

# 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

**14<sup>ο</sup>** ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ  
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες  
στην Εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές



12-14 Απριλίου 2025

**ΤΟΜΟΣ  
ΣΥΝΟΨΕΩΝ**

ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ  
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΑΠΘ  
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΑΠΘ

Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,  
Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών,  
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

[synedrio2025.enepht.gr](http://synedrio2025.enepht.gr)

## Διερεύνηση της Συνεκτικότητας της Γνώσης Μαθητών Γυμνασίου για τα Ηλεκτρικά Κυκλώματα

*Ιωάννα Αναστασιάδου, Δημήτριος Σταμοβλάσης*

doi: [10.12681/codiste.7761](https://doi.org/10.12681/codiste.7761)

## Διερεύνηση της Συνεκτικότητας της Γνώσης Μαθητών Γυμνασίου για τα Ηλεκτρικά Κυκλώματα

Ιωάννα Γ. Αναστασιάδου<sup>1</sup> και Δημήτριος Σταμοβλάσης<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Εκπαιδευτικός Φυσικής, <sup>2</sup>Καθηγητής,

<sup>1</sup>Δευτεροβάθμια Διεύθυνση Εκπαίδευσης Δυτικής Θεσσαλονίκης

<sup>2</sup>Τμήμα Φιλοσοφίας και Παιδαγωγικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

<sup>1</sup>ioana2126@gmail.com

### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνάται η συνεκτικότητα της γνώσης των μαθητών Γυμνασίου σχετικά με τα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα συνεχούς ρεύματος. Για τον λόγο αυτό σχεδιάστηκε ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου 10 ερωτήσεων με τέσσερις πιθανές επιλογές απαντήσεων. Κάθε απάντηση αντιστοιχούσε σε ένα από τέσσερα νοητικά μοντέλα για τα ηλεκτρικά κυκλώματα που απαντώνται στη βιβλιογραφία. Το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε 217 μαθητές και μαθήτριες Γυμνασίου και για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων εφαρμόστηκε η μέθοδος της ανάλυσης λανθανουσών τάξεων (LCA). Από την ανάλυση προέκυψε συνεκτικότητα μόνο για το ένα από τα τέσσερα νοητικά μοντέλα που ερευνήθηκαν, το επιστημονικό μοντέλο.

**Λέξεις κλειδιά:** ανάλυση λανθανουσών τάξεων (LCA), ηλεκτρικά κυκλώματα, κατακερματισμένη γνώση, νοητικά μοντέλα, συνεκτική γνώση

## Investigating the Coherence of Middle School Students' Knowledge of Electrical Circuits

Ioanna G. Anastasiadou<sup>1</sup> and Dimitrios Stamovlasis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Physics Teacher, <sup>2</sup>Professor,

<sup>1</sup>Directorate of Secondary Education of West Thessaloniki

<sup>2</sup>Department of Philosophy and Education, Aristotle University of Thessaloniki

<sup>1</sup>ioana2126@gmail.com

### Abstract

This study investigates the coherency of knowledge held by middle school students regarding simple DC electrical circuits. To this end, a closed-type questionnaire comprising 10 questions with four possible answer choices was designed. Each answer corresponded to one of four mental models for electrical circuits found in the literature. The questionnaire was administered to 217 middle school students, and the Latent Class Analysis (LCA) method was employed to process the results. The analysis revealed coherency for only one of the four investigated mental models, the scientific model.

**Keywords:** Latent Class Analysis (LCA), electrical circuits, fragmented knowledge, mental models, coherent knowledge

### Εισαγωγή - Θεωρητικό Υπόβαθρο

Η εννοιολογική αλλαγή αναφέρεται στη διαδικασία αναδόμησης των προϋπαρχουσών αντιλήψεων των μαθητών και την αντικατάστασή τους με τις επιστημονικά αποδεκτές έννοιες (Duit & Treagust, 2003). Οι κυρίαρχες θεωρίες για την εννοιολογική αλλαγή είναι η

προσέγγιση της συνεκτικής και η προσέγγιση της κατακερματισμένης γνώσης (diSessa, 1993´ Vosniadou, 1994). Στο πλαίσιο της συνεκτικής γνώσης τα νοητικά μοντέλα είναι νοητικές αναπαραστάσεις της πραγματικότητας που διαμορφώνονται στο μυαλό των μαθητών και παρέχουν μια επεξηγηματική δομή για την κατανόηση των φυσικών φαινομένων. Αντίθετα, η προσέγγιση της κατακερματισμένης γνώσης (diSessa, 1993) υποστηρίζει ότι οι μαθητές διαθέτουν αποσπασματικές γνώσεις που δεν συνδέονται απαραίτητα μεταξύ τους, οδηγώντας σε ασυνεπείς απαντήσεις, εξαρτώμενες από το πλαίσιο της εκάστοτε ερώτησης.

