

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ
* ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ:
ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΑΚΗΣ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ

*Ειρήνη Σκοπελίτη**

Περίληψη

ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΑΥΤΟΥ είναι η διερεύνηση μεθοδολογικών ζητημάτων που έχουν προκύψει στον χώρο της μελέτης των εννοιολογικών αλλαγών που συντελούνται στο γνωστικό σύστημα κατά τη μάθηση συμβάλλοντας έτσι στην επιστημονική συζήτηση γύρω από τα θέματα αυτά. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας σειράς μελετών στο πεδίο της παρατηρησιακής αστρονομίας που σκοπό είχαν να διερευνήσουν την επίδραση διαφορετικών μεθοδολογιών (είδος ερωτηματολογίου: ανοικτό έναντι κλειστού και χρήση εξωτερικών αναπαραστάσεων: υδρόγειος έναντι χάρτη) στις ιδέες των παιδιών για τον φυσικό κόσμο. Τα αποτελέσματα 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.

Επιπλέον ενισχύεται η υπόθεση ότι το γνωστικό σύστημα είναι κατανομημένο και ότι οι γνωστικές λειτουργίες είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε εξωτερικές και εσωτερικές αναπαραστάσεις. Τα αποτελέσματα από τις μεθοδολογικές έρευνες ενισχύουν τις ιδέες που έχουν διατυπωθεί σχετικά με τη θεωρία πλαισίου περί εννοιολογικών αλλαγών, σύμφωνα με την οποία η εκμάθηση των επιστημονικών πληροφοριών δεν είναι μία άμεση διαδικασία απλής μεταφοράς γνώσης, αλλά μία κονστρουκτιβιστική και ερμηνευτική διαδικασία στο πλαίσιο της οποίας μπορούν να δημιουργηθούν παρανοήσεις που έχουν τη μορφή νοητικών μοντέλων.

* Επίκουρη καθηγήτρια στο Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία του Πανεπιστημίου Πατρών.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η Βοσνιαδου έχει διατυπώσει τη θεωρία πλαισίου για το πρόβλημα της εννοιολογικής αλλαγής, ένα θεωρητικό πλαίσιο με βάση το οποίο η διαδικασία των εννοιολογικών αλλαγών ορίζεται ως μία κοστρονκτιβιστική διαδικασία (Vosniadou, 2013). Σύμφωνα με την εν λόγω προσέγγιση οι γνώσεις είναι οργανωμένες κατά πεδίο και έχουν τη δομή θεωριών πλαισίου. Ο όρος «θεωρία» χρησιμοποιείται εδώ για να δηλώσει μια συνεπή επεξηγηματική δομή, και όχι μια καλά δομημένη και κοινωνικά αποδεκτή επιστημονική θεωρία. Οι αρχικές «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. Παρ' όλα αυτά, πρόκειται για συστηματικά επεξηγηματικά πλαίσια με εσωτερική συνοχή και συνέπεια. Σύμφωνα με αυτό το θεωρητικό πλαίσιο, η μάθηση συντελείται με την αλλαγή των κατά πεδίο, αρχικών, αφελών, θεωριών (Carey, 1985· Vosniadou, 2013, 2007a, 2007b).

Προηγούμενες έρευνες στον χώρο της γνωστικής ανάπτυξης έχουν δείξει ότι οι αφελείς θεωρίες των μαθητών μπορούν να εμποδίσουν τη μάθηση των επιστημονικών πληροφοριών. Υποστηρίζεται ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν σημαντικές δυσκολίες να κατανοήσουν επιστημονικές εξηγήσεις οι οποίες είναι αντι-δαισθητικές και έρχονται σε σύγκρουση με τις καθημερινές τους εμπειρίες και παρατηρήσεις. Πιο συγκεκριμένα, σειρά προηγούμενων διαθεματικών και διαπολιτισμικών ερευνών από τη Βοσνιαδου και τους συνεργάτες της που μελέτησαν τις γνώσεις των παιδιών στον χώρο της παρατηρησιακής αστρονομίας έδειξαν ότι τα παιδιά αντιμετωπίζουν σοβαρές δυσκολίες στην κατανόηση των επιστημονικών ιδεών που παρουσιάζουν τη Γη σαν μια σφαίρα που περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της και περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο (Diakidoy, Vosniadou, Hawks, 1997· Samarapungavan, Vosniadou, & Brewer, 1996· Vosniadou & Brewer, 1992, 1994· Vosniadou & Skopeliti, 2007· Vosniadou, Skopeliti, & Ikospentaki, 2004, 2005· Βοσνιαδου, Αρχοντίδου, Καλογιαννίδου, & Ιωαννίδης, 1996). Τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών έδειξαν ότι τα παιδιά κατασκευάζουν και χρησιμοποιούν κάποιες αναπαραστάσεις, κάποια καλά ορισμένα μοντέλα της Γης τα οποία διαφέρουν από το επιστημονικό σφαιρικό 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.

Αυτά τα εναλλακτικά μοντέλα, εξαιρουμένης της επίπεδης/τετράγωνης Γης που θεωρείται το αρχικό μοντέλο για το σχήμα της Γης, μπορούν να ερμηνευτούν σαν προσπάθειες των παιδιών να ενσωματώσουν την επιστημονική πληροφορία της σφαιρικής Γης στην αρχική πεποιθση μιας επίπεδης, σταθερής και υποβασταζόμενης Γης. Γι' αυτό τον λόγο και ονομάστηκαν συνθετικά μοντέλα, γιατί ενέ-

χουν 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.

Βασίζόμενοι σε αυτά τα ευρήματα οι Vosniadou και Brewer (1992, 1994) υποστήριξαν ότι τα παιδιά ερμηνεύουν όλες τις πληροφορίες που λαμβάνουν από το περιβάλλον τους στο πλαίσιο της προηγούμενης γνώσης τους για τον κόσμο. Υπέθεσαν ότι τα παιδιά δεν κατηγοριοποιούν τη Γη ως ένα αστρονομικό σώμα. Αντίθετα, θεωρούν ότι είναι ένα φυσικό αντικείμενο (όπως αυτά που βρίσκονται πάνω στη Γη) και εφαρμόζουν σε αυτήν τις ιδιότητες των φυσικών αντικειμένων, όπως της επιπεδότητας, της υποστήριξης, της βαρύτητας που λειτουργεί «από πάνω προς τα κάτω», οι οποίες βασίζονται στο πλαίσιο μιας «αφελούς» θεωρίας που έχουν διαμορφώσει για τον κόσμο.

Η υπόθεση αυτή διερευνήθηκε πειραματικά από τις Vosniadou και Skopeliti (2005) και τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγοριοποιήσεις των παιδιών για τη Γη και τις ιδέες τους για το σχήμα της Γης. Τα παιδιά που κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα φυσικά σώματα κατασκεύασαν ένα νοητικό μοντέλο της Γης διαφορετικό από το επιστημονικό. Μόνο κάποια από τα παιδιά που κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα αστρονομικά σώματα έδειξαν να κατανοούν το σφαιρικό σχήμα της Γης. Φαίνεται ότι η ένταξη της Γης στην κατηγορία των αστρονομικών σωμάτων είναι προϋπόθεση για την κατανόηση του σφαιρικού της σχήματος. Αν τα παιδιά εντάξουν τη Γη στην κατηγορία των φυσικών σωμάτων, της αποδίδουν και τα χαρακτηριστικά τους, όπως υπέθεσαν και οι Vosniadou και Brewer (1992, 1994). Αυτά τα χαρακτηριστικά λειτουργούν ως περιορισμοί στην κατανόηση των επιστημονικών πληροφοριών για τη Γη.

