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

Τα νοητικά μοντέλα των μαθητών για τη δύναμη ως λανθάνουσες μεταβλητές: Διερεύνηση της συνεκτικής γνώσης

Αναστασία Σαμαρά-Χρυσοστομίδου, Δημήτριος Σταμοβλάσης

doi: 10.12681/codiste.5501

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 15/12/2025 18:46:17

ΤΑ ΝΟΗΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΩΣ ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΕΚΤΙΚΗΣ ΓΝΩΣΗΣ.

Αναστασία Σαμαρά-Χρυσοστομίδου[1], Δημήτριος Σταμοβλάσης[2]

[1]Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια ΔιΦΕΤ ΑΠΘ, [2]Αναπληρωτής Καθηγητής ΤΦΠ ΑΠΘ

anastasw@hotmail.com *(email επικοινωνίας)*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία διερευνάται η συνεκτικότητα των εννοιολογικών μοντέλων μαθητών αναφορικά με την έννοια της δύναμης, καθώς και η συνέπεια των εναλλακτικών αντιλήψεων μαθητών αναφορικά με τον 2ο Νόμο του Νεύτωνα, όπως έχουν εντοπιστεί στη βιβλιογραφία. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε μέσω ενός ερωτηματολογίου 12 κλειστών ερωτήσεων που μοιράστηκε σε 202 μαθητές της Α' και της Β' Γενικού Λυκείου, 4 σχολείων της Θεσσαλονίκης. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η συνεισφορά στον διάλογο αναφορικά με τη φύση της γνώσης και μεθοδολογικά ζητήματα, με γνώμονα, τόσο την εξέλιξη της έρευνας και της θεωρίας της γνωστικής ψυχολογίας και της διδακτικής των φυσικών επιστημών, όσο και της διαμόρφωσης κατάλληλων παιδαγωγικών προσεγγίσεων που απορρέουν από αυτές.

Λέξεις κλειδιά: εννοιολογικά μοντέλα, συνεκτική-κατακερματισμένη γνώση, δυνάμεις-κίνηση.

THE MENTAL MODELS OF STUDENTS ABOUT FORCE AS LATENT VARIABLES: INVESTIGATION OF THE FRAGMENTED KNOWLEDGE.

Anastasia Samara-Chryssostomidou[1], Dimitrios Stamovlasis[2]

[1]M.Sc Candidate, Aristotle University of Thessaloniki, [2]Associate Professor, Aristotle University of Thessaloniki

anastasw@hotmail.com *(correspondence email)*

ABSTRACT

This paper investigates the consistency of students' conceptual models regarding the concept of force, as well as the consistency of students' alternative conceptions regarding Newton's 2nd Law, as identified through a literature review. The research was carried out through a 12-question closed-ended questionnaire distributed to 202 students of the 1st and 2nd grade of 4 high schools in Thessaloniki. The purpose of this research is to enrich the dialogue regarding the nature of knowledge and methodological issues, with a view to both the development of research and theory in cognitive psychology and science education and the formulation of appropriate pedagogical approaches derived from them.

Keywords: mental models, coherent-fragmented knowledge, forces-motion.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σημασία των προγενέστερων ιδεών των μαθητών κατανοήθηκε με τη ανάπτυξη του εποικοδομισμού και πληθώρα ερευνών επικεντρώθηκε στη μελέτη των εναλλακτικών αντιλήψεων, εξετάζοντας τη φύση τους σε σχέση με τη συνεκτικότητα ή σταθερότητα που παρουσιάζουν. Σύμφωνα με κάποια οπτική, (Vosniadou, Brewer, 1992), οι μαθητές έχουν αναπτύξει εννοιολογικές δομές, τις οποίες χρησιμοποιούνε με συνέπεια, ούτως ώστε να εξηγήσουν μία ποικιλία φαινομένων. Από την άλλη, διατυπώθηκε η υπόθεση της κατακερματισμένης γνώσης ή γνώσης σε κομμάτια (fragmented knowledge or knowledge in pieces). Σύμφωνα με αυτήν, κατά τη διάρκεια γνωστικών διαδικασιών ενεργοποιούνται κάποια γνωστικά στοιχεία (phenomenological primitives, p-prims), τα οποία ενώνονται και δίνουν οποιοδήποτε ερμηνευτικό σχήμα που παράγεται επί τόπου όταν μελετάται ένα φαινόμενο (diSessa, Gillespie, & Esterly, 2004). Με βάση τα παραπάνω, η έρευνα της γνωστικής ψυχολογίας και της διδακτικής των φυσικών επιστημών έχει αναδείξει δύο κύριες ανταγωνιστικές οπτικές σχετικά με τη φύση της γνώσης των παιδιών πριν αυτά υιοθετήσουν την επιστημονική άποψη (αφελής γνώση). Η μία οπτική θεωρεί την αφελή γνώση των μαθητών συνεκτική και ομοιάζει με μία θεωρία με επεξηγηματική ισχύ (theory-like) (Vosniadou, 1994), εξηγώντας την πορεία της μάθησης μέσω της τροποποίησης συνεκτικών εννοιολογικών μοντέλων και κατά συνέπεια ως μία συνεχή διαδικασία. Η δεύτερη προσέγγιση θεωρεί τη γνώση κατακερματισμένη, δηλαδή ότι δομείται πάνω σε γνωστικά στοιχεία τα οποία μπορούν να ενεργοποιηθούν, να διασυνδεθούν και να οργανωθούν, αναλόγως επί τόπου (in situ), και κατ' επέκταση θεωρεί τη μάθηση ως μία διαδικασία που μπορεί να είναι ασυνεχής σε ένα τελικό στάδιο. Πέρα από τις δύο αντίθετες οπτικές, έχουν διατυπωθεί και άλλες που προσπαθούν να τις συμβιβάσουν, θεωρώντας ότι μπορεί τα συνεκτικά νοητικά μοντέλα να υπάρχουν για κάποιο πλαίσιο-θέμα και για κάποιο άλλο όχι.