Στην ενότητα του Ηλεκτρισμού οι μαθητές συχνά δυσκολεύονται να κατανοήσουν τα ηλεκτρικά φαινόμενα, καθώς έχουν διαμορφώσει εναλλακτικές αντιλήψεις από την καθημερινή τους εμπειρία (Stocklmayer & Treagust, 1996). Χρησιμοποιούν διάφορα νοητικά μοντέλα για να ερμηνεύσουν τα ηλεκτρικά κυκλώματα όπως το μονοπολικό μοντέλο, το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων, το μοντέλο της εξασθένησης του ρεύματος και το επιστημονικό μοντέλο (Chiu & Lin, 2005´ Osborne, 1983´ Shipstone 1984). Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της φύσης της γνώσης των μαθητών σχετικά με τα ηλεκτρικά κυκλώματα και η απάντηση στο ερώτημα αν η γνώση αυτή είναι συνεκτική, δηλαδή οργανωμένη σε συνεκτικά νοητικά μοντέλα, ή κατακερματισμένη.

Οι ερευνητικές υποθέσεις της παρούσας εργασίας είναι:

- Η γνώση των μαθητών παρουσιάζει συνεκτικότητα.
- Οι απαντήσεις των μαθητών είναι συνεπείς με συγκεκριμένα νοητικά μοντέλα του Ηλεκτρισμού.
- Η τάξη φοίτησης των μαθητών επηρεάζει τον τρόπο οργάνωσης της γνώσης.
- Τα αποτελέσματα της μελέτης δεν εξαρτώνται από το φύλο.

## Μεθοδολογία

### Συμμετέχοντες και Εργαλείο Έρευνας

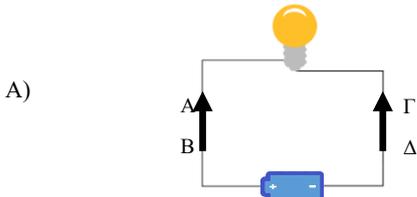
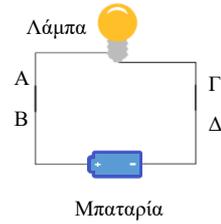
Σχεδιάστηκε και χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο 10 ερωτήσεων κλειστού τύπου με τέσσερις επιλογές απαντήσεων ανά ερώτηση, οι οποίες αντιστοιχούσαν στα τέσσερα νοητικά μοντέλα που προαναφέρθηκαν. Οι ερωτήσεις αφορούσαν ηλεκτρικά κυκλώματα συνεχούς ρεύματος με μπαταρία και ένα έως τρεις λαμπτήρες σε σειρά ενώ τα θέματα που καλύπτονταν ήταν: η κατεύθυνση ροής του ηλεκτρικού ρεύματος, η διατήρηση του ηλεκτρικού ρεύματος, το κλειστό/ανοιχτό κύκλωμα και η επίδραση της μπαταρίας και των λαμπτήρων. Το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε 217 μαθητές ενός Γυμνασίου (76 μαθητές της Α' Γυμνασίου, 68 μαθητές της Β' και 73 μαθητές της Γ' Γυμνασίου). Το 53% του δείγματος αποτελούνταν από κορίτσια και το 47% από αγόρια. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται η ερώτηση 2 με τις τέσσερις πιθανές απαντήσεις, ως δείγμα του ερωτηματολογίου.

### Μέθοδος Ανάλυσης

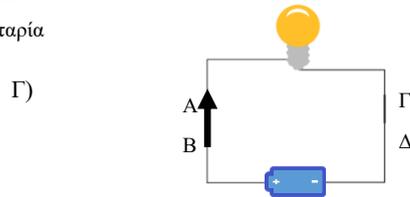
Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Ανάλυσης Λανθανουσών Τάξεων (Latent Class Analysis - LCA), μια ψυχομετρική μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αναγνώριση υποκείμενων ομάδων ή κατηγοριών σε ένα σύνολο δεδομένων (Stamonlasis et al., 2018) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί διερευνητικά ή επιβεβαιωτικά. Στην παρούσα έρευνα, η LCA χρησιμοποιήθηκε επιβεβαιωτικά για να ταξινομήσει τους μαθητές σε ομάδες με βάση τα μοτίβα απαντήσεών τους στο ερωτηματολόγιο.

