αλλά όχι επαρκής (δεδομένου ότι σημαντικό ποσοστό μαθητών που κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα ουράνια σώματα, δεν κατασκεύασαν σφαιρικό μοντέλο Γης), προϋπόθεση για την κατανόηση των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της Γης.

Συζήτηση

Οι ηλικιακές διαφορές στις κατηγοριοποιήσεις των παιδιών και ιδιαίτερα στην τελευταία ερώτηση του έργου κατηγοριοποίησης, στην οποία ζητάγαμε ξεκάθαρα από τα παιδιά να κάνουν «δύο ομάδες με τα αντικείμενα που ταιριάζουν με τη Γη και με αυτά που δεν ταιριάζουν», υποστηρίζουν την αρχική μας υπόθεση ότι υπάρχει αναπτυξιακή αλλαγή στις κατηγοριοποιήσεις των παιδιών που συντελείται κατά τη μάθηση. Στην αρχή οι κατηγοριοποιήσεις τους βασίζονται στην αρχή ότι η Γη είναι ένα φυσικό σώμα, και συνεπώς εντάσσεται στην κατηγορία των φυσικών σωμάτων. Στην πορεία, καθώς τα παιδιά έρχονται σε επαφή με τις επιστημονικές ιδέες για τη Γη, καταλαβαίνουν ότι η Γη ανήκει στην κατηγορία των ουράνιων σωμάτων. Γίνεται λοιπόν μια επανακατηγοριοποίηση της Γης από ένα φυσικό σώμα σε ένα ουράνιο σώμα.

Στην Α' τάξη μόνο το 42% των παιδιών κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα ουράνια σώματα ενώ στην Ε' τάξη το 95% των παιδιών την κατηγοριοποίησαν ως ουράνιο σώμα, και μόνο ένα παιδί την κατηγοριοποίησε με τα φυσικά. Επιπλέον, όλα τα παιδιά της Ε' τάξης και σχεδόν όλα της Α' τάξης (74%) αιτιολόγησαν τις κατηγοριοποιήσεις τους βασιζόμενοι στην διάκριση ανάμεσα σε φυσικά και ουράνια σώματα. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν πρότερα επιχειρήματα που μιλούν για αλλαγή θεωρίας στις εννοιολογικές γνώσεις των παιδιών (Carey, 1985· Vosniadou, 1999· Chi, 1992).

Επιπλέον, τα αποτελέσματα της έρευνας υποστηρίζουν την υπόθεση ότι η αλλαγή κατηγοριοποίησης της Γης μοιάζει να είναι απαραίτητη για την πλήρη κατανόηση των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της Γης. Φαίνεται να είναι απαραίτητο να κατανοήσουν τα παιδιά ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των ουράνιων σωμάτων για να μπορέσει να κατανοήσει και ότι η Γη είναι μια σφαίρα που βρίσκεται στο διάστημα χωρίς την ανάγκη υποστήριξης, που περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της και περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο. Έτσι ο μαθητής θα έχει την ικανότητα να αντιληφθεί κάποια πράγματα πολύπλευρα (η Γη δεν περιορίζεται σε αυτό που αντιλαμβανόμαστε από την επιφάνειά της) και θα μπορεί να εξετάζει τα πράγματα από μια διαφορετική οπτική πλευρά (π.χ., η Γη ως πλανήτης στο διάστημα και όχι ως μια σταθερή επίπεδη επιφάνεια) (Vosniadou, 2007a).

Η προβλεπόμενη επανακατηγοριοποίηση της Γης είναι συνεπής προς τους ισχυρισμούς της Βοσνιάδου και των συνεργατών της (Vosniadou & Brewer, 1992· Vosniadou, 1994) ότι πιθανόν οι δυσκολίες των παιδιών να κατανοήσουν τις επιστημονικές εξηγήσεις για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα να οφείλονται στην τάση των παιδιών να κατηγοριοποιούν τη Γη με τα φυσικά σώματα και κατ'επέκταση να τις προσδίδουν τις ιδιότητες και των φυσικών σωμάτων. Οι περιορισμοί των φυσικών αντικειμένων, όπως η στερεότητα, η σταθερότητα, η οργάνωση του χώρου σε πάνω/κάτω, η βαρύτητα από πάνω προς τα κάτω, κ.τ.λ. μπορούν να σταθούν εμπόδιο στην κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης.

Όταν κατηγοριοποιούμε μία έννοια σε κάποια κατηγορία, η έννοια κληρονομεί αυτομάτως τα βασικά χαρακτηριστικά των μελών της κατηγορίας. Οι προβλέψεις μας και τα συμπεράσματά μας για αυτή την έννοια θα καθορίζονται από τη γενίκευση των παρατηρήσεών μας για τα άλλα μέλη της κατηγορίας. Στην

περίπτωση της Γης, αν δεν την κατηγοριοποιήσουμε μαζί με τα ουράνια σώματα, αλλά με τα φυσικά αυτό σημαίνει ότι οι νόμοι που ισχύουν για τα φυσικά σώματα θα πρέπει να ισχύουν και για τη Γη. Οι προβλέψεις που θα κάνουμε για τη Γη θα απορρέουν από τη γενίκευση των χαρακτηριστικών των υπολοίπων φυσικών αντικειμένων που ανήκουν στην κατηγορία. Στην περίπτωση όμως αυτή η απόδοση των χαρακτηριστικών των φυσικών αντικειμένων στη Γη, μπορεί να εμποδίσει τη διαδικασία της μάθησης. Τα καθοριστικά χαρακτηριστικά των ουρανίων σωμάτων είναι εκ διαμέτρου αντίθετα με αυτά των φυσικών σωμάτων. Για παράδειγμα, η Γη δεν έχει ανάγκη υποστήριξης, μπορεί να αιωρείται στο διάστημα. Αντίθετα τα φυσικά σώματα αν δεν στηρίζονται από κάπου θα πέσουν. Φαίνεται λοιπόν απαραίτητη η επανακατηγοριοποίηση της Γης από φυσικό σώμα σε ουράνιο σώμα και η απόδοση των χαρακτηριστικών των ουρανίων σωμάτων στη Γη για να μπορέσουν στη συνέχεια τα παιδιά να αντιληφθούν τις επιστημονικές ιδέες για το σχήμα της.

Δεδομένου ότι από τα αποτελέσματα θα μπορούσαμε να πούμε ότι η επανακατηγοριοποίηση της Γης ως ουράνιο σώμα φαίνεται να είναι προαπαιτούμενη της κατανόησης του σφαιρικού σχήματος της Γης, πιθανότατα η παροχή των πληροφοριών για την κατηγοριοποίηση της Γης να μπορεί να διευκολύνει τη διαδικασία της μάθησης των επιστημονικών ιδεών για τη Γη. Ίσως αν τα παιδιά κατανοήσουν ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των ουρανίων σωμάτων τότε να μπορούν να κατανοήσουν ότι στην περίπτωση της Γης δεν εφαρμόζονται οι νόμοι που διέπουν τα φυσικά σώματα, αλλά αντίθετα για τη Γη ισχύουν οι νόμοι των ουρανίων σωμάτων. Έτσι ίσως να μπορούν να κατανοήσουν με μεγαλύτερη ευκολία τις επιστημονικές ιδέες για το σχήμα της Γης, δεδομένου ότι οι ιδιότητες των φυσικών σωμάτων δεν θα δρουν πλέον ως

περιορισμοί στη διαδικασία μάθησης των σχετικών ιδεών. Αυτός ήταν και ο στόχος της επόμενης μελέτης μας.

Πείραμα 4: Η Επίδραση Πληροφοριών Κατηγοριοποίησης στην

Κατανόηση του Σχήματος της Γης

Από τα αποτελέσματα της προηγούμενης έρευνας φαίνεται να υπάρχει αλλαγή θεωρίας στις απόψεις των παιδιών για τη Γη που διαφαίνεται από τις κατηγοριοποιήσεις τους για τη Γη. Αυτή η αλλαγή θεωρίας σχετίζεται με την κατανόηση του επιστημονικού μοντέλου του σχήματος της Γης. Όμως οι πληροφορίες που δίνονται από τα αποτελέσματα αφορούν μόνο στη συσχέτιση ανάμεσα στην κατανόηση του επιστημονικού σφαιρικού σχήματος της Γης και την επανακατηγοριοποίηση της Γης. Εκτός όμως από αυτή τη συσχέτιση, μας ενδιαφέρει να διερευνήσουμε αν υπάρχουν αιτιακές σχέσεις. Στόχος εδώ είναι να εξετάσουμε αν η παροχή της πληροφορίας κατηγοριοποίησης της Γης ως ουράνιο σώμα θα επιδράσει θετικά στην κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης από τα παιδιά.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, τα παιδιά φαίνεται να έχουν σημαντικές δυσκολίες να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες για το σχήμα της Γης. Όπως φάνηκε από το προηγούμενο πείραμα, οι δυσκολίες τους αυτές φαίνεται να σχετίζονται με το ότι κατηγοριοποιούν τη Γη ως φυσικό σώμα και όχι ως ουράνιο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να της αποδίδουν τις ιδιότητες των φυσικών αντικειμένων και οι προβλέψεις τους για τη Γη να βασίζονται στους προβλεπτικούς μηχανισμούς που ισχύουν για τα φυσικά σώματα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει μια αναπτυξιακή αλλαγή στις κατηγοριοποιήσεις των παιδιών για τη Γη που ξεκινάει με την κατηγοριοποίηση της Γης ως φυσικό σώμα και συνεχίζει με την κατηγοριοποίηση της Γης ως ουράνιο σώμα. Η επανακατηγοριοποίηση της Γης από φυσικό σώμα σε ουράνιο φάνηκε να είναι προϋπόθεση για την πλήρη κατανόηση των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα. Η γνώση ότι η Γη είναι

ένα ουράνιο σώμα με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των ουράνιων σωμάτων μοιάζει να είναι απαραίτητη για την κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης.

Οι Βοσνιάδου και Brewer (1992, 1994) υποστήριξαν ότι τα παιδιά επηρεάζονται από δύο βασικές πεποιθήσεις, οι οποίες κατευθύνουν τις ερμηνείες τους για τον κόσμο. Αυτές οι πεποιθήσεις είναι: (1) η αντίφαση ανάμεσα στο φαινομενικά επίπεδο σχήμα της Γης και την επιστημονική γνώση ότι η Γη είναι σφαιρική, εφόσον σύμφωνα με την καθημερινή εμπειρία μας η Γη φαίνεται να είναι επίπεδη, και (2) η λειτουργία της βαρύτητας από πάνω προς τα κάτω και όχι προς το κέντρο της Γης, εφόσον αυτό που παρατηρείται είναι πως τα αντικείμενα που δεν στηρίζονται πέφτουν προς τα κάτω.

Εκπαιδευτικές παρεμβάσεις της Βοσνιάδου και των συνεργατών της, κατά τις οποίες εξήγησαν στα παιδιά τις επιστημονικές ιδέες προσπαθώντας να ανατρέψουν τις πεποιθήσεις αυτές των παιδιών, οδήγησαν στην καλύτερη κατανόηση των επιστημονικών ιδεών στο χώρο της Παρατηρησιακής Αστρονομίας. Για το συγκεκριμένο αναλυτικό πρόγραμμα σχεδιάστηκε ένα πολύωρο πρόγραμμα που εμπερίκλειε την παρουσίαση των επιστημονικών θεωριών για το σχήμα της Γης, τη λειτουργία της βαρύτητας, τους μηχανισμούς για την εναλλαγή της μέρας/νύχτας και των εποχών, και το ηλιακό σύστημα και χρησιμοποιούσε λεκτικές εξηγήσεις, προβολές, προσομοιώσεις, δραστηριότητες που προσπαθούσαν να ξεκαθαρίσουν τις παρανοήσεις των παιδιών, και ζητούσε την ενεργό συμμετοχή των παιδιών σε αυτές (Vosniadou, Ioannides, Dimitrakopoulou, & Papademetriou, 2001). Σε άλλη έρευνα οι Hayes, Goodhew, Heit, & Gillan (2003) χρησιμοποιώντας βίντεο εξήγησαν στα παιδιά τις αντιφάσεις που προέρχονται από τις παραπάνω πεποιθήσεις. Βρήκαν ότι τα παιδιά που παρακολούθησαν τα βίντεο που εξηγούσαν και τις δύο αντιφάσεις βελτίωσαν την κατανόηση του επιστημονικού μοντέλου για το σχήμα της Γης μετά

τη διδασκαλία που δέχτηκαν σε σημαντικότερο βαθμό από τα παιδιά στα οποία εξήγησαν μια από τις δύο αντιφάσεις. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής θα πραγματοποιηθεί πιο εύκολα και θα είναι πιο πλήρης αν αντικρούσουμε πολλές προϋποθέσεις που εμποδίζουν την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών επιβεβαιώνοντας έτσι τις προτάσεις της Βοσνιάδου για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Vosniadou, 1991).

Προηγούμενες έρευνες στο χώρο της εκπαιδευτικής ψυχολογίας έχουν δείξει τη σημαντικότητα των προηγούμενων γνώσεων και πεποιθήσεων στην κατανόηση των επιστημονικών, επεξηγηματικών κειμένων (McNamara & Kintsch, 1996· Best, Ozuru, & McNamara, 2004· Best, Rowe, Ozuru, McNamara, 2005). Οι προηγούμενες γνώσεις παρεμβαίνουν και καθοδηγούν σε σημαντικό βαθμό την κατανόηση του κειμένου. Οι αναγνώστες επηρεασμένοι από την προϋπάρχουσα γνώση οδηγούνται πολλές φορές σε λανθασμένα συμπεράσματα και σε παρανοήσεις. Επιπλέον έρευνες στον ίδιο χώρο έχουν δείξει ότι διαφορετικές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις που λαμβάνουν υπόψη τις προηγούμενες γνώσεις των μαθητών, μπορούν να βελτιώσουν σε μεγάλο βαθμό τις επιδόσεις των μαθητών (Grigoriadou, Kanidis, & Gogolou, 2006· Diakidoy & Kendeou, 2001· Vosniadou, 1991) δεδομένου ότι υποστηρίζεται η αναγκαιότητα της αναδόμησης της προϋπάρχουσας γνώσης και όχι η απλή ενσωμάτωση των νέων πληροφοριών στα ήδη δομημένα γνωστικά σχήματα, ώστε να επιτευχθεί η πλήρης κατανόηση των επιστημονικών εννοιών. Ένα μέσο διδασκαλίας των επιστημονικών εννοιών που λαμβάνει υπόψη του τις προηγούμενες γνώσεις των μαθητών, οι οποίες μπορεί να στέκονται εμπόδιο στην κατανόηση των νέων επιστημονικών πληροφοριών, είναι τα ανατρεπτικά κείμενα.

Ανατρεπτικά θεωρούνται τα κείμενα που λαμβάνουν υπόψη τις παρανοήσεις των μαθητών και δεν περιορίζονται στην απλή παρουσίαση των επιστημονικών

θεωριών. Τα ανατρεπτικά κείμενα παρουσιάζουν τις πιθανές παρανοήσεις και τις ανατρέπουν με επιχειρήματα και παραδείγματα. Έχοντας ανατρέψει τις παρανοήσεις των μαθητών, παρουσιάζουν τις επιστημονικές ιδέες και επιχειρηματολογούν υπέρ αυτών. Πολλές έρευνες στο χώρο της εκπαιδευτικής ψυχολογίας, με στόχο τη διερεύνηση της προώθησης της εννοιολογικής αλλαγής, έχουν δείξει ότι τα ανατρεπτικά κείμενα είναι πιο αποτελεσματικά από τα απλά επεξηγηματικά κείμενα δεδομένου ότι λαμβάνονται υπόψη οι προηγούμενες γνώσεις και οι παρανοήσεις των αναγνωστών (Diakidoy, Kendeou, & Ioannides, 2002· Dole, 2000· Guzzetti, Williams, Skeels, & Wu, 1997) και προτείνονται από πολλούς ερευνητές σαν ένα αξιόλογο μέσο διδασκαλίας (Guzzetti, 2000· Hynd, 2001).

Το ερώτημα της έρευνάς μας ήταν αν η παροχή των κατάλληλων πληροφοριών που θα προσπαθήσουν να ανατρέψουν τις αρχικές πεποιθήσεις των παιδιών και η προσθήκη πληροφοριών σχετικά με την κατηγοριοποίηση της Γης μέσα από ανατρεπτικά κείμενα, μπορεί να βοηθήσει τα παιδιά να κατανοήσουν πιο εύκολα τις επιστημονικές πληροφορίες για τη Γη. Πιο συγκεκριμένα, μας ενδιέφερε να δούμε αν η παροχή της πληροφορίας για την κατηγοριοποίηση της Γης ως ουράνιου σώματος είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την κατανόηση του σχήματός της.

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης τριών ειδών πληροφορίας μέσω ανατρεπτικών κειμένων στις απόψεις των παιδιών για το σχήμα της Γης. Το ένα κείμενο αναφερόταν μόνο στην αντίφαση που υπάρχει ανάμεσα στο φαινομενικά επίπεδο σχήμα της Γης και στη γνώση μας ότι η Γη είναι σφαιρική. Το δεύτερο αναφερόταν επιπλέον στη βαρύτητα και διευκρίνιζε ότι η βαρύτητα λειτουργεί προς το κέντρο της Γης και όχι «από πάνω προς τα κάτω». Το τρίτο

κείμενο εξηγούσε επιπλέον ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των άλλων ουράνιων σωμάτων.

Υποθέσαμε ότι η επανακατηγοριοποίηση της Γης από φυσικό σώμα σε ουράνιο θα είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης. Συνεπώς, περιμέναμε πως το κείμενο που θα έδινε επιπλέον την πληροφορία ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα θα είχε καλύτερα αποτελέσματα από τα άλλα δύο στην κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης.

Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες

Συνολικά 81 παιδιά συμμετείχαν στην έρευνα. Ήταν όλοι μαθητές της Γ' τάξης δημοτικού σχολείου και η ηλικία τους κυμαινόταν από 8 ετών και 5 μηνών έως 9 ετών και 5 μηνών (μέσος όρος ηλικίας 8 ετών και 9 μηνών). Η έρευνα διεξήχθη σε τέσσερα τμήματα Τρίτης τάξης δύο δημοτικών σχολείων της Αθήνας. Η επιλογή των σχολείων ήταν τυχαία. Για τους σκοπούς της έρευνας τα παιδιά παρέμειναν στην αίθουσα διδασκαλίας τους. Ο πειραματικός σχεδιασμός ήταν μικτός παραγοντικός ανεξάρτητων και εξαρτημένων δειγμάτων.

Υλικά

Χρησιμοποιήθηκαν τρία ανατρεπτικά κείμενα που αναφέρονταν στη Γη και ένα ερωτηματολόγιο 10 ερωτήσεων για τη Γη (βλ. Παράρτημα 4). Το πρώτο κείμενο αναφερόταν στη φαινομενική αντίφαση του σχήματος της Γης (πώς γίνεται η Γη να είναι σφαιρική αλλά να φαίνεται επίπεδη). Το δεύτερο κείμενο προσέθετε την πληροφορία για τη λειτουργία της βαρύτητας (προς το κέντρο της Γης και όχι από πάνω προς τα κάτω). Το τρίτο κείμενο παρείχε επιπλέον την πληροφορία για τη

σωστή κατηγοριοποίηση της Γης (ως ουράνιο σώμα και όχι ως φυσικό). Το ερωτηματολόγιο βασίστηκε στις έρευνες των Vosniadou και Brewer (1992) και Vosniadou και Skopeliti (2005). Οι ερωτήσεις αυτές μπορούν να χωριστούν σε τρεις ομάδες, αυτές που απέρρεαν ξεκάθαρα από τα κείμενα, αυτές που συμπεραίνονταν από τα κείμενα και αυτές που δεν αναφέρονταν καθόλου στα κείμενα. Η κάθε μια από αυτές τις ομάδες είχε ερωτήσεις που ήταν κοινές και για τα τρία κείμενα.

Διαδικασία

Στα δύο τμήματα του πρώτου σχολείου δόθηκαν το πρώτο και το δεύτερο κείμενο. Στα άλλα δύο τμήματα του δεύτερου σχολείου δόθηκαν το δεύτερο και το τρίτο κείμενο. Το δεύτερο κείμενο δόθηκε και στα δύο σχολεία για να διερευνηθούν πιθανές διαφορές ανάμεσα στα δύο σχολεία. Όλα τα παιδιά απάντησαν αρχικά στο ερωτηματολόγιο (προ-έλεγχος). Στη συνέχεια διάβασαν ένα από τα τρία κείμενα. Μετά μία από τις ερευνήτριες διάβασε μαζί με τα παιδιά το κείμενο και απάντησε σε πιθανές απορίες των μαθητών που αφορούσε αυστηρά στη θεματολογία του κειμένου. Τέλος, και αφού τα κείμενα είχαν συγκεντρωθεί από την ερευνήτρια, τα παιδιά απάντησαν για δεύτερη φορά στο ερωτηματολόγιο (μετά-έλεγχος).

Αποτελέσματα

Οι απαντήσεις των μαθητών βαθμολογήθηκαν με βάση το αν ήταν «επιστημονικές», δηλαδή σύμφωνες με το σφαιρικό μοντέλο Γης, αν ήταν «αρχικές», δηλαδή σύμφωνες με το επίπεδο μοντέλο Γης, και αν ήταν «εναλλακτικές», δηλαδή σύμφωνες με κάποιο εναλλακτικό μοντέλο Γης. Δύο κριτές κατέληξαν σε μια κλίμακα βαθμολόγησης και με βάση αυτή βαθμολόγησαν όλες τις απαντήσεις των μαθητών. Όλες οι διαφωνίες μεταξύ των κριτών συζητήθηκαν μέχρι που κατέληξαν

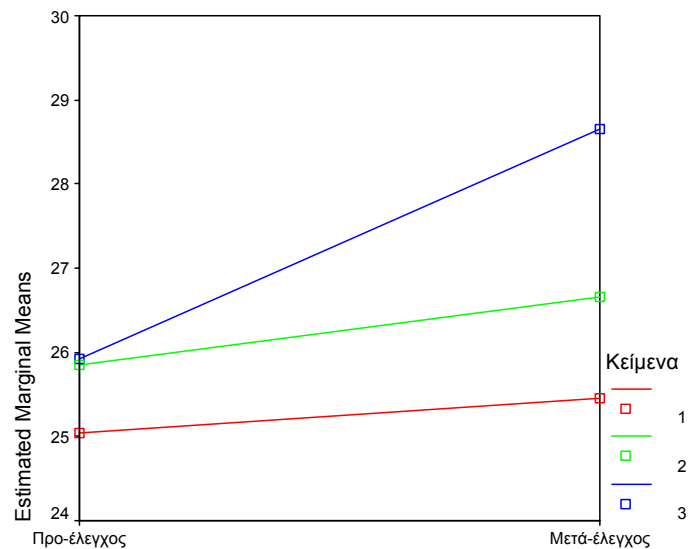
σε μια κοινή βαθμολόγηση. Οι επιστημονικές απαντήσεις βαθμολογήθηκαν με (3), οι εναλλακτικές με (2) και οι αρχικές με (1). Κάθε μαθητής συγκέντρωσε ένα συνολικό βαθμό επίδοσης από αυτές τις ερωτήσεις.

