
Αναπτυξιακές Αλλαγές στην Κατηγοριοποίηση της Έννοιας «Γη»

ΣΤΕΛΛΑ ΒΟΣΝΙΑΔΟΥ ΚΑΙ ΕΙΡΗΝΗ ΣΚΟΠΕΛΙΤΗ

Περίληψη

Στο παρόν άρθρο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας εμπειρικής μελέτης που είχε ως στόχο να διερευνήσει την υπόθεση ότι αναπτυξιακά συναντούμε επανακατηγοριοποίηση της έννοιας «Γη» που συνδέεται με τη δημιουργία νέων θεωρητικών/επεξηγηματικών πλαισίων και ότι η επανακατηγοριοποίηση της έννοιας «Γη» συνδέεται με τις απόψεις των παιδιών για το σχήμα της Γης. Στην έρευνα συμμετείχαν εξήντα δύο παιδιά: τα 43 ήταν μαθητές της Α' Δημοτικού και η ηλικία τους κυμαινόταν από 6 έως 7 ετών και τα 19 ήταν μαθητές της Ε' Δημοτικού και η ηλικία τους κυμαινόταν από 10 έως 11 ετών. Τα παιδιά πέρασαν από ατομικές συνεντεύξεις στη διάρκεια των οποίων είχαν να απαντήσουν σε ένα έργο κατηγοριοποίησης της Γης και σε ένα έργο για το σχήμα της Γης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παιδιά αναπτυξιακά επανακατηγοριοποιούν τη Γη επιβεβαιώνοντας την αρχική μας υπόθεση. Η πλειονότητα των μικρότερων παιδιών κατηγοριοποίησε τη Γη με τα φυσικά σώματα, ενώ τα μεγαλύτερα παιδιά κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα αστρονομικά σώματα. Επίσης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε ισχυρός βαθμός συσχέτισης ανάμεσα στον τρόπο που κατηγοριοποίησαν τα παιδιά την έννοιας «Γη» και τις απόψεις τους για

* Εργαστήριο Γνωσιακής Επιστήμης, Τμήμα Μεθοδολογίας, Ιστορίας και Θεωρίας της Επιστήμης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

το σχήμα της Γης, αφού τα παιδιά που κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα αστρονομικά σώματα έδωσαν και επιστημονικές εξηγήσεις για το σχήμα της Γης.

Εισαγωγή

Μεγάλο μέρος της βιβλιογραφίας στο χώρο της γνωστικής ψυχολογίας έχει ασχοληθεί με τον τρόπο που τα παιδιά διαμορφώνουν έννοιες και κατασκευάζουν κατηγορίες. Υπάρχουν δύο κύριες θεωρητικές απόψεις που αναφέρονται στη διαμόρφωση εννοιών. Η μία βασίζεται στην ιδέα της ομοιότητας (Fisher & Sloutsky, 2004· Sloutsky & Fisher, 2004), ενώ η άλλη στην ιδέα της θεωρίας (Carey, 1985· Gelman & Markman, 1986· Goldstone, 1994· Murphy & Medin, 1985). Η πρώτη υποστηρίζει ότι τα παιδιά αρχικά διαμορφώνουν κατηγορίες βασιζόμενα στην εξωτερική ομοιότητα και στην πορεία οι κατηγορίες αυτές ενδέχεται να ενταχθούν σε θεωρίες. Η δεύτερη υποστηρίζει ότι τα παιδιά από την αρχή κατασκευάζουν θεωρίες οι οποίες, όμως, για διάφορους λόγους, όπως για παράδειγμα έλλειψη σχετικών γνώσεων, δεν κατευθύνουν τους μηχανισμούς γενίκευσης (Keil, Smith, Simons, & Levin, 1998). Στην παρούσα εργασία δεν θα μας απασχολήσει αυτή η διαμάχη σχετικά με το πώς σχηματίζονται αρχικά οι έννοιες και πώς εντάσσονται σε κατηγορίες. Κύριος στόχος μας είναι να διερευνήσουμε την υπόθεση ότι κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης οι έννοιες εντάσσονται σε κατηγορίες που αποτελούν θεωρητικά/επεξηγηματικά πλαίσια και επιπλέον ότι η ένταξη των εννοιών σε κατηγορίες δεν είναι ένα στατικό φαινόμενο αλλά μια δυναμική διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα, υποστηρίζουμε ότι κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και της μάθησης συναντούμε επανακατηγοριοποιήσεις εννοιών που συνδέονται με τη δημιουργία νέων θεωρητικών/επεξηγηματικών πλαισίων.