Η Βοσνιάδου και οι συνεργάτες της, βάσει ερευνητικών δεδομένων, υποστηρίζουν ότι τα παιδιά κατασκευάζουν μία θεωρία πλαισίου για τον φυσικό κόσμο η οποία αποτελείται από ένα σύνολο αλληλένδετων πεποιθήσεων και παρουσιάζει μία εσωτερική συνοχή (Vosniadou & Skopeliti, 2014· Vosniadou, Vamvakoussi, & Skopeliti, 2008). Αυτή η θεωρία πλαισίου παρέχει στα παιδιά τις βασικές οντολογικές αρχές και τις αρχές αιτιότητας στο πλαίσιο των οποίων ερμηνεύεται ο κόσμος (Spelke, 1991). Οπότε στο πλαίσιο αυτής της θεωρίας μπορούν να παρερμηνευθούν οι επιστημονικές πληροφορίες, με αποτέλεσμα να κατασκευαστούν τα συνθετικά μοντέλα όπως είναι αυτά που αναφέραμε νωρίτερα.

Μεθοδολογική κριτική

Τα ευρήματα αυτά καθώς και όλο το θεωρητικό πλαίσιο των Vosniadou και Brewer δέχτηκαν κριτική η οποία βασίστηκε κυρίως σε μεθοδολογικά ζητήματα. Πιο συγκεκριμένα, ο Siegal, ο Nobes και οι συνεργάτες τους (Nobes, Martin, & Panagiotaki,

2005· Nobes, Moore, Martin, Clifford, Butterworth, Panagiotaki, & Siegal, 2003· Panagiotaki, Nobes, & Potton, 2009· Siegal, Butterworth, & Newcombe, 2004) υποστήριξαν ότι η μεθοδολογία των Vosniadou και Brewer (1992, 1994), που βασίστηκε στη χρήση ενός ανοικτού ερωτηματολογίου, υποτιμά τις κοσμολογικές γνώσεις των παιδιών. Έρευνες που διεξήγαγε ο Siegal με τους συνεργάτες του σε παιδιά της Μεγάλης Βρετανίας και της Αυστραλίας, χρησιμοποιώντας ένα ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου, έδειξαν ότι τα παιδιά, ιδιαίτερα της Αυστραλίας, κατανοούσαν το σφαιρικό σχήμα της Γης και οι απαντήσεις τους δεν παρουσίασαν ενδείξεις ύπαρξης των περιορισμών από τα χαρακτηριστικά των φυσικών αντικειμένων (Siegal et al., 2004). Ο Nobes και οι συνεργάτες του χρησιμοποίησαν ένα κλειστό ερωτηματολόγιο και υποστήριξαν ότι δεν υπήρξαν στα αποτελέσματά του ενδείξεις ότι τα παιδιά κατασκευάζουν αρχικά ή συνθετικά μοντέλα Γης (Nobes et al., 2003, 2005· Panagiotaki et al., 2009). Αντίθετα, κατέληξαν ότι η γνώση των παιδιών είναι είτε επιστημονική είτε αποσπασματική, παρά κατευθυνόμενη από νοητικά μοντέλα.

Ομάδα άλλων ερευνητών αποτελούμενη από τον Saljo και τους συνεργάτες του (Schoultz, Saljo, & Wyndhamn, 2001· Ivarsson, Schoultz, & Saljo, 2002) χρησιμοποιώντας κάποια πολιτισμικά εργαλεία στις έρευνές τους (υδρόγειο σφαίρα, χάρτη) υποστήριξαν ότι η Βοσνιαδου και οι συνεργάτες της δεν έδωσαν ιδιαίτερη σημασία στους κοινωνικο-πολιτισμικούς παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και ότι η χρήση των κατάλληλων πολιτισμικών εργαλείων, όπως είναι η υδρόγειος σφαίρα ή ο χάρτης, μπορούν να εξαλείψουν τις δυσκολίες των παιδιών στο να κατανοήσουν το σφαιρικό σχήμα της Γης.

Σκοπός μιας σειράς μελετών μας ήταν να ερευνηθεί και να απαντήσει σε αυτά τα μεθοδολογικά ζητήματα. Πρώτος στόχος ήταν να διερευνηθεί η επίδραση του διαφορετικού ερωτηματολογίου, ανοικτού έναντι κλειστού, στις απαντήσεις των παιδιών για τη Γη (Vosniadou, Skopeliti, & Ikospentaki, 2004). Δεύτερος στόχος ήταν η εξέταση της επίδρασης των εξωτερικών αναπαραστάσεων και των πολιτισμικών εργαλείων στις ιδέες των παιδιών για τη Γη (Skopeliti & Vosniadou, 2007· Vosniadou, Skopeliti, & Ikospentaki, 2005). Παρόλο που αυτές οι μελέτες έγιναν για να διερευνηθεί η ανάπτυξη των γνώσεων των παιδιών στο πεδίο της παρατηρησιακής αστρονομίας, υποστηρίζεται η ευρύτερη εφαρμογή των αποτελεσμάτων, γιατί μπορούν να μας οδηγήσουν στη διαμόρφωση της κατάλληλης μεθοδολογίας για τη διερεύνηση της ανάπτυξης της επιστημονικής γνώσης στα παιδιά και στον προσδιορισμό του ρόλου των πολιτισμικών εργαλείων σε αυτή την ανάπτυξη.

Είδος ερωτηματολογίου: Ανοικτό έναντι κλειστού

Έρευνες στον 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 στο πλαίσιο των σχολικών απαιτήσεων (Bereiter, 1984). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα παιδιά να έχουν υψηλές επιδόσεις όταν απαντούν σε ερωτήσεις που θυμίζουν κατά πολύ τη διδασκόμενη ύλη, αλλά πολύ χαμηλές επιδόσεις σε ερωτήσεις που απαιτούν κριτική σκέψη και παραγωγική χρήση των πληροφοριών που διδάχτηκαν. Ένα βασικό ερώτημα που τίθεται αφορά την πηγή των δυσκολιών που έχουν οι μαθητές προκειμένου να κατανοήσουν πλήρως τις επιστημονικές πληροφορίες και τις αιτίες που προκαλούν τις παρανοήσεις των μαθητών (Bransford, Franks, Vye, & Sherwood, 1989).

Υποστηρίζεται ότι η διαδικασία της κατάκτησης της γνώσης δεν βασίζεται σε μια ξεκάθαρη διάκριση ανάμεσα στο «γνωρίζω» ή «δεν γνωρίζω» κάτι. Αντίθετα η απόκτηση γνώσεων είναι μια σταδιακή διαδικασία που μπορεί να περνάει από πολλά στάδια και είδη γνώσης και η οποία πολλές φορές μπορεί να οδηγεί στην κατασκευή παρανοήσεων. Αν δεχτούμε ότι υπάρχουν διάφορα είδη γνώσεων στη διαδικασία της απόκτησης της επιστημονικής γνώσης, τότε είναι ξεκάθαρο ότι οι διαφορετικοί τρόποι που υποβάλλονται οι ερωτήσεις εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς στη διερεύνηση των γνώσεων των παιδιών. Ένα ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου είναι ένα καλό εργαλείο για να διερευνήσουμε αν ένα παιδί έχει εκτεθεί στις επιστημονικές πληροφορίες και εξηγήσεις και αν μπορεί να τις αναγνωρίσει, ενώ ένα ερωτηματολόγιο ανοικτού τύπου, ιδιαιτέρως κάποιο που περιλαμβάνει και παραγωγικές ερωτήσεις και ερωτήσεις οι οποίες απαιτούν κριτική σκέψη, 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.

Στις αρχικές τους έρευνες, οι Vosniadou και Brewer (1992, 1994) χρησιμοποίησαν ένα ερωτηματολόγιο ανοικτού τύπου για τη διερεύνηση των αστρονομικών γνώσεων των παιδιών. Στόχος τους δεν ήταν να εξακριβώσουν αν τα παιδιά είχαν εκτεθεί στις επιστημονικές πληροφορίες για το σχήμα της Γης και την εναλλαγή ημέρας/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 την επίτευξη αυτού του στόχου κατασκεύασαν ένα ερωτηματολόγιο ανοικτού τύπου και συμπεριέλαβαν σε αυτό παραγωγικές ερωτήσεις για τη σωστή εκτίμηση του βαθμού 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.