Αρχικά συγκρίναμε τις απαντήσεις των μαθητών από τα δύο διαφορετικά σχολεία που διάβασαν το δεύτερο κείμενο για να βεβαιωθούμε ότι δεν υπάρχουν διαφορές στις επιδόσεις τους. Συγκρίναμε τις επιδόσεις των μαθητών από τα δύο διαφορετικά σχολεία και το στατιστικό κριτήριο του t-test δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές. [$t(33) = 1,492, n.s.$]. Ο μέσος όρος επίδοσης των μαθητών από το ένα σχολείο ήταν 26,550/33 και των μαθητών του άλλου σχολείου 24,933/33 οπότε και ομαδοποιήσαμε τους μαθητές των δύο σχολείων που διάβασαν το δεύτερο κείμενο.

Στη συνέχεια διερευνήσαμε τη διαφορά στους μέσους όρους επίδοσης των μαθητών από τον προ-έλεγχο στο μετά-έλεγχο χρησιμοποιώντας ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις διαμέσου των υποκειμένων [προ-έλεγχος – μετά-έλεγχος (2)]. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι η βελτίωση που επέφεραν τα ανατρεπτικά κείμενα στις επιδόσεις των μαθητών στον μετά-έλεγχο ήταν στατιστικά σημαντική [$F(1,78) = 44,099, p < .001$]. Το αποτέλεσμα αυτό φαίνεται και στο Γράφημα 4.1 αλλά και στον Πίνακα με τους μέσους όρους που συνοδεύει αυτό.

Η ίδια ανάλυση διακύμανσης [είδος πληροφορίας (3) * προ-μετά έλεγχος (2)] έδειξε αλληλεπίδραση ανάμεσα στα 3 είδη κειμένων και στις επιδόσεις των μαθητών στον μετά-έλεγχο [$F(2,78) = 13,050, p < .001$]. Στο Γράφημα 4.1 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των επιδόσεων των μαθητών στον προ-έλεγχο και τον μετά-έλεγχο χωρισμένοι με βάση το κείμενο που διάβασαν. Όπως φαίνεται όλα τα κείμενα βελτίωσαν τις επιδόσεις των μαθητών στον μετά-έλεγχο αλλά το κείμενο που παρείχε

και την επιπλέον πληροφορία ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα είχε καλύτερα αποτελέσματα.



Γράφημα 4.1: Μέσοι Όροι των Επιδόσεων των Μαθητών σε Προ και Μετά Έλεγχο σε Σχέση με το Κείμενο που Διάβασαν

Κείμενα		Μέσοι όροι
1	Προ-έλεγχος	25,050
	Μετά-έλεγχος	25,450
2	Προ-έλεγχος	25,857
	Μετά-έλεγχος	26,657
3	Προ-έλεγχος	25,923
	Μετά-έλεγχος	28,654

Σύμφωνα με το post-hoc κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφορά (LSD) η στατιστικά σημαντική διαφορά που προέκυψε από την μικτή ανάλυση διακύμανσης εντοπίζεται στον μετά-έλεγχο και αποδίδεται στη διαφορά των επιδόσεων των μαθητών που διάβασαν το τρίτο κείμενο συγκριτικά με τις επιδόσεις των μαθητών που διάβασαν το πρώτο και δεύτερο κείμενο. Όπως φαίνεται και από τον πίνακα που ακολουθεί το τρίτο κείμενο είναι αυτό που επιφέρει τη μεγαλύτερη βελτίωση στον

μετά-έλεγχο σε σχέση με τα άλλα δύο κείμενα και η διαφορά του από τα άλλα δύο είναι στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 4.1: Διαφορές Μέσων όρων Αξιολογημένες με το Κριτήριο Πολλαπλών Συγκρίσεων (LSD)

	Κείμενο	Κείμενα	Διαφορά μέσων όρων	Σημαντικότητα
Προ-έλεγχος	1	2	-0,8071	n.s.
		3	-0,8731	n.s.
	2	1	0,8071	n.s.
		3	-6,593	n.s.
	3	1	0,8731	n.s.
		2	6,593	n.s.
Μετά-έλεγχος	Κείμενο	Κείμενα		
	1	2	-1,2071	n.s.
		3	-3,2038*	,001
	2	1	1,2071	n.s.
		3	-1,9967*	,012
	3	1	3,2038*	,001
		2	1,9967*	,012

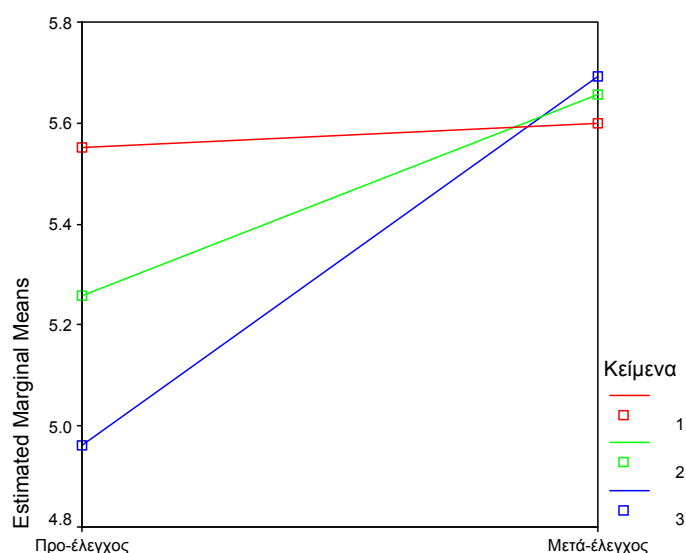
Στη συνέχεια προχωρήσαμε σε σύγκριση των επιδόσεων των μαθητών στις ερωτήσεις που αναφέρονταν ξεκάθαρα στα κείμενα (αναφερόμενες) και σε αυτές που συμπεραίνονταν από αυτά (συμπερασματικές). Η ανάλυση διακύμανσης έδειξε στατιστικά σημαντική βελτίωση από τον προ-έλεγχο στον μετά-έλεγχο και για τα δύο είδη ερωτήσεων για όλα τα κείμενα (αναφερόμενες: $[F(1,78)=10,175, p<.005]$, συμπερασματικές: $[F(1,78)=21,882, p<.001]$).

Στον Πίνακα 4.2 που ακολουθεί βλέπουμε τους μέσους όρους επιδόσεων των μαθητών ανά κείμενο στις αναφερόμενες και στις συμπερασματικές ερωτήσεις. Και στις δύο περιπτώσεις ερωτήσεων φαίνεται πως και τα τρία κείμενα βελτίωσαν τις επιδόσεις των μαθητών στον μετά-έλεγχο.

Πίνακας 4.2: Μέσοι Όροι των Επιδόσεων των Μαθητών σε Προ και Μετά Έλεγχο σε Σχέση με το Κείμενο που Διάβασαν στις Αναφερόμενες και τις Συμπερασματικές Ερωτήσεις

Κείμενα		Μέσοι όροι	
		Αναφερόμενες Ερωτήσεις	Συμπερασματικές Ερωτήσεις
1	Προ-έλεγχος	4,750	5,550
	Μετά-έλεγχος	5,100	5,600
2	Προ-έλεγχος	4,629	5,257
	Μετά-έλεγχος	5,057	5,657
3	Προ-έλεγχος	4,846	4,962
	Μετά-έλεγχος	5,462	5,692

Επιπλέον η ίδια ανάλυση διακύμανσης έδειξε αλληλεπίδραση ανάμεσα στο είδος του κειμένου και τον μετά-έλεγχο στις συμπερασματικές ερωτήσεις μόνο [$F(2,78)=4,834, p<.01$]. Το κριτήριο πολλαπλών συγκρίσεων (LSD) έδειξε ότι αυτή η στατιστικά σημαντική διαφορά οφείλεται στη βελτίωση που επέφερε από τον προ-έλεγχο στον μετά-έλεγχο το τρίτο κείμενο συγκριτικά με τα άλλα δύο κείμενα.



Γράφημα 4.2: Μέσοι Όροι των Επιδόσεων των Μαθητών σε Προ και Μετά Έλεγχο στις Συμπερασματικές Ερωτήσεις σε Σχέση με το Κείμενο που Διάβασαν

Όπως φαίνεται και στο Γράφημα 4.2, τα παιδιά που διάβασαν το κείμενο με την επιπλέον πληροφορία ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα είχαν καλύτερες επιδόσεις στις συμπερασματικές ερωτήσεις στον μετά-έλεγχο. Βλέπουμε λοιπόν ότι το κείμενο που παρέχει επιπλέον την πληροφορία για την κατηγοριοποίηση της Γης βελτιώνει σε σημαντικό βαθμό τις επιδόσεις των μαθητών, αφού στον προ-έλεγχο ο μέσος όρος επίδοσης αυτής της ομάδας είναι χαμηλότερος από αυτόν των άλλων ομάδων και στον προ-έλεγχο ο μέσος όρος επίδοσης είναι μεγαλύτερος των άλλων δύο.

Συζήτηση

Αυτό που διαπιστώσαμε από τα αποτελέσματά μας είναι ότι το ανατρεπτικό κείμενο που αναφερόταν και στην πληροφορία ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα βελτίωσε πολύ περισσότερο τις απαντήσεις των μαθητών στον μετά-έλεγχο σε σύγκριση με τα άλλα δύο κείμενα. Ιδιαίτερα στις συμπερασματικές ερωτήσεις, όπου ενώ οι επιδόσεις των μαθητών της τρίτης πειραματικής ομάδας ήταν χαμηλότερες στον προ-έλεγχο, στον μετά-έλεγχο ήταν καλύτερες συγκριτικά με τα άλλα δύο κείμενα. Φαίνεται ότι τα παιδιά που διάβασαν το κείμενο που περιείχε και την πληροφορία για την κατηγοριοποίηση της Γης, επωφελήθηκαν περισσότερο σε σχέση με τα παιδιά των δύο άλλων ομάδων και οδηγήθηκαν σε συμπεράσματα για τη Γη σε θέματα για τα οποία δεν είχαν καμία πληροφορία από το κείμενο. Μια τέτοια περίπτωση είναι η ερώτηση «Υπάρχει ένα τέλος πάνω στη Γη;». Κανένα από τα τρία κείμενα δεν παρείχε ξεκάθαρα αυτή την πληροφορία. Θεωρείται επομένως μία συμπερασματική ερώτηση, γιατί το παιδί αν κατανοήσει ότι η Γη είναι σφαιρική πρέπει να οδηγηθεί και στο συμπέρασμα ότι δεν έχει κάποιο τέλος. Παρατηρώντας λοιπόν προσεκτικά τα

αποτελέσματά μας είδαμε ότι τα παιδιά που διάβασαν το κείμενο που έδινε και πληροφορίες κατηγοριοποίησης έδωσαν περισσότερες απαντήσεις συμβατές με τις επιστημονικές ιδέες στις συμπερασματικές ερωτήσεις σε σύγκριση με τα παιδιά που διάβασαν τα άλλα δύο κείμενα, πιθανότατα γιατί μπόρεσαν να σχηματίσουν πιο εύκολα την αναπαράσταση της Γης ως πλανήτη και να συνειδητοποιήσουν ότι και η Γη όπως και όλοι οι άλλοι πλανήτες που γνωρίζουν δεν έχει τέλος.

Τα ευρήματα αυτής της έρευνας ενισχύουν τα αποτελέσματα της προηγούμενης έρευνάς μας που κατέληγαν στο συμπέρασμα ότι η επανακατηγοριοποίηση της Γης από φυσικό αντικείμενο σε ουράνιο σώμα συσχετίζεται με τις ιδέες των παιδιών για το σχήμα της Γης. Προσθέτει όμως στοιχεία για τις αιτιακές σχέσεις που φαίνεται να υπάρχουν, επιβεβαιώνοντας την υπόθεσή μας ότι η επανακατηγοριοποίηση της Γης είναι αναγκαία προϋπόθεση για την πλήρη κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης. Φαίνεται πως όταν τα παιδιά μπορούν να αντιληφθούν ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα, τότε μπορούν να της αποδώσουν και τα χαρακτηριστικά των άλλων ουράνιων σωμάτων. Έτσι, κατ' επέκταση είναι πιο εύκολο για τα παιδιά να αντιληφθούν τη Γη σαν μια σφαίρα που περιστρέφεται στο διάστημα, η οποία δεν έχει τα χαρακτηριστικά των φυσικών αντικειμένων, αλλά των ουράνιων σωμάτων.

Δύο ερωτήματα προκύπτουν από τη συγκεκριμένη έρευνα. Το πρώτο αναφέρεται στη μεγαλύτερη βελτίωση που επέφερε το κείμενο που εμπεριείχε και την πληροφορία για την κατηγοριοποίηση της Γης στις επιδόσεις των μαθητών στον μετά-έλεγχο. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στο γεγονός ότι αυτό το ανατρεπτικό κείμενο παρείχε περισσότερες πληροφορίες από τα άλλα δύο κείμενα. Συνεπώς το ερώτημα που τίθεται είναι αν μόνο η πληροφορία κατηγοριοποίησης θα μπορούσε να έχει τα ανάλογα αποτελέσματα.

Το δεύτερο ερώτημα εντοπίζεται στην συμβολή των ανατρεπτικών κειμένων σε αυτή τη διαδικασία. Αν η πληροφορία κατηγοριοποίησης της Γης δεν δίνεται μέσα από ένα ανατρεπτικό κείμενο αλλά μέσα από ένα απλό επεξηγηματικό, θα έχουμε τα ίδια αποτελέσματα; Προκειμένου να απαντήσουμε σε αυτά τα δύο ερωτήματα προχωρήσαμε στην επόμενη μελέτη μας.

Πείραμα 5: Επίδραση Πληροφοριών Κατηγοριοποίησης &

Ανατρεπτικών Πληροφοριών στην Κατανόηση του Σχήματος της Γης

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσουμε την επίδραση τεσσάρων κειμένων στις απόψεις των παιδιών για το σχήμα της Γης και να δούμε τις επιπτώσεις της πληροφορίας που δίνεται από το κείμενο (κατηγοριοποίησης ή όχι) καθώς και της μορφής του κειμένου (ανατρεπτικό ή όχι) στις αντιλήψεις των παιδιών για τη Γη.

Δίναμε δύο διαφορετικές πληροφορίες στα παιδιά προκειμένου να δούμε τις επιδράσεις διαφορετικών πληροφοριών στις ιδέες των παιδιών για τη Γη. Η μια πληροφορία που δίναμε ήταν ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των άλλων ουράνιων σωμάτων (πληροφορία κατηγοριοποίησης). Η άλλη πληροφορία που δίναμε αναφερόταν στην αντίφαση που υπάρχει ανάμεσα στο φαινομενικά επίπεδο σχήμα της Γης και την επιστημονική πληροφορία ότι η Γη είναι σφαιρική.

Τα κείμενα είχαν διαφορετική μορφή. Είτε είχαν τη μορφή ανατρεπτικών κειμένων είτε όχι. Όπως είδαμε και νωρίτερα, έρευνες που έχουν γίνει πάνω στην κατανόηση κειμένων έχουν δείξει ότι τα ανατρεπτικά κείμενα είναι πιο αποτελεσματικά από τα μη-ανατρεπτικά (Diakidoy, Kendeou, & Ioannides, 2002· Dole, 2000· Guzzetti, Williams, Skeels, & Wu, 1997· Guzzetti, 2000· Hynd, 2001). Συνεπώς, από αυτή τη σύγκριση περιμέναμε ότι τα ανατρεπτικά κείμενα θα διευκόλυναν τα παιδιά να κατανοήσουν ευκολότερα τις επιστημονικές πληροφορίες για τη Γη σε σύγκριση με τα μη-ανατρεπτικά κείμενα.

Υποθέσαμε ότι τα κείμενα με την πληροφορία κατηγοριοποίησης θα προωθούσαν τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής σε σύγκριση με τα κείμενα χωρίς την πληροφορία κατηγοριοποίησης, γιατί η πληροφορία κατηγοριοποίησης εμπερικλείει πολλές άδηλες πεποιθήσεις και προϋποθέσεις που κατευθύνουν τη

γνώση. Για παράδειγμα, αν τα παιδιά κατηγοριοποιούν τη Γη ως ένα φυσικό αντικείμενο, της αποδίδουν τις ιδιότητες των φυσικών αντικειμένων, όπως σταθερότητα, βαρύτητα από πάνω προς τα κάτω κ.ο.κ. Αυτές οι πεποιθήσεις εμποδίζουν την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών για τη Γη με αποτέλεσμα τα παιδιά να μην μπορούν να αντιληφθούν τη Γη σαν ένα ουράνιο σφαιρικό σώμα αιωρούμενο στο διάστημα, με τους ανθρώπους να ζουν πάνω σε όλη της την επιφάνεια. Επιπλέον, περιμέναμε ότι η μορφή των ανατρεπτικών κειμένων θα διευκόλυνε τα παιδιά να κατανοήσουν το σφαιρικό σχήμα της Γης με μεγαλύτερη ευκολία σε σχέση με τα μη-ανατρεπτικά κείμενα.

Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 84 παιδιά. Όλοι ήταν μαθητές της Γ' τάξης δημοτικού σχολείου και η ηλικία τους κυμαινόταν από 8 ετών και 7 μηνών έως 9 ετών και 3 μηνών (μέσος όρος ηλικίας 8 ετών και 11 μηνών). Η έρευνα διεξήχθη σε έξι τμήματα Τρίτης τάξης από τρία δημοτικά σχολεία της Αθήνας. Επισκεφθήκαμε τρία νέα σχολεία, διαφορετικά από αυτά που είχαμε επισκεφθεί για τις ανάγκες του προηγούμενου πειράματος. Και πάλι η επιλογή των σχολείων ήταν τυχαία. Για τους σκοπούς της έρευνας τα παιδιά παρέμειναν στην αίθουσα διδασκαλίας τους. Ο πειραματικός σχεδιασμός ήταν και σε αυτή την περίπτωση μικτός παραγοντικός με εξαρτημένα και ανεξάρτητα δείγματα.

Υλικά

Χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα διαφορετικά κείμενα που αναφέρονταν στη Γη και ένα ερωτηματολόγιο 10 ερωτήσεων για τη Γη (βλ. Παράρτημα 5). Από τα τέσσερα κείμενα τα δύο παρείχαν την πληροφορία κατηγοριοποίησης της Γης ως

ουράνιο σώμα. Το ένα από αυτά είχε τη δομή ανατρεπτικού κειμένου ενώ το άλλο όχι. Τα άλλα δύο κείμενα δεν αναφέρονταν στην κατηγοριοποίηση της Γης ως ουράνιο σώμα. Εξηγούσαν μόνο τη φαινομενική αντίφαση που υπάρχει ανάμεσα στο φαινομενικά επίπεδο σχήμα της Γης και στην γνώση μας ότι η Γη είναι σφαιρική. Το ένα από αυτά τα δύο κείμενα είχε τη δομή ανατρεπτικού κειμένου ενώ το άλλο όχι. Ο πειραματικός μας σχεδιασμός λοιπόν είχε την ακόλουθη μορφή:

	Πληροφορία Κατηγοριοποίησης	
Ανατρεπτική πληροφορία	-/-	+/-
	-/+	+/+

Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε βασίστηκε στις έρευνες των Vosniadou και Brewer (1992, 1994) και Vosniadou και Skopeliti (2005). Οι ερωτήσεις αυτές μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες, αυτές που απέρρεαν ξεκάθαρα από τα κείμενα και αυτές που δεν αναφέρονταν καθόλου στα κείμενα. Οι ερωτήσεις που απέρρεαν από τα κείμενα ήταν διαφορετικές για το καθένα αλλά ισάριθμες. Αυτές που απέρρεαν ξεκάθαρα από το ένα κείμενο δεν αναφέρονταν καθόλου στο άλλο και το αντίστροφο. Επιπλέον υπήρχαν τέσσερις ερωτήσεις στο τέλος του ερωτηματολογίου που δεν αναφέρονταν καθόλου σε κανένα από τα κείμενα.

Διαδικασία

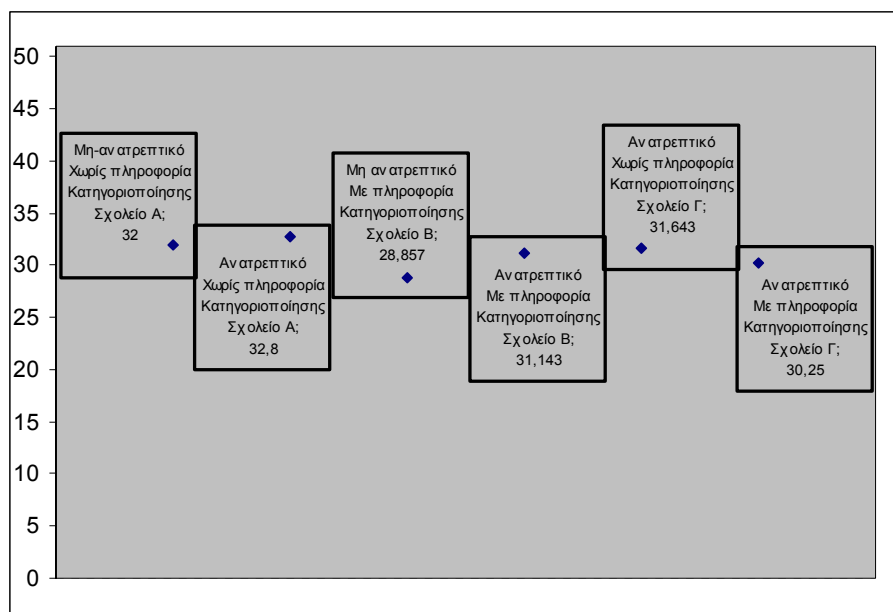
Στα δύο τμήματα του πρώτου σχολείου δόθηκαν τα δύο κείμενα που δεν παρείχαν την πληροφορία κατηγοριοποίησης. Στα δύο τμήματα του δεύτερου σχολείου δόθηκαν τα κείμενα που παρείχαν την πληροφορία κατηγοριοποίησης. Τέλος, στα δύο τμήματα του τρίτου σχολείου δόθηκαν τα δύο ανατρεπτικά κείμενα. Ο σχεδιασμός αποσκοπούσε στο να διερευνηθούν πιθανές διαφορές ανάμεσα στα

σχολεία. Όλα τα παιδιά απάντησαν αρχικά στο ερωτηματολόγιο (προ-έλεγχος). Στη συνέχεια διάβασαν ένα από τα τέσσερα κείμενα. Μετά μία από τις ερευνήτριες διάβασε μαζί με τα παιδιά το κείμενο και απάντησε σε πιθανές απορίες των μαθητών που αφορούσε στη θεματολογία του κειμένου. Τέλος, και αφού τα κείμενα είχαν συγκεντρωθεί από την ερευνήτρια, τα παιδιά απάντησαν για δεύτερη φορά στο ερωτηματολόγιο (μετά-έλεγχος).