Το ερώτημα αυτό θα το διερευνήσουμε στα πλαίσια των εννοιολογικών αλλαγών που συμβαίνουν στις αφελείς θεωρίες των παιδιών για τον φυσικό κόσμο, και συγκεκριμένα, στις απόψεις των παιδιών για τη Γη. Ένα πλήθος ερευνών στο χώρο της παρατηρησιακής αστρονομίας έχει δείξει ότι τα παιδιά έχουν σημαντικές δυσκολίες στο να κατανοήσουν το επιστημονικό μοντέλο της Γης ως ένα σφαιρικό, κινούμενο αστρονομικό σώμα που περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο (Bryce, & Blown, 2006· Mali, & Howe, 1979· Nussbaum, 1979· Nussbaum, & Novak,

1976
νεργ
τανο
βαθμ
προσ
σωμ
τα, ο
κάτω
Ikos
μοσί
που
ντέλ
για
που
Ντα
κατε
δεικ
από
& I
gava
Η
νετα
αστ
Γης
σημ
vake
Η
φυσ
μπο
ματ
μας
αν
«Γη
σχε
της
χικ
σώμ
μικ

1976· Saddler, 1992· Sneider, & Pulos, 1983). Η Βοσνιάδου και οι συνεργάτες της έχουν υποστηρίξει ότι οι δυσκολίες των παιδιών να κατανοήσουν τις επιστημονικές απόψεις για τη Γη οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στο ότι κατηγοριοποιούν τη Γη ως ένα φυσικό αντικείμενο προσδίδοντάς της τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά των φυσικών σωμάτων που βρίσκονται πάνω στη Γη (π.χ., στερεότητα, σταθερότητα, οργάνωση του χώρου σε πάνω/κάτω, βαρύτητα από πάνω προς τα κάτω κ.λπ.). (Vosniadou, & Brewer, 1992, 1994· Vosniadou, Skopeliti, & Ikospentaki, 2004, 2005· Vosniadou, Vamvakoussi, & Skopeliti, υπό δημοσίευση). 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. Διαπολιτισμικές μελέτες που διεξήχθησαν με μικρά παιδιά από τη Σαμιά, την Ινδία, τη Βόρεια Ντακότα επιβεβαίωσαν ότι τα παιδιά από διαφορετικά μέρη της Γης κατασκευάζουν παρεμφερή μοντέλα τα οποία στο σύνολό τους αναδεικνύουν ότι τα χαρακτηριστικά των φυσικών σωμάτων αποδίδονται από τα μικρά παιδιά στη Γη (Βοσνιάδου, Αρχοντίδου, Καλογιαννίδου, & Ιωαννίδης, 1996· Diakidou, Vosniadou, & Hawks, 1997· Samarapungavan, Vosniadou, & Brewer, 1996).

Η πλήρης κατανόηση της επιστημονικής αντίληψης για τη Γη φαίνεται να προϋποθέτει τη διαμόρφωση μιας νέας κατηγορίας —αυτής των αστρονομικών σωμάτων— καθώς και την επανακατηγοριοποίηση της Γης σε αυτή τη νέα οντολογική κατηγορία. Αυτή η διαδικασία απαιτεί σημαντική αναδιοργάνωση της βάσης των γνώσεων (Vosniadou, Vamvakoussi, & Skopeliti, υπό δημοσίευση).

Η υπόθεση ότι τα παιδιά αρχικά κατηγοριοποιούν τη Γη ως ένα φυσικό σώμα και ότι η κατηγοριοποίηση της Γης ως φυσικού σώματος μπορεί στη συνέχεια να εμποδίσει την κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης δεν έχει διερευνηθεί πειραματικά μέχρι τώρα. Αυτό θα μας απασχολήσει σε αυτή την εργασία, όπου διερευνούμε πειραματικά αν υπάρχει, αναπτυξιακά, μια επανακατηγοριοποίηση της έννοιας «Γη» από ένα φυσικό σε ένα αστρονομικό σώμα, και αν ναι, το πώς σχετίζεται με την κατανόηση των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της Γης. Πιο συγκεκριμένα, μας ενδιαφέρει να δούμε αν τα παιδιά αρχικά κατηγοριοποιούν τη Γη με τα φυσικά και όχι με τα αστρονομικά σώματα, αν στην πορεία επανακατηγοριοποιούν τη Γη με τα αστρονομικά σώματα και, τέλος, αν αυτή η επανακατηγοριοποίηση της Γης

σχετίζεται με τη διαδικασία μάθησης και κατανόησης των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της Γης.

