

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



Σχεδιασμός, ανάπτυξη και αξιολόγηση πειραματικών δραστηριοτήτων για τη διάδοση της θερμότητας με αγωγή στα μέταλλα στο Δημοτικό σχολείο

Ελένη - Μαρία Βαλκάνου, Ιωάννης Σταράκης, Αναστάσιος Ζουπίδης

doi: [10.12681/codiste.5225](https://doi.org/10.12681/codiste.5225)

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΣΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ

Ελένη-Μαρία Βαλκάνου¹, Ιωάννης Σταράκης², Αναστάσιος Ζουπίδης³

¹Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, ²Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, ³Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

valkanoue@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η αξιολόγηση πειραματικών δραστηριοτήτων για τη διάδοση της θερμότητας με αγωγή στα μέταλλα για μαθητές Ε' τάξης. Απώτερος στόχος ήταν η καταγραφή των μονοπατιών μάθησης των μαθητών σε αυτή τη θεματική περιοχή. Οι δραστηριότητες εφαρμόστηκαν με τη μέθοδο του διδακτικού πειράματος σε 12 μαθητές. Για την ανάλυση των δεδομένων αξιοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το σύνολο των μαθητών μετακινήθηκε από την αρχική άποψη ότι η θερμότητα έχει υλική υπόσταση, και έτεινε να δίνει εξηγήσεις πιο κοντά προς την επιστημονικά αποδεκτή άποψη.

Λέξεις κλειδιά: Δημοτικό σχολείο, Διάδοση θερμότητας με αγωγή, Μονοπάτια μάθησης

DESIGN, DEVELOPMENT, AND EVALUATION OF EXPERIMENTAL ACTIVITIES ON HEAT CONDUCTION IN METALS AT PRIMARY EDUCATION

Eleni-Maria Valkanou¹, Ioannis Starakis², Anastasios Zoupidis³

¹ University of Western Macedonia, ²National and Kapodistrian University of Athens, ³Democritus University of Thrace

valkanoue@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study was the design, development, and evaluation of experimental activities on heat conduction in metals for 5th graders. Ultimate aim was to capture students' learning pathways in this thematic area. The activities were implemented using teaching experiment method approach in 12 students. Qualitative methods were used for the analysis of the data. The results indicate that all the students were able to move from their initial view that heat is a substance and tended to give explanations closer to the scientifically accepted view.

Keywords: Primary education, Heat conduction, Learning pathways

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μαθητές όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης τείνουν να θεωρούν ότι η θερμότητα είναι μία ουσία με ιδιότητες ρευστού (Erickson & Tiberghien, 1985). Συνεπώς, είτε πιστεύουν ότι μοιάζει με τον αέρα και μπορεί και «κινείται» με ευκολία προς τα επάνω, είτε ότι υπόκειται σε βαρυτικές αλληλεπιδράσεις και «κινείται» με ευκολία προς τα κάτω. Η εν λόγω εναλλακτική ιδέα των μαθητών φαίνεται να είναι κομβικής σημασίας για την εννοιολογική κατανόηση του μηχανισμού διάδοσης της θερμότητας με αγωγή, καθώς τους εμποδίζει να αντιληφθούν το συγκεκριμένο φαινόμενο με όρους μεταφοράς ενέργειας (Kesidou & Duit, 1993).

Σε επίπεδο Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης εντοπίζεται περιορισμένος αριθμός διδακτικών παρεμβάσεων σχετικών με τη διδασκαλία της διάδοσης της θερμότητας με αγωγή. Σε αυτές τις έρευνες το φαινόμενο φαίνεται ότι διερευνάται αποκλειστικά στη φαινομενολογική του βάση, κυρίως μέσω της εξέτασης της θερμικής αγωγιμότητας διάφορων υλικών σωμάτων, σε ένα ανακαλυπτικό πλαίσιο διδασκαλίας και μάθησης (π.χ. Haglund et al., 2016). Σε αυτό το πλαίσιο δε φαίνεται να επιδιώκεται η ανάπτυξη ενός ερμηνευτικού μηχανισμού για αυτό το φαινόμενο, αλλά ούτε η αντιμετώπιση των σχετικών εναλλακτικών ιδεών των μαθητών που συνιστούν εμπόδιο στην κατανόησή του.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η παρούσα μελέτη εστιάζει σε ένα τμήμα μίας ΔΜΑ για τον μηχανισμό διάδοσης της θερμότητας με αγωγή για μαθητές Ε' τάξης και επικεντρώνεται στην αντιμετώπιση της εναλλακτικής ιδέας ότι η θερμότητα έχει υλική υπόσταση. Το ερευνητικό ερώτημα ήταν το εξής: *«Ποια είναι τα μονοπάτια μάθησης μαθητών Ε' τάξης, κατά την οικοδόμηση της επιστημονικά αποδεκτής άποψης ότι η θερμότητα διαδίδεται με τον ίδιο ρυθμό προς όλες τις κατευθύνσεις στα μέταλλα;»*

