ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

(2023)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων των Εργασιών

Διερεύνηση των επιστημολογικών πεποιθήσεων με την μέθοδο ανάλυσης δικτύων: Μια έρευνα με φοιτητές Φυσικών Επιστημών

Γεωργία Σταυροπούλου, Μαρία Γκέβρου, Δημήτριος Σταμοβλάσης

doi: 10.12681/codiste.5271

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 13/12/2025 14:16:08

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΕΠΟΙΘΗΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΚΤΥΩΝ: ΜΙΑ ΕΡΕΥΝΑ ΜΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Γεωργία Σταυροπούλου[1], Μαρία Γκέβρου[2], Δημήτριος Σταμοβλάσης[3]

[1]Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια Α.Π.Θ., [2]Υποψ. Διδάκτωρ Α.Π.Θ., [3]Αναπληρωτής Καθηγητής Α.Π.Θ.

georginastavropoulou@yahoo.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκαν οι επιστημολογικές πεποιθήσεις που σχετίζονται με την Φύση της Επιστήμης (NOS). Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ερωτηματολογίων (Chai et al., 2010· Cho et al., 2011) με συμμετέχοντες φοιτητές των φυσικών επιστημών και εφαρμόστηκε η ανάλυση δικτύων (NA), η οποία ανέδειξε τον εννοιολογικό ιστό των εν λόγω πεποιθήσεων. Με την εφαρμογή του αλγορίθμου «δέντρου ελάχιστης εξάπλωσης», σχηματίστηκαν 5 κοινότητες εντός του δικτύου, ενώ ως κόμβοι-γέφυρες μεταξύ των κοινοτήτων λειτουργούν οι: «κοινή επιστημονική γνώση ανά τους πολιτισμούς», «ουδετερότητα ερευνητικών αποτελεσμάτων», «διάκριση επιστήμης λόγω εμπειρικών δεδομένων», «ερμηνεία από ερευνητή», «εγκυρότητα μέσω εμπειρικής έρευνας», και «επίδραση πεποιθήσεων». Από τα αποτελέσματα, διακρίνεται ότι οι κόμβοι με βαρύνουσα σημασία στο δίκτυο είναι εκείνοι που αντιστοιχούν στην αναγνώρισή του εμπειρικού περιεχομένου, αλλά και της πολιτισμικής διάστασης της γνώσης καθώς και του προσανατολισμού της υποκειμενικής προσέγγισης της γνώσης.

Λέξεις κλειδιά: ανάλυση δικτύου, πολυπλοκότητα, επιστημολογικές πεποιθήσεις

EXPLORING EPISTEMOLOGICAL BELIEFS USING NETWORK ANALYSIS: AN EMPIRICAL RESEARCH WITH STUDENTS IN PHYSICAL SCIENCE

Georgia Stavropoulou[1], Maria Gkevrou[2], Dimitrios Stamovlasis[3]

[1]Post-doctoral Researcher, [2]PhD candidate, [3]Associate Professor, Aristotle University of Thessaloniki

georginastavropoulou@yahoo.com

ABSTRACT

In this study, epistemological beliefs related to Nature of Science (NOS) were investigated. Data were collected through questionnaires (Chai et al., 2010· Cho et al., 2011) with participating science students and network analysis (NA) was applied, which revealed the conceptual web of these beliefs. By applying the minimum spanning tree, 5 communities were formed within the network, and the bridging nodes between the communities were used as the bridging nodes: "common scientific knowledge across cultures", "neutrality of research results", "discrimination of science due to empirical data", "researcher interpretation", "validity

through empirical research", and "belief influence". From the results, it can be seen that the nodes with cultural and empirical content as well as those with subjective orientation have a weighty significance in the formation of the network.