Για να διερευνήσουμε αυτή την υπόθεση κατασκευάσαμε 10 κάρτες πάνω στην καθεμία από τις οποίες υπήρχε γραμμένη μία λέξη. Μία από τις λέξεις ήταν η λέξη ΓΗ. Πέντε από τις λέξεις ανήκαν σε φυσικά σώματα που βρίσκονται πάνω στη Γη. Οι λέξεις αυτές ήταν οι ακόλουθες: ΣΠΙΤΙ, ΓΑΤΑ, ΠΕΤΡΑ, ΔΕΝΤΡΟ, ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ. Οι υπόλοιπες τέσσερις λέξεις αφορούσαν ουράνια σώματα: ΗΛΙΟΣ, ΦΕΓΓΑΡΙ, ΑΣΤΕΡΙ, ΠΛΑΝΗΤΗΣ.

Υποθέσαμε ότι αν τα παιδιά, βασιζόμενα στη φαινομενική τους εμπειρία θεωρούν τη Γη κάτι διαφορετικό από τα ουράνια σώματα που βρίσκονται πάνω από τη Γη, θα την κατηγοριοποιήσουν με τα φυσικά σώματα. Αντιθέτως, αν η έννοια «Γη» είναι γι' αυτά συμβατή με την επιστημονική έννοια της Γης ως ενός πλανήτη, θα την κατηγοριοποιήσουν με τα αστρονομικά σώματα.

Υποθέσαμε ότι θα υπάρξει 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 αστρονομικά σώματα. Σύμφωνα με το θεωρητικό μας πλαίσιο, το πέρασμα από την κατηγοριοποίηση της Γης ως φυσικού σώματος στην κατηγοριοποίησή της ως αστρονομικού σώματος συνδέεται στενά με την κατανόηση του επιστημονικού μοντέλου 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' Δημοτικού και η ηλικία τους κυμαινόταν από 6 έως 7 ετών (μέσος όρος ηλικίας: 6 ετών και 3 μηνών). Τα υπόλοιπα 19 παιδιά ήταν μαθητές της Ε' Δημοτικού και η ηλικία τους κυμαινόταν 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. Μας παραχωρήθηκε μια αίθουσα του σχολείου 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 κλίμακα βαθμολόγησης. Στη συνέχεια, δύο άλλοι ανεξάρτητοι κριτές χρησιμοποίησαν την ίδια κλίμακα 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 συζητήσεως.

Υλικά

Για το έργο της κατηγοριοποίησης χρησιμοποιήθηκαν 10 κάρτες: πάνω σε καθεμία ήταν γραμμένη μία από τις λέξεις: «ΗΛΙΟΣ», «ΦΕΓΓΑΡΙ», «ΑΣΤΕΡΙ», «ΓΗ», «ΠΛΑΝΗΤΗΣ», «ΣΠΙΤΙ», «ΓΑΤΑ», «ΠΕΤΡΑ», «ΔΕΝΤΡΟ» και «ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ». Η ερευνήτρια 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. 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 και Brewer (1992).

Αποτελέσματα

Έργο Κατηγοριοποίησης

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

Η ομαδοποίηση και η βαθμολογία των απαντήσεων φαίνεται στον Πίνακα 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 αστρονομικά σώματα, ενώ, αντιθέτως, τα μεγαλύτερα παιδιά της Ε' Δημοτικού κάνουν το διαχωρισμό και κατηγοριοποιούν τη Γη με τα αστρονομικά σώματα. Στη συνέχεια, και ενώ οι ερωτήσεις κατηγοριοποίησης γίνονται όλο και πιο συγκεκριμένες, ανεβαίνει το ποσοστό των παιδιών που κατηγοριοποιούν τη Γη με τα αστρονομικά σώματα και για τις δύο ηλικιακές ομάδες, όμως από τα παιδιά της Α' Δημοτικού μόνο το 42% κάνει αυτή την κατηγοριοποίηση, ενώ από τα παιδιά της Ε' Δημοτικού σχεδόν όλα (90%) κατηγοριοποιούν τη Γη με τα αστρονομικά σώματα.