Αποτελέσματα

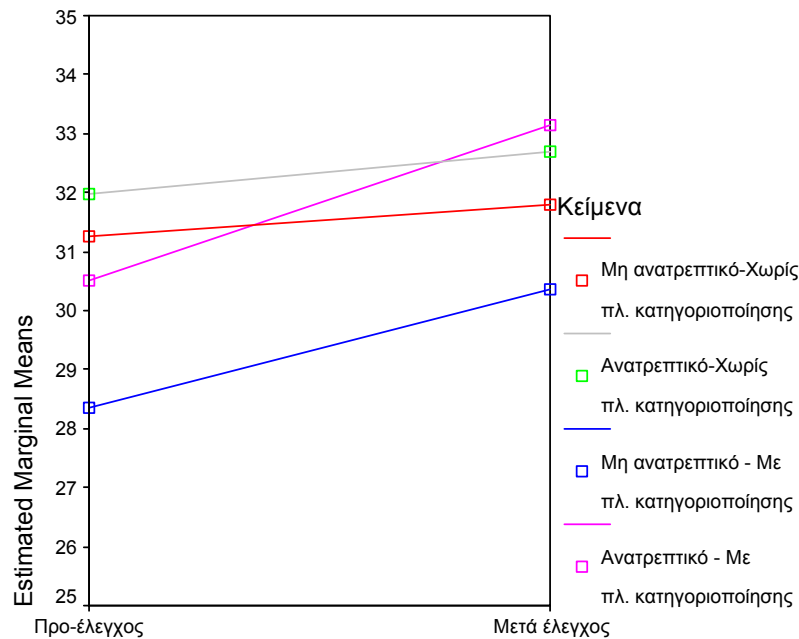
Οι απαντήσεις των μαθητών βαθμολογήθηκαν με βάση το αν ήταν σύμφωνες με το σφαιρικό μοντέλο Γης, αν ήταν σύμφωνες με το αρχικό επίπεδο μοντέλο Γης, και αν ήταν σύμφωνες με κάποιο εναλλακτικό μοντέλο Γης. Δύο κριτές κατέληξαν σε μια κλίμακα βαθμολόγησης και με βάση αυτή βαθμολόγησαν όλες τις απαντήσεις των μαθητών. Όλες οι διαφωνίες μεταξύ των κριτών συζητήθηκαν μέχρι που κατέληξαν σε μια κοινή βαθμολόγηση. Οι επιστημονικές απαντήσεις βαθμολογήθηκαν με 3, οι εναλλακτικές με 2 και οι αρχικές με 1. Κάθε μαθητής συγκέντρωσε ένα συνολικό βαθμό επίδοσης από αυτές τις ερωτήσεις. Οι μέσοι όροι αυτών των επιδόσεων φαίνονται ανά σχολείο και κείμενο στο Γράφημα 5.1 που ακολουθεί.

Συγκρίναμε τις απαντήσεις των μαθητών από τα τρία διαφορετικά σχολεία που διάβασαν το δεύτερο κείμενο για να δούμε αν υπάρχουν διαφορές στις επιδόσεις τους. Το αποτέλεσμα από τους μέσους όρους των επιδόσεων έδειξε ότι κανένα τμήμα δεν παρέκκλινε στατιστικά σημαντικά (βλ. Γράφημα 5.1). Ο μέσος όρος επίδοσης των μαθητών του ενός σχολείου ήταν 31,643 και του άλλου σχολείου 32,800. Η στατιστική ανάλυση με το κριτήριο t-test δεν έδωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους των επιδόσεων [$t(27)=0,600$, *n.s.*], οπότε οι απαντήσεις των παιδιών που διάβασαν τα ίδια κείμενα ομαδοποιήθηκαν.



Γράφημα 5.1: Μέσοι Όροι Επιδόσεων των Μαθητών στον Προ-Έλεγχο σε σχέση με το Σχολείο τους και το Κείμενο που Διάβασαν

Η παραγοντική ανάλυση διακύμανσης μικτού σχεδιασμού που έγινε σε όλες τις απαντήσεις των μαθητών για να συγκρίνει τις επιδόσεις των μαθητών από τον προ-έλεγχο στον μετά-έλεγχο [ανατρεπτικό κείμενο 2: (ανατρεπτικό – μη ανατρεπτικό) * πληροφορία κατηγοριοποίησης 2: (με – χωρίς πληροφορία κατηγοριοποίησης) * προ-μετά έλεγχος] έδωσε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα για την επίδραση του χρόνου του ελέγχου (προ-έλεγχος vs. μετά-έλεγχος) υπέρ του μετά-ελέγχου δείχνοντας έτσι ότι όλα τα κείμενα βελτίωσαν τις απαντήσεις των μαθητών [$F(1,80)=26,287, p<.001$]. Στο Γράφημα 5.2 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι επιδόσεις των μαθητών στον προ-έλεγχο και στον μετά-έλεγχο σε σχέση με το κείμενο που διάβασαν. Οι μέσοι όροι των επιδόσεων φαίνονται ξεκάθαρα στον Πίνακα 5.3 που βρίσκεται και περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω.



Γράφημα 5.2: Μέσοι Όροι Επιδόσεων των Μαθητών σε Προ και Μετά-έλεγχο σε σχέση με το κείμενο που διάβασαν

Επίδραση Ανατρεπτικών κειμένων

Για να δούμε καλύτερα αν τα ανατρεπτικά κείμενα είχαν καλύτερα αποτελέσματα από τα μη ανατρεπτικά κείμενα εστίασαμε σε αυτά τα δύο είδη κειμένων και στη σύγκριση της επίδρασής τους στον μετά-έλεγχο. Η ίδια ανάλυση διακύμανσης μικτού σχεδιασμού δεν έδειξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση του ανατρεπτικού κειμένου σε σύγκριση με το μη-ανατρεπτικό κείμενο στον μετά έλεγχο [ανατρεπτικό κείμενο (ανατρεπτικό – μη ανατρεπτικό) * προ-μετά έλεγχο] [$F(1,80)=1,743, n.s.$].

Ελέγχοντας τις κύριες επιδράσεις των δύο κειμένων παρατηρήσαμε ότι το ανατρεπτικό κείμενο που δεν παρείχε την πληροφορία κατηγοριοποίησης δεν επέφερε σημαντικά μεγαλύτερη βελτίωση στις επιδόσεις των μαθητών σε σύγκριση με το μη-ανατρεπτικό κείμενο. Αυτό φαίνεται αναλυτικά και στον Πίνακα 5.1 που ακολουθεί, όπου παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των επιδόσεων των μαθητών στον προ-έλεγχο και τον μετά-έλεγχο ανάλογα με το κείμενο που διάβασαν (ανατρεπτικό ή

μη). Οι διαφορές των επιδόσεων στον μετά –έλεγχο δεν είναι στατιστικά σημαντικές ανάμεσα στα δύο κείμενα. Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 5.1 και τα δύο κείμενα, και το μη-ανατρεπτικό και το ανατρεπτικό, βελτίωσαν στον ίδιο βαθμό τις επιδόσεις των μαθητών στον μετά-έλεγχο, δηλαδή κατά 1,267 βαθμούς και κατά 1,689 βαθμούς αντίστοιχα.

Πίνακας 5.1: Μέσοι όροι επιδόσεων των Μαθητών σε Προ και Μετά Έλεγχο σε Σχέση με το κείμενο Ανατρεπτικό ή μη-Ανατρεπτικό

	Μη-Ανατρεπτικό Κείμενο	Ανατρεπτικό Κείμενο
Προ-έλεγχος	29,812	31,233
Μετά-έλεγχος	31,079	32,922
Διαφορά	1,267	1,689

Επίδραση Πληροφορίας Κατηγοριοποίησης

Η ίδια ανάλυση διακύμανσης μικτού σχεδιασμού που έγινε σε όλες τις απαντήσεις των μαθητών για να συγκρίνει τις επιδόσεις τους από τον προ-έλεγχο στον μετά-έλεγχο [ανατρεπτικό κείμενο 2: (ανατρεπτικό – μη ανατρεπτικό) * πληροφορία κατηγοριοποίησης 2: (με – χωρίς πληροφορία κατηγοριοποίησης) * προ-μετά έλεγχος] έδωσε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα αλληλεπίδρασης της πληροφορίας κατηγοριοποίησης και του χρόνου ελέγχου [$F(1,80=10,131, p<,005]$. Διερευνήσαμε αναλυτικά τους μέσους όρους επίδοσης των μαθητών από τον προ-έλεγχο στο μετά-έλεγχο για να δούμε τις απλές επιδράσεις και να ελέγξουμε πού οφείλεται η στατιστική σημαντικότητα. Στον Πίνακα 5.2 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μέσοι όροι επίδοσης των μαθητών στον προ-έλεγχο και τον μετά-έλεγχο ανάλογα με το κείμενο που διάβασαν, που είτε περιείχε την πληροφορία κατηγοριοποίησης είτε όχι. Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα ενώ τα κείμενα που δεν παρείχαν την πληροφορία κατηγοριοποίησης βελτίωσαν τις επιδόσεις των μαθητών στον μετά-έλεγχο κατά 0,629 μονάδες, τα κείμενα που παρείχαν την

πληροφορία κατηγοριοποίησης βελτίωσαν πολύ περισσότερο τις επιδόσεις των μαθητών στον μετά-έλεγχο, και πιο συγκεκριμένα η βελτίωση ήταν της τάξης των 2,326 βαθμών.

Πίνακας 5.2: Μέσοι όροι επιδόσεων των Μαθητών σε Προ και Μετά Έλεγχο σε Σχέση με το Κείμενο (με πληροφορία Κατηγοριοποίησης ή χωρίς)

	Κείμενο χωρίς Πληροφορία Κατηγοριοποίησης	Κείμενο με Πληροφορία Κατηγοριοποίησης
Προ-έλεγχος	31,616	29,429
Μετά-έλεγχος	32,245	31,755
Διαφορά	0,629	2,326

Τέλος, η ίδια ανάλυση διακύμανσης μικτού σχεδιασμού που έγινε και για τις δύο ανεξάρτητες μεταβλητές [κείμενο (ανατρεπτικό-μη ανατρεπτικό) και πληροφορίας (κατηγοριοποίησης – όχι κατηγοριοποίησης) μεταξύ των υποκειμένων] με την εξαρτημένη μεταβλητή του ελέγχου (προ-έλεγχος * μετά-έλεγχος) δεν έδωσε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα αλληλεπίδρασης ανάμεσα στις δύο μεταβλητές και το χρόνο ελέγχου [$F(1,80)=0,667$, $n.s.$]. Οι μέσοι όροι των επιδόσεων των μαθητών σε προ-έλεγχο και μετά-έλεγχο ανά πειραματική συνθήκη φαίνονται αναλυτικά στον Πίνακα 5.3 που ακολουθεί.

Η σύγκριση των μέσων όρων επίδοσης στους διαφορετικούς χρόνους ελέγχου των μαθητών που διάβασαν τα κείμενα που παρείχαν την πληροφορία κατηγοριοποίησης, βρήκαμε ότι οι κύριες επιδράσεις των δύο κειμένων (ανατρεπτικό ή μη-ανατρεπτικό) έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές στον μετά-έλεγχο [$F(1,26)=5,029$, $p<.05$] υπέρ του ανατρεπτικού κειμένου. Το μη-ανατρεπτικό κείμενο βελτίωσε κατά 2,00 μονάδες τις επιδόσεις των μαθητών στον μετά-έλεγχο ενώ το ανατρεπτικό κατά 2,654 μονάδες.

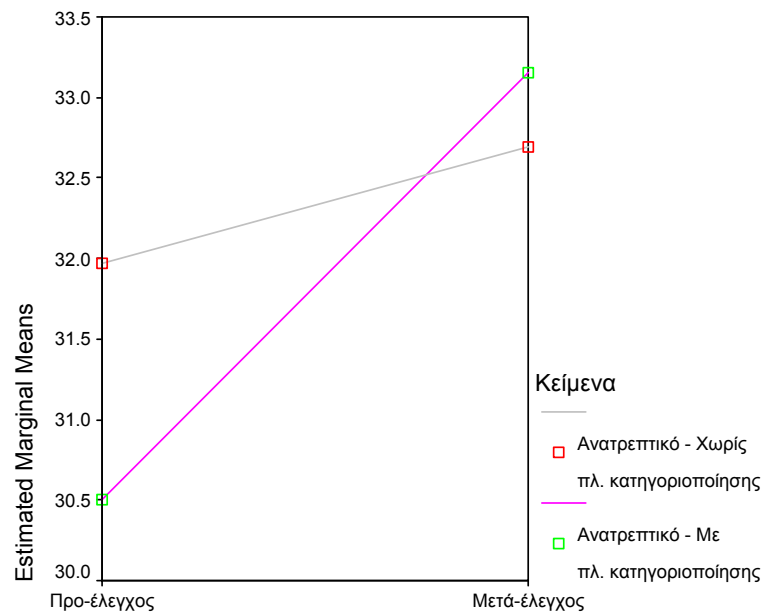
**Πίνακας 5.3: Μέσοι Όροι Επιδόσεων των Μαθητών σε Προ και Μετά-έλεγχο
ανά Πειραματική Συνθήκη**

	Κείμενο χωρίς Πληροφορία Κατηγοριοποίησης		Κείμενο με Πληροφορία Κατηγοριοποίησης	
	Μη- Ανατρεπτικό Κείμενο	Ανατρεπτικό Κείμενο	Μη- Ανατρεπτικό Κείμενο	Ανατρεπτικό Κείμενο
Προ-Έλεγχος	31,267	31,966	28,357	30,500
Μετά-Έλεγχος	31,800	32,690	30,357	33,154
Διαφορά	0,533	0,724	2,000	2,654

Επιπλέον, παρατηρώντας τους μέσους όρους των επιδόσεων των μαθητών αναλυτικά ανά πειραματική συνθήκη βλέπουμε ότι τα παιδιά που διάβασαν το ανατρεπτικό κείμενο που παρείχε την πληροφορία κατηγοριοποίησης βελτίωσαν σε σημαντικότερο βαθμό τις επιδόσεις τους στον μετά-έλεγχο ιδιαίτερα σε σχέση με τα παιδιά που διάβασαν το ανατρεπτικό κείμενο χωρίς την πληροφορία κατηγοριοποίησης.

Βλέποντας τις κύριες επιδράσεις μόνο για αυτά τα δύο κείμενα, που ήταν και τα δύο ανατρεπτικά και περιμέναμε ότι θα βοηθούσαν τα παιδιά να βελτιώσουν τις επιδόσεις τους στον μετά-έλεγχο, αλλά το ένα έδινε πληροφορίες κατηγοριοποίησης ενώ το άλλο όχι, βρήκαμε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ανάμεσα στην μεταβλητή της πληροφορίας κατηγοριοποίησης και τον χρόνο ελέγχου [$F(1,53)=13,596, p<.001$]. Αυτή η επίδραση φαίνεται ξεκάθαρα στο Γράφημα 5.3 που δείχνει τις επιδόσεις των μαθητών σε προ και μετά έλεγχο και για τα δύο ανατρεπτικά κείμενα. Παρατηρούμε ότι ενώ οι επιδόσεις των μαθητών που διάβασαν το ανατρεπτικό κείμενο που έδινε την πληροφορία κατηγοριοποίησης ήταν πολύ χαμηλότερες από τις επιδόσεις της άλλης ομάδας, που και εκείνοι διάβασαν ανατρεπτικό κείμενο αλλά χωρίς την πληροφορία κατηγοριοποίησης) στον μετά-

έλεγχο οι επιδόσεις τους βελτιώνονται τόσο που ξεπερνούν και τις επιδόσεις των παιδιών της άλλης ομάδας.



Γράφημα 5.3: Μέσοι Όροι Επιδόσεων των Μαθητών σε Προ και Μετά-έλεγχο σε σχέση με το ανατρεπτικό κείμενο που διάβασαν

Συζήτηση

Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης δείχνουν ότι τα ανατρεπτικά κείμενα σε συνδυασμό με την κατάλληλη πληροφορία που δίνεται μέσω αυτών μπορούν να είναι ένα αποτελεσματικό μέσο προώθησης της διαδικασίας της εννοιολογικής αλλαγής στο χώρο των φυσικών επιστημών. Όμως η πληροφορία που δίνεται μέσω των ανατρεπτικών κειμένων φαίνεται να είναι πιο σημαντικός παράγοντας από τη δομή του κειμένου για την προώθηση της εννοιολογικής αλλαγής, δεδομένου ότι το ανατρεπτικό κείμενο που δεν αναφερόταν στην πληροφορία κατηγοριοποίησης δεν

βελτίωσε στατιστικά σημαντικά τις επιδόσεις των μαθητών σε σχέση με το μη-ανατρεπτικό κείμενο με το ίδιο περιεχόμενο.

Από την άλλη μεριά, το ανατρεπτικό κείμενο που περιείχε την πληροφορία κατηγοριοποίησης είχε σημαντικότερη επίδραση στις επιδόσεις των μαθητών στο μετά-έλεγχο σε σύγκριση με το μη-ανατρεπτικό κείμενο, δεδομένου ότι η ανάλυση διακύμανσης έδωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο είδη κειμένων που περιείχαν την ίδια πληροφορία αλλά διαφορετική δομή.

Επιπλέον, και τα δύο κείμενα που περιείχαν την πληροφορία ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα, με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των ουράνιων σωμάτων, βελτίωσαν πολύ περισσότερο τις επιδόσεις των μαθητών στον μετά-έλεγχο σε σχέση με τα κείμενα που δεν έδιναν την πληροφορία κατηγοριοποίησης. Τέλος, το ανατρεπτικό κείμενο που παρείχε την πληροφορία κατηγοριοποίησης ήταν το πιο αποτελεσματικό όλων στην κατανόηση των επιστημονικών εννοιών.

Τα ευρήματα αυτής της έρευνας επιβεβαιώνουν ευρήματα των προηγούμενων ερευνών μας που έδειξαν ότι η αλλαγή κατηγοριοποίησης της Γης από ένα φυσικό σώμα σε ένα ουράνιο σώμα μπορεί να είναι προαπαιτούμενο της κατανόησης του επιστημονικού μοντέλου της Γης (Vosniadou & Skopeliti, 2005) και ενισχύει την υπόθεση ότι η παροχή της πληροφορίας κατηγοριοποίησης μπορεί να είναι αρκετά αποτελεσματική για τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής, γιατί εμπεριέχει έναν μεγάλο αριθμό άδηλων πεποιθήσεων που κατευθύνουν τη διαδικασία της μάθησης.

ΜΕΡΟΣ 3^ο: ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν αφενός μεν να διερευνηθούν και να απαντηθούν κάποια μεθοδολογικά ζητήματα, που έχουν προκύψει στο χώρο της εννοιολογικής αλλαγής, και να συμβάλει στην επιστημονική συζήτηση γύρω από τα θέματα αυτά, αφετέρου να διερευνηθούν τα είδη των εννοιολογικών αλλαγών που λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και της μάθησης και να εξεταστεί το ερώτημα εάν και πώς η εννοιολογική αλλαγή συνοδεύεται από επανακατηγοριοποιήσεις εννοιών.

Η πρώτη σειρά πειραμάτων, που καταγράφονται στο πρώτο μέρος των πειραματικών εργασιών, απαντά στα μεθοδολογικά ζητήματα προκειμένου να εντοπιστεί η καταλληλότερη μεθοδολογία που θα μας κατευθύνει για την πιο πλήρη και έγκυρη διερεύνηση της γνωστικής ανάπτυξης των παιδιών. Δύο βασικές υποθέσεις κατηύθυναν τις πειραματικές μας μελέτες. Πρώτον, περιμέναμε επαλήθευση των αποτελεσμάτων και επιβεβαίωση του θεωρητικού πλαισίου της Βοσνιάδου και των συνεργατών της (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994, Vosniadou et al., 1996, Diakidoy et al., 1997). Δεύτερον, περιμέναμε ότι η χρήση ενός κλειστού ερωτηματολογίου και η παρουσία εξωτερικών αναπαραστάσεων ή πολιτισμικών εργαλείων θα διευκόλυνε τους μαθητές να δώσουν επιστημονικές απαντήσεις, αλλά σε πολλές περιπτώσεις θα τους οδηγούσε σε ασυνέπεια. Ενώ δηλαδή αρχικά θα έδιναν απαντήσεις συνεπείς προς ένα νοητικό μοντέλο Γης, στη συνέχεια θα έδιναν απαντήσεις συνεπείς προς κάποιο άλλο νοητικό μοντέλο.

Πιο αναλυτικά, και στις δύο πειραματικές εργασίες είδαμε πώς όταν ρωτούσαμε τα παιδιά με βάση το ανοικτό ερωτηματολόγιο και όταν δεν είχαν μπροστά τους εξωτερικές αναπαραστάσεις, φαινόταν ότι είχαν σημαντικές δυσκολίες να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες για το σχήμα της Γης (αλλά και την

εναλλαγή μέρας/νύχτας). Στο πρώτο πείραμα, ο μέσος όρος των επιδόσεων των μαθητών που ρωτήθηκαν με βάση το ανοικτό ερωτηματολόγιο ήταν 13 για τους μαθητές της Α' τάξης και 18 για τους μαθητές της Γ' τάξης. Και στις δύο περιπτώσεις όμως είναι πολύ χαμηλός αν αναλογιστούμε ότι η καλύτερη επίδοση θα μπορούσε να είναι 42 (βλ. Γράφημα 1.1). Φαίνεται ότι οι μαθητές και από τις δύο τάξεις είχαν αρκετές δυσκολίες να δώσουν τις επιστημονικές απαντήσεις για το σχήμα της Γης και την εναλλαγή μέρας/νύχτας, γεγονός που επιβεβαιώνει τα ευρήματα των Vosniadou και Brewer από τις δικές τους έρευνες (1992, 1994), όπου βρέθηκε ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν σημαντικές δυσκολίες κατανόησης των επιστημονικών ιδεών που εμπίπτουν στο χώρο της Παρατηρησιακής Αστρονομίας.

