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

Βελτιωτικές Αλλαγές Πειραματικών Δραστηριοτήτων για τη Διάδοση της Θερμότητας με Αγωγή: Εισαγωγή Πτυχών της Φύσης της Επιστημονικής Διερεύνησης

Ελένη - Μαρία Βαλκάνου, Αναστάσιος Ζουπίδης

doi: 10.12681/codiste.7816

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 21/01/2026 15:33:48

Βελτιωτικές Αλλαγές Πειραματικών Δραστηριοτήτων για τη Διάδοση της Θερμότητας με Αγωγή: Εισαγωγή Πτυχών της Φύσης της Επιστημονικής Διερεύνησης

Ελένη-Μαρία Βαλκάνου[1] και Αναστάσιος Ζουπίδης[2]
[1]Υποψήφια Διδάκτορας, [2]Επίκουρος Καθηγητής,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
[1]evalkano@eled.duth.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι βελτιωτικές αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν σε πειραματικές δραστηριότητες για τη διάδοση της θερμότητας με αγωγή, ώστε να εισαχθεί σε αυτές η διδασκαλία πτυχών της Φύσης της Επιστημονικής Διερεύνησης (ΦτΕΔ). Προέκυψαν τέσσερις βελτιωτικές αλλαγές, οι οποίες στηρίζονται σε βιβλιογραφικά ευρήματα και ευρήματα από προηγούμενη πιλοτική εφαρμογή των δραστηριοτήτων. Συγκεκριμένα, ενσωματώθηκε η μέθοδος της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών και η χρήση αναστοχαστικών ερωτήσεων για τη ρητή διαπραγμάτευση συγκεκριμένων πτυχών της ΦτΕΔ. Επιπλέον, προστέθηκε ένα αρχικό ερώτημα που κατευθύνει τη διερευνητική διαδικασία και ένα εισαγωγικό μάθημα για τη διαπραγμάτευση των σφαλμάτων μέτρησης και των ασυνεπειών που υπεισέρχονται στην πειραματική διαδικασία.

Λέξεις κλειδιά: βελτιωτικές αλλαγές, δημοτικό σχολείο, διάδοση της θερμότητας με αγωγή, φύση της επιστημονικής διερεύνησης

Iteration of Experimental Activities for Heat Conduction: Introducing Aspects of the Nature of Scientific Inquiry

Eleni-Maria Valkanou[1] and Anastasios Zoupidis[2]
[1]PhD Student, [2]Assistant Professor,
Department of Primary Education, Democritus University of Thrace
[1]evalkano@eled.duth.gr

Abstract

This paper presents the iteration of experimental activities for heat conduction by introducing the teaching of aspects of Nature of Scientific Inquiry (NOSI). Four improvements emerged based on the literature and findings from an earlier pilot implementation of the activities. Specifically, the Control-of-Variables Strategy and the use of reflective questions to explicitly negotiate specific aspects of the NOSI were incorporated. In addition, an initial question to guide the inquiry process and an introductory lesson to negotiate the measurement errors and inconsistencies inherent in the experimental process were added.

Keywords: heat conduction, iteration, nature of scientific inquiry, primary education

Εισαγωγή

Η ανάπτυξη της κατανόησης των μαθητών/τριών γύρω από ζητήματα που αφορούν στη Φύση της Επιστήμης (ΦτΕ) θεωρείται σημαντικός διδακτικός στόχος, καθώς συμβάλλει στην καλλιέργεια του επιστημονικού γραμματισμού τους (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 2011). Στη βιβλιογραφία ο όρος ΦτΕ διακρίνεται από τον

