ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 14, Αρ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Συνόψεις

Διερεύνηση των νοητικών μοντέλων των παιδιών με τη μέθοδο Ανάλυσης Δικτύων: Μια εφαρμογή για την έννοια της Γης

Ελένη Κανελλιά, Δημήτριος Σταμοβλάσης

doi: 10.12681/codiste.7647

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 06/12/2025 09:28:33

Διερεύνηση των Νοητικών Μοντέλων των Παιδιών με τη Μέθοδο Ανάλυσης Δικτύων: Μια Εφαρμογή για την Έννοια της Γης

Ελένη Κανελλιά[1] και Δημήτριος Σταμοβλάσης[2]
[1]Διδάκτορας, [2]Καθηγητής,
Τμήμα Φιλοσοφίας και Παιδαγωγικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
[1]elekanellia@gmail.com

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία αξιοποιείται μια μέθοδος διερεύνησης των νοητικών αναπαραστάσεων των μαθητών, που στηρίζεται στην Ανάλυση Δικτύων (Network Analysis). Εξετάζεται η φύση της γνώσης των παιδιών και συγκεκριμένα μελετάται η συνεκτικότητα των νοητικών μοντέλων για τη Γη. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με το ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου EARTH-2 από 180 μαθητές Δημοτικού. Η ερμηνεία των νοητικών αναπαραστάσεων/δικτύων που βασίζεται στην τοπολογία αλλά και στα ποσοτικά μέτρα κεντρικότητάς τους, ανέδειξε τη συνεκτικότητα συγκεκριμένων νοητικών μοντέλων. Τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά όσον αφορά τις δυνατότητες της μεθόδου, η οποία προτείνεται ως μια αποτελεσματική προσέγγιση στη διερεύνηση των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών και της εννοιολογικής αλλαγής.

Λέξεις κλειδιά: Ανάλυση Δικτύων, Γη, εννοιολογική αλλαγή, κλειστό ερωτηματολόγιο, νοητικά μοντέλα

Investigation of Children's Mental Models using the Network Analysis Method: An Application to the Meaning of Earth

Eleni Kanellia[1] and Dimitrios Stamovlasis[2]
[1]Doctor, [2]Professor,
School of Philosophy and Education, Aristotle University of Thessaloniki
[1]elekanellia@gmail.com

Abstract

This paper utilizes a method of investigating students' mental representations based on Network Analysis. It examines the nature of children's knowledge and specifically studies the coherence of their mental models of the Earth. Data were collected with the EARTH-2 closed-ended questionnaire from 180 primary school students. The interpretation of mental representations/networks based on both topology and quantitative measures of network centrality revealed the coherence of specific mental models. The results are encouraging in terms of the potential of the method, which is proposed as an effective approach to exploring children's alternative ideas and conceptual change.

Key words: *closed-ended questionnaire,* conceptual change, Earth, mental models, Network Analysis

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7647

Θεωρητικό Υπόβαθρο

Ο όρος εννοιολογική αλλαγή αναφέρεται στη διαδικασία μέσω της οποίας αναδομούνται οι αρχικές αντιλήψεις των παιδιών για διάφορες έννοιες προκείμενου να είναι σύμφωνες με την επιστημονική άποψη. Ωστόσο, δεν είναι ξεκάθαρο εάν οι προϋπάρχουσες γνώσεις τους είναι οργανωμένες σε ένα συνεκτικό εννοιολογικό σύστημα ή εάν αποτελούν το σύνολο επιμέρους αντιλήψεων που έχουν αποκτηθεί με αποσπασματικό τρόπο (diSessa, 1993· Vosniadou 1994). Το ζήτημα αυτό έχει αποτελέσει το διαχρονικό αντικείμενο μελέτης ενός διακριτού ερευνητικού πεδίου που εξετάζει την προέλευση και τη δομή των νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο αποκτάται η επιστημονική κατανόηση (Panagiotaki et al., 2006· Taber, 2008).