Εδώ όμως πρέπει να σημειωθεί πως και τα παιδιά που ρωτήθηκαν με το κλειστό ερωτηματολόγιο έδωσαν απαντήσεις που και αυτές αναδεικνύουν τις δυσκολίες των μαθητών να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες για το σχήμα της Γης και για τον μηχανισμό εναλλαγής μέρας/νύχτας. Παρόλο που στο κλειστό ερωτηματολόγιο τα παιδιά είχαν να διαλέξουν από δύο εναλλακτικές απαντήσεις τη σωστή (γεγονός που έκανε αυτό το έργο πολύ πιο εύκολο από το ανοικτό ερωτηματολόγιο), και οι μέσοι όροι των επιδόσεων των μαθητών ήταν υψηλότεροι από αυτούς των παιδιών που απάντησαν με το ανοικτό ερωτηματολόγιο, οι επιδόσεις και σε αυτή την περίπτωση δεν πλησίασαν το βέλτιστο δυνατό σημείο. Ο μέσος όρος επίδοσης των παιδιών της Α' τάξης ήταν 15 στα 42 ενώ της Γ' τάξης ήταν 21 στα 42 (βλ. Γράφημα 1.1). Το συγκεκριμένο εύρημα κλονίζει τις απόψεις του Siegal και των συνεργατών του (Siegal et al., 2004· Nobes et al., 2003) ότι με τη χρήση των κατάλληλων μεθόδων (στην προκειμένη περίπτωση του κλειστού ερωτηματολογίου) θα μπορούσε να φανεί ότι τα παιδιά δεν αντιμετωπίζουν καμία δυσκολία να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες για τη Γη και ότι τα ευρήματα των Vosniadou

και Brewer (1992, 1994) είναι τυχαία και οφείλονται στη χρήση λανθασμένων μεθόδων που υποτιμούν τις γνώσεις των παιδιών.

Τα αποτελέσματα των ερευνών των Vosniadou και Brewer (1992, 1994) επιβεβαιώνονται και από το γεγονός ότι η πλειονότητα των παιδιών δεν έδωσε απαντήσεις συνεπείς προς το επιστημονικό μοντέλο Γης (βλ. Πίνακα 1.2). Στην περίπτωση του ανοικτού ερωτηματολογίου κανένα παιδί της Α' τάξης δεν έδωσε απαντήσεις συνεπείς προς το επιστημονικό μοντέλο της σφαιρικής Γης, ενώ από τα παιδιά της Γ' τάξης το 63% των παιδιών δεν εντάχθηκαν στην κατηγορία του σφαιρικού μοντέλου. Ανάλογα αποτελέσματα βρήκαμε και στην περίπτωση του κλειστού ερωτηματολογίου, όπου μόνον το 15% των μαθητών της Α' τάξης έδωσαν απαντήσεις συνεπείς προς το επιστημονικό μοντέλο. Τα υπόλοιπα παιδιά της Α' τάξης εντάχθηκαν είτε στην κατηγορία των μικτών μοντέλων (42%), πράγμα που σημαίνει πως αυτά τα παιδιά αντιμετώπισαν αρκετές δυσκολίες στην κατανόηση του σφαιρικού μοντέλου Γης, είτε στο μοντέλο της σφαίρας χωρίς βαρύτητα (44%), που σημαίνει πως ακόμα και αν αυτά τα παιδιά έχουν μάθει ότι η Γη είναι σφαιρική δεν έχουν κατανοήσει τη λειτουργία της βαρύτητας, γεγονός που τους δημιουργεί σημαντικές δυσκολίες. Από τα παιδιά που ρωτήθηκαν με το κλειστό ερωτηματολόγιο, μόνο το 70% των παιδιών της Γ' τάξης έδωσαν επιστημονικά συνεπείς απαντήσεις, πιθανότατα γιατί αυτά τα παιδιά είχαν εκτεθεί στην επιστημονική πληροφορία σε μεγαλύτερο βαθμό από τα παιδιά της Α' τάξης και εκμεταλλεύτηκαν και τα πλεονεκτήματα του κλειστού ερωτηματολογίου, όπου είχαν απλώς να αναγνωρίσουν (και όχι να ανακαλέσουν) την επιστημονική απάντηση.

Αντίστοιχα αποτελέσματα έχουμε και από το δεύτερο μεθοδολογικό πείραμα. Πριν τη χρήση των εξωτερικών αναπαραστάσεων, από τα παιδιά που μετά χρησιμοποίησαν την υδρόγειο μόνο το 15% των παιδιών της Α' τάξης και το 27%

των παιδιών της Γ' τάξης και από τα παιδιά που μετά χρησιμοποίησαν τον χάρτη μόνο το 25% των παιδιών της Α' τάξης και το 36% των παιδιών της Γ' τάξης έδωσαν απαντήσεις συνεπείς προς το επιστημονικό μοντέλο Γης (βλ. Πίνακες 2.2 & 2.3). Το αποτέλεσμα αυτό αναδεικνύει τις δυσκολίες των παιδιών να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες για το σχήμα της Γης. Οι δυσκολίες αυτές των παιδιών όμως εξακολουθούν να υπάρχουν και μετά τη χρήση των εξωτερικών μοντέλων. Στην περίπτωση του χάρτη τα ποσοστά στον μετά-έλεγχο παραμένουν ως αναμένετο τα ίδια με αυτά του προ-ελέγχου. Στην περίπτωση της υδρογείου, παρόλο που τα ποσοστά αυξάνονται, εξακολουθεί το 75% των παιδιών της Α' τάξης και το 50% των παιδιών της Γ' τάξης να μην δίνει απαντήσεις συνεπείς προς το επιστημονικό μοντέλο Γης, γεγονός που επιβεβαιώνει και πάλι τις δυσκολίες των μαθητών να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες για το σχήμα της Γης. Ανεξαρτήτως λοιπόν, της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε, τα αποτελέσματα των ερευνών έδειξαν ότι τα παιδιά αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση των επιστημονικών πληροφοριών για το σχήμα της Γης και την εναλλαγή μέρας/νύχτας (Brewer, υπό δημοσίευση).

Παρά τις δυσκολίες που όλα τα παιδιά φαίνεται ότι είχαν ανεξαρτήτως των μεθοδολογικών συνθηκών, το κλειστό ερωτηματολόγιο σε συνδυασμό με τη χρήση των εξωτερικών μοντέλων προκάλεσε αύξηση του αριθμού των επιστημονικών απαντήσεων, γιατί πρόκειται για ένα έργο αναγνώρισης και όχι ανάκλησης και παραγωγικής χρήσης πληροφοριών (Brewer, υπό δημοσίευση). Τα παιδιά, ιδιαιτέρως εκείνα που είχαν διδαχθεί ήδη τις επιστημονικές ιδέες για τη Γη μπορούσαν εύκολα να αναγνωρίσουν τις σωστές απαντήσεις ανάμεσα σε δύο εναλλακτικές. Αντίθετα, τα παιδιά που ρωτήθηκαν με βάση το ανοικτό ερωτηματολόγιο ακόμα και αν είχαν διδαχθεί τις επιστημονικές ιδέες έπρεπε να κάνουν παραγωγική χρήση αυτών των ιδεών και όχι απλά να τις αναγνωρίσουν και να τις επαναλάβουν. Έτσι το κλειστό

ερωτηματολόγιο αύξησε τον αριθμό των επιστημονικών απαντήσεων, επιβεβαιώνοντας την αρχική μας υπόθεση. Συμπεραίνουμε λοιπόν από τα αποτελέσματα ότι τα παιδιά μπορούν να αναγνωρίσουν τις επιστημονικά ορθές απαντήσεις, όταν τους δίνονται ξεκάθαρα είτε μέσω ενός κλειστού ερωτηματολογίου είτε μέσω μιας εξωτερικής αναπαράστασης όπως είναι η υδρόγειος που τους υπαγορεύει κατά κάποιο τρόπο ποια απάντηση πρέπει να δοθεί προκειμένου να είναι συνεπής προς την εξωτερική αναπαράσταση που έχουν τα παιδιά μπροστά τους. Έχουν όμως πρόβλημα όταν πρέπει να αναπαράγουν τις απαντήσεις από μόνα τους, γεγονός που συμφωνεί με ευρήματα ερευνών στην εκπαιδευτική ψυχολογία (Bransford et al., 1989, 1999).

Παρά την αύξηση του αριθμού των επιστημονικά αποδεκτών απαντήσεων, υπήρχαν και ερωτήσεις στις οποίες δεν απάντησαν σωστά πολλά από τα παιδιά. Πρόκειται κυρίως για τις ερωτήσεις, στις οποίες οι απαντήσεις δεν απέρρεαν ξεκάθαρα από το εξωτερικό μοντέλο που είχαν τα παιδιά μπροστά τους. Σε αυτές τις περιπτώσεις τα παιδιά αναγκάζονταν να ανατρέξουν στις προηγούμενες γνώσεις τους για να απαντήσουν. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι απαντήσεις των μαθητών αναδείκνυαν και πάλι τις δυσκολίες των μαθητών να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες για τη Γη και την απόδοση των περιορισμών των φυσικών αντικειμένων στη Γη (επιπεδότητα, λειτουργία βαρύτητας από πάνω προς τα κάτω, σταθερότητα της Γης, κ.τ.λ.).

Οι περιορισμοί των φυσικών αντικειμένων διαφαίνονται και από τα μοντέλα που κατασκευάζουν τα παιδιά, όταν ερωτώνται με ένα ανοικτού τύπου ερωτηματολόγιο και όταν δεν χρησιμοποιούν τα εξωτερικά μοντέλα, επιβεβαιώνοντας έτσι τα ευρήματα των αρχικών ερευνών (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994). Τα μοντέλα αυτά στις περισσότερες περιπτώσεις αναδεικνύουν τις

προσπάθειες των παιδιών να συνδυάσουν τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους, προερχόμενες από την εμπειρία τους με τις επιστημονικές πληροφορίες που λαμβάνουν από τους ενήλικους. Τα συνθετικά αυτά μοντέλα συνδυάζουν την πληροφορία της στρογγυλής Γης με τις πεποιθήσεις που προέρχονται από τα φυσικά αντικείμενα, που εφαρμόζονται στην περίπτωση της Γης (π.χ. οι άνθρωποι ζουν σε επίπεδα τμήματα, οι άνθρωποι δε ζουν στο κάτω μέρος της Γης γιατί ό,τι δεν στηρίζεται από κάπου πέφτει, κ.λ.π.).

Στην περίπτωση του ανοικτού ερωτηματολογίου τα παιδιά κατασκεύασαν συνεπή νοητικά μοντέλα Γης, διαφορετικά από το επιστημονικό προκειμένου να απαντήσουν στις ερωτήσεις που τους θέταμε. Οι απαντήσεις των παιδιών στις περισσότερες περιπτώσεις ικανοποιούσαν τα κριτήρια προκειμένου να ενταχθούν σε κάποιο μοντέλο Γης. Αυτό όμως δεν έγινε στην περίπτωση του κλειστού ερωτηματολογίου. Η επιλογή της απάντησης από δύο εναλλακτικές μόνο, σε πολλές περιπτώσεις περιόριζε τα παιδιά. Πέραν αυτού, ακόμη και αν υπήρχε η πιθανότητα εντοπισμού εσωτερικής συνέπειας, έστω και με τις δύο εναλλακτικές απαντήσεις, από τη στιγμή που απομακρύνουμε από το παιδί το μοντέλο Γης που είχε επιλέξει και του παρουσιάζαμε το σφαιρικό μοντέλο, ήταν αναμενόμενο αυτομάτως να χαθεί η εσωτερική συνέπεια. Γι' αυτό στην περίπτωση του κλειστού ερωτηματολογίου το μόνο συνεπές εναλλακτικό μοντέλο που κατασκεύασαν τα παιδιά ήταν αυτό της σφαίρας χωρίς βαρύτητα. Τα υπόλοιπα παιδιά έδωσαν απαντήσεις που δεν παρουσίαζαν εσωτερική συνέπεια και εντάχθηκαν στα μικτά μοντέλα.

Αντίστοιχο αποτέλεσμα είχαμε και στο δεύτερο πείραμα. Τα συνεπή μοντέλα που κατασκεύασαν τα παιδιά όταν ρωτήθηκαν χωρίς τα εξωτερικά μοντέλα, δεν βρέθηκαν με την παρουσία των εξωτερικών μοντέλων. Προφανώς όταν τα παιδιά έχουν μπροστά τους το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο Γης βασίζονται τις απαντήσεις

τους σε αυτό, δεδομένου ότι δεν χρειάζεται να κατασκευάσουν τις δικές τους αναπαραστάσεις.

Φαίνεται πώς όταν οι απαντήσεις μπορούν να αντληθούν από τη διατύπωση των ερωτήσεων ή από το μοντέλο που τους παρουσιάζεται, οι απαντήσεις τους είναι συνεπείς (κατά βάση με το επιστημονικό μοντέλο). Όταν όμως οι απαντήσεις δεν απορρέουν ξεκάθαρα, είτε από το ερωτηματολόγιο είτε από το μοντέλο, τότε τα παιδιά αναγκάζονται να ανατρέξουν στις προηγούμενες γνώσεις τους προκειμένου να απαντήσουν. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το κλειστό ερωτηματολόγιο σε συνδυασμό με τα εξωτερικά μοντέλα να μην ευνοούν την κατασκευή συνεπών νοητικών μοντέλων και να καταστρέφουν την εσωτερική συνέπεια των απαντήσεων.

Από τα αποτελέσματα των μεθοδολογικών πειραμάτων φαίνεται να απαντώνται κάποια από τα ερωτήματα που έχουν προκύψει στο χώρο της γνωστικής ανάπτυξης (βλ. Brewer, υπό δημοσίευση). Στις μελέτες που έχουν ως στόχο τη διερεύνηση των γνώσεων των παιδιών και του κατά πόσο τα παιδιά μπορούν να κάνουν παραγωγική χρήση των γνώσεών τους, και όχι να αναγνωρίσουν απλώς τις επιστημονικές πληροφορίες που κάποια στιγμή έχουν διδαχθεί, πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη δύο παράγοντες: το κοινωνικο-πολιτισμικό πλαίσιο αλλά και τους γνωστικούς περιορισμούς που εμπλέκονται στη μάθηση.

Σύμφωνα με τους εκπροσώπους της κοινωνικο-πολιτισμικής προσέγγισης δεν υπάρχουν γνωστικοί περιορισμοί που εμποδίζουν τη μάθηση, δεδομένου ότι όπως ισχυρίζονται με τη χρήση εξωτερικών αναπαραστάσεων τα παιδιά δεν είχαν δυσκολίες να δώσουν τις απαντήσεις που συμφωνούν με τις επιστημονικές εξηγήσεις (Saljo, 1996· Ivarson et al., 2001, Schoultz et al., 2002). Αν όμως δεν υπήρχαν πράγματι γνωστικοί περιορισμοί, τότε δεν θα έπρεπε να υπάρχουν δυσκολίες στην μάθηση των φυσικών επιστημών. Όπως φάνηκε όμως από τα πειράματά μας,

ανεξάρτητα από τη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε τα παιδιά είχαν δυσκολίες να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες, γεγονός που διακρίνεται από τις απαντήσεις τους.

Φαίνεται λοιπόν πως οι διαφορετικές μεθοδολογίες επιτρέπουν να διερευνήσουμε διαφορετικά ερωτήματα (Brewer, υπό δημοσίευση). Η χρήση ενός κλειστού ερωτηματολογίου σε συνδυασμό με την παρουσίαση εξωτερικών μοντέλων είναι ένα καλό μέσο για να εξετάσουμε τι θυμούνται τα παιδιά από αυτά που έχουν διδαχθεί στο σχολείο ή τι έχουν αποκομίσει από την εμπειρία τους. Αν ο στόχος όμως είναι να δούμε αν έχουν κατανοήσει πλήρως το επιστημονικό μοντέλο, το κλειστό ερωτηματολόγιο δε θα μπορούσε να θεωρηθεί το ιδανικό μέσο για να ικανοποιήσει αυτό το σκοπό. Αντιθέτως, ένα ανοικτό ερωτηματολόγιο και η κατασκευή μοντέλων από τα ίδια τα παιδιά, σε συνδυασμό με τη χρήση παραγωγικών ερωτήσεων είναι πιο αποτελεσματικός τρόπος για να διερευνηθούν οι γνώσεις και οι ιδέες των παιδιών.

Συνεπώς, αν στόχος μας είναι η εκτίμηση των γνώσεων των παιδιών, πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας τις απαντήσεις τους τόσο όταν υπάρχουν εξωτερικές αναπαραστάσεις όσο και σε καταστάσεις που δεν δίνονται μοντέλα, εκτιμώντας ότι η μάθηση δεν είναι μια διαδικασία άμεσης αφομοίωσης των επιστημονικών πληροφοριών που έρχονται από το κοινωνιο-πολιτισμικό πλαίσιο. Πρόκειται για μια κατασκευαστική διαδικασία ερμηνείας των πληροφοριών (Vosniadou, 2007b). Κατά τη διαδικασία αυτή οι νέες πληροφορίες ενσωματώνονται στις προϋπάρχουσες γνώσεις, ερμηνεύονται με βάση αυτές και εναρμονίζονται με αυτές κάτι που πολλές φορές μπορεί να οδηγήσει σε παρανοήσεις.

Επιπλέον, τα αποτελέσματα των μεθοδολογικών πειραμάτων συνέβαλαν στην ενίσχυση της υπόθεσης ότι το γνωστικό σύστημα είναι κατανεμημένο και ότι οι γνωστικές λειτουργίες είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στις

εξωτερικές και τις εσωτερικές αναπαραστάσεις, (Vosniadou, 2007b· Nersessian, υπό δημοσίευση). Ένα πρόβλημα για να επιλυθεί πολλές φορές απαιτεί τη χρήση τόσο εσωτερικών όσο και εξωτερικών αναπαραστάσεων. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει η Nersessian (υπό δημοσίευση) το χρώμα του πίνακα (είτε είναι άσπρος είτε είναι μαύρος) δεν παίζει καθοριστικό ρόλο στην επίλυση ενός προβλήματος φυσικής. Ούτε αν το πρόβλημα θα επιλυθεί σε μία κόλλα χαρτί θα έχει κάποια διαφορά. Η επίλυση όμως του ίδιου προβλήματος στον υπολογιστή μπορεί να είναι ξεχωριστή περίπτωση, δεδομένου ότι ο υπολογιστής μπορεί να παρέχει επιπλέον πληροφορίες που μπορούν να επηρεάσουν το αποτέλεσμα. Οι εξωτερικές αναπαραστάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν γνωστικά εργαλεία τα οποία μπορούμε να τα χειριστούμε διευκολύνοντας έτσι τις γνωστικές λειτουργίες που συντελούνται για την επίλυση προβλημάτων και για την διατύπωση συλλογισμών (Zhang, 1997).

Τα αποτελέσματά μας εφαρμόζονται στα πλαίσια της θεωρίας που υποθέτει ότι τα παιδιά σκέφτονται και κατασκευάζουν δικές τους εσωτερικές αναπαραστάσεις και που δίνει έμφαση στις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών και στις εσωτερικές τους αναπαραστάσεις. Η κοινωνιο-πολιτισμική προσέγγιση που δεν λαμβάνει υπόψη τις εσωτερικές αναπαραστάσεις φαίνεται να μη δίνει έμφαση στις δυσκολίες των μαθητών να κατανοήσουν τις επιστημονικές έννοιες, οι οποίες όμως φαίνεται ότι επηρεάζουν άμεσα τις νοητικές τους αναπαραστάσεις.

Οι δυσκολίες αυτές των παιδιών να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες για τη Γη, σύμφωνα με την υπόθεση των Vosniadou και Brewer (1992, 1994), φαίνεται να πηγάζουν από το ότι κατηγοριοποιούν τη Γη με τα φυσικά και όχι με τα ουράνια σώματα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να της αποδίδουν τα χαρακτηριστικά των φυσικών σωμάτων. Τα χαρακτηριστικά αυτά λειτουργούν ως περιορισμοί στην απόδοση των επιστημονικών εξηγήσεων για τη Γη, εμποδίζοντας έτσι τη διαδικασία

της μάθησης. Η υπόθεση αυτή διερευνήθηκε πειραματικά στη δεύτερη σειρά πειραμάτων.

Τα πειράματα που παρουσιάζονται στο δεύτερο μέρος της διατριβής προσπαθούν να διερευνήσουν την υπόθεση ότι αναπτυξιακά η έννοια της Γης επανακατηγοριοποιείται από ένα φυσικό σε ένα ουράνιο σώμα και να εξετάσει τη σχέση ανάμεσα στη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής και στις διαδικασίες της επανακατηγοριοποίησης των εννοιών. Περιμέναμε ότι τα μικρότερα παιδιά θα κατηγοριοποιούσαν τη Γη με τα φυσικά σώματα, ενώ τα μεγαλύτερα θα την κατηγοριοποιούσαν με τα ουράνια. Επιπλέον, περιμέναμε ότι τα παιδιά που θα κατηγοριοποιούσαν τη Γη με τα φυσικά σώματα θα παρουσίαζαν περισσότερες δυσκολίες στην κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης σε αντίθεση με τα παιδιά που θα κατηγοριοποιούσαν τη Γη με τα ουράνια σώματα, τα οποία θα είχαν λιγότερες δυσκολίες. Επιπλέον, υποθέσαμε ότι η παροχή της πληροφορίας πως η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα θα βοηθούσε τα παιδιά να κατανοήσουν πιο εύκολα τις επιστημονικές πληροφορίες για τη Γη και, κατ' επέκταση, θα διευκόλυνε τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής.

Από τα αποτελέσματα του τρίτου πειράματος επιβεβαιώθηκε πειραματικά η υπόθεση των Βοσνιάδου και Brewer (1992, 1994) ότι τα παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν το σφαιρικό σχήμα της Γης γιατί κατηγοριοποιούν τη Γη σαν φυσικό αντικείμενο και της αποδίδουν τις ιδιότητες και τους περιορισμούς των φυσικών αντικειμένων, δεδομένου ότι βρέθηκε ισχυρός βαθμός συσχέτισης ανάμεσα στον τρόπο που κατηγοριοποιούν τα παιδιά τη Γη και στις ιδέες τους για το σχήμα της Γης.

Πιο συγκεκριμένα, αρχικά τα παιδιά κάνουν το διαχωρισμό ανάμεσα σε ουράνια και φυσικά σώματα και κατηγοριοποιούν τη Γη με βάση την αρχή ότι η Γη είναι ένα φυσικό σώμα. Το εύρημα αυτό υποστηρίζεται και από τις προσεγγίσεις

άλλων ερευνητών σύμφωνα με τους οποίους όταν μία έννοια εντάσσεται σε μία κατηγορία αυτό σημαίνει ότι της κληροδοτούνται τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των μελών της κατηγορίας (Spelke, 1991, Carey, 1985). Έτσι στην περίπτωση της Γης, εφόσον κατηγοριοποιηθεί με τα φυσικά σώματα, της αποδίδονται και τα χαρακτηριστικά των φυσικών σωμάτων. Συνεπώς τα συμπεράσματα που βγαίνουν και οι προβλέψεις που γίνονται για τη Γη καθορίζονται από τους νόμους που διέπουν τα φυσικά σώματα. Εφόσον αυτό που παρατηρείται είναι ότι τα αντικείμενα που δεν στηρίζονται πέφτουν προς τα κάτω ο ίδιος νόμος θα πρέπει να ισχύσει και για τη Γη, άρα αυτομάτως είναι δύσκολο να γίνει κατανοητό πώς μπορεί να κατοικηθεί όλη η επιφάνεια μίας σφαιρικής Γης. Σε αυτή τη φάση, όπου η Γη κατηγοριοποιείται με τα φυσικά σώματα και της αποδίδονται οι ιδιότητες των φυσικών σωμάτων, η κατανόηση των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της Γης είναι δύσκολη, γιατί οι ιδιότητες των φυσικών σωμάτων δρουν περιοριστικά στην περίπτωση της Γης.