Το βασικό ζήτημα είναι ότι η έρευνα, για πολλά χρόνια, δεν ανέδειξε την μία ή την άλλη οπτική και αυτό αποτέλεσε συζήτηση μεταξύ των επιστημόνων, ενώ εγείρονται πολλά μεθοδολογικά ζητήματα (Nobes & Panagiotaki, 2009· Straatemeier, et al. 2008). Οι υποστηρικτές των δύο προσεγγίσεων έχουν χρησιμοποιήσει διαφορετικές μεθόδους κι εργαλεία στις έρευνές τους κι έχουν οδηγηθεί σε αντιθετικά ευρήματα. Τα ευρήματα των Vosniadou & Brewer (1992), αναφορικά με τα εννοιολογικά μοντέλα μαθητών για τη δύναμη και το σχήμα της γης συνηγορούν προς τη συνεκτικότητά τους, ενώ τα αντίστοιχα ευρήματα για το σχήμα της Γης των Vaiopoulou & Papageorgiou (2018), για τη δομή της ύλης των Stamovlasis et al. (2013), καθώς και για θερμικά φαινόμενα της Βλάχου (2021) αναδεικνύουν την απουσία συνεκτικότητας σε αυτά.

Το κυριότερο μεθοδολογικό πρόβλημα είναι το πώς οι ερευνητές κατηγοριοποίησαν ένα σύνολο εμπειρικών δεικτών σε νοητικά μοντέλα. Οι παραδοσιακές προσεγγίσεις ταξινόμησης βασίζονται σε ένα ποσοστό συμφωνίας μεταξύ των παρατηρούμενων/εμπειρικών και των αναμενόμενων/θεωρητικών απαντήσεων. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή παρουσιάζει πολλά μειονεκτήματα, τα οποία μπορούν να ξεπεραστούν με την εφαρμογή της Ανάλυσης Λανθανουσών Τάξεων (Latent Class Analysis, LCA), μιας προχωρημένης πολυμεταβλητής μεθόδου ανάλυσης, η οποία έχει αναδειχθεί ότι είναι καταλληλότερη για να απαντήσει στο ερώτημα της συνεκτικότητας των νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών (Stamovlasis, Papageorgiou, & Tsitsipis, 2013)

Στην παρούσα εργασία εφαρμόζεται η επιβεβαιωτική Ανάλυση Λανθανουσών Τάξεων για να απαντήσει αν συγκεκριμένα εννοιολογικά μοντέλα μαθητών αναφορικά με την έννοια της δύναμης παρουσιάζουν συνεκτικότητα (Ionnides & Vosniadou, 2002), καθώς και αν εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών αναφορικά με τον 2^{ο} Νόμο του Νεύτωνα, όπως έχουν εντοπιστεί στη βιβλιογραφία, είναι συνεπείς. Η χρησιμότητα της διερεύνησης των συγκεκριμένων υποθέσεων, πέραν της θεωρητικής αξίας, σχετίζεται με την εφαρμογή διαφορετικών παιδαγωγικών προσεγγίσεων που απορρέουν από αυτές.

2.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η παρούσα έρευνα βασίστηκε στη χρήση ερωτηματολογίου κλειστών ερωτήσεων και συγκεκριμένα αξιοποιήθηκε το Force-RQ, (Βαϊοπούλου, 2018) με το οποίο αναζητήθηκαν συγκεκριμένα νοητικά μοντέλα που αφορούν την δύναμη και το οποίο εμπλουτίστηκε με ερωτήσεις που αφορούν την έννοια της δύναμης και τον 2ο Νόμο του Νεύτωνα. Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε συνολικό δείγμα 202 μαθητών Γενικού Λυκείου (ηλικίας 15-17 ετών), 160 ήταν μαθητές της Α' Λυκείου και 42 ήταν μαθητές της Β' Λυκείου, εκ των οποίων 111 κορίτσια και 91 αγόρια που ανήκαν σε τέσσερα διαφορετικά σχολεία της Θεσσαλονίκης. Ακολούθως έγινε η ανάλυση των δεδομένων με τη μέθοδο της LCA.