Οι απαντήσεις των παιδιών στις ερωτήσεις κατηγοριοποίησης βαθμολογήθηκαν με (3) αν κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα αστρονομικά σώματα, με (2) αν κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα φυσικά αντικείμενα, με (1) αν δεν έκαναν το διαχωρισμό ανάμεσα σε αστρονομικά 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 [$t(60) = 4,630, p < 0,001$] υπέρ των μαθητών της Ε' Δημοτικού. 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 πρώτης τάξης με αυτές των παιδιών της πέμπτης τάξης, δηλαδή τις απαντήσεις τους στην τελευταία ερώτηση κατηγοριοποίησης όπως αυτές

1. Θ
 σε
 πρ
 να
 το
 με

2. Μ
 κ
 ορ
 αν

3. Μ
 σε
 πρ
 το
 Γ
 αυ
 το

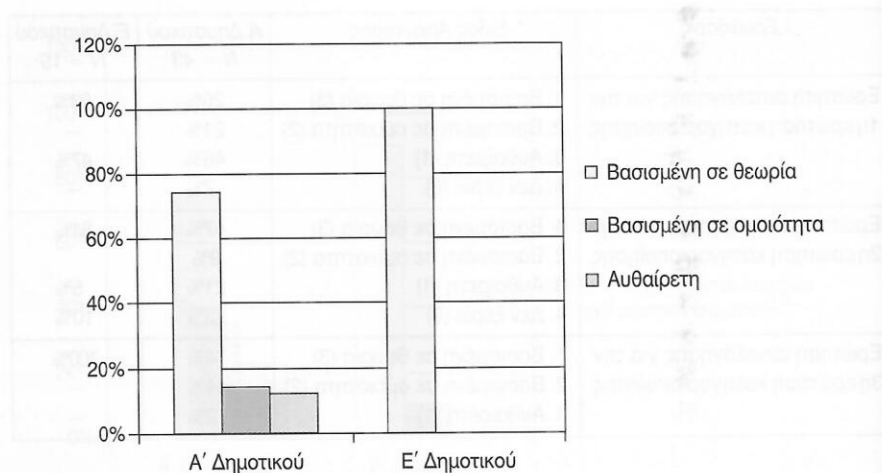
φαιν
 κές
 διαφ
 μαθ
 έκα
 και

ΠΙΝΑΚΑΣ 1
Ποσοστά απαντήσεων ανά τάξη στις ερωτήσεις κατηγοριοποίησης

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

φαίνονται στον Πίνακα 1. Η ανάλυση μας έδωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο ηλικίες [$\chi^2(2) = 11,630, p < 0,005$]. Οι διαφορές φαίνονται ξεκάθαρα στο Γράφημα 1. Σε αντίθεση με τους μαθητές της Α' Δημοτικού, σχεδόν όλοι οι μαθητές της Ε' Δημοτικού έκαναν το διαχωρισμό ανάμεσα σε αστρονομικά και φυσικά σώματα και κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα αστρονομικά σώματα.

ΓΡΑΦΗΜΑ 2
Ποσοστά απαντήσεων ανά τάξη στην τελευταία ερώτηση αξιολόγησης



Σχήμα Γης και Βαρύτητα

Στον Πίνακα 3 βλέπουμε αναλυτικά τις απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα. Οι απαντήσεις των παιδιών βαθμολογήθηκαν με βάση την έρευνα των Vosniadou και Brewer (1992). Αναλυτικότερα, όλες οι απαντήσεις στις ερωτήσεις για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα βαθμολογήθηκαν με 3 αν ήταν συνεπείς με τις επιστημονικές εξηγήσεις, με 1 αν ήταν συνεπείς με ένα αρχικό μοντέλο, με 2 αν ήταν συνεπείς με εναλλακτικά μοντέλα, και με 0 όταν δεν δινόταν απάντηση στην ερώτηση. Πιο συγκεκριμένα, ο τρόπος που βαθμολογήθηκε η κάθε απάντηση ξεχωριστά φαίνεται στον Πίνακα 3.