Η χρήση ενός κλειστού ερωτηματολογίου για την εξυπηρέτηση αυτού του στόχου θα ήταν μάλλον προβληματική. 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 δεν σημαίνει ότι την έχουν κατανοήσει. Για παράδειγμα, στο ανοικτό ερωτηματολόγιο τα παιδιά καλούνται να εξηγήσουν την εναλλαγή ημέρας/νύχτας με την ερώτηση «Μπορείς να μου πεις πώς αλλάζει από μέρα και γίνεται νύχτα;». Αντίθετα, σε ένα κλειστό ερωτηματολόγιο, όπως αυτό του Siegal ή του Nobes και των συνεργατών τους, για το ίδιο ζήτημα συνήθως 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 λοιπόν για ένα έργο αναγνώρισης το οποίο είναι πολύ πιο απλό και εύκολο, από το να ανακαλέσουν μόνα τους την επιστημονική εξήγηση.

Κριτική στο ανοικτό ερωτηματολόγιο

Εντούτοις, έχουν προκύψει ενστάσεις για τη χρήση ενός ανοικτού ερωτηματολογίου, όπως αυτό των Vosniadou και Brewer (1992, 1994). Οι υποστηρικτές του κλειστού ερωτηματολογίου (Nobes et al., 2003· Siegal et al., 2004) προέβαλαν τρία ζητήματα για τη μεθοδολογία των Vosniadou και Brewer. Ένα από αυτά τα ζητήματα αφορά τις επαναλαμβανόμενες ερωτήσεις – όταν δηλαδή τα παιδιά ερωτώνται επανειλημμένα για ένα θέμα με αποτέλεσμα ενίοτε να αλλάζουν την αρχική τους απάντηση, ώστε να πουν τελικά αυτό που νομίζουν ότι θέλει να ακούσει ο πειραματιστής και κατ' επέκταση οι απαντήσεις τους να παρουσιάζουν εσωτερική ασυνέπεια.

Ο Siegal και οι συνεργάτες του (2004) και ο Nobes και οι συνεργάτες του (2003) αποφάσισαν να χρησιμοποιήσουν το κλειστό ερωτηματολόγιο γιατί έτσι πίστευαν ότι θα απέφευγαν αυτό το πρόβλημα εφόσον 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 του ερευνητή (Siegal et al., 2004: 311). Δεν αμφισβητείται η άποψη ότι τα παιδιά είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στις κοινωνικές απαιτήσεις που προκύπτουν κατά τη διάρκεια μιας πειραματικής διαδικασίας, με αποτέλεσμα να αλλάξουν τις απα-

ντήσεις τους, οι οποίες θα παρουσιάζουν πλέον εσωτερική ασυνέπεια, όταν μια ερώτηση επαναλαμβάνεται ώστε να είναι συμβατές με βάση τις κοινωνικές απαιτήσεις. Εντούτοις, οι Vosniadou και Brewer στις έρευνές τους (1992, 1994) δεν βρήκαν εσωτερική ασυνέπεια στις απαντήσεις των παιδιών.

Επιπλέον, υποστηρίζεται ότι το ανοικτό ερωτηματολόγιο κατευθύνει τις απαντήσεις των παιδιών. Πιο συγκεκριμένα ο Nobes και οι συνεργάτες του θεώρησαν ότι τα νοητικά μοντέλα που περιγράφουν οι Vosniadou και Brewer στις έρευνές τους είναι εντελώς τυχαία ευρήματα (Nobes et al., 2003, 2005) ή μεθοδολογικά κατασκευάσματα (Panagiotaki et al., 2009), ενώ ο Siegal και οι συνεργάτες του υποστήριξαν ότι οι απαντήσεις των παιδιών στο ερωτηματολόγιο χαρακτηρίζονται από φαινομενική ασυνέπεια και τα νοητικά μοντέλα της Γης στην πραγματικότητα δεν υπάρχουν αλλά ότι κατασκευάζονται από τα παιδιά που αποδέχονται τις υπονοούμενες προϋποθέσεις που επιβάλλουν οι ανοικτές ερωτήσεις (Siegal et al., 2004). Παρ' όλα 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 ανοικτού τύπου ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν από τους Vosniadou και Brewer (1992, 1994) δεν προβάλλουν προϋποθέσεις που θα μπορούσαν να προκαλέσουν τη δημιουργία κάποιων συνθετικών 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.

Ένα ακόμα μεθοδολογικό ζήτημα που τέθηκε από τον Siegal και τους συνεργάτες του αφορά τις ζωγραφιές που ζητάγαν οι Vosniadou και Brewer από τα παιδιά. Υποστηρίχθηκε ότι τα παιδιά δυσκολεύονται να αναπαραστήσουν στο χαρτί ένα μοντέλο τριών διαστάσεων και γι' αυτό οι ζωγραφιές εννοούν την κατασκευή επίπεδων αναπαραστάσεων (Siegal et al., 2004). Εντούτοις, τα αποτελέσματα των ερευνών που ζητούσαν από τα παιδιά να ζωγραφίσουν τη Γη επιβεβαιώθηκαν από έρευνες που ακολούθησαν που ζητούσαν από τα παιδιά να κατασκευάσουν τη Γη με πλαστελίνη (Samarapungavan, Vosniadou, & Brewer, 1996; Βοσνιαδου και συν., 1996), όπου και σε αυτές τις έρευνες αρκετά ήταν τα παιδιά που κατασκεύαζαν με την πλαστελίνη επίπεδα μοντέλα για το σχήμα της Γης. Το τελευταίο μεθοδολογικό ζήτημα που τέθηκε από τον Nobes και τους συνεργάτες του αφορούσε την κατανόηση των ανοικτών ερωτήσεων από τα παιδιά που ενδεχομένως να δυσκολεύονται να κατανοήσουν τέτοιου τύπου ερωτήσεις. Υποστηρίχθηκε ότι τα παιδιά, ιδιαιτέρως αυτά που έρχονται από άλλο γλωσσικό περιβάλλον, δυσκολεύονται να κατανοήσουν τις λεκτικές οδηγίες του ανοικτού ερωτηματολογίου, και έτσι οδηγούνται στη διατύπωση απαντήσεων που δεν αντιπροσωπεύουν τις πραγματικές τους γνώσεις (Nobes et al., 2003).

Κριτική στο κλειστό ερωτηματολόγιο

Από την άλλη μεριά όμως προβλήματα αφορούν και τη χρήση ενός κλειστού ερωτηματολογίου. Ένα πρόβλημα που προκύπτει από το κλειστό ερωτηματολόγιο είναι ο περιορισμός των πιθανών απαντήσεων που δίνονται στα παιδιά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην αναδεικνύονται οι αρχικές αντιλήψεις των παιδιών, οι πεποιθήσεις τους και οι πιθανές παρανοήσεις που θα φαινόταν από το ανοικτό ερωτηματολόγιο, όπου τα παιδιά είναι ελεύθερα να απαντήσουν ό,τι σκέφτονται χωρίς περιορισμούς. Για παράδειγμα, ενώ στο ανοικτό ερωτηματολόγιο ζητείται από τα παιδιά να ζωγραφίσουν ή να κατασκευάσουν με πλαστελίνη το σχήμα της Γης, στο κλειστό ερωτηματολόγιο τα παιδιά πρέπει να επιλέξουν από τρία μοντέλα το πιο αντιπροσωπευτικό για το σχήμα της Γης.