Στην πορεία, καθώς τα παιδιά έρχονται σε επαφή με τις επιστημονικές ιδέες για τη Γη και για τα ουράνια σώματα, καταλαβαίνουν ότι η Γη ανήκει στην κατηγορία των ουράνιων σωμάτων. Γίνεται λοιπόν μια επανακατηγοριοποίηση της Γης από ένα φυσικό σώμα σε ένα ουράνιο σώμα. Σε αυτή τη φάση, εφόσον τα παιδιά δεν αποδίδουν τις ιδιότητες των φυσικών σωμάτων στη Γη, αίρονται οι περιορισμοί αυτοί και έτσι είναι πιο εύκολο να γίνουν κατανοητές οι επιστημονικές ιδέες για το σχήμα της Γης. Η έννοια της Γης έχει τώρα ενταχθεί σε άλλο πλαίσιο, αυτό του ευρύτερου σύμπαντος, όπου ισχύουν άλλοι νόμοι, η Γη νοείται σαν ουράνιο σώμα που έχει άλλες ιδιότητες από αυτές των φυσικών σωμάτων, οι οποίες βέβαια δεν εμποδίζουν την κατανόηση των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της Γης.

Τα πειραματικά μας ευρήματα συμβάλλουν στη θεωρία περί εννοιολογικής αλλαγής δεδομένου ότι αυτό που είχε διατυπωθεί σαν υπόθεση και από άλλους

ερευνητές που θεωρούν ότι η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής απαιτεί οντολογικές αλλαγές (Carey, 1991, Inagaki & Hatano, 2002), επιβεβαιώθηκε και πειραματικά. Ο στατιστικά σημαντικός βαθμός συσχέτισης ανάμεσα στα δύο έργα, την κατηγοριοποίηση της έννοιας της Γης και τις ιδέες για το σχήμα της Γης, ενισχύει τον ισχυρισμό ότι η κατηγοριοποίηση της έννοιας της Γης είναι άμεσα συσχετιζόμενη με την κατανόηση των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της Γης, γιατί η κατηγοριοποίηση περικλείει ένα σημαντικό αριθμό άδηλων πεποιθήσεων που κατευθύνει τον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο γύρω μας και τις θεωρίες που διαμορφώνουμε για αυτόν.

Οι επόμενες δύο έρευνές μας διερεύνησαν την αιτιακή σχέση που υπάρχει μεταξύ της επανακατηγοριοποίησης της έννοιας της Γης και την κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης. Πιο συγκεκριμένα διερευνήσαμε την επίδραση που θα είχε η παροχή της πληροφορίας ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα στην κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης από τα παιδιά. Φαίνεται πώς η επανακατηγοριοποίηση της έννοιας είναι αναγκαία προϋπόθεση της κατανόησης των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της Γης, γιατί η πληροφορία για την κατηγορία στην οποία ανήκει η Γη εμπερικλείει έναν αριθμό άδηλων πεποιθήσεων οι οποίες κατευθύνουν τη διαδικασία της μάθησης.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη συγκεκριμένη έρευνα επιβεβαίωσαν το θεωρητικό μας πλαίσιο για τη σχέση της εννοιολογικής αλλαγής και τη διαδικασία των κατηγοριοποιήσεων. Θεωρούμε ότι τα παιδιά από πολλή νεαρή ηλικία διαφοροποιούν τα έμψυχα όντα από τα άψυχα και διαμορφώνουν μία αφελή θεωρία φυσικής. Οι θεωρίες αυτές αφορούν στις κατηγορίες εννοιών και κατ'επέκταση στα μέλη των κατηγοριών. Οι έννοιες εντάσσονται αυτόματα σε κατηγορίες με βάση τις γνώσεις που διαθέτουμε για αυτά (Murphy & Medin, 1985· Carey, 1985). Στην

πορεία και αν το θεωρητικό-επεξηγηματικό πλαίσιο εμπλουτιστεί, αλλάξει, αναδομηθεί, αυτομάτως επηρεάζεται και ο τρόπος κατηγοριοποίησης των εννοιών.

Η προβλεπόμενη αλλαγή θεωρίας είναι συνεπής προς τους ισχυρισμούς της Βοσνιάδου και των συνεργατών της (Vosniadou & Brewer, 1992· Vosniadou, 1994) ότι πιθανόν οι δυσκολίες των παιδιών να κατανοήσουν τις επιστημονικές εξηγήσεις για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα να οφείλονται στην τάση των παιδιών να κατηγοριοποιούν τη Γη με τα φυσικά σώματα και κατ' επέκταση να της προσδίδουν τις ιδιότητες των φυσικών σωμάτων. Οι περιορισμοί των φυσικών αντικειμένων, όπως η στερεότητα, η σταθερότητα, η οργάνωση του χώρου σε πάνω/κάτω, η βαρύτητα από πάνω προς τα κάτω, κ.τ.λ. μπορούν να σταθούν εμπόδιο στην κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης.

Επιπλέον, τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας υποστηρίζουν και την υπόθεση ότι η επανακατηγοριοποίηση της έννοιας της Γης ίσως είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την πλήρη κατανόηση των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της Γης. Μοιάζει να είναι απαραίτητο να κατανοήσουν τα παιδιά ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των ουράνιων σωμάτων και ότι μαζί με αυτά πρέπει να κατηγοριοποιείται για να μπορέσει να κατανοήσει και ότι η Γη είναι μια σφαίρα που βρίσκεται στο διάστημα χωρίς την ανάγκη υποστήριξης, που περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της και περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο. Συνεπώς, όταν τα παιδιά σχηματίσουν την κατηγορία των ουράνιων σωμάτων, κατανοήσουν τα χαρακτηριστικά τους και εντάξουν και τη Γη σε αυτή την κατηγορία θα μπορέσουν να αντιληφθούν ότι οι νόμοι που ισχύουν για τη Γη είναι αυτοί των ουράνιων σωμάτων και όχι αυτοί των φυσικών.

Η συγκεκριμένη υπόθεση επιβεβαιώθηκε από τα δύο τελευταία πειράματα που διερεύνησαν την επίδραση της πληροφορίας ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα

στη γενικότερη αντίληψη των μαθητών για το σχήμα της Γης. Τα αποτελέσματα και από τα δύο πειράματα επιβεβαίωσαν την υπόθεση ότι η κατηγοριοποίηση της Γης ως ουράνιο σώμα είναι προαπαιτούμενο της κατανόησης των επιστημονικών εννοιών για τη Γη. Και στα δύο αυτά πειράματα, το κείμενο που παρείχε την πληροφορία ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα βελτίωσε σε σημαντικότερο βαθμό τις απαντήσεις των μαθητών στον μετά-έλεγχο συγκριτικά με τα υπόλοιπα κείμενα (βλ. Γραφήματα 4.1 & 5.2). Και ήταν πρωτίστως το είδος της πληροφορίας (πληροφορία κατηγοριοποίησης ή όχι) και όχι τόσο η δομή του κειμένου (ανατρεπτικό κείμενο ή μη) που επέφερε τη σημαντικότερη βελτίωση στις επιδόσεις των μαθητών, δεδομένου ότι το ανατρεπτικό κείμενο βελτίωνε στατιστικά σημαντικότερα τις επιδόσεις των μαθητών μόνο αν εμπεριείχε και την πληροφορία για την κατηγοριοποίηση της Γης ως ουράνιο σώμα (βλ. Γραφήματα 5.3 & 5.4) . Φαίνεται λοιπόν πως η πληροφορία κατηγοριοποίησης μπορεί να είναι αρκετά αποτελεσματική για τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής, δεδομένου ότι εμπεριέχει σημαντικό αριθμό άδηλων πεποιθήσεων που κατευθύνουν τη διαδικασία της μάθησης.

Πρέπει να σημειωθεί το ενδιαφέρον εύρημα της παρούσας διατριβής που εντοπίζεται στην ισχυρή συσχέτιση που φαίνεται να υπάρχει ανάμεσα στη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής και των διαδικασιών που εμπλέκονται στις κατηγοριοποιήσεις των εννοιών. Θα μπορούσαμε να πούμε πως ανοίγονται νέοι ορίζοντες αντιμετώπισης αυτής της σχέσης, οι οποίοι θα μπορούσαν να ληφθούν υπόψη στις εφαρμογές για τη διάγνωση των παρανοήσεων των παιδιών στο χώρο των φυσικών επιστημών, αλλά και για την εκπαίδευση γενικότερα. Δεδομένου ότι φάνηκε πως η επανακατηγοριοποίηση της Γης ως ουράνιου σώματος είναι προαπαιτούμενη της κατανόησης του σφαιρικού σχήματος της Γης, φαίνεται ότι η διδασκαλία της κατηγοριοποίησης μπορεί να διευκολύνει την εκπαίδευση. Αν τα παιδιά κατανοήσουν

ότι η Γη είναι ένα ουράνιο σώμα με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των ουράνιων σωμάτων τότε μπορούν να σχηματίσουν μια νέα θεωρία για τη Γη η οποία δεν θα περιορίζεται από τις προϋποθέσεις των φυσικών αντικειμένων.

Κατά αναλογία με τις αλλαγές στην ιστορία της επιστήμης, για να μπορέσουμε να οδηγηθούμε σε αλλαγή θεωρίας πρέπει να αλλάξει η κατηγοριοποίηση της έννοιας που μας ενδιαφέρει. Η Γη δεν μπορεί να ιδωθεί ως πλανήτης όταν η έννοια πλανήτης ορίζεται ως το ουράνιο σώμα που περιστρέφεται γύρω από τη Γη (Lakatos, 1976). Στην ιστορία της επιστήμης η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής εμπεριέχει την διαδικασία της επανερμηνείας κάποιων εννοιών (βλ. Baltas, 2007). Κάτι ανάλογο φαίνεται πως πρέπει να συμβεί και στην περίπτωση των παιδιών. Για να επέλθει η μάθηση και τα παιδιά να μπορέσουν να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες που αφορούν στην έννοια της Γης, πρέπει να επαναπροσδιοριστεί η ίδια η έννοια της Γης, γεγονός που συνδέεται άμεσα με την επανακατηγοριοποίηση της έννοιας της Γης.

Αυτό που είναι κοινός τόπος και προκύπτει από όλες τις έρευνες που αναφέρονται σε αυτή τη διατριβή είναι ότι τα παιδιά όταν πάνε στο σχολείο, όπου έρχονται σε επαφή με τις επιστημονικές θεωρίες, έχουν ήδη αποκτήσει γνώσεις που πηγάζουν από τις εμπειρίες τους και τις πολιτισμικές πληροφορίες και έχουν ήδη διαμορφώσει μία θεωρία για τον κόσμο που τα περιβάλλει. Η θεωρία αυτή δεν αμφισβητείται και δεν αλλάζει εύκολα, γιατί κανένα παιδί δεν μπορεί να αμφισβητήσει τα εμπειρικά του δεδομένα.

Έχοντας αυτό σαν δεδομένο, τα παιδιά στο άκουσμα των επιστημονικών πληροφοριών και αποφεύγοντας την απόρριψη αυτών που τους λένε οι ενήλικες προσπαθούν να προσθέσουν τις νέες πληροφορίες στα ήδη υπάρχοντα γνωστικά σχήματα. Όμως η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής δεν μπορεί να βασίζεται

αποκλειστικά σε μηχανισμούς εμπλουτισμού των προηγούμενων γνώσεων, γιατί δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις όπου οι νέες πληροφορίες έρχονται σε σύγκρουση με τη δομή των υπάρχοντων γνωστικών σχημάτων, με αποτέλεσμα η απλή προσθήκη των πληροφοριών να οδηγήσει σε παρανοήσεις ή στην κατασκευή συνθετικών μοντέλων, όπως είδαμε χαρακτηριστικά από όλες τις έρευνες που αφορούσαν στις γνώσεις των παιδιών για το σχήμα της Γης. Στόχος εδώ είναι η αλλαγή των προηγούμενων γνώσεων που θα οδηγήσει άμεσα στην δημιουργία νέων επεξηγηματικών δομών.

Οι διαδικασίες εμπλουτισμού θα μπορούσαν να είναι πιο άμεσα αποδοτικές αν τα παιδιά είχαν μεταγνωστική επίγνωση των γνώσεών τους, των αλλαγών που συντελούνται στις γνώσεις τους, και των διαφορών ανάμεσα στις δικές τους θεωρίες και τις επιστημονικές. Τα παιδιά όμως δεν έχουν μεταγνωστικές ικανότητες (Κυριακοπούλου & Βοσνιάδου, 2003· Vosniadou, 2003). Αρχικά, με μεγάλη δυσκολία αμφισβητούν τις ήδη υπάρχουσες γνωστικές τους δομές, γιατί αυτές βασίζονται στα εμπειρικά τους δεδομένα τα οποία δεν είναι εύκολο να αμφισβητηθούν. Ακόμα όμως και αν συντελεστούν αλλαγές στις υπάρχουσες γνωστικές τους δομές, αυτές δεν είναι ενσυνείδητες. Συνήθως στις υπάρχουσες γνωστικές δομές προστίθενται οι επιστημονικές πληροφορίες, χωρίς να αίρονται οι προηγούμενες πεποιθήσεις των παιδιών, γεγονός που οδηγεί στη δημιουργία παρανοήσεων.

Επιπλέον, θεωρούμε ότι για την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής δεν αρκεί να αντιμετωπίσουμε τις παρανοήσεις. Και πάλι η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής θα είναι αργή, δεδομένου ότι θα πρέπει να εντοπίσουμε όλες τις παρανοήσεις των παιδιών και να ανατρέψουμε την καθεμία ξεχωριστά. Αυτό επιβεβαιώθηκε και από τα αποτελέσματα των δύο τελευταίων πειραμάτων, όπου παρείχαμε στα παιδιά πληροφορίες που προσπαθούσαν να ανατρέψουν τις

παρανοήσεις τους για το σχήμα της Γης, οι οποίες πηγάζουν από την οντολογική τους πεποίθηση ότι η Γη είναι ένα φυσικό αντικείμενο. Η επίδραση αυτών των πληροφοριών δεν είχε τόσο σημαντικά αποτελέσματα βελτίωσης των επιδόσεων των μαθητών σε σύγκριση με την επίδραση της πληροφορίας για την κατηγοριοποίηση της Γης ως ουράνιο σώμα.

Ο πιο άμεσος τρόπος για την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής είναι να βρούμε την αρχή των παρανοήσεων αυτών. Όπως φαίνεται από τις έρευνες που αναφέρθηκαν στην παρούσα διατριβή οι παρανοήσεις δημιουργούνται από τις οντολογικές πεποιθήσεις των μαθητών για τις έννοιες. Η παροχή της πληροφορίας για την κατηγοριοποίηση της έννοιας της Γης δεν στοχεύει απλά στον εμπλουτισμό των υπάρχουσών γνωστικών δομών, ούτε στην αντιμετώπιση των παρανοήσεων μεμονωμένα, αλλά στην αλλαγή των οντολογικών πεποιθήσεων των παιδιών και κατ' επέκταση στην αλλαγή των επεξηγηματικών δομών που καθορίζονται από τις οντολογικές πεποιθήσεις. Η θεώρηση ότι η Γη είναι ένα φυσικό σώμα κατευθύνει τον τρόπο που σκέφτονται τα παιδιά για τη Γη και για το σχήμα της Γης. Η επανακατηγοριοποίηση της Γης από ένα φυσικό σώμα σε ένα ουράνιο σώμα είδαμε ότι αλλάζει άμεσα τον τρόπο που σκέφτονται για τη Γη και για το σχήμα της.

Ο σχεδιασμός αναλυτικών προγραμμάτων για την εκπαίδευση που θα στοχεύει στην εννοιολογική αλλαγή θα πρέπει να απαιτεί από τους διδάσκοντες να λαμβάνουν υπόψη τους τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών (Vosniadou, 1991). Η πλειονότητα των εκπαιδευτικών θεωρεί ότι τα παιδιά έχουν είτε καθόλου είτε ελάχιστες γνώσεις για τα διδασκόμενα θέματα. Επιπλέον θεωρούν ότι υπάρχει η δυνατότητα οι νέες γνώσεις να δομηθούν πάνω στις προϋπάρχουσες μέσω μηχανισμών εμπλουτισμού. Η πλειονότητα των εκπαιδευτικών αδυνατεί να αντιληφθεί ότι η προϋπάρχουσα γνώση μπορεί να σταθεί εμπόδιο στη μάθηση.

Στόχος τους θα πρέπει να είναι η κατανόηση των υπαρχουσών γνώσεων και των παρανοήσεων των μαθητών και στη συνέχεια όχι απλά ο εμπλουτισμός των επεξηγηματικών δομών, αλλά η αλλαγή τους, προκειμένου να οδηγηθούν τελικά στην κατασκευή νέων. Αυτό απαιτεί εκπαιδευτικά προγράμματα που θα έχουν ως στόχο τη δημιουργία μαθητών με μεταγνωστικές ικανότητες και αποτελεσματικές στρατηγικές μάθησης προκειμένου να οδηγηθούν σε εποικοδομητική και αποτελεσματική μάθηση (Vosniadou, 2003· Vosniadou, Ioannides, Dimitrakopoulou, & Papademetriou, 2001).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή θα μπορούσαμε να πούμε ότι συμβάλλει στη βιβλιογραφία ως προς τα ακόλουθα σημεία. Αρχικά συμπεράναμε ότι η μεθοδολογία σε τέτοιου είδους έρευνες είναι εξαιρετικά σημαντική. Με ένα ανοικτό ερωτηματολόγιο μπορούμε να διερευνήσουμε αν τα παιδιά έχουν κατανοήσει πλήρως τις επιστημονικές ιδέες και αν μπορούν να κάνουν παραγωγική χρήση αυτών των ιδεών. Το κλειστό ερωτηματολόγιο (όπως κατασκευάστηκε από τον Siegal και τους συνεργάτες του) από την άλλη μεριά μπορεί απλώς να εξετάσει αν το παιδί έχει εκτεθεί στις επιστημονικές πληροφορίες και αν μπορεί να τις αναγνωρίσει όταν του παρουσιάζονται ως εναλλακτικές απαντήσεις. Συνεπώς, οφείλουμε να επιλέξουμε την κατάλληλη μεθοδολογία προκειμένου να διερευνήσουμε αυτό που μας ενδιαφέρει.

Η δεύτερη συμβολή της παρούσας διατριβής έρχεται από τα αποτελέσματα του δεύτερου πειράματος στο οποίο εξετάσαμε την επίδραση των εξωτερικών αναπαραστάσεων στις γνώσεις των παιδιών για το σχήμα της Γης. Από τα αποτελέσματά μας συμπεράναμε ότι οι γνωστικές λειτουργίες είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε εξωτερικές και εσωτερικές αναπαραστάσεις και ενισχύθηκε η υπόθεση ότι το γνωστικό σύστημα είναι κατανομημένο. Οι εξωτερικές αναπαραστάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως γνωστικά εργαλεία που θα διευκολύνουν τις γνωστικές λειτουργίες που συντελούνται στην επίλυση προβλημάτων, αμφισβητώντας έτσι τους ισχυρισμούς που θέλουν τις γνωστικές διεργασίες ως αποκλειστικά εσωτερικές, νοητικές διεργασίες.

Επιπλέον, από το δεύτερο πείραμά μας ενισχύθηκε η υπόθεση ότι η μάθηση είναι μία κατασκευαστική διαδικασία κατά την οποία οι νέες πληροφορίες δομούνται επάνω στις προϋπάρχουσες γνώσεις και προσαρμόζονται ή παραποιούνται

προκειμένου να συμβαδίζουν με τα όσα ήδη γνωρίζει ο μαθητής. Με αυτό το συμπέρασμα αντικρούεται η κριτική της κοινωνικο-πολιτισμικής προσέγγισης που αρνείται τον περιοριστικό ρόλο των υπαρχόντων γνωστικών-επεξηγηματικών δομών και θεωρεί πως η χρήση των εξωτερικών αναπαραστάσεων αρκεί για να ξεπεράσουν τα παιδιά τις δυσκολίες τους και να δώσουν επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις.

Το τρίτο πείραμά μας επιβεβαίωσε πειραματικά αυτό που είχε διατυπωθεί ως υπόθεση από τους Vosniadou και Brewer (1992, 1994) ότι οι δυσκολίες των παιδιών να κατανοήσουν τις επιστημονικές ιδέες για το σχήμα της Γης οφείλεται στο ότι κατηγοριοποιούν τη Γη με τα φυσικά σώματα. Επιβεβαιώθηκε πειραματικά ότι υπάρχει επανακατηγοριοποίηση της έννοιας της Γης από ένα φυσικό σώμα σε ένα ουράνιο σώμα.

Αυτή η οντολογική αλλαγή φαίνεται ότι συσχετίζεται σε σημαντικό βαθμό με τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής. Η κατανόηση των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της Γης προαπαιτεί την κατηγοριοποίηση της Γης ως ουράνιου σώματος, γεγονός που επιβεβαιώθηκε πειραματικά από τα δύο τελευταία πειράματά μας, όπου παρείχαμε ξεκάθαρα στα παιδιά την πληροφορία για την κατηγοριοποίηση της Γης.

Τέλος τα αποτελέσματά μας θα μπορούσαν να έχουν σημαντικές εφαρμογές στο χώρο της εκπαίδευσης, δεδομένου ότι η παροχή της πληροφορίας κατηγοριοποίησης εμπερικλείει σημαντικό αριθμό άδηλων πεποιθήσεων που μπορούν να κατευθύνουν τη μάθηση. Ένα αναλυτικό πρόγραμμα θα πρέπει να στοχεύει στην αλλαγή των οντολογικών πεποιθήσεων των μαθητών, γιατί από αυτές φαίνεται να προέρχονται οι σημαντικότερες παρανοήσεις των μαθητών, προκειμένου να επιτευχθεί η διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Anderson, J. R., Greeno, J. G., Reder, L. M., & Simon, H. A. (2000). Perspectives on learning, thinking, and activity. *Educational Researcher*, 29(4), 11-13.
- Arabatzis, T. & Kindi, V. (υπό δημοσίευση). The Problem of Conceptual Change in the Philosophy and History of Science. Στο S. Vosniadou (Ed.) *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Routledge.
- Βοσνιάδου, Σ., (2001). *Εισαγωγή στην Ψυχολογία. Τόμος Α: Βιολογικές, Αναπτυξιακές και Συμπεριφοριστικές Προσεγγίσεις*. Αθήνα: Σειρά Ψυχολογία, Gutenberg.
- Βοσνιάδου, Σ., Αρχοντίδου, Α., Καλογιαννίδου, Α., & Ιωαννίδης, Χρ., (1996). Πώς αντιλαμβάνονται οι Έλληνες μαθητές το σχήμα της Γης: μια έρευνα για την εννοιολογική αλλαγή στην παιδική ηλικία. *Ψυχολογικά Θέματα*, 7(1), 30-51.
- Baltas, A. (2007). Background ‘Assumptions’ and the Grammar of Conceptual Change: Rescuing Kuhn by Means of Wittgenstein. Στο S. Vosniadou, A. Baltas, & X. Vamvakoussi (Eds.) *Reframing the Conceptual Change Approach in Learning and Instruction* (19-24). Oxford: Elsevier Ltd.
- Bereiter, C., (1984). How to keep thinking skills from going the way of all frills. *Educational Leadership*, 42, 75-77.
- Blown, E.J., & Bryce, T.G.K. (2006). Knowledge Restructuring in the Development of Children’s Cosmologies. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1411–1462.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R., (1999). *How people learn: Brain, Mind, Experience and School*. National Academy Press: Washington, D.C.
- Bransford, J.D., Franks, J.J., Vye, N.J. & Sherwood, R.D., (1989). New approaches to instruction because wisdom can’t be told. Στο Vosniadou, S. & Ortony, A.