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7816

όρο Φύση της Επιστημονικής Διερεύνησης (ΦτΕΔ). Ο πρώτος όρος αναφέρεται στα χαρακτηριστικά της επιστημονικής γνώσης, ενώ ο δεύτερος στα χαρακτηριστικά της επιστημονικής διαδικασίας, δηλαδή στον τρόπο που παράγεται η επιστημονική γνώση (Lederman et al., 2019). Οι δύο όροι, αν και σχετίζονται, διαφέρουν. Μάλιστα, η εν λόγω διάκριση φαίνεται να είναι χρήσιμη, καθώς έχει βρεθεί ότι οι αντιλήψεις των μαθητών για τη ΦτΕΔ είναι πιο εύκολο να βελτιωθούν, συγκριτικά με τις αντιλήψεις τους για τη ΦτΕ (Kampourakis, 2016). Για μαθητές/τριες μικρών ηλικιών φαίνεται να είναι κατάλληλη η διδασκαλία ενός πλαισίου γενικών πτυχών για τη ΦτΕΔ. Οι Lederman et al. (2019) προτείνουν να διδάσκονται οι εξής 8 πτυχές της ΦτΕΔ: 1) οι επιστημονικές έρευνες ξεκινούν με ένα ερώτημα και δεν εξετάζουν απαραίτητα μία υπόθεση, 2) δεν υπάρχει ένα ενιαίο σύνολο βημάτων που ακολουθείται σε όλες τις έρευνες, 3) οι διαδικασίες της διερεύνησης καθοδηγούνται από ένα ερώτημα, 4) όλοι οι επιστήμονες που διεξάγουν έρευνες ενδέχεται να μην καταλήξουν στα ίδια ακριβώς αποτελέσματα, 5) οι διαδικασίες διερεύνησης που ακολουθούνται ενδέχεται να επηρεάσουν τα αποτελέσματα, 6) τα συμπεράσματα της έρευνας πρέπει να είναι σύμφωνα με τα δεδομένα που συλλέγονται, 7) υπάρχει διαφορά ανάμεσα στα δεδομένα και τις ενδείξεις, και 8) οι επιστημονικές ερμηνείες βασίζονται στα δεδομένα που συλλέχθηκαν και όσα είναι ήδη γνωστά.

Η αξιοποίηση της διερευνητικής μεθόδου στη διδασκαλία δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές/τριες να προσεγγίσουν τόσο τις επιστημονικές έννοιες όσο και τις επιστημονικές διαδικασίες και έτσι να βελτιώσουν την κατανόησή τους και για πτυχές της ΦτΕΔ (Lederman et al., 2019). Παράλληλα, η βελτίωση των αντιλήψεων τους για τη ΦτΕΔ έχει βρεθεί ότι συμβάλλει και στην καλύτερη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών (Bächtold et al., 2024). Ωστόσο, για τη βελτίωση των αντιλήψεων τους για τη ΦτΕΔ φαίνεται ότι δεν αρκεί η απλή εφαρμογή της διερευνητικής μεθόδου, αλλά απαιτείται η αξιοποίηση μίας ρητής και αναστοχαστικής προσέγγισης των διαδικασιών που διέπουν την εν λόγω μέθοδο (Akerson et al., 2019).

Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν ο εντοπισμός και η περιγραφή των βελτιωτικών αλλαγών που απαιτείται να πραγματοποιηθούν σε πειραματικές δραστηριότητες για τη διάδοση της θερμότητας με αγωγή, ώστε να ενσωματωθεί σε αυτές η διδασκαλία πτυχών της ΦτΕΔ. Σε προηγούμενη πιλοτική έρευνα σχεδιάστηκαν και αξιολογήθηκαν πειραματικές δραστηριότητες, με στόχο τη διδασκαλία της διάδοσης της θερμότητας με αγωγή στα μέταλλα, για μαθητές/τριες Ε' Δημοτικού (Valkanou et al., 2024). Σε αυτή την έρευνα, συμπεριλήφθηκαν διδακτικοί στόχοι, οι οποίοι αφορούσαν μόνο στο περιεχόμενο. Ωστόσο, οι εν λόγω δραστηριότητες θεωρήθηκε ότι έχουν εκείνα τα χαρακτηριστικά που ευνοούν τη διδασκαλία πτυχών της ΦτΕΔ. Εξάλλου, από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι η εισαγωγή διερευνητικών πρακτικών και η ρητή διδασκαλία των πτυχών της ΦτΕΔ που αναδεικνύονται μέσω αυτών των πρακτικών, μπορεί να συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση του περιεχομένου προς διδασκαλία, αλλά και στη βελτίωση των αντιλήψεων των μαθητών/τριών για τη ΦτΕΔ. Σημαντικές δραστηριότητες, οι οποίες φαίνεται ότι μπορούν αξιοποιηθούν για την ανάδειξη των πτυχών της ΦτΕΔ στη διδασκαλία είναι: α) ο εντοπισμός προβλημάτων και η διατύπωση ερωτημάτων, β) η διαχείριση μεταβλητών, γ) η κατασκευή, η χρήση και ο έλεγχος μοντέλων και δ) η αλληλεπίδραση και η επιχειρηματολογία αναφορικά με τα ερευνητικά ευρήματα (Bächtold et al., 2024). Συγκεκριμένα, το ερευνητικό ερώτημα ήταν το ακόλουθο: *«Ποιες είναι οι βελτιωτικές αλλαγές που απαιτείται να πραγματοποιηθούν σε πειραματικές δραστηριότητες για τη διάδοση της θερμότητας με αγωγή ώστε να ενσωματωθεί σε αυτές η διδασκαλία πτυχών της ΦτΕΔ και πώς αιτιολογούνται;»*