Ένα άλλο μεθοδολογικό πρόβλημα που προκύπτει από το κλειστό ερωτηματολόγιο και τη μεθοδολογία που ακολούθησαν ο Siegal και οι συνεργάτες του (2004) είναι η χρήση ενός εξωτερικού μοντέλου κατά τη διάρκεια της συνέντευξης πάνω στο οποίο βασίζονταν τα παιδιά για να δώσουν τις απαντήσεις τους. Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της συνέντευξης και ενώ οι μαθητές έχουν επιλέξει ένα από τα τρία μοντέλα που τους έχουν δείξει οι ερευνητές ως το πιο αντιπροσωπευτικό για το σχήμα της Γης, απομακρύνονται όλα τα μοντέλα και οι ερωτήσεις που ακολουθούν γίνονται με βάση το σφαιρικό. Πρόκειται για μία αμφισβητούμενη διαδικασία, δεδομένου ότι ένα πολιτισμικά αποδεκτό εργαλείο, όπως το σφαιρικό μοντέλο για το σχήμα της Γης που παραπέμπει στην υδρόγειο σφαίρα, υποβάλλει στους μαθητές την ισχυρή προϋπόθεση ότι η Γη είναι σφαιρική, περιορίζοντάς τα στις απαντήσεις τους.

Ο Siegal και οι συνεργάτες του (2004) στην έρευνά τους έπεσαν και σε άλλα μεθοδολογικά παραπτώματα που φαίνεται να οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι απαντήσεις των παιδιών ήταν φαινομενικά ασυνεπείς και ότι τα συνθετικά μοντέλα που κατέγραψαν οι Vosniadou και Brewer στις δικές τους έρευνες ήταν τυχαία κατασκευάσματα. Βαθμολόγησαν τις απαντήσεις των παιδιών ως «σωστή» αν ήταν σύμφωνη με το επιστημονικό μοντέλο ή «λάθος» αν ήταν σύμφωνη με οποιοδήποτε εναλλακτικό μοντέλο. Με αυτό τον τρόπο όμως δεν δίνεται η δυνατότητα να διαφανεί το είδος της εναλλακτικής απάντησης και σε ποιο μοντέλο ανήκει. Επιπλέον, τα παιδιά στο κλειστό ερωτηματολόγιο δεν είχαν τη δυνατότητα να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους. Η αιτιολόγηση βοηθάει στον 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. Τέλος, δεν μπορεί να θεωρηθεί αποδεκτό το να περιμένουμε να βρούμε ότι η γνώση των παιδιών είναι είτε η επιστημονικά ορθή είτε αποσπασματική

οίου για τη Γη, η οποία αποτελείται από ένα σύνολο αλληλένδετων πεποιθήσεων. Σύμφωνα με αυτή τη υπόθεση, η θεωρία πλαισίου απαρτίζεται από πεποιθήσεις που συνδέονται μεταξύ τους συνεκτικά και ως εκ τούτου, για παράδειγμα, η κατανόηση της εναλλαγής ημέρας/νύχτας προϋποθέτει την κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης. Το κλειστό ερωτηματολόγιο λόγω των μεθοδολογικών προβλημάτων δεν θα μπορούσε να αναδείξει αυτή την εσωτερική συνοχή και τη σύνδεση μεταξύ των πεποιθήσεων.

Εβδομήντα δύο παιδιά της Α' και Γ' Δημοτικού συμμετείχαν στην έρευνα. Για τα μισά παιδιά χρησιμοποιήσαμε το ανοικτό ερωτηματολόγιο, ενώ για τα άλλα μισά το κλειστό ερωτηματολόγιο. Και τα δύο ερωτηματολόγια είχαν τον ίδιο αριθμό ερωτήσεων. Το ανοικτό ερωτηματολόγιο βασίστηκε στο αρχικό ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε στις έρευνες των Vosniadou και Brewer (1992, 1994) και το κλειστό ήταν το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε από τον Siegal και τους συνεργάτες του μεταφρασμένο στα ελληνικά (2004). Στο ανοικτό ερωτηματολόγιο δίνανε πλαστελίνη στα παιδιά και τους ζητάγαμε να κάνουν το σχήμα της Γης, ενώ στο κλειστό ερωτηματολόγιο παρουσιάζαμε τέσσερα προκατασκευασμένα μοντέλα από πλαστελίνη (σφαίρα, ημισφαίριο, δακτυλίδι και επίπεδη επιφάνεια) και ζητάγαμε από τα παιδιά να διαλέξουν ποιο δείχνει καλύτερα το σχήμα της Γης. Ακολουθώντας την πειραματική διαδικασία του Siegal και των συνεργατών του (2004), αφού το παιδί επέλεγε το πιο αντιπροσωπευτικό μοντέλο για το σχήμα της Γης, όλα τα μοντέλα απομακρύνονταν και οι υπόλοιπες ερωτήσεις γίνονταν με βάση το σφαιρικό.

Από τα αποτελέσματα της έρευνας φάνηκε ότι το κλειστό ερωτηματολόγιο προκάλεσε αύξηση του αριθμού των σωστών απαντήσεων και κυρίως τα παιδιά της Γ' τάξης μπόρεσαν να επωφεληθούν του κλειστού ερωτηματολογίου. Πιθανότατα τα μεγαλύτερα 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 τη σωστή απάντηση σε σχέση με τα μικρότερα παιδιά.

Αυτό που επίσης ελέγξαμε ήταν εάν τα παιδιά χρησιμοποιούν με συνεπή τρόπο ένα μοντέλο Γης διαφορετικό από το επιστημονικό. Επιλέξαμε από το ερωτηματολόγιο τέσσερις ερωτήσεις που κρίναμε ότι ήταν καθοριστικές για να κατηγοριοποιηθούν τα παιδιά σε μοντέλα σύμφωνα με τις απαντήσεις τους. Αυτές οι τέσσερις ερωτήσεις χρησιμοποιήθηκαν και από τον Nobes και τους συνεργάτες του στη δική τους έρευνα (Nobes et al., 2003), μόνο που εκείνοι δεν βρήκαν συνέπεια στις απαντήσεις των μαθητών. Οι απαντήσεις δεν βαθμολογήθηκαν ως «σωστές» ή «λάθος» όπως έκαναν οι άλλοι ερευνητές (Nobes et al., 2003· Siegal et al., 2004), αλλά λάβαμε υπόψη μας την κάθε πληροφορία που περιείχε μια απάντηση που θα ήταν κρίσιμη για την κατηγοριοποίηση του παιδιού σε μοντέλο. Βασιζόμενοι

σε προηγούμενες έρευνες ορίσαμε για κάθε μοντέλο ένα πρότυπο αναμενόμενων απαντήσεων στις τέσσερις ερωτήσεις. Το πρότυπο αναμενόμενων απαντήσεων ορίστηκε πριν βαθμολογήσουμε τις απαντήσεις των παιδιών. 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. Τα περισσότερα από τα παιδιά 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.

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 το μοντέλο της επίπεδης/τετράγωνης Γης, όπως και στις αρχικές έρευνες της Vosniadou και των συνεργατών της (Diakidou, Vosniadou, & Hawks, 1997; Samarapungavan et al., 1996; Vosniadou et al., 1996; Vosniadou & 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 που είναι πολύ κοντά στο επιστημονικό και δεν έρχεται σε σύγκρουση με την εξωτερική αναπαράσταση που δόθηκε στα παιδιά για να στηρίξουν τις απαντήσεις τους. Από την άλλη, τα περισσότερα παιδιά στο κλειστό ερωτηματολόγιο 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 σύγκριση των μοντέλων που κατασκευάστηκαν στην κάθε περίπτωση έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα αποτελέσματα που μας παρέχουν τα δύο ερωτηματολόγια [$\chi^2(6) = 25,288, p < 0,001$] και έτσι καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι το κλειστό ερωτηματολόγιο εμποδίζει τα παιδιά από το να κατασκευάσουν συνεπή μοντέλα Γης, διαφορετικά από το επιστημονικό.