Η ύπαρξη των αντιφατικών ευρημάτων στις σχετικές έρευνες είναι ο τρόπος με τον οποίο συμπεραίνεται η συνεκτικότητα των νοητικών αναπαραστάσεων και η υιοθέτηση της κατάλληλης μεθοδολογικής προσέγγισης (Stamovlasis et al., 2013). Σχετικές μελέτες υποστηρίζουν ότι η σκέψη των παιδιών διαμορφώνεται από τις παρατηρήσεις τους, οδηγώντας στη δημιουργία διαισθητικών νοητικών μοντέλων για τη Γη. Αρχικά, τα παιδιά αντιλαμβάνονται τη Γη ως επίπεδο και υποστηριζόμενο σώμα (*προϋπόθεση της επιπεδότητας* - the 'flatness' constraint). Με την έκθεση σε επιστημονικές και πολιτισμικές πληροφορίες, τα αρχικά μοντέλα τους εξελίσσονται σε πιο σύνθετες αναπαραστάσεις, προσεγγίζοντας σταδιακά την επιστημονική κατανόηση της Γης ως σφαίρας που περιστρέφεται και έλκει αντικείμενα λόγω βαρύτητας (Vosniadou et al., 2004· Vosniadou & Brewer, 1994). Στην παρούσα έρευνα υιοθετούνται τα *έξι βασικά νοητικά μοντέλα* (επιστημονικό, σφαίρα χωρίς βαρύτητα, πεπλατυσμένη σφαίρα, κοίλη Γη, διπλή Γη, Γη-δίσκος) για την έννοια της Γης που έχουν αναδειχθεί από τη βιβλιογραφία και για τα οποία, η συνέπεια και η συνεκτικότητά τους έχει διερευνηθεί με μεθόδους, όπως η ανάλυση λανθανουσών τάξεων (Straatemeier et al., 2008· Vaiopoulou, 2018).

Στη συγκεκριμένη εργασία προτείνεται η αξιοποίηση της *Ανάλυσης δικτύων* που βασίζεται στην αναπαράσταση της γνώσης ως έναν ιστό σχέσεων μεταξύ εννοιών ή εννοιολογικών στοιχείων (Siew et al., 2019). Ο σκοπός είναι να εξετάσει την υπόθεση της συνεκτικής ή κατακερματισμένης γνώσης αναπαριστώντας τις ιδέες των παιδιών ως δίκτυα και μελετώντας τις σχέσεις μεταξύ τους.

Μεθοδολογία

Σ' ένα δείγμα ευκολίας, 180 μαθητών του Δημοτικού (Β' έως Στ' τάξη) πραγματοποιήθηκε η συλλογή δεδομένων με το κλειστό ερωτηματολόγιο EARTH-2 (Earth Representation Test for children). Πρόκειται για ένα μη λεκτικό εργαλείο που αποτελείται από δέκα σελίδες μία για κάθε ερώτημα. Εξετάζει τις αντιλήψεις των μαθητών αναφορικά με το σχήμα της Γης, τη βαρύτητα και την εναλλαγή ημέρας/νύχτας. Σε κάθε θεματική αντιστοιχούν ένα ή δύο ερωτήματα, παράλληλα προσπαθώντας να συμπεριληφθούν όλα τα νοητικά μοντέλα για την έννοια της Γης, η κάθε ερώτηση συνοδεύεται από πέντε ή έξι τρισδιάστατες εικόνες, οι οποίες απεικονίζουν τα νοητικά μοντέλα που έχουν καταγραφεί βιβλιογραφικά. (Straatemeier et al., 2008· Vosniadou et al., 2004).