- (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning*, (470-497), Cambridge: Cambridge University Press.
- Brewer, W. F. (υπό δημοσίευση). Naïve Theories of Observational Astronomy: Review, Analysis and Theoretical Implications. Στο S. Vosniadou (Ed.) *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Routledge.
- Brown, H., I. (1993). *Αντίληψη, Θεωρία και Δέσμευση: Μια νέα φιλοσοφία της επιστήμης*. Μτφ. Α. Λευιτικός, Ε. Μαχαίρα, Δ. Παπαγιαννάκος, & Χρ. Συσμάρης, (Επιστ. Επμ.: Α. Μπαλτάς). Αθήνα: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Butterworth, G., Siegal, M., Newcombe, P.A, & Dorfmann, M., (2001). *Models and Methodology in Children's Cosmology*. Unpublished paper, University of Sheffield.
- Carey, S., (1985). *Conceptual Change in Childhood*. Cambridge, MA: Bradford Books, MIT Press.
- Carey, S., (1991). Knowledge acquisition: enrichment or conceptual change? Στο S. Carey & R. Gelman (eds.), *The Epigenesis of Mind: Essays in Biology and Cognition*. (257-291), Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chi, M.,T.,H., (1992). Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. Στο R. Giere (Ed.) *Cognitive models of science: Minnesota studies in the philosophy of science*, University of Minnesota Press, Minneapolis, MN.
- Chi, M. T. H., (υπό δημοσίευση). Three Kinds of Conceptual Change: Belief Revision, Mental Model Transformation, and Ontological Shift. Στο S. Vosniadou (Ed.) *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Routledge.

- Chi, M.T.H., Feltovich, P.J., & Glaser, R., (1981). Categorization and Representation of Physics Problems by Experts and Novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Christou, k.P. & Vosniadou, S., (2005). How students interpret literal symbols in algebra: A conceptual change approach. Στο B.G. Bara, L. Barsalou, & M. Bucciarelli (Eds.), *Proceedings of the XXVII Annual Conference of the Cognitive Science Society*, (453-458), Stressa, Italy.
- Diakidoy, I.N. & Kendeou, P., (2001). Facilitating conceptual change in astronomy: a comparison of the effectiveness of two instructional approaches. *Learning and Instruction*, 11, 1-20.
- Diakidoy, I.-A.N., Kendeou P., Ioannides C., (2003). Reading about energy: The effects of text structure in science learning and conceptual change. *Contemporary Educational Psychology*, 28(3), 335-356.
- Diakidoy, I.A., Vosniadou, S., & Hawks J., (1997). Conceptual change in Astronomy: Models of the earth and of the Day/night cycle in American-Indian children. *European Journal of Psychology of Education*, XII, 159-184.
- Dole, J. A., (2000). Readers, Texts, and Conceptual Change Learning. *Reading & Writing Quarterly*, 16, 99-118.
- Ehrlen, K. (2007). *Conceptions and Artefacts: Children's understanding of the earth in the presence of visual representations*. Doctoral Thesis in Education. Stockholm University, Sweden.
- Eysenk, M.W. & Keane, M.T., (1995). *Cognitive Psychology. A Student's Handbook*. Psychology Press Ltd, UK.
- Fisher, A.,V. & Sloutsky, V.,M., (2004). The Development of Induction: From Similarity-Based to Category-Based. Στο K. Forbus, D. Gentner, & T. Regier,

- (Eds.), *Proceedings of the twenty-Sixth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, (392-397), Chicago, Illinois.
- Gelman, S.,A. & Markman, E.,M., (1986). Categories and induction in young children. *Cognition*, 23, 183-209.
- Gelman, S.A., & Wellman, H.M., (1991). Insides and essence: early understandings of the non-obvious. *Cognition*, 38, 213-244.
- Goldstone, R.,L., (1994). The role of similarity in categorization: providing a groundwork. *Cognition*, 52, 125-157.
- Greeno, J. G. (1997). On claims that answer the wrong questions. *Educational Researcher*, 26 (1), 5-17.
- Grigoriadou, M. Kanidis, E., & Gogolou, A., (2006). A Web-Based Educational Environment for Teaching the Computer Cache Memory. *IEEE Transactions on Education*, 49(1), 147-156.
- Guzzetti, B.J., (2000). Learning Counter-Intuitive Science Concepts: What have we Learned from over a Decade of Research? *Reading & Writing Quarterly*, 16, 89-98.
- Guzzetti, B.J., Williams, W.O., Skeels, S.A., & Wu, S.M., (1997). Influence of text structure on learning counterintuitive physics concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 701-719.
- Hatano, G., & Inagaki, K. (1994). Young children's naive theory of biology. *Cognition*, 50, 171-188.
- Hatano, G., & Inagaki, K. (1996). Cognitive and Cultural Factors in the Acquisition of Intuitive Biology. Στο D.R. Olson & N. Torrance (Eds.), *Handbook of Education and Human Development: New models of learning, teaching and schooling*. Cambridge: Blackwell.

- Hayes, B. K., Goodhew, A., Heit, E., & Gillan, J., (2003). The role of diverse instruction in conceptual change. *Journal of Experimental Child Psychology*, 86, 253-276.
- Hynd, C. R., (2001). Refutational texts and the change process. *International Journal of Educational Research*, 35, 699-714.
- Inagaki, K. & Hatano, G. (1991). Constrained person analogy in young children's biological inference. *Cognitive Development*, 67, 2823–2840 .
- Inagaki, K. & Hatano, G. (2002). *Young children's naïve thinking about the biological world*. Philadelphia, PA: Psychology Press
- Inagaki, K. & Hatano, G. (2003). Conceptual and linguistic factors in inductive projection: How do young children recognize commonalities between animals and plants? Στο D. Gentner & S. Goldin-Meadow (Eds.), *Language in Mind* (pp. 313-333). Cambridge, MA: MIT Press.
- Ivarsson, J., Schoultz, J., & Säljö, R., (2002). Map Reading versus Mind Reading: Revisiting Children's Understanding of the Shape of the Earth. Στο Limon, M. & Mason (Eds.), L. *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice*, (77-99), Amsterdam: Kluwer Academic Publishers.
- Johnson-Laird, P.N. (1980) Mental models in cognitive science, *Cognitive Science*, 4, 71–115.
- Keil, F. C., (1989). *Concepts, kinds and cognitive development*. Cambridge: MIT Press.
- Keil, F. C. & Newman, G. E., (υπό δημοσίευση). Two tales of conceptual change: What changes and what remains the same. Στο S. Vosniadou (Ed.) *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Routledge.

- Keil, F.C., Smith, W.C., Simons, D.J., & Levin, D.T., (1998). Two dogmas of conceptual empiricism: implications for hybrid models of the structure of knowledge. *Cognition*, 65, 103-135.
- Kuhn, T., (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Κυριακοπούλου, Ν. & Βοσνιάδου, Στ., (2004). Οντολογικά και Επιστημολογικά Προβλήματα της Διάκρισης Ανάμεσα σε Φαινομενολογικές και Επιστημονικές Εξηγήσεις του Φυσικού Κόσμου: Μια Αναπτυξιακή Μελέτη στο Χώρο της Παρατηρησιακής Αστρονομίας. *Ψυχολογία*. 11(3), 356-372.
- Lakatos, I., (1976). Falsification and the Methodology of Scientific Research Programme. Στο I. Lakatos & Masgrave (Eds.) *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Lave, J., (1988). *Cognition in Practice: Mind, Mathematics and Culture in Everyday Life*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Machamer, P. (2007). Kuhn's Philosophical Successes? In S. Vosniadou, A. Baltas, & X. Vamvakoussi, (Eds.). *Reframing the conceptual change approach in learning and instruction*. (35-46), Oxford: Elsevier Ltd.
- Markman, E.M., (1989). *Categorization and Naming in Children. Problems of Induction*. A Bradford Book. MIT Press.
- Medin, D.L. & Aguilar, C.M., (1999). Categorization. In R.A. Wilson & F.C. Keil (Eds.), *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences* (104-106). Cambridge, MA: MIT Press.
- Medin, D.L. & Rips, L.J. (2005). Concepts and categories: memory, meaning, and metaphysics. In Holyoak, K.J. & Morrison, R.G. (Eds.) *Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* (37-72). Cambridge: Cambridge University Press.

- Medin, D.L. & Smith, E.E., (1984). Concepts and Concept Formation. *Annual Review on Psychology*, 35, 113-138.
- Murphy, G.L. & Medin, D.L., (1985). The Role of Theories in Conceptual Coherence. *Psychological Review*, 92(3), 289-316.
- Nerserssian, N. J., (υπό δημοσίευση). Mental Modelling, Situated Reasoning, and Conceptual Change. Στο S. Vosniadou (Ed.) *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Routledge.
- Nobes, G., Moore, D., Martin, A., Clifford, B., Butterworth, G. Panayiotaki, G. & Siegal, M., (2003) Children's understanding of the earth in a multicultural community: mental models or fragments of knowledge? *Developmental Science* 6(1), 72-85.
- Nobes, G., Martin, A. E., & Panagiotaki, G. (2005). The development of scientific knowledge of the Earth. *British Journal of Developmental Psychology*, 23, 47-64.
- Nussbaum, J. (1985). The earth as a cosmic body. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.), *Children's Ideas in Science*. Open University Press, Milton Keynes.
- Poole, D.A. & White, L.T. (1991). Effects of question repetition on the eyewitness testimony of children and adults. *Developmental Psychology*, 27, 975-986.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), 211-227.
- Πόθος, Ε. Μ. (υπό δημοσίευση). Αυθόρμητη Κατηγοριοποίηση: Ένας μηχανισμός για τη δημιουργία (απλών) εννοιών. *ΝΟΗΣΙΣ*, 3.

- Πορτίδης, Δ. (υπό δημοσίευση). Η Ανάπτυξη των επιστημονικών εννοιών και η εξελικτική ιστορία των επιστημονικών μοντέλων. *ΝΟΗΣΙΣ*, 3.
- Rips, L.J. & Medin, D.L., (2005). Concepts, Categories and Semantic Memory. Στο K. Holyak & R. Morrison (Eds.) *Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*, (37-72), Cambridge: Cambridge University Press.
- Saljo, R. (1996). Mental and physical artifacts in cognitive practices. Στο P. Reimann & H. Spada (Eds.), *Learning in humans and machines* (pp. 83-96). Oxford: Pergamon/Elsevier.
- Samarapungavan, A., Vosniadou, S., & Brewer, W.F., (1996). Mental models of the earth, sun, and moon: Indian children's cosmologies. *Cognitive Development*, 11, 491-521.
- Schoultz, J., Säljö, R., & Wyndhamn, J., (2001). Heavenly talk: discourse, artifacts, and children's understanding of elementary astronomy. *Human Development*, 44, 103-118.
- Siegal, M., (1997). *Knowing children: Experiments in conversation and cognition*. 2nd Ed.: East Sussex: Psychology Press.
- Siegal, M., Butterworth, G., & Newcombe, P.A., (2004). Culture and children's cosmology. *Developmental Science*, 7(3), 308-324.
- Sloutsky, V.M., (2003). The role of similarity in the development of categorization. *Trends in Cognitive Science*, 7(6), 246-251.
- Sloutsky, V.,M. & Fisher, A.,V., (2004). Induction and Categorization in Young Children: A Similarity-Based Model. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(2), 166-188.

- Spelke, E.,S., (1991). Physical knowledge in infancy: Reflections on Piaget's theory. Στο S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The Epigenesis of Mind: Essays on biology and cognition*, (133-169), Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Thagard, P., (1996). *Mind – Introduction to Cognitive Science*, Massachusetts Institute of Technology.
- Vamavkousi, X. & Vosniadou, S., (2004). Understanding the structure of the set of rational numbers: A conceptual change approach. *Learning and Instruction*, 14, 453-467.
- Vosniadou, S., (1991). Designing Curricula for Conceptual Restructuring: Lessons from the Study of Knowledge Acquisition in Astronomy. *Journal on Curriculum Studies*, 23(3), 219-237.
- Vosniadou, S., (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.
- Vosniadou, S., (1999). Conceptual Change Research: State of the Art and Future Directions. Στο W. Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.) *New Perspectives on Conceptual Change*, Elsevier Science, 3-13.
- Vosniadou, S. (2000) Conceptual Change Research and the Teaching of Science. Στο H. Behrendt, H. Dahnck, R. Duit, W. Graber, M. Komorek, A. Kross & P. Reiska (Eds.), *Research in Science Education: Past, Present and Future*. Kluwer Academic Publishers, 177-188.
- Vosniadou, S., (2002). Exploring the relationships between conceptual change and intentional learning. Στο G.M., Sinatra P.R., Pintrich (Eds.) *Prospects and problems for models of intentional conceptual change*, Mahwah, NJ: Lawrence Elbaum Associates, Inc.

- Vosniadou, S., (2002). On the nature of Naïve Physics. Στο M. Limon and L. Mason (Eds.) *Reframing the Processes of Conceptual Change*, Kluwer Academic Publishers.
- Vosniadou, S., (2007a). Introduction. Στο S. Vosniadou, A. Baltas, & X. Vamvakousi (Eds.). *Reframing the Conceptual Change Approach in Learning* (1-15). Oxford: Elsevier Ltd.
- Vosniadou, S., (2007b). The Cognitive-Situative Divide and the Problem of Conceptual Change. *Educational Psychologist* 42(1), 55-66.
- Vosniadou S. & Brewer W. F., (1987) Theories of Knowledge Restructuring in Development, *Review of Educational Research*, 57, 51-67
- 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 the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-183.
- Vosniadou S., Ioannides C., Dimitrakopoulou A., & Papademetriou E., (2001): Designing learning environments to promote conceptual change in science, *Learning and Instruction*, 11, 381-419.
- Vosniadou, S. & Skopeliti, I., (2005). Developmental Shifts in Children's Categorization of the Earth. Στο B. G. Bara, L. Barsalou, & M. Bucciarelli (Eds.) *Proceedings of the XXVII Annual Conference of the Cognitive Science Society*, (2325-2330), Stressa, Italy.
- Vosniadou, S. & Verschaffel, L., (2004). Extending the Conceptual Change Approach to Mathematics Learning and Teaching. Στο L., Verschaffel and S. Vosniadou (Guest Editors), *Conceptual Change in Mathematics Learning and Teaching*, Special Issue of *Learning and Instruction*, 14(5), 445-451.

- Vosniadou, S. Vamvakoussi, X., & Skopeliti, I. (υπό δημοσίευση). The Framework Theory Approach. Στο S. Vosniadou (Ed.) *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Routledge.
- Wiser, M. & Carey, S., (1983). When heat and temperature were one. Στο D. Gentner & A. Stevens (Eds.), *Mental Models*, (267-297), Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Zhang, J., (1997). The nature of external representations in problem solving. *Cognitive Science*, 21(2), 179-217.
- Zhang, J. & Norman, D. A., (1994). Representations in distributed cognitive tasks. *Cognitive Science*, 18(1), 87-122.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Ερωτηματολόγια για σύγκριση ανοιχτού έναντι κλειστού ερωτηματολογίου

1.1 Ανοικτό ερωτηματολόγιο

1.2 Κλειστό ερωτηματολόγιο

1.3 Προκατασκευασμένα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν μαζί με το Κλειστό ερωτηματολόγιο

1.1 Ανοιχτό ερωτηματολόγιο

1. (α) Ποιο είναι το σχήμα της Γης; (β) *(Αν το παιδί πει ότι η Γη είναι στρογγυλή, ρωτάμε:)*
Είναι σαν κύκλος ή σαν μπάλα;
2. Πώς το ξέρεις ότι η Γη είναι *(χρησιμοποιούμε τις λέξεις του παιδιού);*
3. (α) Αν περπατούσες για πολλές μέρες ίσια μπροστά, πού θα έφτανες; Υπάρχει ένα τέλος πάνω στη Γη (τελειώνει κάπου η Γη); (β) Θα έπεφτες από την άκρη της Γης; Γιατί/Γιατί όχι;
4. Πάρε αυτή την πλαστελίνη και κάνε μου το σχήμα της Γης όπως νομίζεις ότι είναι η Γη στην πραγματικότητα.
(Οι ερωτήσεις που ακολουθούν γίνονται χρησιμοποιώντας το μοντέλο Γης που έχει κάνει το παιδί)
5. (α) Ας υποθέσουμε ότι αυτό είναι ένα κοριτσάκι. Αν ζούσε πάνω στη Γη, πού θα ζούσε; (β) Αν αυτό το κοριτσάκι ζούσε στην Αυστραλία, δείξε μου πού θα βρισκόταν.
6. (α) Μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν εδώ πάνω; (β) Μπορούν να ζήσουν εδώ κάτω; (γ) Δείξε μου πού νομίζεις ότι βρίσκονται οι άνθρωποι που ζουν στην Ελλάδα.
7. Δείξε μου πού νομίζεις ότι βρίσκεται ο ουρανός στην πραγματικότητα.
8. Πάρε αυτή την πλαστελίνη και κάνε μου το σχήμα του Ήλιου. Ας πούμε λοιπόν ότι αυτός είναι ο Ήλιος και αυτή η Γη. Όταν ο Ήλιος λάμπει σε αυτό το μέρος της Γης, είναι μέρα ή νύχτα στο άλλο μέρος;
(Η επόμενη ερώτηση γίνεται μόνο στα παιδιά που έκαναν σφαιρικό μοντέλο)
9. Όταν ο Ήλιος λάμπει στο άλλο μέρος της Γης είναι μέρα ή νύχτα σε αυτό το μέρος;
10. (α) Μπορείς να μου πεις πώς αλλάζει από μέρα και γίνεται νύχτα; (β) Κινείται ο Ήλιος; (γ) Κινείται η Γη; (δ) Τι νομίζεις;
11. Πάρε αυτή την πλαστελίνη και κάνε μου το σχήμα του Φεγγαριού. Ας πούμε λοιπόν ότι αυτός είναι το Φεγγάρι και αυτή η Γη. Όταν το Φεγγάρι λάμπει σε αυτό το μέρος της Γης, είναι μέρα ή νύχτα στο άλλο μέρος;
(Η επόμενη ερώτηση γίνεται μόνο στα παιδιά που έκαναν σφαιρικό μοντέλο)
12. Όταν το Φεγγάρι λάμπει στο άλλο μέρος της Γης είναι μέρα ή νύχτα σε αυτό το μέρος;
13. (α) Μπορείς να μου πεις πώς αλλάζει από μέρα και γίνεται νύχτα; (β) Κινείται το Φεγγάρι; (γ) Κινείται η Γη; (δ) Τι νομίζεις;
14. Ποιο είναι το σχήμα της Γης;

1.2 Κλειστό ερωτηματολόγιο

1. (α) Η Γη είναι επίπεδη ή στρογγυλή; (β) Είναι σαν κύκλος ή σαν μπάλα;
2. Πώς το ξέρεις ότι η Γη είναι (χρησιμοποιούμε τις λέξεις του παιδιού);
3. (α) Αν περπατούσες για πολλές μέρες ίσια μπροστά, θα έπεφτες από την άκρη της Γης;
(β) Γιατί/Γιατί όχι;
(Δείχνουμε τέσσερα προκατασκευασμένα μοντέλα στα παιδιά και λέμε:)
4. Κοίτα αυτά τα μοντέλα. Έχουμε μια μπάλα, μια μπάλα κομμένη στη μέση, ένα δακτυλίδι, και μια επίπεδη επιφάνεια. Μπορείς να διαλέξεις το μοντέλο που νομίζεις ότι δείχνει καλύτερα πώς είναι η Γη στην πραγματικότητα;
(Τα εναλλακτικά μοντέλα Γης απομακρύνονται και μένει το σφαιρικό μοντέλο με βάση το οποίο γίνονται οι υπόλοιπες ερωτήσεις)
5. Αυτό είναι ένα μικρό κοριτσάκι που έχει κόλλα στα παπούτσια του. Μπορείς να τη βάλεις εδώ (στο πάνω μέρος της σφαίρας), εδώ (στο πλάι της σφαίρας) ή εδώ (στο κάτω μέρος της σφαίρας). Δείξε μου πού νομίζεις ότι θα ζούσε αυτό το κοριτσάκι αν ήταν στην Αυστραλία.
6. (α) Μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν εδώ πάνω; (β) Μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν εδώ κάτω; (γ) Δείξε μου πού βρίσκονται οι άνθρωποι που ζουν στην Ελλάδα.
7. Μερικά παιδιά νομίζουν ότι ο ουρανός είναι πάνω από τη Γη. Άλλα παιδιά νομίζουν ότι ο ουρανός είναι γύρω από τη Γη. Εσύ πού νομίζεις ότι βρίσκεται ο ουρανός στην πραγματικότητα;
8. Έχω άλλη μια μπάλα. Ας υποθέσουμε ότι αυτή είναι ο Ήλιος. Όταν ο Ήλιος λάμπει σε αυτό το μέρος της Γης, είναι μέρα ή νύχτα στο άλλο μέρος της Γης;
9. Όταν ο Ήλιος λάμπει στο άλλο μέρος της Γης, είναι μέρα ή νύχτα σε αυτό το μέρος;
10. Μερικά παιδιά λένε ότι η μέρα γίνεται γιατί ο Ήλιος φεύγει πάει κάτω από τη Γη και ανεβαίνει από την άλλη μεριά για να λάμψει στο άλλο μέρος της Γης. Άλλα παιδιά λένε ότι η μέρα γίνεται γιατί η Γη γυρίζει γύρω από τον εαυτό της και έτσι ο Ήλιος φωτίζει διαφορετικό μέρος της Γης κάθε φορά. Εσύ τι νομίζεις;
11. Έχω άλλη μια μπάλα εδώ. Ας υποθέσουμε ότι αυτή είναι το Φεγγάρι. Όταν το Φεγγάρι λάμπει σε αυτό το μέρος της Γης, είναι μέρα ή νύχτα στο άλλο μέρος;
12. Όταν το Φεγγάρι λάμπει στο άλλο μέρος της Γης, είναι μέρα ή νύχτα σε αυτό το μέρος της Γης;
13. Μερικά παιδιά λένε ότι η νύχτα γίνεται γιατί το Φεγγάρι φεύγει πάει κάτω από τη Γη και ανεβαίνει από την άλλη μεριά για να λάμψει στο άλλο μέρος της Γης. Άλλα παιδιά λένε ότι η νύχτα γίνεται γιατί η Γη γυρίζει γύρω από τον εαυτό της και έτσι το Φεγγάρι φωτίζει διαφορετικό μέρος της Γης κάθε φορά. Εσύ τι νομίζεις;
(Δείχνουμε ξανά τα τέσσερα προκατασκευασμένα μοντέλα στα παιδιά και ρωτάμε:)
14. Ποιο είναι το σχήμα της Γης; Δείξε μου το καλύτερο μοντέλο.