Το στατιστικό κριτήριο t-test που έγινε στις συνολικές επιδόσεις των μαθητών στις ερωτήσεις για το σχήμα της Γης έδειξε ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική ηλικιακή διαφορά [$t(60) = 3,317, p < 0,005$]. 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).

Χρησιμοποιώντας τις απαντήσεις των παιδιών σε τέσσερις βασικές διαγνωστικές ερωτήσεις για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα, κατηγοριοποιήσαμε τα παιδιά αναλόγως με τα μοντέλα τους για το σχήμα

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Ποσοστά απαντήσεων ανά τάξη στις ερωτήσεις για το σχήμα της γης και τη βαρύτητα

| Ερωτήσεις | Είδος Απάντησης | Α' Δημοτικού N = 43 | Ε' Δημοτικού N = 19 |
|---|--|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Πάρε αυτή την πλαστελίνη και κάνε το σχήμα της Γης όπως νομίζεις ότι είναι η Γη στην πραγματικότητα. | 1. Σφαίρα (3) 2. Κάθετο δακτυλίδι (2) 3. Δύο μοντέλα (σφαιρικό και επίπεδο) (2) 4. Δίσκος (1) 5. Τετράγωνο (1) | 53% 12% 7% 14% 14% | 90% — — 10% — |
| 2. Δείξε μου πού ζουν οι άνθρωποι. | 1. Παντού στη σφαίρα (3) 2. Στο πάνω μέρος της σφαίρας (2) 3. Στο εσωτερικό του δακτυλιδιού (2) 4. Στο πάνω μέρος του επιπέδου, όχι στη σφαίρα (1) 5. Στο πάνω μέρος του δίσκου (1) 6. Στο πάνω μέρος του τετραγώνου (1) | 18% 35% 12% 7% 14% 14% | 63% 26% — — 10% — |
| 3. (Αν έχει κάνει σφαίρα:) Μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν εδώ στο κάτω μέρος της Γης; | 1. Ναι (3) 2. Όχι (2) 3. Δεν ρωτήθηκε, γιατί κατασκεύασε ενδιάμεσο μοντέλο Γης (2) 4. Δεν ρωτήθηκε, γιατί κατασκεύασε αρχικό μοντέλο Γης (1) | 19% 35% 19% 28% | 68% 21% — 10% |
| 4. (Αν στην Ερ. 3 πει ναι:) Αν ένα κοριτσάκι βρισκόταν εδώ κάτω και κρατούσε μια μπάλα και η μπάλα τού έφευγε από τα χέρια, προς τα πού θα έπεφτε; | 1. Προς τη Γη (3) 2. Μακριά από τη Γη (2) 3. Δεν ρωτήθηκε, γιατί είπε ότι οι άνθρωποι δεν ζουν στο κάτω μέρος της Γης (2) 4. Δεν ρωτήθηκε, γιατί κατασκεύασε ενδιάμεσο μοντέλο (2) 5. Δεν ρωτήθηκε, γιατί κατασκεύασε αρχικό μοντέλο (1) | 16% 2% 35% 19% 28% | 68% — 21% — 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) 2. Η Γη έχει επίπεδες επιφάνειες πάνω της (2) 3. Μέσα στη Γη που είναι το σπίτι είναι επίπεδη (2) 4. Ασαφής απάντηση (1) 5. Το παιδί αλλάζει το σχήμα του σε επίπεδο (1) | 14% 12% 7% 9% 2% | 52% 16% — 5% — |

ΠΙΝΑΚΑΣ 3
συνέχεια

| Ερωτήσεις | Είδος Απάντησης | Α' Δημοτικού N = 43 | Ε' Δημοτικού N = 19 |
|---|---|------------------------|------------------------|
| | 6. Δεν ρωτήθηκε, γιατί κατασκεύασε 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 κατασκεύασε 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 να:;) Μπορεί να πέσεις από αυτό το τέλος; | 1. Δεν ρωτήθηκε, γιατί κατασκεύασε 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% |

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 πρώτο μέρος της διατριβής. Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι αναμενόμενες απαντήσεις για το κάθε μοντέλο Γης σε καθεμία 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.