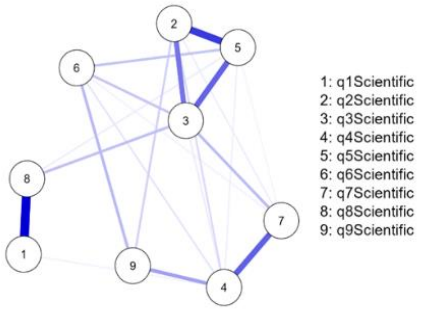
Η ανάλυση των δεδομένων στην παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε με το ανοιχτό λογισμικό Jasp. Επιλέχθηκε το μικροσκοπικό επίπεδο διερεύνησης που στοχεύει στο επίπεδο των κόμβων και των σχέσεων που δημιουργούνται μεταξύ τους, εστιάζοντας στα μέτρα κεντρικότητας: *βαθμού* (degree), *εγγύτητας* (closeness) και *ενδιάμεση κεντρικότητα* (betweenness), και *αναμενόμενης επίδρασης* (expected influence). Αναλυτικότερα, ο βαθμός μετρά το συνολικό βάρος των συνδέσεων ενός κόμβου με άλλους κόμβους. Η κεντρικότητα εγγύτητας υπολογίζει τον βαθμό στον οποίο ένας κόμβος σχετίζεται με άλλους κόμβους του δικτύου, ενώ η ενδιάμεση

κεντρικότητα εκτιμά το βαθμό στον οποίο ένας κόμβος βρίσκεται στη συντομότερη διαδρομή μεταξύ δύο κόμβων. Τέλος, η αναμενόμενη επίδραση υπολογίζει την επιρροή ενός κόμβου λαμβάνοντας υπόψιν όχι μόνο τις άμεσες συνδέσεις του, αλλά και τις έμμεσες. Με τα μετρά αυτά μπορεί να εκτιμηθεί η σταθερότητα του εννοιολογικού δικτύου και να γίνουν συγκρίσεις μεταξύ ομάδων και χρονικών περιόδων (Siew et al., 2019).

Αποτελέσματα

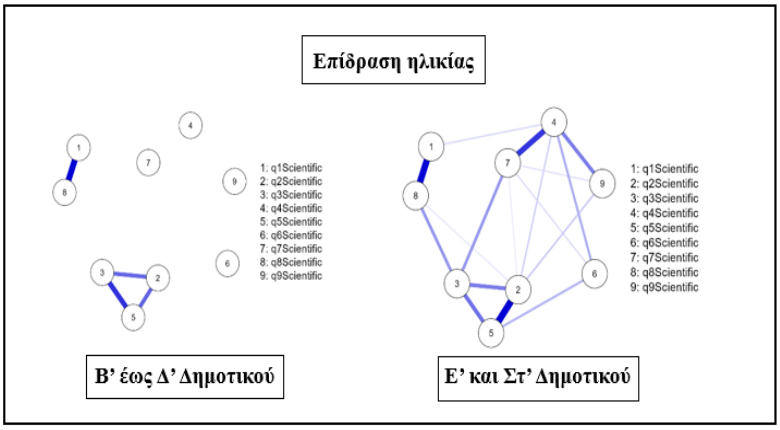
Από τις πρώτες αναλύσεις φάνηκε ότι το επιστημονικό μοντέλο είναι το πιο ισχυρό/συνεκτικό, καθώς οι ερωτήσεις του εμφάνισαν υψηλότερα μέτρα κεντρικότητας έναντι των υπόλοιπων νοητικών μοντέλων. Παράλληλα, το δίκτυο του μοντέλου χαρακτηρίζεται από ισχυρές συνδέσεις και κοντινές αποστάσεις κυρίως μεταξύ των κόμβων 1 (q1) και 8 (q8), 2 (q2) και 5 (q5), όπως διαφαίνεται από την Εικόνα 1.

Εικόνα 1. Δίκτυο απαντήσεων μαθητών σύμφωνα με το επιστημονικό μοντέλο (Scientific)



Επιπλέον, εξετάστηκε η σχέση της ανεξάρτητης μεταβλητής ηλικία (τάξη) και του επιστημονικού μοντέλου, και συγκεκριμένα κατασκευάστηκε το δίκτυο των μαθητών της Β', Γ' και Δ' τάξης (ομάδα 1) και της Ε' και Στ' τάξης (ομάδα 2, βλ. Εικόνα 2). Από την εικόνα γίνεται εμφανές ότι οι μεγαλύτερες τάξεις έχουν θετική επίδραση (περισσότερες και ισχυρότερες συνδέσεις μεταξύ των κόμβων του δικτύου) στο επιστημονικό μοντέλο ενώ οι μικρότερες αρνητική (ελάχιστες συνδέσεις μεταξύ των κόμβων του δικτύου).