Keywords: network analysis, complexity, epistemological beliefs

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάλυση δικτύων, (NA-network analysis) είναι ένας αναδυόμενος τομέας του θεωρητικού πλαισίου της πολυπλοκότητας και αναφέρεται στα οντολογικά χαρακτηριστικά ενός συστήματος που περιγράφονται από κόμβους και συνδέσεις, δηλαδή πολλά διασυνδεδεμένα και αλληλοεπιδρώντα μέρη που συνδιαμορφώνονται στο χρόνο. Η οντολογία αυτή μεταφέρεται και στην αναπαράσταση της γνώσης ή ενός συστήματος πεποιθήσεων, το οποίο μπορεί να διερευνηθεί με την NA (Siew et al., 2019). Ένα δίκτυο μπορεί να αναλυθεί μετρικά σε τρία επίπεδα: μικροσκοπικό (μεμονωμένοι κόμβοι), μεσοσκοπικό (κοινότητες κόμβων) και μακροσκοπικό (όλο το δίκτυο). Τα πιο κατατοπιστικά μέτρα που αντιστοιχούν στο πρώτο επίπεδο πολυπλοκότητας είναι τα μέτρα *κεντρικότητας*, δηλαδή: ο βαθμός, η κεντρικότητα εγγύτητας και η ενδιάμεση κεντρικότητα. Εν συντομία, ο βαθμός (degree) αντιπροσωπεύει τον αριθμό των άμεσων συνδέσεων ενός κόμβου, η κεντρικότητα εγγύτητας (closeness centrality) εκτιμά το βαθμό στον οποίο ένας κόμβος σχετίζεται με άλλους κόμβους του δικτύου και η κεντρικότητα συνάφειας (betweenness centrality) εκτιμά το βαθμό στον οποίο ένας κόμβος βρίσκεται στη συντομότερη διαδρομή μεταξύ δύο κόμβων (Siew et al., 2019). Στην παρούσα μελέτη, διερευνώνται οι επιστημολογικές πεποιθήσεις φοιτητών των φυσικών επιστημών μέσω της NA. Επιδιώκεται η ανίχνευση κοινοτήτων εντός του δικτύου των επιστημολογικών πεποιθήσεων και των κόμβων εκείνων που λειτουργούν ως γέφυρες μεταξύ των κοινοτήτων. Συνεπώς, η ανάλυση στοχεύει σε μικρο- και μεσο-σκοπικό επίπεδο.

Μεθοδολογία

Δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 306 φοιτητές/τριες Φυσικών Επιστημών. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν με ειδικά σχεδιασμένο ερωτηματολόγιο (Chai et al., 2010˙ Cho et al., 2011) προσαρμοσμένο στην ελληνική γλώσσα, με στόχο τη διερεύνηση των πεποιθήσεων για τη Φύση της Επιστήμης (Nature of Science, NOS).

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το ανοιχτό λογισμικό πρόγραμμα Gephi. Πιο συγκεκριμένα, για να ανιχνευθεί η σχέση μεταξύ όλων των κόμβων του δικτύου εφαρμόστηκε ο υπολογισμός του δέντρου ελάχιστης εξάπλωσης (minimum spanning tree), το οποίο εντοπίζει την ιεραρχική οργάνωση των κόμβων και μειώνει τον αριθμό των ακμών σε εκείνες που φέρουν τις περισσότερες πληροφορίες. Συγκεκριμένα, βασίζεται στην απόσταση μεταξύ των κόμβων και επιλέγει το υποσύνολο των ακμών χωρίς επαναλήψεις και με την ελάχιστη δυνατή συνολική απόσταση (Letina et al., 2019). Για να εντοπιστούν πιθανές κοινότητες εντός του δικτύου, χρησιμοποιήθηκε το μέτρο modularity class (Siew et al., 2019), ενώ για την ανίχνευση των κόμβων, ως γέφυρες που συνδέουν δύο ή περισσότερες κοινότητες εφαρμόστηκε το μέτρο της κεντρικότητας γεφύρωσης (bringing centrality).