1.3 Προκατασκευασμένα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν μαζί με το Κλειστό ερωτηματολόγιο



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Ερωτηματολόγιο για πείραμα με εξωτερικά μοντέλα

2.1 Πρώτο μέρος ερωτηματολογίου

2.2 Δεύτερο μέρος ερωτηματολογίου

2.1 Πρώτο μέρος ερωτηματολογίου

1. Ποιο είναι το σχήμα της Γης;
(Αν το παιδί πει κυκλικό, ρωτάμε:)
2. Αν η Γη είναι στρογγυλή, είναι σαν κύκλος ή σαν μπάλα;
3. Πώς το ξέρεις ότι η Γη είναι (χρησιμοποιούμε τις λέξεις του παιδιού);
(Αν το παιδί έχει πει ότι η Γη είναι κυκλική, ρωτάμε:)
4. Εδώ έχουμε την εικόνα ενός σπιτιού. Το σπίτι αυτό είναι πάνω στη Γη. Μπορείς να μου πεις πώς η Γη εδώ φαίνεται επίπεδη, ενώ πριν μου είπες ότι είναι κυκλική;
(Δίνουμε μια κόλλα χαρτί και χρωματιστά μολύβια στο παιδί και λέμε:)
5. Μπορείς να μου ζωγραφίσεις το σχήμα της Γης;
6. Μπορείς να μου ζωγραφίσεις τους ανθρώπους, όπου νομίζεις ότι μπορούν να ζήσουν;
7. Μπορείς να μου ζωγραφίσεις τον ουρανό, όπου νομίζεις ότι βρίσκεται;
(Δίνουμε πλαστελίνη στο παιδί και του λέμε:)
8. Μπορείς να μου κάνεις το σχήμα της Γης με αυτή την πλαστελίνη;
(Δίνουμε μικρές πινέζες στο παιδί και του λέμε:)
9. Ας υποθέσουμε ότι αυτοί είναι άνθρωποι. Μπορείς να τους βάλεις όπου νομίζεις ότι ζουν;
10. Δείξε μου πού νομίζεις ότι βρίσκεται ο ουρανός.

2.2 Δεύτερο μέρος ερωτηματολογίου

(Οι ερωτήσεις που ακολουθούν γίνονται χρησιμοποιώντας είτε την υδρόγειο είτε τον χάρτη)

1. Εδώ έχουμε την υδρόγειο σφαίρα. *(Αν το παιδί πριν δεν είπε ότι η Γη είναι σφαιρική, ρωτάμε:)* Είπες πριν ότι η Γη είναι Εδώ όμως η Γη είναι σφαιρική. Μπορείς να μου πεις πώς γίνεται αυτό;

Η

1. Εδώ έχουμε έναν χάρτη. *(Αν το παιδί πριν δεν είπε ότι η Γη είναι επίπεδη, ρωτάμε:)* Είπες πριν ότι η Γη είναι Εδώ όμως η Γη είναι επίπεδη. Μπορείς να μου πεις πώς γίνεται αυτό;
2. Αν περπατούσες για πολλές μέρες ίσια μπροστά, πού θα έφτανες; Υπάρχει ένα τέλος πάνω στη Γη (τελειώνει κάπου η Γη);
3. Αν ναι, μπορεί να πέσεις από εκεί; Γιατί/Γιατί όχι;
4. *(Δείχνουμε το Νότιο Πόλο και ρωτάμε:)* Μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν εδώ;
5. *(Αν απαντήσει ότι μπορούν να ζήσουν οι άνθρωποι στο Νότιο Πόλο, ρωτάμε:)*
Αν ένα κοριτσάκι βρισκόταν εδώ και κρατούσε μια μπάλα και η μπάλα έφευγε από τα χέρια του, προς τα πού θα πήγαινε; Δείξε μου.
6. Εδώ έχουμε την υδρόγειο σφαίρα/τον χάρτη που στηρίζεται κάπου. Στην πραγματικότητα υπάρχει κάτι που στηρίζει τη Γη;
7. Τελικά, ποιο νομίζεις ότι είναι το σχήμα της Γης;
8. *(Αν το παιδί αλλάξει την αρχική του απάντηση, του δίνουμε πάλι πλαστελίνη και λέμε:)* Πάρε αυτή την πλαστελίνη και κάνε μου το σχήμα της Γης όπως τελικά νομίζεις ότι είναι στην πραγματικότητα.
9. Αν τελικά η Γη είναι όπως την έκανες τώρα, πριν γιατί την έκανες διαφορετική;
10. *(Αν το παιδί κάνει σφαιρική Γη, ρωτάμε:)* Εδώ έχουμε την εικόνα ενός σπιτιού. Το σπίτι αυτό είναι πάνω στη Γη. Μπορείς να μου πεις πώς η Γη εδώ φαίνεται επίπεδη, ενώ εσύ την έκανες σαν μπάλα;
11. Δείξε μου πού νομίζεις τελικά ότι ζουν οι άνθρωποι;
12. *(Αν το παιδί έχει κάνει σφαιρικό μοντέλο, δείχνουμε το κάτω μέρος της μπάλας και ρωτάμε:)* Μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν εδώ κάτω; Γιατί/Γιατί όχι;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

Ερωτηματολόγιο για πείραμα κατηγοριοποιήσεων

3.1 Ερωτηματολόγιο για κατηγοριοποιήσεις

3.2 Ερωτηματολόγιο για το σχήμα της Γης

3.1 Ερωτηματολόγιο για κατηγοριοποιήσεις

Βλέπεις εδώ διάφορα αντικείμενα / καρτέλες.

(Γη, Ήλιος, Φεγγάρι, Πλανήτης, Αστέρι, δέντρο, πέτρα, σπίτι, γάτα, αυτοκίνητο).

Ας δούμε τι είναι το καθένα.

(Το παιδί διαβάζει τις λέξεις και ο ερευνητής το βοηθάει.)

- 1) (α) Θέλω να βάλεις μαζί τα πράγματα που νομίζεις ότι ανήκουν στην ίδια κατηγορία, στην ίδια ομάδα.
(β) Γιατί έβαλες τα αντικείμενα αυτά μαζί;
(γ) Υπάρχει άλλος τρόπος να τα βάλεις μαζί;
- 2) (α) Αν σου έλεγα να τα βάλεις σε δύο ομάδες / κατηγορίες, πώς θα τα έβαζες;
(β) Γιατί έβαλες αυτά τα αντικείμενα μαζί;
- 3) (α) Μπορείς να μου βάλεις τα αντικείμενα που πάνε μαζί με τη Γη και αυτά που δεν πάνε μαζί;
(β) Γιατί τα έβαλες αυτά μαζί;

3.2 Ερωτηματολόγιο για το σχήμα της Γης

- 1) Πάρε αυτή τη πλαστελίνη και κάνε μου το σχήμα της Γης, όπως νομίζεις ότι είναι στην πραγματικότητα.
- 2) (α) Δείξε μου στο σχήμα που έφτιαξες με τη πλαστελίνη πού ζουν οι άνθρωποι.
(Αν το παιδί φτιάξει σφαιρικό μοντέλο, κάνουμε την ακόλουθη ερώτηση)
(β) Μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν στο κάτω μέρος της Γης;
(γ) Αν ένα κοριτσάκι βρισκόταν εδώ κάτω και κρατούσε μια μπάλα και η μπάλα έπεφτε, προς τα πού θα έπεφτε;
- 3) Αυτή είναι η εικόνα ενός σπιτιού. Το σπίτι αυτό βρίσκεται πάνω στη Γη, έτσι δεν είναι; Πώς η Γη εδώ είναι επίπεδη ενώ προηγουμένως την έκανες σφαιρική; Μπορείς να το εξηγήσεις λίγο περισσότερο;
- 4) (α) Αν περπατούσες για πολλές μέρες ίσια μπροστά, πού θα έφτανες; Υπάρχει ένα τέλος ή μια άκρη στη Γη;
(β) Μπορείς να πείσεις από αυτό το τέλος / την άκρη; Γιατί / Γιατί όχι;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

Υλικά για πείραμα με ανατρεπτικά κείμενα (1^η φάση)

4.1 Ερωτηματολόγιο

4.2 Ανατρεπτικό κείμενο 1

4.3 Ανατρεπτικό κείμενο 2

4.4 Ανατρεπτικό κείμενο 3

4.1 Ερωτηματολόγιο για τη Γη

1. (α) Εδώ έχουμε δύο ομάδες λέξεων που αναφέρονται σε διάφορα πράγματα. Με ποια από τις δύο ομάδες ταιριάζει καλύτερα η Γη; Σημείωσε με ένα βελάκι με ποια ομάδα ταιριάζει η Γη και γράψε μου γιατί.

Γη	
<u>1^η Ομάδα</u>	<u>2^η Ομάδα</u>
δέντρο πέτρα σπίτι αυτοκίνητο	πλανήτης αστέρι φεγγάρι ήλιος

1. (β) Γιατί έβαλες τη Γη σε αυτή την ομάδα;

.....
.....

2α. Ζωγράφισέ μου το σχήμα της γης όπως νομίζεις ότι είναι στην πραγματικότητα.

2β. Τώρα στη ζωγραφιά που έκανες ζωγράφισε ανθρώπους σε όλα τα μέρη της Γης όπου νομίζεις ότι μπορούν να ζήσουν.

2γ. Τέλος, στην ίδια ζωγραφιά κάνε τον ουρανό, όπου νομίζεις ότι βρίσκεται.

3. (α) Αν περπατούσες για πολλές μέρες ίσια μπροστά, πού θα έφτανες;

.....

(β) Υπάρχει ένα τέλος ή μια άκρη στη Γη;

(Αν νομίζεις ότι υπάρχει μπορείς να σημειώσεις στη ζωγραφιά σου πού νομίζεις ότι είναι;)

(γ) Μπορείς να πείσεις από αυτό το τέλος / την άκρη;.....

(δ) Γιατί / Γιατί όχι:.....

4. Ζωγράφισέ μου τη Γη μαζί με τον Ήλιο, το Φεγγάρι και όσους άλλους πλανήτες ξέρεις.

5. Από τις εικόνες που ακολουθούν σημείωσε ποια νομίζεις ότι παρουσιάζει καλύτερα το σχήμα της Γης και γράψε γιατί επέλεξες αυτή την εικόνα.

☐☐

6α. Ποιο νομίζεις ότι είναι μεγαλύτερο, η Γη, ο Ήλιος ή το Φεγγάρι;

.....

6β. Ποιο νομίζεις ότι είναι μικρότερο, η Γη, ο Ήλιος ή το Φεγγάρι;

.....

Αυτή είναι η εικόνα ενός σπιτιού. Το σπίτι αυτό βρίσκεται πάνω στη Γη.



7. Πώς η Γη εδώ είναι επίπεδη ενώ προηγουμένως την έκανες στρογγυλή;

.....

.....

4.2 Ανατρεπτικό κείμενο 1

Το σχήμα της Γης: Σφαιρική και όχι Επίπεδη

Από τα αρχαία χρόνια οι άνθρωποι αναρωτιόντουσαν «Ποιο είναι το σχήμα της Γης;». Τότε οι άνθρωποι πίστευαν ότι η Γη είναι επίπεδη, δηλαδή σαν μια πολύ μεγάλη ίσια επιφάνεια, γιατί έτσι φαίνεται να είναι. Οι Βαβυλώνιοι θεωρούσαν τη Γη σαν έναν πολύ μεγάλο δίσκο, μια τεράστια επίπεδη, στρογγυλή τηγανίτα, που επιπλέει στη θάλασσα. Επίσης, ο Όμηρος στην Ιλιάδα περιγράφει τη Γη σαν έναν πάρα πολύ μεγάλο στρογγυλό δίσκο.

Τώρα ξέρουμε ότι η Γη δεν είναι επίπεδη αλλά σφαιρική, δηλαδή είναι στρογγυλή σαν μια μεγάλη μπάλα. Πρώτος ο Πυθαγόρας και αργότερα ο Αριστοτέλης υποστήριξαν ότι η Γη είναι στρογγυλή σαν μπάλα. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώθηκε στην πράξη τον 16^ο αιώνα μ.Χ. μετά το ταξίδι του μεγάλου θαλασσοπόρου Μαγγελάνου. Ο Μαγγελάνος αναχώρησε στις 21 Σεπτεμβρίου 1519 από την Ισπανία με στόχο να ανακαλύψει το πέρασμα μεταξύ των δύο ωκεανών, τον Ειρηνικό και τον Ατλαντικό. Μετά από τρία χρόνια, το 1522 επέστρεψε και πάλι στην Ισπανία αφού είχε κάνει το γύρο του κόσμου. Το πλοίο του Μαγγελάνου ήταν το πρώτο πλοίο που κατάφερε να γυρίσει ολόκληρη τη Γη, αποδεικνύοντας ότι η Γη είναι στρογγυλή σαν μια πολύ μεγάλη μπάλα.

Κάποιος θα μπορούσε να ρωτήσει: «πώς γίνεται η Γη να είναι στρογγυλή, ενώ σ'εμάς φαίνεται επίπεδη;». Ας δούμε την υδρόγειο σφαίρα που μας δείχνει πώς είναι η Γη. Όταν βλέπουμε ολόκληρη τη Γη μας, όπως π.χ. θα τη βλέπαμε αν ήμασταν στο Φεγγάρι, η Γη μας φαίνεται σαν μια μεγάλη στρογγυλή μπάλα. Σ' εμάς όμως που ζούμε πάνω στη Γη, σε ένα μικρό κομμάτι της όπως είναι η Ελλάδα, που φαίνεται στην Εικόνα 1, η Γη μας φαίνεται επίπεδη. Δεν μπορούμε να δούμε ολόκληρη τη Γη. Βλέπουμε μόνο ένα πολύ μικρό κομμάτι που μας φαίνεται επίπεδο, όταν είμαστε πάνω σε αυτό. Ενώ λοιπόν η Γη είναι μια πολύ μεγάλη σφαίρα, επειδή εμείς βρισκόμαστε πάνω σ' ένα πολύ μικρό κομμάτι της, μας φαίνεται επίπεδη.



Εικόνα 1: Η υδρόγειος σφαίρα

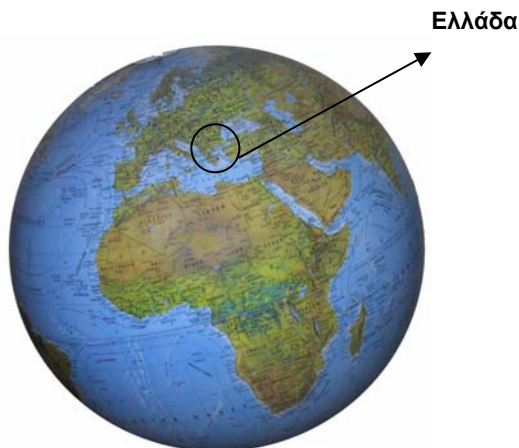
4.3 Ανατρεπτικό κείμενο 2

Το σχήμα της Γης: Σφαιρική και όχι Επίπεδη

Από τα αρχαία χρόνια οι άνθρωποι αναρωτιόντουσαν «Ποιο είναι το σχήμα της Γης;». Τότε οι άνθρωποι πίστευαν ότι η Γη είναι επίπεδη, δηλαδή σαν μια πολύ μεγάλη ίσια επιφάνεια, γιατί έτσι φαίνεται να είναι. Οι Βαβυλώνιοι θεωρούσαν τη Γη σαν έναν πολύ μεγάλο δίσκο, μια τεράστια επίπεδη, στρογγυλή τηγανίτα, που επιπλέει στη θάλασσα. Επίσης, ο Όμηρος στην Ιλιάδα περιγράφει τη Γη σαν έναν πάρα πολύ μεγάλο στρογγυλό δίσκο.

Τώρα ξέρουμε ότι η Γη δεν είναι επίπεδη αλλά σφαιρική, δηλαδή είναι στρογγυλή σαν μια μεγάλη μπάλα. Πρώτος ο Πυθαγόρας και αργότερα ο Αριστοτέλης υποστήριξαν ότι η Γη είναι στρογγυλή σαν μπάλα. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώθηκε στην πράξη τον 16^ο αιώνα μ.Χ. μετά το ταξίδι του μεγάλου θαλασσοπόρου Μαγγελάνου. Ο Μαγγελάνος αναχώρησε στις 21 Σεπτεμβρίου 1519 από την Ισπανία με στόχο να ανακαλύψει το πέρασμα μεταξύ των δύο ωκεανών, τον Ειρηνικό και τον Ατλαντικό. Μετά από τρία χρόνια, το 1522 επέστρεψε και πάλι στην Ισπανία αφού είχε κάνει το γύρο του κόσμου. Το πλοίο του Μαγγελάνου ήταν το πρώτο πλοίο που κατάφερε να γυρίσει ολόκληρη τη Γη, αποδεικνύοντας ότι η Γη είναι στρογγυλή σαν μια πολύ μεγάλη μπάλα.

Κάποιος θα μπορούσε να ρωτήσει: «πώς γίνεται η Γη να είναι στρογγυλή, ενώ σ'εμάς φαίνεται επίπεδη;». Ας δούμε την υδρόγειο σφαίρα που μας δείχνει πώς είναι η Γη. Όταν βλέπουμε ολόκληρη τη Γη μας, όπως π.χ. θα τη βλέπαμε αν ήμασταν στο Φεγγάρι, η Γη μας φαίνεται σαν μια μεγάλη στρογγυλή μπάλα. Σ' εμάς όμως που ζούμε πάνω στη Γη, σε ένα μικρό κομμάτι της όπως είναι η Ελλάδα, που φαίνεται στην Εικόνα 1, η Γη μας φαίνεται επίπεδη. Δεν μπορούμε να δούμε ολόκληρη τη Γη. Βλέπουμε μόνο ένα πολύ μικρό κομμάτι που μας φαίνεται επίπεδο, όταν είμαστε πάνω σε αυτό. Ενώ λοιπόν η Γη είναι μια πολύ μεγάλη σφαίρα, επειδή εμείς βρισκόμαστε πάνω σ' ένα πολύ μικρό κομμάτι της, μας φαίνεται επίπεδη.



Εικόνα 1: Η υδρόγειος σφαίρα

Ένα άλλο ερώτημα είναι: «Πώς είναι δυνατόν να ζουν οι άνθρωποι πάνω σε μια μεγάλη στρογγυλή μπάλα και ιδιαίτερα στο κάτω μέρος αυτής της μπάλας, χωρίς να πέφτουν;». Σήμερα ξέρουμε ότι αυτό που μας κρατάει πάνω στη Γη και δεν πέφτουμε από αυτή είναι η δύναμη της βαρύτητας. Η βαρύτητα έλκει τα πάντα που βρίσκονται πάνω στη Γη προς το κέντρο της. Έτσι τα εμποδίζει από το να φεύγουν από τη Γη και να αιωρούνται στο διάστημα. Εξαιτίας της βαρύτητας οι άνθρωποι μπορούν να ζήσουν σε διάφορα μέρη σε όλη την επιφάνεια της Γης, χωρίς να πέφτουν.

4.4 Ανατρεπτικό κείμενο 3

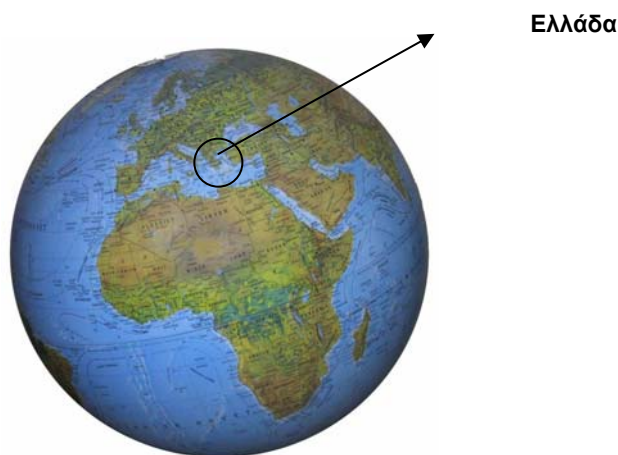
Το σχήμα της Γης: Σφαιρική και όχι Επίπεδη

Από τα αρχαία χρόνια οι άνθρωποι αναρωτιόντουσαν «Ποιο είναι το σχήμα της Γης;». Τότε οι άνθρωποι πίστευαν ότι η Γη είναι επίπεδη, δηλαδή σαν μια πολύ μεγάλη ίσια επιφάνεια, γιατί έτσι φαίνεται να είναι. Οι Βαβυλώνιοι θεωρούσαν τη Γη σαν έναν πολύ μεγάλο δίσκο, μια τεράστια επίπεδη, στρογγυλή τηγανίτα, που επιπλέει στη θάλασσα. Επίσης, ο Όμηρος στην Ιλιάδα περιγράφει τη Γη σαν έναν πάρα πολύ μεγάλο στρογγυλό δίσκο.

Τώρα ξέρουμε ότι η Γη δεν είναι επίπεδη αλλά σφαιρική, δηλαδή είναι στρογγυλή σαν μια μεγάλη μπάλα όπως επίσης γνωρίζουμε ότι είναι και αυτή ένα ουράνιο σώμα. Το σύμπαν αποτελείται από ουράνια σώματα, όπως είναι τα αστέρια, οι πλανήτες, οι κομήτες, οι μετεωρίτες και άλλα. Η Γη είναι ένας από τους 9 πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος. Σήμερα ξέρουμε ότι το πλανητικό μας σύστημα είναι ηλιοκεντρικό, δηλαδή αποτελείται από τον Ήλιο που βρίσκεται στο κέντρο και τους πλανήτες. Η Γη είναι και αυτή ένας πλανήτης, με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των άλλων πλανητών. Όλοι οι πλανήτες είναι σφαιρικοί, στρογγυλοί σαν τεράστιες μπάλες.