Ανάλογα αποτελέσματα είχαμε και στο θέμα της εναλλαγής ημέρας/νύχτας. Στην περίπτωση του ανοικτού ερωτηματολογίου πολύ λίγα παιδιά έδωσαν επιστημονικές εξηγήσεις για την εναλλαγή ημέρας/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 περιφορά του Ήλιου γύ-

ρω από τη Γη). Αντίθετα, στην περίπτωση του κλειστού ερωτηματολογίου πολλά παιδιά επέλεξαν την επιστημονική εξήγηση για την εναλλαγή ημέρας/νύχτας.

Επιπλέον, εξετάσαμε αν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στο μοντέλο Γης που κατασκεύασαν τα παιδιά και τις εξηγήσεις τους για την εναλλαγή ημέρας/νύχτας. Η αρχική 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 ημέρας/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 ημέρας/νύχτας.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης επαβεβαίωσαν 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 ημέρας/νύχτας, ενώ τα παιδιά που είχαν κάποια αρχική αντίληψη για το σχήμα της Γης, εξήγησαν την εναλλαγή ημέρας/νύχτας χρησιμοποιώντας πάλι μια αρχική εξήγηση που βασιζόταν για παράδειγμα στην κίνηση του Ήλιου πίσω από τα βουνά. Αυτό όμως δεν συνέβη στην περίπτωση του κλειστού ερωτηματολογίου, όπου η πλειονότητα των παιδιών επέλεξε τις επιστημονικές απαντήσεις για την εξήγηση της εναλλαγής ημέρας/νύχτας ανεξάρτητα από τις αντιλήψεις τους για το σχήμα της Γης. Ο δείκτης συσχέτισης για το σχήμα της Γης και την εναλλαγή ημέρας/νύχτας έδωσε στατιστική σημαντικότητα μόνο για το ανοικτό ερωτηματολόγιο [$r = 0,546, p < 0,001$], όχι όμως και για το κλειστό [$r = 0,091, n.s.$].

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 ημέρας/νύχτας που βασίζονται κυρίως στην ιδέα ότι ο Ήλιος κρύβεται πίσω από κάτι και σταματάει να δίνει φως. Γι' αυτό τον λόγο γίνεται ακόμα πιο σαφές γιατί το κλειστό ερωτηματολόγιο δεν αποτελεί μια αξιόπιστη μέθοδο για τη διερεύνηση των αστρονομικών γνώσεων των παιδιών.

Σε πιο πρόσφατες έρευνες (Βιολατζή & Ρούσου, 2017· Σακελλαρίου, 2016) διερευνήθηκαν οι απόψεις των παιδιών για το σχήμα της Γης και την εναλλαγή ημέρας/νύχτας με τη χρήση του ανοικτού και του κλειστού ερωτηματολογίου, αφού τα παιδιά είχαν συμπληρώσει σειρά έργων που διερευνούσε λεκτικές δυ-

σκολίες και προβλήματα κατανόησης λόγου, και σειρά έργων που διερευνούσε τις σχεδιαστικές και κατασκευαστικές δεξιότητες των παιδιών. Τα έργα που χρησιμοποιήθηκαν για τις λεκτικές δεξιότητες βασίστηκαν στο ΑΘΗΝΑ Τεστ (Παρασκευόπουλος & Παρασκευοπούλου, 2011), ενώ για τις σχεδιαστικές και κατασκευαστικές δεξιότητες στο GEORGAS Τεστ (Georgas, 1971).

Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών έδειξαν, σε αντίθεση με τα ευρήματα των Siegal και Nobes και των συνεργατών τους (Nobes et al., 2003· Siegal et al., 2004), ότι ακόμη και τα παιδιά που δεν αντιμετώπιζαν προβλήματα κατανόησης λόγου, όπως και τα παιδιά που δεν είχαν σχεδιαστικές ή κατασκευαστικές δυσκολίες, έδωσαν απαντήσεις που δεν ήταν σύμφωνες με τις επιστημονικές εξηγήσεις για τη Γη, αλλά ήταν σύμφωνες με κάποιο αρχικό ή συνθετικό μοντέλο για τη Γη και την εναλλαγή ημέρας/νύχτας. Τα ευρήματα αυτά αμφισβητούν τους προβληματισμούς για το ανοικτό ερωτηματολόγιο σχετικά με τις σχεδιαστικές και τις λεκτικές αδυναμίες των παιδιών. Φαίνεται ότι η κατασκευή και χρήση νοητικών μοντέλων εναλλακτικών του επιστημονικού δεν προκύπτει επειδή τα παιδιά αδυνατούν να σχεδιάσουν το σχήμα της Γης ή επειδή αδυνατούν να κατανοήσουν τις ερωτήσεις του ανοικτού ερωτηματολογίου, αλλά γιατί διαθέτουν μία θεωρία πλαίσιο για τη Γη την οποία χρησιμοποιούν για να κατασκευάσουν νοητικά μοντέλα και να απαντήσουν στις ερωτήσεις.

Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν την αρχική μας υπόθεση, ότι τα δύο ερωτηματολόγια θα είχαν διαφορετικά αποτελέσματα. Το ανοικτό ερωτηματολόγιο επιβεβαίωσε τα ευρήματα των προηγούμενων ερευνών (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994) και ως προς τον βαθμό των επιστημονικών απαντήσεων που συγκεντρώθηκαν, αλλά και ως προς την εσωτερική συνέπεια των απαντήσεων ανά υποκείμενο, ενώ στο κλειστό ερωτηματολόγιο συγκεντρώθηκαν περισσότερες επιστημονικά ορθές απαντήσεις αλλά χάθηκε η εσωτερική συνέπεια των απαντήσεων. Ένας πιθανός λόγος που συγκεντρώθηκαν τόσο διαφορετικά αποτελέσματα μπορεί να είναι το γεγονός ότι το κλειστό ερωτηματολόγιο είναι κυρίως ένα έργο αναγνώρισης της σωστής απάντησης. Συνεπώς, επρόκειτο 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 έρχεται από τις εξηγήσεις των παιδιών για την εναλλαγή ημέρας/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 λοιπόν πως τα παιδιά μπορούν εύκολα να αναγνωρίζουν τις

επιστημονικές εξηγήσεις, τους είναι όμως ιδιαίτερα δύσκολο να τις ανακαλέσουν και να τις εκφράσουν από μόνοι τους, μια υπόθεση που φαίνεται να συμφωνεί με ευρήματα άλλων ερευνών από τον χώρο της εκπαιδευτικής ψυχολογίας (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 εμπόδιζαν τη δημιουργία εσωτερικών αναπαραστάσεων από τα παιδιά και κατηύθυναν τα παιδιά να δώσουν εξηγήσεις βασιζόμενα στο εξωτερικό και επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο. Κάτι τέτοιο όμως είχε καλύτερα αποτελέσματα στην περίπτωση των μεγαλύτερων παιδιών, που 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, λοιπόν, η απάντηση απορρέει ξεκάθαρα από το εξωτερικό μοντέλο, τα παιδιά δίνουν τη σωστή απάντηση. Όταν όμως η ερώτηση είναι πιο δύσκολη και δεν προκύπτει ξεκάθαρα από το εξωτερικό μοντέλο τα παιδιά είτε απαντούν βασιζόμενα σε ό,τι ήδη γνωρίζουν ή απαντούν στην τύχη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία εσωτερικής ασυνέπειας στις απαντήσεις τους.

Επίδραση εξωτερικών μοντέλων και πολιτισμικών εργαλείων

Σε προηγούμενες έρευνες ο Saljo και οι συνεργάτες του (Schoultz, Saljo, & Wyn-dhamn, 2001· Ivarsson, Schoultz, & Saljo, 2002) εξέτασαν τις απόψεις των παιδιών για το σχήμα της Γης, χρησιμοποιώντας πολιτισμικά εργαλεία, όπως την υδρόγειο σφαίρα και τον χάρτη αντίστοιχα. Υποστήριξαν ότι τα παιδιά δεν δυσκολεύονται καθόλου να αναγνωρίσουν την υδρόγειο σφαίρα ως την κατάλληλη αναπαράσταση της Γης και να βασιστούν σε αυτήν για να δώσουν επιστημονικές απαντήσεις σε ό,τι ερωτώνται. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι Vosniadou και Brewer (1992, 1994) υποτίμησαν τις γνώσεις των παιδιών για τη Γη, γιατί δεν χρησιμοποίησαν εξωτερικά μοντέλα ή πολιτισμικά εργαλεία κατά τη διεξαγωγή των μελετών τους.