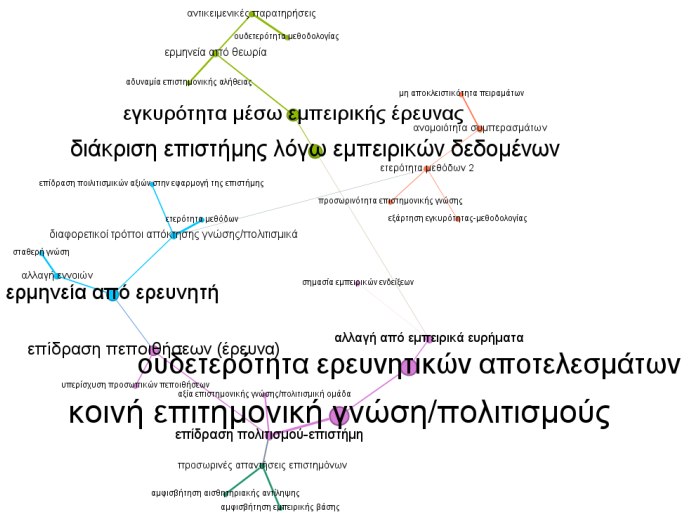
Αποτελέσματα της Έρευνας

Στον Πίνακα 1 αναγράφονται τα μέτρα κεντρικότητας που αντιστοιχούν στο μικροεπίπεδο, ο αριθμός των κοινοτήτων (5) και ποιοι κόμβοι ομαδοποιούνται σε καθεμία και το μέτρο κεντρικότητας γεφύρωσης. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται το υπό διερεύνηση δίκτυο με τις αναδυόμενες κοινότητες, ενώ οι τονισμένες ονομασίες δεικνύουν τους κόμβους που λειτουργούν ως γέφυρες. Πιο αναλυτικά η πιο ισχυρή κοινότητα (μωβ) αναδεικνύεται εκείνη που συγκεντρώνει τους περισσότερους κόμβους με πολιτισμικό περιεχόμενο, ενώ στο ίδιο επίπεδο συγκρότησης ακολουθούν δυο κοινότητες, η κοινότητα με την εμπειρική-επιστημονική

διάσταση της γνώσης (ανοιχτό πράσινο), και η κοινότητα (γαλάζιο) στην οποία ομαδοποιούνται και πάλι πολιτισμικοί κόμβοι σε συνδυασμό με μεταβλητές για την προσωρινότητα της γνώσης. Τέλος, συναντάται η κοινότητα που συγκεντρώνει μεθοδολογικά ζητήματα (πορτοκαλί), ενώ ως πιο αδύναμη υποομάδα αναδύθηκε εκείνη που αμφισβητεί την εμπειρική διάσταση της γνώσης. Σε ό,τι αφορά το μέτρο της κεντρικότητας γεφύρωσης, ανέδειξε τους κόμβους: «κοινή επιστημονική γνώση ανά τους πολιτισμούς», «ουδετερότητα ερευνητικών αποτελεσμάτων», «διάκριση επιστήμης λόγω εμπειρικών δεδομένων», «ερμηνεία από ερευνητή», «εγκυρότητα μέσω εμπειρικής έρευνας», και «επίδραση πεποιθήσεων». Συνεπώς, διακρίνεται ότι η πολιτισμική και η εμπειρική διάσταση αποτελούν κρίσιμους και συστατικούς παράγοντες στη διαμόρφωση του δικτύου, καθότι διαχέονται στις περισσότερες κοινότητες και ταυτόχρονα αναδεικνύονται ισχυροί τόσο ως κόμβοι γεφύρωσης όσο και στα υπόλοιπα μέτρα κεντρικότητας. Τέλος, στο συλλογικό δίκτυο αναδεικνύεται η συνύπαρξη τόσο του υποκειμενικού όσο και του αντικειμενικού προσανατολισμού στην επιστημονική γνώση στην κεντρικότητα εγγύτητας, γεφύρωσης και ενδιάμεση κεντρικότητα. Τα αποτέλεσμα της έρευνας αφορούν το πεδίο της φιλοσοφίας, αφ' ενός, αλλά και την διδακτική των φυσικών επιστημών στο επίπεδο της εμπειρικής έρευνας.