Κύριος διδακτικός στόχος των δραστηριοτήτων της πιλοτικής έρευνας ήταν η αντιμετώπιση της εναλλακτικής ιδέας των μαθητών/τριών ότι η θερμότητα είναι μία ουσία με ιδιότητες ρευστού. Στην 1η δραστηριότητα αξιοποιήθηκε μία μεταλλική ράβδος, η οποία ήταν βαθμονομημένη ανά 5 εκ. από το κέντρο της και προς τα δύο της άκρα. Στη ράβδο

τοποθετήθηκε ίση ποσότητα πηγμένου κεριού στα 10, 15, 20 και 25 εκ. εκατέρωθεν του κέντρου της και τοποθετήθηκε σε κλίση 10° ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Στη συνέχεια, θερμάνθηκε με ένα φλόγιστρο ακριβώς στο κέντρο της και οι μαθητές/τριες κλήθηκαν να παρατηρήσουν τις χρονικές στιγμές στις οποίες έλιωσαν οι σταγόνες κεριού στη ράβδο. Στη 2η δραστηριότητα, οι μαθητές/τριες εξέτασαν αν η αύξηση της υψομετρικής διαφοράς σε σχέση με την εστία θέρμανσης επηρεάζει τον ρυθμό διάδοσης της θερμότητας, αξιοποιώντας μία διαφορετική πειραματική διάταξη. Σε αυτή τη διάταξη χρησιμοποιήθηκε μία μεταλλική βελόνα πλεξίματος, η οποία κάμφθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργηθούν δύο ισομήκη κατακόρυφα τμήματα αντίθετου προσανατολισμού στα άκρα της. Έπειτα, στα άκρα της τοποθετήθηκε από μία πινέζα με τη βοήθεια κεριού και η βελόνα θερμάνθηκε με ένα φλόγιστρο ακριβώς στο κέντρο της. Στόχος ήταν οι μαθητές/τριες να διαπιστώσουν, ότι η θερμότητα διαδίδεται με τον ίδιο ρυθμό προς όλες τις κατευθύνσεις ανεξάρτητα από την υψομετρική διαφορά των σταγόνων κεριού σε σχέση με την εστία θέρμανσης και ως εκ τούτου δε μπορεί να έχει υλική υπόσταση.

Για την παρουσίαση των βελτιωτικών αλλαγών στην επόμενη ενότητα ακολουθήθηκε το εξής σχήμα: α) χαρακτηριστικό της αρχικής δραστηριότητας, β) ανάγκη για βελτιωτική αλλαγή που προκύπτει από τη βιβλιογραφία ή την πιλοτική εφαρμογή των δραστηριοτήτων, γ) βελτιωτική αλλαγή που πραγματοποιήθηκε στη δραστηριότητα.

Αποτελέσματα

1η βελτιωτική αλλαγή

Στα πειράματα που ενσωματώνονται στις δύο δραστηριότητες παρατηρείται ότι ο ρυθμός διάδοσης της θερμότητας εξαρτάται από πολλές μεταβλητές, όπως για παράδειγμα το υλικό και το πάχος της ράβδου και η ένταση της εστίας θέρμανσης. Από την πιλοτική εφαρμογή βρέθηκε ότι τα σφάλματα μέτρησης και οι ασυνέπειες που παρατηρούνται σε αυτά τα πειράματα επηρέαζαν σημαντικά τους μαθητές/τριες στη διατύπωση των απόψεων τους, αναφορικά με την κατεύθυνση διάδοσης της θερμότητας. Συνεπώς, οι δραστηριότητες εμπλουτίστηκαν με ένα εισαγωγικό μάθημα, στο οποίο αναδεικνύονται τα σφάλματα μέτρησης και οι ασυνέπειες που υπεισέρχονται στην πειραματική διαδικασία. Στόχος του μαθήματος είναι οι μαθητές/τριες να αποκτήσουν επίγνωση για αυτές τις όψεις της πειραματικής διαδικασίας (σύνδεση με την πτυχή 5).