Συμμετέχοντες ήταν 12 μαθητές Ε' τάξης ενός ιδιωτικού δημοτικού σχολείου του Ν. Αττικής (βολική δειγματοληψία). Πριν την εφαρμογή της ακολουθίας, τα μαθήματα που είχαν παρακολουθήσει οι συγκεκριμένοι μαθητές στο πλαίσιο του μαθήματος των Φυσικών και σχετίζονταν με έννοιες που ερμηνεύουν θερμικά φαινόμενα, αφορούσαν: α) στη διάκριση των εννοιών της θερμοκρασίας και της θερμότητας, β) στην κατεύθυνση διάδοσης της θερμότητας, κατά τη θερμική επαφή δύο σωμάτων, γ) στα φαινόμενα τήξης, πήξης, εξάτμισης, συμπύκνωσης και βρασμού, και δ) στα φαινόμενα διαστολής και συστολής στερεών και ρευστών σωμάτων κατά τη θέρμανσή τους. Για της ανάγκες της έρευνας σχηματίστηκαν 4 ομάδες των 3 μαθητών. Η έρευνα υλοποιήθηκε με τη μέθοδο του διδακτικού πειράματος, η οποία συνδυάζει στοιχεία κλασικής συνέντευξης και διδασκαλίας (Komorek & Duit, 2004). Σχεδιάστηκε ένα διδακτικό πείραμα, διάρκειας 90 λεπτών, το οποίο εφαρμόστηκε σε καθεμία από τις ομάδες, βιντεοσκοπήθηκε και ηχογραφήθηκε. Για την ανάλυση των δεδομένων αξιοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου (Erickson, 2012).

Η ακολουθία των πειραματικών δραστηριοτήτων

Στο 1^ο Βήμα, οι μαθητές κλήθηκαν να εκφράσουν και να αιτιολογήσουν τις απόψεις τους αναφορικά με το τι αναμένουν να συμβεί κατά τη θέρμανση του κέντρου μίας μεταλλικής ράβδου, η οποία ήταν τοποθετημένη με κλίση 10° ως προς το οριζόντιο επίπεδο και στην οποία είχαν τοποθετηθεί από τρεις σταγόνες πηγμένου κεριού σε ίσες αποστάσεις εκατέρωθεν του κέντρου της (Πείραμα 1).

Στο 2^ο Βήμα, οι μαθητές κλήθηκαν να παρατηρήσουν τι συμβαίνει κατά την πραγματοποίηση του 1^{ου} Πειράματος και να ερμηνεύσουν τις παρατηρήσεις τους.



Στο 3^ο Βήμα, οι μαθητές κλήθηκαν να εκφράσουν και να αιτιολογήσουν τις απόψεις τους αναφορικά με το τι αναμένουν να συμβεί σχετικά με το ρυθμό διάδοσης της θερμότητας, αν αυξηθεί η υψομετρική διαφορά των σταγόνων κεριού, χρησιμοποιώντας μία διαφορετική πειραματική διάταξη (Πείραμα 2).

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί πως εάν στο 1^ο Πείραμα τοποθετηθεί η ράβδος με κλίση μεγαλύτερη των 10°, οι σταγόνες κεριού που βρίσκονται στην πάνω μεριά της λιώνουν πιο γρήγορα συγκριτικά με τις κάτω,

εξαιτίας των ρευμάτων μεταφοράς που δημιουργούνται στον αέρα. Για τον λόγο αυτό θεωρήθηκε σκόπιμη η πραγματοποίηση και του 2^{ου} Πειράματος.

Στο 4^ο Βήμα, οι μαθητές παρατήρησαν τι συμβαίνει κατά την πραγματοποίηση του 2^{ου} Πειράματος και ερμήνευσαν τις παρατηρήσεις τους. Επιπλέον, διατύπωσαν το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν αναφορικά με τον τρόπο διάδοσης της θερμότητας στα μέταλλα.