3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η LCA, μία προχωρημένη πολυμεταβλητή μέθοδος, είναι κατάλληλη για τον εντοπισμό διακριτών ομάδων (clusters) ατόμων με συγκεκριμένα μοτίβα απαντήσεων. Συνολικά η στατιστική μέθοδος δεν απέρριψε την μηδενική υπόθεση (H_0) που ήταν η υπόθεση της κατακερματισμένης γνώσης. Το μόνο σίγουρα συνεκτικό νοητικό μοντέλο ήταν το επιστημονικό. Το ουσιαστικό μήνυμα των αποτελεσμάτων δεν είναι η διάψευση των συγκεκριμένων νοητικών μοντέλων, αλλά το έναυσμα για μια συζήτηση επιστημολογικού περιεχομένου. Με βάση τα ευρήματα αυτά και άλλα συναφή που έχουν πρόσφατα εμφανιστεί στη βιβλιογραφία, διακυβεύεται περισσότερο όχι μόνο η παραδοσιακή μεθοδολογική προσέγγιση στο πεδίο των νοητικών μοντέλων, αλλά και η επιστημολογική θεώρηση της διαδικασίας της γνώσης στο πλαίσιο γνωστού ως substance philosophy (Seibt, 2022).

4.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η κατανόηση της φύσης της γνώσης των μαθητών, ενώ το βασικό ερώτημα ήταν το εάν η γνώση τους πριν την κατάκτηση της επιστημονικής είναι συνεκτική ή κατακερματισμένη. Η στατιστική μέθοδος δεν απέρριψε την μηδενική υπόθεση (H_0), δηλαδή της κατακερματισμένης γνώσης. Εξετάζοντας και τα ευρήματα πολλών ερευνών, όπου τα συμπεράσματα των διερευνητικών προσεγγίσεων δε συμφωνούν με εκείνα των επιβεβαιωτικών, διατυπώνονται ερωτήματα που αφορούν, σε αυτή τη φάση, τις επιστημολογικές παραδοχές όπου έχει βασιστεί η μέχρι σήμερα έρευνα στο πεδίο της εννοιολογικής αλλαγής. Δηλαδή, το επιστημολογικό πλαίσιο όπου διατυπώθηκαν και οι δύο υποθέσεις, της συνεκτικής ή κατακερματισμένη γνώσης, θα μπορούσε να είναι υπεύθυνο για τα αντιφατικά αποτελέσματα.

5.ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Βαϊοπούλου, Χ., Π. (2018). Συνεκτικά νοητικά μοντέλα και κατακερματισμένη γνώση: Μεθοδολογικά ζητήματα στην έρευνα για την κατανόηση εννοιών στις Φυσικές Επιστήμες (Διδακτορική Διατριβή). Δημοκρήτειο Πανεπιστήμιο Θράκη

Βλάχου, Μ. (2021). Διερεύνηση της συνεκτικότητας της γνώσης των μαθητών Γυμνασίου για τα θερμικά φαινόμενα με την εφαρμογή της Ανάλυσης Λανθανουσών Τάξεων (Διπλωματική εργασία) Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

diSessa, A. A., Gillespie, N. M., & Esterly, J. B. (2004). Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. *Cognitive Science*, *28*(6), 843–900. https://doi.org/10.1016/j.cogsci.2004.05.003

Ionnides, C., & Vosniadou, S. (2002). the Changing Meaning of force. *The Cambridge Law Journal*, *61*, 1–77. https://doi.org/10.1017/S0008197302001630

Nobes, G., & Panagiotaki, G. (2009). Mental models or methodological artefacts? Adults' 'naïve' responses to a test of children's conceptions of the earth. British Journal of Psychology, 100(2), 347–363. https://doi.org/10.1348/000712608X332909

Seibt, J. (2022). Process Philosophy. In E. N. Zalta & U. Nodelman (Eds.), The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 202). Metaphysics Research Lab, Stanford University.

Stamovlasis, D., Papageorgiou, G., & Tsitsipis, G. (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), 485–495. https://doi.org/10.1039/c3rp00042g

Straatemeier, M., van der Maas, H. L. J., and Jansen, B. R. J. (2008). Children's knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach. Journal of Experimental Child Psychology, 100, 276–296.

Vaiopoulou, J., & Papageorgiou, G. (2018). Primary students' conceptions of the Earth: Re-examining a fundamental research hypothesis on mental models. *Preschool and Primary Education*, *6*(1), 23. https://doi.org/10.12681/ppej.14210

Vosniadou, S., Brewer, W. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. Cognitive Psychology, 24(4),535-585.

Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. Learning and Instruction, 4(1), 45-69. doi:10.1016/0959-4752(94)90018-3