Εικόνα 2. Η σχέση της ηλικίας με το επιστημονικό μοντέλο



Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα είχε ως στόχο να εξετάσει τη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής και συγκεκριμένα, να διερευνήσει τη συνεκτικότητα των νοητικών αναπαραστάσεων των μαθητών αναφορικά με την έννοια της Γης. Με την Ανάλυση δικτύων μελετήθηκαν τα έξι νοητικά μοντέλα και από τις αναλύσεις διαφάνηκε ότι μόνο το δίκτυο του επιστημονικού μοντέλου εμφανίζει ισχυρές συνδέσεις μεταξύ των κόμβων του. Παράλληλα, εξετάστηκαν δύο δίκτυα αναφορικά με την ηλικία και φάνηκε ότι οι μεγαλύτεροι μαθητές έχουν θετική επίδραση στο επιστημονικό μοντέλο.

Η εφαρμογή της Ανάλυσης δικτύων παρέχει μία καλύτερη αναπαράσταση της γνώσης και των σχέσεων που τη διέπουν. Τέλος, αποτελεί μέρος της μετα-θεωρίας των πολύπλοκων δυναμικών συστημάτων και επαναφέρει στη συζήτηση επιστημολογικά ζητήματα που αφορούν την αναπαράσταση της γνώσης σε θεωρητικό επίπεδο και την εννοιολογική αλλαγή, ως μη γραμμική διαδικασία (Process Philosophy, Seibt, 2022).

Βιβλιογραφία

Βαϊοπούλου, Χ.Π. (2018). *Συνεκτικά νοητικά μοντέλα και κατακερματισμένη γνώση: μεθοδολογικά ζητήματα στην έρευνα για την κατανόηση εννοιών στις φυσικές επιστήμες*. [Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή]. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης. http://hdl.handle.net/10442/hedi/44810

diSessa, Andrea A. (1993). Toward an Epistemology of Physics. *Cognition and Instruction 10*(2–3), 105–225. https://doi.org/10.1080/07370008.1985.9649008

Panagiotaki, G., Nobes, G., & Banerjee, R. (2006). Children's representations of the earth: A methodological comparison. *British Journal of Developmental Psychology*, *24*(2), 353–372. https://doi.org/10.1348/026151005X39116

Seibt, J. (2022). Process Philosophy. Στο E. N. Zalta & U. Nodelman (Επιμ.), *The Stanford encyclopedia of philosophy*. Metaphysics Research Lab, Stanford University. https://plato.stanford.edu/Archives/win2022/entries/processphilosophy/

Siew, C. S. Q., Wulff, D. U., Beckage, N. M., & Kenett, Y. N. (2019). Cognitive network science: A review of research on cognition through the lens of network representations, processes, and dynamics. *Complexity*, *2019*. https://doi.org/10.1155/2019/2108423

Stamovlasis, Dimitrios, Papageorgiou George, and Tsitsipis Georgios. (2013). The Coherent versus Fragmented Knowledge Hypotheses for the Structure of Matter: An Investigation with a Robust Statistical Methodology. *Chemistry Education Research and Practice 14*(4), 485–95. https://doi.org/10.1039/C3RP00042G

Straatemeier, M., van der Maas, H. L. J., & Jansen, B. R. J. (2008). Children's knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach. *Journal of Experimental Child Psychology*, *100*(4), 276–296. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.03.004

Taber, K. S. (2008). Conceptual resources for learning science: Issues of transience and grain-size in cognition and cognitive structure. *International Journal of Science Education*, *30*(8), 1027–1053. https://doi.org/10.1080/09500690701485082

Vosniadou, Stella. (1994). Capturing and Modelling the Process of Conceptual Change. *Learning and Instruction 4*(1), 45–69.

Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental Models of the Day / Night Cycle. *Cognitive Science, 18*(1), 123–183. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1801

Vosniadou, S., Skopeliti, I., & Ikospentaki, K. (2004). Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy. *Cognitive Development*, *19*(2), 203–222. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2003.12.002