**Σχήμα 1.** Η ερώτηση 2 του ερωτηματολογίου

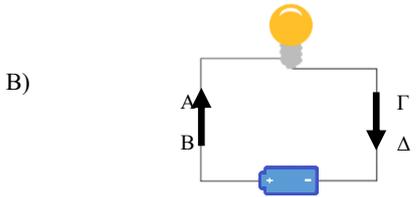
2) Στο παρακάτω κύκλωμα (είναι όμοιο με αυτό της προηγούμενης ερώτησης) συγκρίνετε την ποσότητα του ηλεκτρικού ρεύματος που περνά από τα καλώδια AB και ΓΔ.



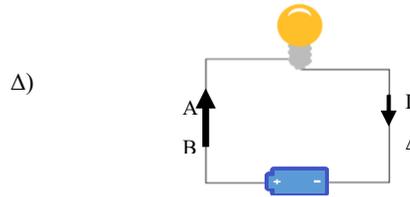
Στο λαμπάκι φθάνει ίδια ποσότητα ρεύματος και από το καλώδιο AB και από το καλώδιο ΓΔ.



Το ρεύμα ρέει μέχρι το λαμπάκι, ενώ στο καλώδιο ΓΔ είναι μηδέν.



Το ρεύμα ρέει συνεχώς το ίδιο προς μια κατεύθυνση.

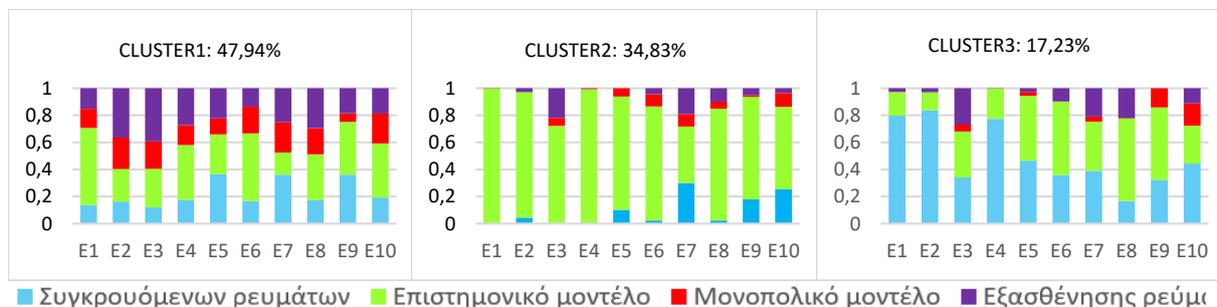


Το ρεύμα ρέει συνεχώς προς μια κατεύθυνση, αλλά μετά το λαμπάκι γίνεται μικρότερο.

**Αποτελέσματα**

Από την ανάλυση LCA προέκυψαν δύο βασικά μοντέλα που προσαρμόζονται καλύτερα στα δεδομένα μας: ένα με 2 τάξεις (clusters) και ένα με 3 τάξεις. Στο Διάγραμμα 1 εμφανίζονται, για το μοντέλο των 3 τάξεων, οι δεσμευμένες πιθανότητες του κάθε νοητικού μοντέλου ανά ερώτηση (E1-E10) και ανά luster. Καθένα cluster προσδιορίζει μια ομάδα μαθητών. Η ομάδα Cluster1, στην οποία ανήκουν οι περισσότεροι μαθητές (47,94%), χαρακτηρίζεται από ασυνέπεια στις αντιλήψεις τους για τις έννοιες που εξετάστηκαν. Η ομάδα Cluster2 (34,83%), δείχνει σαφή προτίμηση για το επιστημονικό μοντέλο σε όλες σχεδόν τις ερωτήσεις. Στην ομάδα Cluster3 (17,23%), κυριαρχούν το επιστημονικό μοντέλο και το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων, με υψηλές πιθανότητες επιλογής και για τα δύο μοντέλα.

**Διάγραμμα 1.** Τα τρία μοτίβα απαντήσεων από LCA 3 τάξεων α) Cluster1, β) Cluster2, γ) Cluster3



**Πίνακας 1.** Συσχετίσεις των τάξεων με το φύλο και την τάξη φοίτησης

Συμμεταβλητές	Cluster1	Cluster2	Cluster3
<b>Φύλο</b>			
Αγόρι	0,1992	-0,1074	-0,0918
Κορίτσι	-0,1992	0,1074	0,0918
<b>Τάξη φοίτησης</b>			
Α' Γυμνασίου	-0,2343	-0,499*	0,74*
Β' Γυμνασίου	0,3520	-0,81***	0,4587
Γ' Γυμνασίου	-0,1177	1,31***	-1,19**

Σημείωση: \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

Η ανάλυση LCA έδειξε επίσης ότι οι μαθητές της Α' Γυμνασίου τείνουν να ανήκουν στην ομάδα Cluster3, ( $b=0.74$ ,  $p < 0.05$ ), οι μαθητές της Α' και Β' Γυμνασίου τείνουν να μην ανήκουν στην ομάδα Cluster2, ενώ αντίθετα οι μαθητές της Γ' Γυμνασίου τείνουν να ανήκουν στην ομάδα Cluster2, ( $b=1.31$ ,  $p < 0.01$ ), (Πίνακας 1). Επιπλέον, από τον Πίνακα 1 γίνεται φανερό ότι το φύλο δεν σχετίζεται με την ταξινόμηση των μαθητών στα clusters.

### Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα είχε ως πρωταρχικό στόχο να εμβαθύνει στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές αντιλαμβάνονται βασικές έννοιες του Ηλεκτρισμού, όπως το ηλεκτρικό ρεύμα, μέσω της ροής του σε απλά ηλεκτρικά κυκλώματα συνεχούς ρεύματος. Τα αποτελέσματα της έρευνας υποδεικνύουν ότι η γνώση των μαθητών Γυμνασίου για τα ηλεκτρικά κυκλώματα δεν είναι οργανωμένη στα συνεκτικά νοητικά μοντέλα που εξετάστηκαν, με εξαίρεση το επιστημονικό μοντέλο.

Όσον αφορά στην τάξη φοίτησης αυτή επηρεάζει την οργάνωση της γνώσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ένας μαθητής της Α' Γυμνασίου έχει αυξημένη πιθανότητα να ανήκει στο Cluster3, το οποίο, αν και ασυνεπές, δείχνει μια τάση οι μαθητές να απαντούν σύμφωνα με το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με ευρήματα άλλων ερευνητών ότι το μοντέλο συγκρουόμενων ρευμάτων είναι ένα πρώιμο μοντέλο, που εξαλείφεται με τη διδασκαλία μετά την ηλικία των 13-15 ετών (Shipstone, 1984). Επιπλέον, οι μαθητές της Γ' Γυμνασίου παρουσιάζουν μεγαλύτερη πιθανότητα να απαντούν με βάση το επιστημονικό μοντέλο. Δεδομένου ότι οι μαθητές αυτοί είχαν ήδη διδαχθεί την ενότητα του Ηλεκτρισμού κατά τον χρόνο διεξαγωγής της έρευνας, το εύρημα αυτό συμφωνεί με το συμπέρασμα προηγούμενων μελετών ότι η γνώση των μαθητών εξελίσσεται με την ηλικία και την εκπαίδευση (Lin, 2017).

Η έρευνα παρέχει αξιοποιήσιμα συμπεράσματα για την εκπαιδευτική πράξη. Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τον τρόπο οργάνωσης των αντιλήψεων των μαθητών για τα ηλεκτρικά κυκλώματα και να σχεδιάζουν διδακτικές παρεμβάσεις που θα βοηθούν τους μαθητές να αναπτύξουν βαθύτερη κατανόηση των ηλεκτρικών φαινομένων.

### Βιβλιογραφία

- Chiu, M.-H., & Lin, J.-W. (2005). Promoting Fourth Graders' Conceptual Change of Their Understanding of Electric Current via Multiple Analogies. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(4), 429–464. <https://doi:10.1002/tea.20062>
- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10(2), 105–225. <https://doi:10.1080/07370008.1985.9649008>
- Duit, R., & Treagust, D. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal Of Science Education*, 25(6), 671–688. <https://doi:10.1080/09500690305016>

- Lin, J.-W. (2017). A Cross-Grade Study Validating the Evolutionary Pathway of Student Mental Models in Electric Circuits. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(7), 3099–3137. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00707a>
- Osborne, R. (1983). Towards Modifying Children's Ideas about Electric Current. *Research in Science & Technological Education*, 1(1), 73–82. <https://doi:10.1080/0263514830010108>
- Shipstone, D. M. (1984). A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. *European Journal of Science Education*, 6(2), 185–198. <https://doi:10.1080/0140528840060208>
- Stamovlasis, D., Papageorgiou, G., Tsitsipis, G., Tsikalas, T., & Vaiopoulou, J. (2018). Illustration of Step - Wise Latent Class Modelling with Covariates and Taxometric Analysis in Research Probing Children's Mental Models in Learning Sciences. *Frontiers in Psychology*, 9, 532. <https://doi:10.3389/fpsyg.2018.00532>
- Stocklmayer, S. M., & Treagust, D. F. (1996). Images of electricity: how do novices and experts model electric current? *International Journal of Science Education*, 18(2), 163–178. <https://doi:10.1080/0950069960180203>
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69. [https://doi:10.1016/0959-4752\(94\)90018-3](https://doi:10.1016/0959-4752(94)90018-3)