Για παράδειγμα, προκειμένου να κατηγοριοποιηθεί 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

ΠΙΝΑΚΑΣ 4
Πρότυπο απαντήσεων για τα Μοντέλα της Γης

| Μοντέλο Γης | Ερώτηση 1 | Ερώτηση 3 | Ερώτηση 6 | Ερώτηση 7 |
|-----------------------|------------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Σφαίρα | Σφαίρα | Ναι | Δεν ρωτήθηκε, γιατί έκανε σφαιρική Γη | Δεν ρωτήθηκε, γιατί έκανε σφαιρική Γη |
| Σφαίρα χωρίς βαρύτητα | Σφαίρα | Όχι | Δεν ρωτήθηκε, γιατί έκανε σφαιρική Γη | Δεν ρωτήθηκε, γιατί έκανε σφαιρική Γη |
| Κοίλη Σφαίρα | Κάθετο δακτυλίδι | Όχι | Ναι υπάρχει τέλος | Όχι |
| Διπλή Γη | Σφαίρα και Επίπεδη επιφάνεια | Δεν ρωτήθηκε, γιατί οι άνθρωποι ζουν στην επίπεδη Γη και όχι στη σφαιρική | Ναι υπάρχει τέλος | Ναι |
| Δίσκος | Δίσκος/Οριζόντιο δακτυλίδι | Δεν ρωτήθηκε, γιατί δεν έκανε σφαιρική Γη | Ναι υπάρχει τέλος | Ναι |
| Επίπεδη Τετράγωνη Γη | Τετράγωνη επιφάνεια | Δεν ρωτήθηκε, γιατί δεν έκανε σφαιρική Γη | Ναι υπάρχει τέλος | Ναι |

αν μπορούν οι άνθρωποι να ζήσουν στο κάτω μέρος της Γης. Εδώ περιμένουμε η απάντησή του να είναι αρνητική.

Στον Πίνακα 5 φαίνονται τα ποσοστά των μαθητών που τοποθετήθηκαν σε κάθε μοντέλο Γης. Βλέπουμε ότι η πλειονότητα των παιδιών της Ε΄ Δημοτικού έδωσε επιστημονικές απαντήσεις για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα και γι' αυτό τοποθετήθηκαν στο επιστημονικό μοντέλο Γης. Αντιθέτως, τα παιδιά της πρώτης τάξης εντάχθηκαν σε αρχικά και συνθετικά μοντέλα Γης. Μόνο 6 από τα 43 παιδιά της Α΄ Δημοτικού έδωσαν επιστημονικές εξηγήσεις και τοποθετήθηκαν στο μοντέλο της σφαιρικής Γης.

Τέλος, μπορούμε να δούμε στον Πίνακα 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 6 θα δούμε τη σχέση που φαίνεται να υπάρχει ανάμεσα στις κατηγοριοποιήσεις που κάνουν

ΠΙΝΑΚΑΣ 5
Ποσοστά ανά Τάξη Κατηγοριοποίησης σε Μοντέλα Γης

| Μοντέλα Γης | Α' Δημοτικού | Ε' Δημοτικού |
|---------------------------|--------------|--------------|
| (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% |

ΠΙΝΑΚΑΣ 6
Συσχέτιση των Κατηγοριοποιήσεων της Γης και των Μοντέλων για το Σχήμα της Γης

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

τα παιδιά και στο μοντέλο Γης στο οποίο τοποθετήθηκαν. Οι περισσότεροι μαθητές της Α' Δημοτικού που κατασκεύασαν ένα αρχικό μοντέλο επίπεδης Γης κατηγοριοποίησαν τη Γη ως ένα φυσικό αντικείμενο, ενώ η πλειονότητα των μαθητών της Α' και Ε' Δημοτικού που κατασκεύασαν ένα σφαιρικό μοντέλο Γης κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα αστρονομικά σώματα. Από το συνολικό δείγμα των παιδιών υπήρξαν μόνο δύο εξαιρέσεις που δεν επιβεβαίωσαν την αρχική μας υπόθεση που μιλάει για την επανακατηγοριοποίηση της Γης με τα αστρονομικά σώματα ως προαπαιτούμενο της κατανόησης των επιστημονικών εξηγήσεων για το σχήμα της Γης. Υπήρξαν μόνο 2 παιδιά που κατασκεύα-

σαν επιστημονικό μοντέλο Γης και κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα φυσικά σώματα.