Από τον 5^ο αιώνα π.χ. και μετά εμφανίζεται η ιδέα ότι η Γη είναι σφαιρική, στρογγυλή σαν μια μεγάλη μπάλα. Πρώτος ο Πυθαγόρας και αργότερα ο Αριστοτέλης υποστήριξαν ότι η Γη είναι στρογγυλή σαν μπάλα. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώθηκε στην πράξη τον 16^ο αιώνα μ.Χ. μετά το ταξίδι του μεγάλου θαλασσοπόρου Μαγγελάνου. Ο Μαγγελάνος αναχώρησε στις 21 Σεπτεμβρίου 1519 από την Ισπανία με στόχο να ανακαλύψει το πέρασμα μεταξύ των δύο ωκεανών, τον Ειρηνικό και τον Ατλαντικό. Μετά από τρία χρόνια, το 1522 επέστρεψε και πάλι στην Ισπανία αφού είχε κάνει το γύρο του κόσμου. Το πλοίο του Μαγγελάνου ήταν το πρώτο πλοίο που κατάφερε να γυρίσει ολόκληρη τη Γη, αποδεικνύοντας ότι η Γη είναι στρογγυλή σαν μια πολύ μεγάλη μπάλα.

Κάποιος θα μπορούσε να ρωτήσει: «πώς γίνεται η Γη να είναι στρογγυλή, ενώ σ'εμάς φαίνεται επίπεδη;». Ας δούμε την υδρόγειο σφαίρα που μας δείχνει πώς είναι η Γη. Όταν βλέπουμε ολόκληρη τη Γη μας, όπως π.χ. θα τη βλέπαμε αν ήμασταν στο Φεγγάρι, η Γη μας φαίνεται σαν μια μεγάλη στρογγυλή μπάλα. Σ' εμάς όμως που ζούμε πάνω στη Γη, σε ένα μικρό κομμάτι της όπως είναι η Ελλάδα, που φαίνεται στην Εικόνα 1, η Γη μας φαίνεται επίπεδη. Δεν μπορούμε να δούμε ολόκληρη τη Γη. Βλέπουμε μόνο ένα πολύ μικρό κομμάτι που μας φαίνεται επίπεδο, όταν είμαστε πάνω σε αυτό. Ενώ λοιπόν η Γη είναι μια πολύ μεγάλη σφαίρα, επειδή εμείς βρισκόμαστε πάνω σ' ένα πολύ μικρό κομμάτι της, μας φαίνεται επίπεδη.



Εικόνα 1: Η υδρόγειος σφαίρα

Ένα άλλο ερώτημα είναι: «Πώς είναι δυνατόν να ζουν οι άνθρωποι πάνω σε μια μεγάλη στρογγυλή μπάλα και ιδιαίτερα στο κάτω μέρος αυτής της μπάλας, χωρίς να πέφτουν;». Σήμερα ξέρουμε ότι αυτό που μας κρατάει πάνω στη Γη και δεν πέφτουμε από αυτή είναι η δύναμη της βαρύτητας. Η βαρύτητα έλκει τα πάντα που βρίσκονται πάνω στη Γη προς το κέντρο της. Έτσι τα εμποδίζει από το να φεύγουν από τη Γη και να αιωρούνται στο διάστημα. Εξαιτίας της βαρύτητας οι άνθρωποι μπορούν να ζήσουν σε διάφορα μέρη σε όλη την επιφάνεια της Γης, χωρίς να πέφτουν.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5

Υλικά για πείραμα με ανατρεπτικά κείμενα (2^η φάση)

5.1 Ερωτηματολόγιο

5.2 Κείμενο χωρίς πληροφoρία Κατηγοριοποίησης (Μη Ανατρεπτικό)

5.3 Κείμενο χωρίς πληροφoρία Κατηγοριοποίησης (Ανατρεπτικό)

5.4 Κείμενο με πληροφoρία Κατηγοριοποίησης (Μη Ανατρεπτικό)

5.5 Κείμενο με πληροφoρία Κατηγοριοποίησης (Ανατρεπτικό)

5.1 Ερωτηματολόγιο

1. Με ποια από τις δύο ομάδες ταιριάζει καλύτερα η Γη; Σημείωσε με ένα βελάκι με ποια ομάδα ταιριάζει η Γη.

Γη	
<u>1^η Ομάδα</u>	<u>2^η Ομάδα</u>
δέντρο πέτρα σπίτι αυτοκίνητο	πλανήτης αστέρι φεγγάρι ήλιος

2. Γιατί έβαλες τη Γη σε αυτή την ομάδα;

.....
.....

3. Ζωγράφισέ μου τη Γη μαζί με τον Ήλιο και το Φεγγάρι.

4. Νομίζεις ότι κινείται η Γη ή όχι;

Αν ναι, πώς νομίζεις ότι κινείται;

.....

5. Ζωγράφισέ μου το σχήμα της Γης όπως νομίζεις ότι φαίνεται από το διάστημα.



6. Αυτή είναι η εικόνα ενός σπιτιού. Το σπίτι αυτό βρίσκεται πάνω στη Γη. Πώς η Γη εδώ είναι επίπεδη ενώ προηγουμένως την έκανες στρογγυλή;

.....

7. Κοίτα τις δύο φωτογραφίες που ακολουθούν.



Τι δείχνει αυτή η φωτογραφία;

.....

Τι δείχνει αυτή η φωτογραφία;

.....

8. Αν νομίζεις ότι και οι δύο φωτογραφίες δείχνουν τη Γη, εξήγησέ μου πώς γίνεται να τη δείχνουν τόσο διαφορετική;.....

9. Αν περπατούσες για πάρα πολύ καιρό πάνω στη Γη, θα έφτανες ποτέ στο τέλος της;

.....

Υπάρχει αρχή και τέλος της Γης;.....

Ας υποθέσουμε ότι αυτή είναι η Γη.



10. Βάλε τα σύννεφα όπου νομίζεις ότι βρίσκεται ο ουρανός.

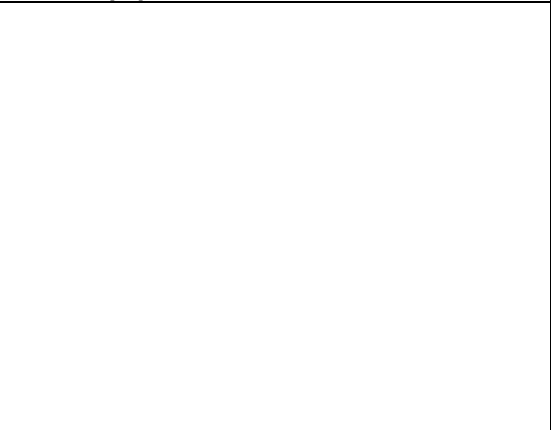
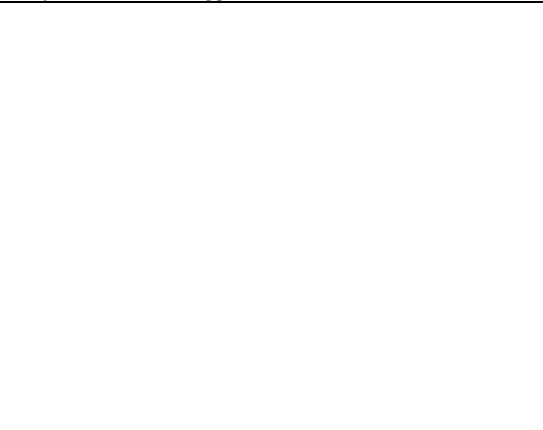
Ας υποθέσουμε πάλι ότι αυτή είναι η Γη και αυτός ένας άνθρωπος στο κάτω μέρος της Γης.



11. Τι πιστεύεις, στην πραγματικότητα μπορεί να σταθεί εκεί ο άνθρωπος ή θα πέσει κάτω;.....



12. Αν ο άνθρωπος αυτός κρατούσε μια μπάλα και άφηνε την μπάλα να πέσει, πού θα έπεφτε η μπάλα;
Δείξε μου στη ζωγραφιά σου.

13. Ζωγράφισε τη Γη και ένα ανθρωπάκι πάνω στη Γη. Ζωγράφισε πώς νομίζεις ότι πρέπει να είναι ώστε για αυτό το ανθρωπάκι να είναι μέρα .	14. Ζωγράφισε τη Γη και το ίδιο ανθρωπάκι πάνω στη Γη. Ζωγράφισε πώς νομίζεις ότι πρέπει να είναι ώστε για αυτό το ανθρωπάκι τώρα να είναι νύχτα .
	

15. Μπορείς να μου εξηγήσεις πώς νομίζεις ότι αλλάζει και από μέρα γίνεται νύχτα;

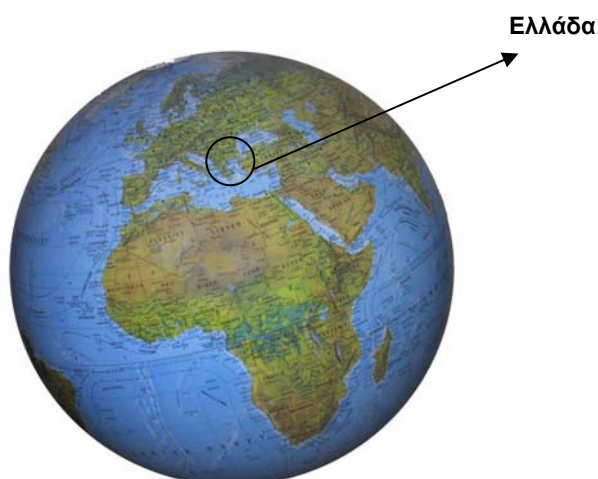
.....
.....

5.2 Κείμενο χωρίς πληροφορία Κατηγοριοποίησης (Μη Ανατρεπτικό)

Η Γη: Στρογγυλή σαν μπάλα

Η Γη πάνω στην οποία ζούμε είναι στρογγυλή σαν μια τεράστια μπάλα. Πριν από πολλά χρόνια ο θαλασσοπόρος Μαγγελάνος ξεκίνησε ένα μεγάλο ταξίδι από την Ισπανία για να βρει το τέλος της Γης. Όμως αντί να βρει το τέλος της Γης γύρισε πάλι πίσω στην Ισπανία, αφού είχε ταξιδέψει σε ολόκληρη σχεδόν τη Γη. Ήταν ο πρώτος που κατάφερε να κάνει το γύρο της Γης και έτσι απέδειξε ότι η Γη είναι στρογγυλή σαν μια τεράστια μπάλα. Τώρα που έχουμε πάει στο διάστημα μπορούμε να δούμε ολόκληρη τη Γη και ξέρουμε ότι η Γη είναι στρογγυλή σαν μια τεράστια μπάλα.

Κάποιος θα μπορούσε να ρωτήσει: «πώς γίνεται η Γη να είναι στρογγυλή, ενώ σ'εμάς που είμαστε επάνω της φαίνεται επίπεδη;». Ας δούμε στην Εικόνα 1 την υδρόγειο σφαίρα που μας δείχνει πώς είναι η Γη. Όταν βλέπουμε ολόκληρη τη Γη, όπως π.χ. θα τη βλέπαμε αν ήμασταν στο Φεγγάρι, μας φαίνεται σαν μια μεγάλη στρογγυλή μπάλα. Σ' εμάς όμως που ζούμε πάνω στη Γη, σε ένα μικρό κομμάτι της όπως είναι η Ελλάδα, η Γη μας φαίνεται επίπεδη. Δεν μπορούμε να δούμε ολόκληρη τη Γη αλλά μόνο ένα πολύ μικρό κομμάτι που μας φαίνεται επίπεδο. Ενώ λοιπόν η Γη είναι μια πολύ μεγάλη σφαίρα, επειδή εμείς βρισκόμαστε πάνω σ' ένα πολύ μικρό κομμάτι της, νομίζουμε ότι είναι επίπεδη.



Εικόνα 1: Η Ελλάδα στην Υδρόγειο Σφαίρα

5.3 Κείμενο χωρίς πληροφορία Κατηγοριοποίησης (Ανατρεπτικό)

Η Γη: Στρογγυλή σαν Μπάλα και όχι Επίπεδη

Η Γη πάνω στην οποία ζούμε είναι στρογγυλή σαν μια τεράστια μπάλα. Τα παλιά χρόνια πολλοί άνθρωποι νόμιζαν ότι η Γη είναι επίπεδη και ότι έχει κάποιο τέλος που μοιάζει με γκρεμό. Άλλοι πάλι, θεωρούσαν τη Γη σαν έναν πολύ μεγάλο επίπεδο δίσκο, σαν μια τεράστια, επίπεδη τηγανίτα, που περιβάλλεται από ψηλά βουνά.

Πριν από πολλά χρόνια ο θαλασσοπόρος Μαγγελάνος ξεκίνησε ένα μεγάλο ταξίδι από την Ισπανία για να βρει το τέλος της Γης. Όμως αντί να βρει το τέλος της Γης γύρισε πάλι πίσω στην Ισπανία, αφού είχε ταξιδέψει σε ολόκληρη σχεδόν τη Γη. Ήταν ο πρώτος που κατάφερε να κάνει το γύρο της Γης και έτσι απέδειξε ότι η Γη είναι στρογγυλή σαν μια τεράστια μπάλα. Τώρα που έχουμε πάει στο διάστημα μπορούμε να δούμε ολόκληρη τη Γη και ξέρουμε ότι η Γη είναι στρογγυλή σαν μια τεράστια μπάλα.

Κάποιος θα μπορούσε να ρωτήσει: «πώς γίνεται η Γη να είναι στρογγυλή, ενώ σ'εμάς που είμαστε επάνω της φαίνεται επίπεδη;». Ας δούμε στην Εικόνα 1 την υδρόγειο σφαίρα που μας δείχνει πώς είναι η Γη. Όταν βλέπουμε ολόκληρη τη Γη, όπως π.χ. θα τη βλέπαμε αν ήμασταν στο Φεγγάρι, μας φαίνεται σαν μια μεγάλη στρογγυλή μπάλα. Σ' εμάς όμως που ζούμε πάνω στη Γη, σε ένα μικρό κομμάτι της όπως είναι η Ελλάδα, η Γη μας φαίνεται επίπεδη. Δεν μπορούμε να δούμε ολόκληρη τη Γη αλλά μόνο ένα πολύ μικρό κομμάτι που μας φαίνεται επίπεδο. Ενώ λοιπόν η Γη είναι μια πολύ μεγάλη σφαίρα, επειδή εμείς βρισκόμαστε πάνω σ' ένα πολύ μικρό κομμάτι της, νομίζουμε ότι είναι επίπεδη.



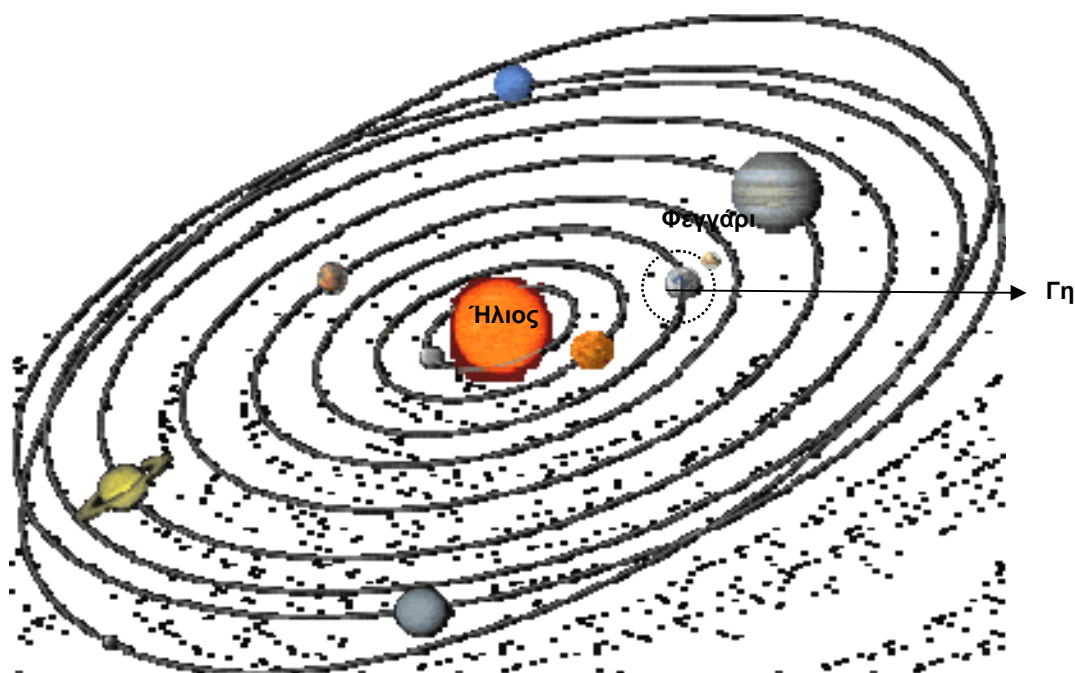
Εικόνα 1: Η Ελλάδα στην Υδρόγειο Σφαίρα

5.4 Κείμενο με πληροφορία Κατηγοριοποίησης (Μη Ανατρεπτικό)

Η Γη: Ένα Ουράνιο Σώμα

Η Γη πάνω στην οποία ζούμε είναι ένα ουράνιο σώμα, όπως είναι ο Ήλιος, το Φεγγάρι, τα αστέρια, οι πλανήτες, κ.τ.λ.. Η Γη είναι ένας πλανήτης, με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των άλλων πλανητών. Όλοι οι πλανήτες είναι στρογγυλοί σαν τεράστιες μπάλες και γυρίζουν γύρω από τον εαυτό τους. Επίσης πολλοί πλανήτες έχουν δορυφόρους, που γυρίζουν γύρω από αυτούς, όπως είναι για παράδειγμα το Φεγγάρι που γυρίζει γύρω από τη Γη.

Η Γη είναι ένας από τους 9 πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος. Το ηλιακό σύστημα αποτελείται από τον Ήλιο που βρίσκεται στο κέντρο και από τους πλανήτες που γυρίζουν γύρω του. Η Γη, όπως και οι άλλοι πλανήτες του ηλιακού συστήματος, γυρίζει γύρω από τον εαυτό της και γύρω από τον Ήλιο. Στη εικόνα 1 του ηλιακού συστήματος που ακολουθεί μπορούμε να δούμε τον Ήλιο με τους 9 πλανήτες να γυρίζουν γύρω του. Μέσα σε αυτούς τους πλανήτες είναι και η Γη η οποία φαίνεται στην εικόνα. Στην ίδια εικόνα δίπλα στη Γη φαίνεται και το Φεγγάρι το οποίο γυρίζει γύρω της.



Εικόνα 1: Η Γη στο Ηλιακό Σύστημα

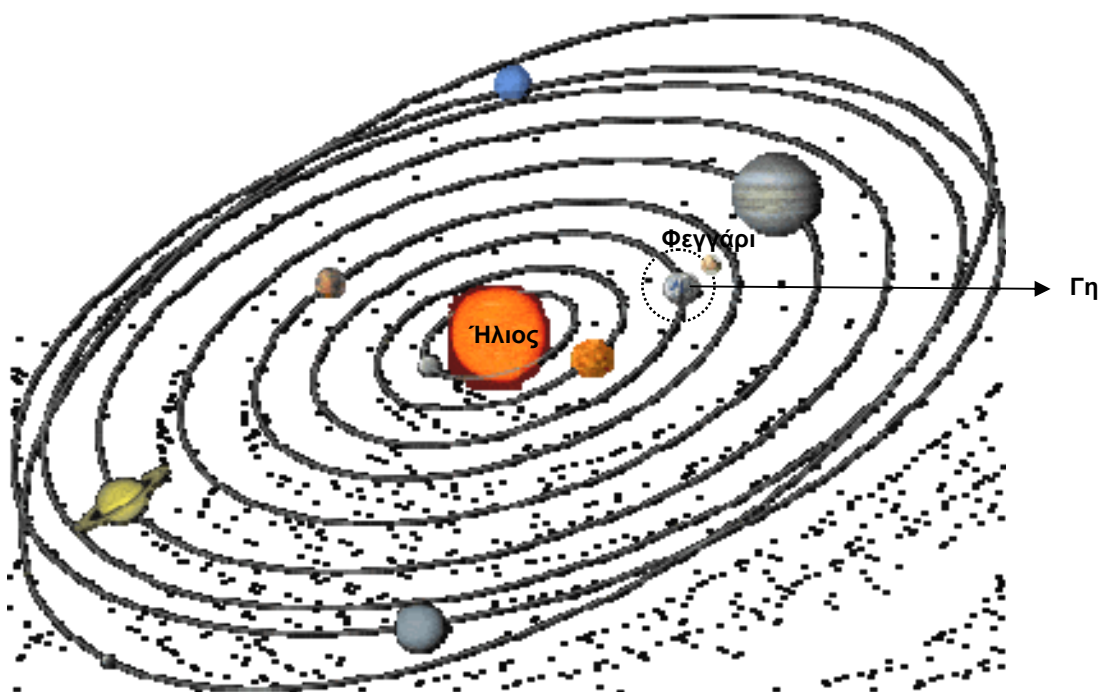
5.5 Κείμενο με πληροφορία Κατηγοριοποίησης (Ανατρεπτικό)

Η Γη: Ένα Ουράνιο Σώμα και όχι ένα Φυσικό σώμα

Η Γη πάνω στην οποία ζούμε είναι ένα ουράνιο σώμα, όπως είναι ο Ήλιος, το Φεγγάρι, τα αστέρια, οι πλανήτες, κ.τ.λ.. Τα παλιά χρόνια πολλοί άνθρωποι νόμιζαν ότι η Γη είναι ένα τεράστιο, ακίνητο φυσικό σώμα από χώμα που βρίσκεται στο κέντρο του σύμπαντος. Πίστευαν επίσης ότι ο Ήλιος, το Φεγγάρι και τα άλλα ουράνια σώματα βρίσκονται και κινούνται από πάνω της.

Σήμερα όμως ξέρουμε ότι η Γη είναι και αυτή ένα ουράνιο σώμα όπως είναι ο Ήλιος, το Φεγγάρι, οι πλανήτες, και τα αστέρια. Η Γη είναι ένας πλανήτης, με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των άλλων πλανητών. Όλοι οι πλανήτες είναι στρογγυλοί σαν τεράστιες μπάλες και γυρίζουν γύρω από τον εαυτό τους. Επίσης πολλοί πλανήτες έχουν δορυφόρους, που γυρίζουν γύρω από αυτούς, όπως είναι για παράδειγμα το Φεγγάρι που γυρίζει γύρω από τη Γη.

Η Γη είναι ένας από τους 9 πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος. Το ηλιακό σύστημα αποτελείται από τον Ήλιο που βρίσκεται στο κέντρο και από τους πλανήτες που γυρίζουν γύρω του. Η Γη, όπως και οι άλλοι πλανήτες του ηλιακού συστήματος, γυρίζει γύρω από τον εαυτό της και γύρω από τον Ήλιο. Στη εικόνα 1 του ηλιακού συστήματος που ακολουθεί μπορούμε να δούμε τον Ήλιο με τους 9 πλανήτες να γυρίζουν γύρω του. Μέσα σε αυτούς τους πλανήτες είναι και η Γη η οποία φαίνεται στην εικόνα. Στην ίδια εικόνα δίπλα στη Γη φαίνεται και το Φεγγάρι το οποίο γυρίζει γύρω της.



Εικόνα 1: Η Γη στο Ηλιακό Σύστημα