Πίνακας 1. Μέτρα Κεντρικότητας του δικτύου.

Label	Degree	closnesscentrali	betweenessce	modularity_	bridgingcentral
κοινή επιτημονική γνώση/πολιτισμούς	2	0,247706	162	1	0,307692
ουδετερότητα ερευνητικών αποτελεσμάτων	2	0,226891	152	1	0,259829
διάκριση επιστήμης λόγω εμπειρικών δεδομένων	2	0,183673	110	2	0,188034
ερμηνεία από ερευνητή	3	0,247706	186	3	0,163051
εγκυρότητα μέσω εμπειρικής έρευνας	2	0,163636	92	2	0,157265
επίδραση πεποιθήσεων (έρευνα)	3	0,262136	191	1	0,11456
επίδραση πολιτισμού-επιστήμη	4	0,267327	225	1	0,073964
αλλαγή από εμπειρικά ευρήματα	3	0,206107	146	1	0,069326
διαφορετικοί τρόποι απόκτησης γνώσης/πολιτισμικά	4	0,22314	151	3	0,041632
ερμηνεία από θεωρία	3	0,145946	74	2	0,035138
ανομοιότητα συμπερασμάτων	2	0,165644	26	0	0,02963
αλλαγή εννοιών	2	0,203008	26	3	0,027778
αντικειμενικές παρατηρήσεις	2	0,129187	26	2	0,027778
ετερότητα μεθόδων 2	4	0,194245	97	0	0,025123
προσωρινές απαντήσεις επιστημόνων	3	0,219512	51	4	0,021526
αδυναμία επιστημονικής αλήθειας	1	0,127962	0	2	0
αμφισβήτηση αισθητηριακής αντίληψης	1	0,181208	0	4	0
αμφισβήτηση εμπειρικής βάσης	1	0,181208	0	4	0
αξία επιστημονικής γνώσης/πολιτισμική ομάδα	1	0,212598	0	1	0
εξάρτηση εγκυρότητας-μεθοδολογίας	1	0,163636	0	0	0
επίδραση ποιλιτισμικών αξιών στην εφαρμογή της επιστήμης	1	0,183673	0	3	0
ετερότητα μεθόδων	1	0,183673	0	3	0
μη αποκλειστικότητα πειραμάτων	1	0,142857	0	0	0
ουδετερότητα μεθοδολογίας	1	0,114894	0	2	0
προσωρινότητα επιστημονικής γνώσης	1	0,163636	0	0	0
σημασία εμπειρικών ενδείξεων	1	0,171975	0	1	0
σταθερή γνώση	1	0,169811	0	3	0
υπερίσχυση προσωπικών πεποιθήσεων	1	0,209302	0	1	0



Σχήμα 1. Δίκτυο επιστημολογικών πεποιθήσεων (εφαρμογή δέντρου ελάχιστης εξάπλωσης-minimum spanning tree)

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Chai, C. S., Deng, F., Wong, B., & Qian, Y. (2010). South China education majors' epistemological beliefs and their conceptions of the nature of science. *Asia-Pacific Education Researcher*, *19*(1), 111–125. https://doi.org/10.3860/taper.v19i1.1512.

Cho, M. H., Lankford, D. M., & Wescott, D. J. (2011). Exploring the Relationships among Epistemological Beliefs, Nature of Science, and Conceptual Change in the Learning of Evolutionary Theory. *Evolution: Education and Outreach*, *4*(2), 313–322. https://doi.org/10.1007/s12052-011-0324-7.

Letina, S., Blanken, T. F., Deserno, M. K., & Borsboom, D. (2019). *Expanding Network Analysis Tools in Psychological Networks: Minimal Spanning Trees , Participation Coefficients, and Motif Analysis Applied to a Network of 26 Psychological Attributes*. *2019*.

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.