Δεν διαφωνούμε με την άποψη ότι τα πολιτισμικά εργαλεία μπορούν να βοηθήσουν τα παιδιά να σκεφτούν και να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους χρησιμοποιώντας τα. Ιδιαίτερα στην περίπτωση της υδρογείου, παρουσιάζεται στα

παιδιά το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο Γης, το οποίο ούτως ή άλλως τα παιδιά πρέπει να γνωρίζουν και να το λάβουν υπόψη τους για να δώσουν τις σωστές απαντήσεις. Οι έρευνες όμως της Βοσνιαδου και των συνεργατών της έχουν δείξει ότι τα παιδιά απαντούν και επιχειρηματολογούν διαφορετικά όταν κατασκευάζουν μόνο τους το πιο αντιπροσωπευτικό μοντέλο Γης από ό,τι όταν έχουν έτοιμο μπροστά τους το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο. Επιπλέον, τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών έχουν δείξει ότι τα παιδιά κατασκευάζουν τα δικά τους μοντέλα μόνο όταν υπάρχει ανάγκη να γίνει αυτό και όχι όταν υπάρχει το έτοιμο μοντέλο μπροστά τους από το οποίο μπορούν να αντλήσουν απαντήσεις και να στηρίξουν τις αιτιολογήσεις τους (Vosniadou et al., 2004, 2005). Μάλιστα, προκύπτει πως οι απαντήσεις διαφοροποιούνται ανάλογα με την εξωτερική αναπαράσταση που έχουν τα παιδιά μπροστά τους – υδρόγειο σφαίρα ή χάρτη (Skorpeliti & Vosniadou, 2007).

Τέλος, φαίνεται ότι, παρόλο που είναι πιο εύκολο να βρεθούν λάθη στις απαντήσεις των παιδιών όταν κατασκευάζουν τα δικά τους μοντέλα, το ίδιο μπορεί να συμβεί και όταν τα παιδιά χρησιμοποιούν ένα εξωτερικό μοντέλο που δεν το έχουν κατανοήσει και δεν το δέχονται (Vosniadou et al., 2004, 2005). Παρόλο που τα παιδιά αναγνωρίζουν την υδρόγειο ως το πιο αντιπροσωπευτικό μοντέλο Γης, όταν πρέπει να δικαιολογήσουν τις απαντήσεις τους βασισμένα σε αυτήν πολλές φορές κάνουν λάθη, επηρεασμένα από τις προηγούμενες γνώσεις τους οι οποίες δεν είναι συμβατές με το σφαιρικό μοντέλο Γης.

Πειραματική διερεύνηση της επίδρασης των πολιτισμικών εργαλείων

Σκοπός μας εδώ ήταν να εξετάσουμε πώς τα παιδιά χρησιμοποιούν τις εξωτερικές αναπαραστάσεις, για να απαντήσουν σε ερωτήσεις που αφορούν το σχήμα της Γης και πώς διαφορετικά πολιτισμικά εργαλεία 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, να φτιάξουν μοντέλα από πλαστελίνη και να απαντήσουν ερωτήσεις σχετικά με τη Γη. Στη δεύτερη φάση απομακρύναμε τις ζωγραφιές και τα μοντέλα των παιδιών και τους δείχναμε ένα πολιτισμικό εργαλείο, είτε την υδρόγειο σφαίρα είτε τον χάρτη, και τους κάναμε ξανά ερωτήσεις για το σχήμα της Γης.

Υποθέσαμε ότι, όταν τα παιδιά δεν θα χρησιμοποιούσαν τα εξωτερικά μοντέλα, θα κατασκευάζαν εσωτερικές αναπαραστάσεις και συνεπή νοητικά μοντέλα

για τη Γη ώστε να απαντήσουν στις παραγωγικές ερωτήσεις. Περιμέναμε όμως πως στη δεύτερη φάση της πειραματικής διαδικασίας η παρουσία των εξωτερικών μοντέλων θα εμπόδιζε την κατασκευή των εσωτερικών μοντέλων. Τα παιδιά θα έδιναν απαντήσεις βασιζόμενα στα πολιτισμικά εργαλεία, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου η απάντηση θα απέρρεε ξεκάθαρα από αυτά. Στην αντίθετη περίπτωση που η απάντηση δεν θα απέρρεε ξεκάθαρα περιμέναμε την ενεργοποίηση της προϋπάρχουσας γνώσης, πράγμα το οποίο θα δημιουργούσε εσωτερική ασυνέπεια στις απαντήσεις των παιδιών.

Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 84 παιδιά. Από αυτά, τα 40 ήταν μαθητές της Α' Δημοτικού και η ηλικία τους κυμαινόταν από 5 ετών και 6 μηνών έως 7 ετών (μ.ό. ηλικίας: 6 έτη και 1 μήνας) και τα υπόλοιπα 44 ήταν μαθητές της Γ' Δημοτικού και η ηλικία τους κυμαινόταν από 7 ετών και 6 μηνών έως 10 ετών (μ.ό. ηλικίας: 8 έτη και 5 μήνες).

Η πειραματική διαδικασία χωρίστηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση (προ-έλεγχος) ζητάγαμε από τα παιδιά να μας προσδιορίσουν λεκτικά, ζωγραφίζοντας, και με πλαστελίνη, το σχήμα της Γης και πού ζουν οι άνθρωποι. Στη δεύτερη φάση (μετα-έλεγχος) οι ζωγραφιές και τα μοντέλα από πλαστελίνη που είχαν φτιάξει τα παιδιά απομακρύνονταν και δίναμε στα παιδιά ένα από τα δύο πολιτισμικά εργαλεία, την υδρόγειο σφαίρα ή τον χάρτη. Τα μισά παιδιά είχαν μπροστά τους 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 στα παιδιά που έδωσαν απαντήσεις σύμφωνες με το σφαιρικό μοντέλο παρουσιάσαμε τον χάρτη. Αυτός ο χειρισμός 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).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα δύο πολιτισμικά εργαλεία επηρέασαν με διαφορετικό τρόπο τις απαντήσεις των παιδιών. Στο επίπεδο της ερώτησης φάνηκε ότι τα παιδιά που χρησιμοποίησαν την υδρόγειο σφαίρα για να απαντήσουν στις ερωτήσεις μας έδωσαν περισσότερες σωστές απαντήσεις συγκριτικά με τον προ-έλεγχο [$F(1,40) = 11,575, p < 0,005$]. Αντίθετα τα παιδιά που χρησιμοποίησαν τον χάρτη δεν βελτίωσαν τις απαντήσεις τους στον μετα-έλεγχο. Φάνηκε λοιπόν 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 λάβει την πληροφορία ότι η Γη είναι σφαιρική. Είναι πιο εύκολο λοιπόν για τα παιδιά που χρησιμοποίησαν την

υδρογείο 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 συνεπή τρόπο κάποιο μοντέλο γης χρησιμοποιήσαμε και πάλι ένα πρότυπο αναμενόμενων απαντήσεων βασιζόμενοι σε προηγούμενες έρευνες (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994· Vosniadou, Skopeliti, & Ikospentaki, 2004). Οι αναμενόμενες απαντήσεις καθορίστηκαν πριν και ανεξάρτητα από τις απαντήσεις που πήραμε από τα παιδιά σε αυτή την έρευνα. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι τα παιδιά στην πρώτη φάση της πειραματικής διαδικασίας που δεν χρησιμοποιούσαν εξωτερικά μοντέλα της Γης, κατασκεύαζαν δικά τους συνεπή νοητικά μοντέλα με βάση τα οποία απαντούσαν 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, επιβεβαιώνοντας έτσι τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών που διεξήχθησαν από τη Βοσνιάδου και τους συνεργάτες της (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994· Vosniadou et al., 2004).