Στην Εικόνα 1 παρουσιάζονται τα πειράματα.

Πείραμα	Υλικά	Ενέργειες
<p>1^ο Πείραμα</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Μεταλλική ράβδος, βαθμονομημένη ανά 5 εκ. από το κέντρο και προς τα δύο της άκρα Κερί Φλόγιστρο Χρονόμετρο 	<p>(1) Ίδια ποσότητα κεριού τοποθετείται στα 10, 15, 20 και 25 εκ. από το κέντρο της ράβδου προς τα δύο της άκρα.</p> <p>(2) Η ράβδος τοποθετείται σε κλίση 10° και θερμαίνεται στο κέντρο της με το φλόγιστρο.</p> <p>(3) Τα διαδοχικά ζευγάρια κεριού εκατέρωθεν του κέντρου της λιώνουν σχεδόν ταυτόχρονα.</p>
<p>2^ο Πείραμα</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Μεταλλική βελόνα με δύο κάθετα ισομήκη τμήματα, αντίθετου προσανατολισμού, τα οποία ισαπέχουν από το κέντρο της Ξύλινες βάσεις στήριξης Κερί Πινέζες Φλόγιστρο Χρονόμετρο 	<p>(1) Στα άκρα της βελόνας τοποθετείται από μία πινέζα με τη βοήθεια ίδιας ποσότητας κεριού.</p> <p>(2) Η βελόνα θερμαίνεται στο κέντρο της με το φλόγιστρο.</p> <p>(3) Οι πινέζες ξεκολλούν από τη βελόνα σχεδόν ταυτόχρονα.</p>

Εικόνα 1. Τα πειράματα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

1^ο Βήμα: Αρχικά, οι μαθητές στο σύνολό τους προέβλεψαν ότι οι σταγόνες δε θα λιώσουν ταυτόχρονα θεωρώντας ότι η θερμότητα έχει ιδιότητες ρευστού: α) υπόκειται σε βαρυτικές αλληλεπιδράσεις, β) ταυτίζεται με τον ζεστό αέρα.

2^ο Βήμα: Μετά την πραγματοποίηση του 1^{ου} Πειράματος, η πλειοψηφία των μαθητών (9/12) απέδωσε τη σχεδόν ταυτόχρονη διάδοση της θερμότητας στις δύο πλευρές της ράβδου, στο γεγονός ότι η θερμότητα δε μπορεί να έχει υλική υπόσταση. Οι υπόλοιποι μαθητές (3/12) θεώρησαν ότι η διάδοση της θερμότητας ευνοείται προς την πάνω μεριά της ράβδου (κλάσματα δευτερολέπτου). Για την ερμηνεία τους βασίστηκαν αποκλειστικά στη φαινομενολογία του πειράματος, χωρίς να αναφέρουν συγκεκριμένη εξήγηση.

3^ο Βήμα: Πριν την πραγματοποίηση του 2^{ου} Πειράματος, οι μαθητές θεώρησαν ότι ο ρυθμός διάδοσης της θερμότητας: α) θα διαφοροποιηθεί (διάδοση με μεγαλύτερη ευκολία προς τα επάνω ή κάτω), εξαιτίας της παρουσίας των κάθετων τμημάτων στη βελόνα (5/12), β) δε θα επηρεαστεί, διότι είναι ανεξάρτητος της μεταβλητής του ύψους (4/12), γ) θα ευνοηθεί προς την πάνω μεριά της βελόνας, εξαιτίας των πειραματικών παρατηρήσεων του 1^{ου} Πειράματος (3/12). Τα σφάλματα μέτρησης που υπεισέρχονται στην πειραματική διαδικασία φάνηκε να έχουν αυτόνομη αξία στη διαμόρφωση της άποψης αυτών των μαθητών τόσο στο 2^ο όσο και στο 3^ο βήμα.

4^ο Βήμα: Η πραγματοποίηση του 2^{ου} Πειράματος αποτέλεσε κομβικό σημείο της ακολουθίας, καθώς: α) προκάλεσε τη μετακίνηση των μαθητών από την άποψη ότι η διάδοση της θερμότητας επηρεάζεται από την

παρουσία κάθετων τμημάτων στη βελόνα, β) ενίσχυσε την άποψη ότι η διάδοση της θερμότητας είναι ανεξάρτητη της μεταβλητής του ύψους. Έτσι, η πλειοψηφία των μαθητών κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η θερμότητα διαδίδεται με τον ίδιο ρυθμό προς όλες τις κατευθύνσεις στα μέταλλα, διότι δε μπορεί να έχει υλική υπόσταση.