Με βάση το 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 [$r_s = 0,444 \cdot n = 62 \cdot p < 0,001$]. Φαίνεται πως η επανακατηγοριοποίηση της Γης ως αστρονομικού σώματος 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 αστρονομικά σώματα), αλλά όχι επαρκής (δεδομένου ότι σημαντικό ποσοστό μαθητών που κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα αστρονομικά 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 ζητούσαμε ξεκάθαρα από τα παιδιά να κάνουν «δύο ομάδες, μία με τα αντικείμενα που ταιριάζουν με τη Γη και μία με αυτά που δεν ταιριάζουν», υποστηρίζουν την αρχική μας υπόθεση ότι υπάρχει αναπτυξιακή αλλαγή στις κατηγοριοποιήσεις των παιδιών που συντελείται κατά τη μάθηση. Αρχικά, 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 αστρονομικών σωμάτων. Γίνεται λοιπόν μια επανακατηγοριοποίηση της Γης από ένα φυσικό σώμα σε ένα αστρονομικό σώμα.

Στην Α' Δημοτικού το 35% των παιδιών κατηγοριοποίησαν τη Γη με τα φυσικά σώματα και το 42% με τα αστρονομικά σώματα, δίνοντας βασισμένες σε θεωρία αιτιολογήσεις των κατηγοριών τους. Στην Ε' Δημοτικού μόνο ένα παιδί κατηγοριοποίησε τη Γη με τα φυσικά σώματα ενώ το 95% των παιδιών την κατηγοριοποίησαν ως αστρονομικό σώμα, δίνοντας και πάλι βασισμένες σε θεωρία αιτιολογήσεις. Συνε-

πώς, όλα τα παιδιά της πέμπτης τάξης και σχεδόν όλα της πρώτης τάξης (74%) αιτιολόγησαν τις κατηγοριοποιήσεις τους βάσει θεωρίας, βασισμένοι δηλαδή στη διάκριση ανάμεσα σε φυσικά και αστρονομικά σώματα. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν πρότερα επιχειρήματα που μιλούν για αλλαγή θεωρίας στις εννοιολογικές γνώσεις των παιδιών (Carey, 1985· Chi, 1992· Vosniadou, 1999).

Η προβλεπόμενη επανακατηγοριοποίηση της Γης είναι συνεπής με τους ισχυρισμούς της Βοσνιάδου και των συνεργατών της (Vosniadou, 1994· Vosniadou, & Brewer, 1992, 1994) ότι πιθανόν οι δυσκολίες των παιδιών να κατανοήσουν τις επιστημονικές εξηγήσεις για το σχήμα της Γης και τη βαρύτητα να οφείλονται στο ότι τα παιδιά κατηγοριοποιούν τη Γη με τα φυσικά σώματα και κατ' επέκταση της προσδίδουν τις ιδιότητες των φυσικών σωμάτων που βρίσκονται πάνω στη Γη. 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.λπ., μπορούν να σταθούν εμπόδιο στην κατανόηση του σφαιρικού σχήματος της Γης.

Επιπλέον, τα αποτελέσματα της έρευνας υποστηρίζουν την υπόθεση ότι η επανακατηγοριοποίηση της Γης συνδέεται στενά με την πλήρη κατανόηση των επιστημονικών ιδεών για το σχήμα της Γης. Φαίνεται να είναι απαραίτητο να κατανοήσουν τα παιδιά ότι η Γη είναι ένα αστρονομικό σώμα με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των αστρονομικών σωμάτων για να μπορέσουν να κατανοήσουν 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 οι μαθητές θα έχουν την ικανότητα να αντιληφθούν κάποια πράγματα από πολλές πλευρές (η Γη δεν περιορίζεται σε αυτό που αντιλαμβάνονται από την επιφάνειά της) και θα μπορούν να εξετάζουν τα πράγματα από μια διαφορετική οπτική πλευρά (π.χ., τη Γη ως πλανήτη στο διάστημα και όχι ως μια σταθερή επίπεδη επιφάνεια) (Vosniadou, 2007).