Με τη χρήση όμως των εξωτερικών μοντέλων χάνεται η εσωτερική συνέπεια στις απαντήσεις των παιδιών. Πιο συγκεκριμένα, πριν από τη χρήση της υδρογείου η πλειονότητα των μαθητών (90%) έδωσε απαντήσεις συνεπείς με κάποιο μοντέλο Γης, ενώ μετά τη χρήση της υδρογείου λίγοι ήταν οι μαθητές που έκαναν συνεπή χρήση ενός νοητικού μοντέλου (35% των παιδιών της Α' τάξης και 55% της Γ' τάξης). Η χρήση της υδρογείου είχε ως αποτέλεσμα να αυξηθεί ο αριθμός των σφαιρικών και μικτών μοντέλων και να μειωθεί σημαντικά ο αριθμός των συνθετικών και αρχικών μοντέλων Γης. Τα αποτελέσματα έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον προ-έλεγχο και τον μετα-έλεγχο [$\chi^2(2) = 36,455, p < 0,001$].

Κάτι ανάλογο συνέβη και στην περίπτωση του χάρτη. Και πάλι πριν από τη χρήση του εξωτερικού μοντέλου η πλειονότητα των παιδιών (85%) έδωσε απαντήσεις συνεπείς με κάποιο μοντέλο Γης. Αντίθετα, μετά τη χρήση του χάρτη περιορισμένος αριθμός παιδιών (35%) έδωσε απαντήσεις συνεπείς με 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. Η στατιστική ανάλυση που συνέκρινε τα αποτελέσματα ανάμεσα στον προ-έλεγχο και τον μετα-έλεγχο έδειξε και για την περίπτωση του χάρτη στατιστικά σημαντικές διαφορές [$\chi^2(2) = 31,004, p < 0,001$].

Στις ερωτήσεις που η απάντηση ατέρρευε ξεκάθαρα από τα εξωτερικά μοντέλα φάνηκε ότι τα παιδιά βασιζόνταν σε αυτά για να απαντήσουν. Για τις περιπτώ-

σεις όμως που η απάντηση δεν έβγαине ξεκάθαρα από την υδρογείο ή τον χάρτη, τα παιδιά αναγκάζονταν να ανατρέξουν στις αρχικές τους αναπαραστάσεις. Αυτό είχε ως 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 κατανόσή τους από τα παιδιά. Η κατανόηση αυτή δεν είναι μια απλή διαδικασία αλλά βασίζεται σε κονστρουκτιβιστικές, ερμηνευτικές διαδικασίες που επηρεάζονται από την προϋπάρχουσα γνώση των παιδιών.

Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας επιβεβαιώνουν τα ευρήματα των προηγούμενων ερευνών που διεξήχθησαν από τη Βοσνιάδου και τους συνεργάτες της (Vosniadou & Brewer, 1992; Vosniadou et al., 2004, 2005). Όταν δεν χρησιμοποιούνται εξωτερικά μοντέλα, τα παιδιά κατασκευάζουν δικά τους εσωτερικά μοντέλα, τα οποία εξωτερικεύονται μέσα από ζωγραφιές ή μοντέλα 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 παρερμηνείηση 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 πολιτισμικά εργαλεία 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. 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 παρουσιάζονται, αλλά τα ερμηνεύουν με βάση τα όσα ήδη γνωρίζουν.

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 πιθα-

νότατα είχε ήδη κάποια στιγμή εκτεθεί στην πληροφορία ότι η υδρογείος σφαίρα παρουσιάζει το σχήμα της Γης στην πραγματικότητα. Συνεπώς ήταν περισσότερο αναμενόμενο γι' αυτά τα παιδιά να αλλάξουν τις αρχικές τους απαντήσεις μόλις θα έβλεπαν την υδρογείο 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.

Ένα τελευταίο εύρημα ήταν πως ενώ η παρουσία της υδρογείου επηρέασε σε μεγαλύτερο βαθμό τις απαντήσεις των παιδιών σε σχέση με την παρουσία του χάρτη, όταν εξετάζουμε μία προς μία τις ερωτήσεις βρισκουμε ότι σε κάποιες, αν η απάντηση απέρριξε ξεκάθαρα από το εξωτερικό μοντέλο, τα παιδιά (ανεξάρτητα από τις προηγούμενες γνώσεις τους) χρησιμοποιούσαν το εξωτερικό μοντέλο της Γης για να απαντήσουν. Όταν όμως οι απαντήσεις δεν απέρριξαν 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 ποσοτική ασυνέπεια στις απαντήσεις των μαθητών στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου. Για παράδειγμα, στην ερώτηση «Μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν στο κάτω μέρος της Γης;» και στις δύο περιπτώσεις (υδρογείος 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 στην ίδια ερώτηση έδωσαν αρνητική απάντηση. Όταν όμως περνάμε στην ερώτηση «Αν ένα κοριτσάκι βρισκόταν εδώ και κρατούσε μια μπάλα και η μπάλα έφευγε από τα χέρια του, προς τα πού θα πήγαινε;», τα αποτελέσματα αλλάζουν. 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, στην περίπτωση της υδρογείου το 60% της Α' τάξης και το 65% της Γ' τάξης είπαν ότι η μπάλα δεν 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. Φαίνεται λοιπόν 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. Αυτό όμως έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ποσοτικής ασυνέπειας στις απαντήσεις τους.

Συζήτηση

Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών δίνουν απάντηση στα μεθοδολογικά ζητήματα που έχουν προκύψει και αφορούν το πρόβλημα της εννοιολογικής αλλαγής. Το κλειστό ερωτηματολόγιο καθώς και η χρήση εξωτερικών μοντέλων είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των σωστών απαντήσεων αλλά και την καταστροφή της εσωτερικής συνέπειας στις απαντήσεις των μαθητών. Αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι και στις δύο έρευνες που αναφέραμε τα παιδιά έδειξαν ότι δυσκολεύονται σημαντικά να κατανοήσουν το σφαιρικό σχήμα της Γης, τη βαρύτητα και την εναλλαγή ημέρας/νύχτας, και οι δυσκολίες αυτές αναδεικνύονται ανεξάρτητα από τη μορφή που έχουν οι ερωτήσεις και ανεξάρτητα από το αν τα παιδιά χρησιμοποιούν πολιτισμικά εργαλεία ή όχι. Ακόμα και όταν ακολουθήσαμε τη μεθοδολογία του κλειστού ερωτηματολογίου (Nobes et al., 2003, 2005· Siegal et al., 2004) ή των εξωτερικών αναπαραστάσεων (Ivarsson et al., 2002· Schoultz et al., 2001), οι απαντήσεις που λάβαμε από τα παιδιά έδειχναν τις δυσκολίες τους στην κατανόηση των επιστημονικών εννοιών.

Επιπλέον, τα ευρήματα των ερευνών αυτών ενισχύουν την υπόθεση ότι η σωστή χρήση των εξωτερικών αναπαραστάσεων δεν αποτελεί μια διαδικασία που απλώς μεταβιβάζονται πολιτισμικές πληροφορίες στο παιδί. Πρόκειται για μια κοστορροκτιβιστική διαδικασία κατά τη διάρκεια της οποίας οι πληροφορίες που έρχονται από το περιβάλλον και από την εξωτερική αναπαράσταση ερμηνεύονται και συνδέονται με συνέπεια με αυτά που ήδη γνωρίζει το παιδί (Vosniadou, 2007a, 2007b).