Συνοψίζοντας παρατηρείται ότι προέκυψαν τρία διαφορετικά μονοπάτια μάθησης. Αρχικά, όλοι οι μαθητές απέδωσαν υλική υπόσταση στην έννοια της θερμότητας. Μετά το 1^ο Πείραμα, οι μαθητές που ακολούθησαν το πρώτο (5 μαθητές) και το δεύτερο (4 μαθητές) μονοπάτι μετακινήθηκαν προς την άποψη ότι η θερμότητα διαδίδεται με τον ίδιο ρυθμό προς όλες τις κατευθύνσεις ανεξάρτητα από τη μεταβλητή του ύψους, διότι δεν έχει υλική υπόσταση. Πριν το 2^ο Πείραμα, όσοι μαθητές ακολούθησαν το πρώτο μονοπάτι επανήλθαν στην αρχική τους άποψη, ότι η θερμότητα έχει υλική υπόσταση, καθώς θεώρησαν ότι η διάδοσή της θα επηρεαστεί από τα κάθετα τμήματα της πειραματικής διάταξης, ενώ όσοι ακολούθησαν το δεύτερο διατήρησαν την άποψη ότι η διάδοσή της είναι ανεξάρτητη από τη μεταβλητή του ύψους. Μετά το 2^ο Πείραμα, οι μαθητές που ακολούθησαν τα δύο προηγούμενα μονοπάτια κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η θερμότητα διαδίδεται με τον ίδιο ρυθμό προς όλες τις κατευθύνσεις στα μέταλλα, διότι δεν έχει υλική υπόσταση. Τέλος, οι μαθητές που ακολούθησαν το τρίτο (3 μαθητές) μονοπάτι, μετά το 1^ο Πείραμα μετακινήθηκαν προς την άποψη ότι η διάδοση της θερμότητας πραγματοποιείται με τον ίδιο ρυθμό προς όλες τις κατευθύνσεις και διατήρησαν αυτή την άποψη, ωστόσο για την ερμηνεία τους σε όλες τις φάσεις των πειραματικών δραστηριοτήτων βασίστηκαν αποκλειστικά στη φαινομενολογία των πειραμάτων, χωρίς να αναφέρουν συγκεκριμένη εξήγηση.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την έρευνα προκύπτουν συγκεκριμένα μονοπάτια μάθησης, μέσω των οποίων οι μαθητές είναι σε θέση να οικοδομήσουν την επιστημονικά αποδεκτή άποψη ότι η διάδοση της θερμότητας πραγματοποιείται με τον ίδιο ρυθμό προς όλες τις κατευθύνσεις στα μέταλλα. Πειράματα θέρμανσης μετάλλων, στα οποία οι μαθητές μπορούν να παρατηρήσουν την ταυτόχρονη διάδοση της θερμότητας σε σημεία του υλικού που βρίσκονται σε αντιδιαμετρικά ύψη σε σχέση με την εστία θέρμανσης φαίνεται να τους βοηθούν να ξεπεράσουν την εννοιολογική τους δυσκολία ότι η θερμότητα έχει υλική υπόσταση, ώστε να μπορέσουν σε μεγαλύτερη ηλικία να αντιληφθούν το συγκεκριμένο φαινόμενο με όρους μεταφοράς ενέργειας (Kesidou & Duit, 1993). Ωστόσο, θα είχε πρακτική αξία οι δραστηριότητες να εμπλουτιστούν (π.χ. προσθήκη εισαγωγικού μαθήματος για τα σφάλματα μέτρησης) και να εφαρμοστούν εκ νέου σε μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Erickson, G., & Tiberghien, A. (1985). Heat and temperature. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science* (pp. 52-83). Open University Press.
- Erickson, F. (2012). Qualitative Research Methods for Science Education. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, C. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 1451-1469). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7>
- Haglund, J. Jeppson, F., Schönborn, K. (2016). Taking on the Heat-a Narrative Account of How Infrared Cameras Invite Instant Inquiry. *Research in Science Education*, 46, 685-713. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9476-8>
- Kesidou, S., & Duit, R. (1993). Students' conceptions of the second law of thermodynamics: An interpretive study. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(1), 85-106. <https://doi.org/10.1002/tea.3660300107>
- Komorek, M., & Duit, R. (2004). The teaching experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of non-linear systems. *International Journal of Science Education*, 26(5), 619-633. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614717>