Όταν κατηγοριοποιούμε μια έννοια σε κάποια κατηγορία, η έννοια κληρονομεί αυτομάτως τα βασικά χαρακτηριστικά των μελών της κατηγορίας. Οι προβλέψεις μας και τα συμπεράσματά μας γι' 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 αστρονομικά 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 υπόλοιπων 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 αστρονομικών σωμάτων είναι εκ διαμέτρου αντίθετα από αυτά των φυσικών σωμάτων. Για παράδειγμα, η Γη δεν έχει ανάγκη υποστήριξη· μπορεί να αιωρείται στο διάστημα. Αντιθέτως, τα φυσικά σώματα αν δεν στηρίζονται από κάπου θα πέσουν. Φαίνεται λοιπόν απαραίτητη η επανακατηγοριοποίηση της Γης από φυσικό σώμα σε αστρονομικό σώμα και η απόδοση των χαρακτηριστικών των αστρονομικών σωμάτων στη Γη για να μπορέσουν στη συνέχεια τα παιδιά να αντιληφθούν τις επιστημονικές ιδέες για το σχήμα της.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δίνουν μια νέα οπτική για τη σχέση μεταξύ γνωστικής ανάπτυξης και διαδικασιών κατηγοριοποίησης και μπορούν να έχουν σημαντικές προεκτάσεις στη διάγνωση των παρανοήσεων των μαθητών στις φυσικές επιστήμες καθώς και χρήσιμες εφαρμογές στην εκπαίδευση (Vosniadou, Vamvakoussi, Skopeliti, υπό δημοσίευση).

Βιβλιογραφικές αναφορές

- ΒΟΣΝΙΑΔΟΥ, Σ., ΑΡΧΟΝΤΙΔΟΥ, Α., ΚΑΛΟΓΙΑΝΝΙΔΟΥ, Α., & ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ, 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.
- BRYCE, T. G. K., & BLOWN, E. J. (2006). Cultural Mediation of Children's Cosmologies: A longitudinal study of the astronomy concepts of Chinese and New Zealand children. *International Journal of Science Education*, 28 (10), σσ. 1113-1160.
- CAREY, S. (1985). *Conceptual Change in Childhood*. Cambridge, MA: Bradford Books.
- 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* (129-160). University of Minnesota Press, Minneapolis, MN.
- ΔΙΑΚΙΔΟΥ, Ι. Α., ΒΟΣΝΙΑΔΟΥ, Σ., & ΗΑΥΚΣ, J. (1997). Conceptual change in

- astronomy: Models of the earth and of the day/night cycle in American-Indian children. *European Journal of Education*, XII, 159-184.
- 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.
- GOLDSTONE, R. L. (1994). The role of similarity in categorization: providing a groundwork. *Cognition*, 52, 125-157.
- KEIL, F. C., CARTER SMITH, W., 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.
- MALI, G. B., & HOWE, A. (1979). Development of earth and gravity concepts among Nepali children. *Science Education*, 63, 685-691.
- MURPHY, G. L., & MEDIN, D. L. (1985). The Role of Theories in Conceptual Coherence. *Psychological Review*, 92 (3), 289-316.
- NUSSBAUM, J. (1979). Children's conceptions of the earth as a cosmic body: a cross age study. *Science Education*, 63, σσ. 83-93.
- NUSSBAUM, J., & NOVAK, J. D. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60, σσ. 535-550.
- SADLER, P. M. (1992). *The initial knowledge state of high school astronomy students*. D. Ed Thesis, Graduate School of Education, Harvard University.
- SAMARAPUNGAN, A., VOSNIADOU, S., & BREWER, W. F. (1996). Mental models of the earth, sun and moon: Indian children's cosmologies. *Cognitive Development*, 11, 491-521.
- SLOUTSKY, V. M., & FISHER, A. V. (2004). Induction and Categorization in Young Children: A Similarity-Based Model. *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol. 133, No. 2, 166-188.
- SNEIDER, C., & PULOS, S. (1983). Children's cosmographies: understanding the earth's shape and gravity. *Science Education*, 67, σσ. 205-221.
- 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* (3-13). Elsevier Science.
- VOSNIADOU, S. (2007). The Conceptual Change Approach and its Re-framing. Στο S. VOSNIADOU, A. BALTAS & X. VAMVAKOUSSI (Eds), *Re-Framing the Conceptual Change Approach in Learning and Instruction* (1-15). Advances in Learning and Instruction Series, Elsevier Press.

- VOSNIADOU, S., & BREWER, W. F. (1992). Mental Models of the Earth: A Study on 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., 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, I. (υπό δημοσίευση). The Framework Theory Approach. Στο S. VOSNIADOU (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Routledge.