Γ' αυτό τον λόγο μιλάμε για διαφορετικά είδη γνώσης που κυμαίνονται από την απλή επανάληψη κάποιων πληροφοριών μέχρι την παραγωγική χρήση των πληροφοριών αυτών. Αυτά τα είδη γνώσης δεν διαχωρίζονται μεταξύ τους αλλά εμπλέκονται και θα μπορούσαν να θεωρηθούν στάδια στη διαδικασία απόκτησης γνώσεων. Στο πλαίσιο αυτής της διαδικασίας πολλές φορές ενδέχεται να προκύψουν παρανοήσεις που έχουν τη μορφή συνθετικών μοντέλων όπως αυτά περιγράφονται από τη θεωρία πλαισίου.

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα από το σύνολο αυτών των μεθοδολογικών ερευνών ενισχύουν την υπόθεση της θεωρίας πλαισίου, σύμφωνα με την οποία 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 που περιλαμβάνει αλλαγές σε οντολογικό, αναπαραστασιακό και επιστημολογικό επίπεδο. Μια τέτοια θεώρηση θα δίνει τη δυνατότητα να γίνεται αντιληπτό ότι η Γη είναι ένα αστρονομικό σώμα με τα χαρακτηριστικά των αστρονομικών σωμάτων και ότι η Γη μπορεί να φαίνεται και επίπεδη και σφαιρική ανάλογα με την οπτική από την

αποία τη βλέπουμε. Γενικότερα, λοιπόν, η κατανόηση των επιστημονικών εννοιών δεν βασίζεται στην αντικατάσταση της παλιάς θεωρίας από την καινούργια, την επιστημονικά ορθή, αλλά απαιτεί τη δυνατότητα μετάβασης σε μια νέα ευρύτερη οπτική που θα επιτρέψει στον διδασκόμενο να μπορεί να εξετάζει τα πράγματα από πολλές οπτικές πλευρές (Vosniadou, 2013).

Abstract

The purpose of the present chapter is to investigate in detail methodological issues, which have appeared in the field of conceptual changes research. The presentation of these methodological issues may add to the scientific discussion regarding these issues. A series of studies is presented, which was conducted in the field of observational astronomy. The purpose of these studies was to investigate how different methodologies (different questionnaires: open vs. forced choice, and external representations: globe vs. map) may influence students' ideas about the shape of the earth and the day/night cycle. The results support the claim that different methodologies can lead to different modes of knowing, ranging from the simple recognition of scientific facts to the generative use of scientific concepts. Additionally the results of all the studies support the claim that the cognitive system is divided and that the cognitive processes are the result of the interaction between internal and external representations. The present methodological results support the hypotheses coming from the framework theory on conceptual changes according to which the internalization of scientific information is not an act of direct cultural transmission but a constructive process of interpretation during which misconceptions, in the form of synthetic models, are constructed.

Βιβλιογραφία

- Berliner, C. (1984). How to Keep Thinking Skills from Going the Way of all Frills. *Educational Leadership*, 42, 75-77.
- Bransford, J. D., Franks, J. J., Vye, N. J. & Sherwood, R. D. (1989). New Approaches to Instruction Because Wisdom Can't be Told. In S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning* (pp. 470-497). Cambridge: Cambridge University Press.
- 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.
- Feinman, R. (1997). *Surely you're Joking Mr. Feinman: Adventures of a Curious Character*. New York: W.W. Norton. Co.

- Georgas, J. G. (1971). *To GEORGAS Test Nonmosúnēs gia Pαιδιά*. Αθήνα: Κέδρος.
- Ivarsson, J., Schoultz, J., & Säljö, R. (2002). Map Reading versus Mind Reading: Revisiting Children's Understanding of the Shape of the Earth. In M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice* (pp. 77-99). Amsterdam: Kluwer Academic Publishers.
- Nobes, G., Martin, A. E., & Panagiotaki, G. (2005). The Development of Scientific Knowledge of the Earth. *British Journal of Developmental Psychology*, 23, 47-64.
- 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.
- Novak, J. D. (Ed.) (1987). *Proceedings of the Second International Seminar: Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, vol. I, II, & III. Ithaca, N.Y.: Cornell University, Department of Education.
- Panagiotaki, G., Nobes, G., & Potton, A. (2009). Mental Models and Other Misconceptions in Children's Understanding of the Earth. *Journal of Experimental Child Psychology*, 104(1), 52-67.
- 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 Edition. East Sussex: Psychology Press.
- Siegal, M., Butterworth, G., & Newcombe, P. A. (2004). Culture and Children's Cosmology. *Developmental Science*, 7(3), 308-324.
- Skopeliti, I. & Vosniadou, S. (2007). Reasoning with External Representations in Elementary Astronomy. In S. Vosniadou & D. Kayser (Eds.), *2nd European Cognitive Science Conference* (pp. 244-249). London: Taylor & Francis.
- Spelke, E. S. (1991). Physical Knowledge in Infancy: Reflections on Piaget's Theory. In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The Epigenesis of Mind: Essays on Biology and Cognition* (pp. 133-169). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Vosniadou, S. (2007a). The Cognitive-Situative Divide and the Problem of Conceptual Change. *Educational Psychologist*, 42(1), 55-66.
- Vosniadou, S. (2007b). Introduction. In S. Vosniadou, A. Baltas, & X. Vamvakousi (Eds.), *Reframing the Conceptual Change Approach in Learning* (pp. 1-15). Oxford: Elsevier Ltd.
- Vosniadou, S. (2013). Conceptual Change in Learning and Instruction: The Framework Theory Approach. In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*, 2nd Edition (pp. 11-30). New York: Routledge.

- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental Models of the Earth: A Conceptual Change Study 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., & Skopeliti, I. (2005). Developmental Shifts in Children's Categorizations of the Earth. In B. G. Bara, L. Barsalou, & M. Bucciarelli (Eds.), *Proceedings of the XXVII Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 2325-2330). Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Vosniadou, S. & Skopeliti, I. (2014). The conceptual change approach from the theory-side of the fence. *Science and Education*, 23(7), 1427-1445.
- Vosniadou, S., Skopeliti, I., & Ikospentaki, K. (2004). Modes of Knowing and Ways of Reasoning in Elementary Astronomy. *Cognitive Development*, 19, 203-222.
- Vosniadou, S., Skopeliti, I., & Ikospentaki, K. (2005). Reconsidering the Role of Artifacts in Reasoning: Children's Understanding of the Globe as a Model of the Earth. *Learning and Instruction*, 15, 333-351.
- Vosniadou, S., Vamvakoussi, X., & Skopeliti, E. (2008). The Framework Theory Approach to the Problem of Conceptual Change. In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 3-34). New York: Routledge.
- Βοσνιάδου, Σ., Αργοντίδου, Α., Καλογιαννίδου, Α., Ιωαννίδης, Χ. (1996). Πώς τα Ελληνόπουλα αντιλαμβάνονται το σχήμα της Γης: μια μελέτη της εννοιολογικής αλλαγής στην παιδική ηλικία. *Ψυχολογικά Θέματα*, 7(1), 30-51.
- Παρασκευόπουλος, Ι. Ν. & Παρασκευοπούλου, Ο. Ι. (2011). *ΑθηνάΤεστ Διάγνωσης Δυσκολιών Μάθησης - Νέα Έκδοση*. Αθήνα: ΑθηνάΤεστ.
- Σκοπελίτη, Ε., Βιολατζή, Α. Μ. & Ρούσου Ε. (υπό προετοιμασία). *Μεθοδολογικά ζητήματα στις αντιλήψεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας για το σχήμα της Γης και την εναλλαγή ημέρας/νύχτας*.
- Σκοπελίτη, Ε. & Σακελαρίου, Α. (υπό προετοιμασία). *Δυνατότητες και περιορισμοί στην απόδοση 2-διάστατων και 3-διάστατων μοντέλων της Γης από παιδιά προσχολικής ηλικίας*.