2η βελτιωτική αλλαγή

Στόχος των δύο δραστηριοτήτων ήταν οι μαθητές/τριες να εξετάσουν, εάν ο ρυθμός διάδοσης της θερμότητας εξαρτάται από την υψομετρική διαφορά σε σχέση με την εστία θέρμανσης. Από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι βασικό στοιχείο της διερεύνησης είναι η ύπαρξη ενός αρχικού ερωτήματος, το οποίο καθοδηγεί τις διερευνητικές διαδικασίες (σύνδεση με τις πτυχές 1 και 3). Επομένως, οι δραστηριότητες εμπλουτίστηκαν με μία προβληματική κατάσταση, η οποία θα παρουσιαστεί αρχικά στους μαθητές/τριες και μέσω αυτής επιδιώκεται να οδηγηθούν στη διατύπωση του ερωτήματος προς διερεύνηση.

3η βελτιωτική αλλαγή

Όπως προαναφέρθηκε και στις δύο δραστηριότητες, ο ρυθμός διάδοσης της θερμότητες εξαρτάται από πολλές μεταβλητές. Από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι η μέθοδος της Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ) βοηθά τους μαθητές/τριες στη διεξαγωγή έγκυρων πειραμάτων και στο να καταλήξουν σε πιο ασφαλή συμπεράσματα. Παράλληλα, φαίνεται να αποτελεί μία διερευνητική πρακτική κατάλληλη για την ανάδειξη και συζήτηση των επιστημονικών διαδικασιών που διέπουν μία πειραματική διαδικασία (σύνδεση με τις πτυχές 4 και 5). Συνεπώς, στις δραστηριότητες ενσωματώθηκε η εν λόγω μέθοδος.

4η βελτιωτική αλλαγή

Κατά την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων οι μαθητές/τριες παρατηρούν και καταγράφουν τα δεδομένα που προκύπτουν από τα πειράματα και προσπαθούν να τα ερμηνεύσουν, ώστε να καταλήξουν σε ένα συμπέρασμα αναφορικά με τον ρυθμό διάδοσης της θερμότητας στα μέταλλα. Από τη βιβλιογραφία προκύπτει η ανάγκη αξιοποίησης μίας ρητής και αναστοχαστικής προσέγγισης στη διδασκαλία των πτυχών της ΦτΕΔ. Συνεπώς, στις δραστηριότητες ενσωματώθηκαν αναστοχαστικές ερωτήσεις που διατυπώνονται από τον/την εκπαιδευτικό με στόχο την καθοδήγηση της σκέψης των μαθητών/τριών γύρω από τη ΦτΕΔ. Ενδεικτικά, χρησιμοποιήθηκαν ερωτήσεις, ώστε οι μαθητές/τριες να αναστοχαστούν σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο αξιοποίησαν τα δεδομένα που συνέλεξαν, για να καταλήξουν στο συμπέρασμά τους στο τέλος των δραστηριοτήτων (σύνδεση με τις πτυχές 5 και 8).

Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η περιγραφή των βελτιωτικών αλλαγών που πραγματοποιήθηκαν σε πειραματικές δραστηριότητες για τη διάδοση της θερμότητας με αγωγή στα μέταλλα. Οι βελτιωτικές αλλαγές στόχευαν στην εισαγωγή της διδασκαλίας πτυχών της ΦτΕΔ. Οι εν λόγω δραστηριότητες θεωρήθηκαν κατάλληλες για την ενσωμάτωση διερευνητικών πρακτικών και συνεπώς για την ανάδειξη πτυχών της ΦτΕΔ. Μέσα από τις αλλαγές που περιγράφουμε σε αυτή την εργασία, στόχος μας είναι η βελτίωση των αντιλήψεων των μαθητών για πτυχές της ΦτΕΔ, αλλά και η βελτίωση της κατανόησής τους για το επιστημονικό περιεχόμενο που επιδιώκεται να διδαχθεί.

Οι πειραματικές δραστηριότητες στη νέα τους εκδοχή πρόκειται να εφαρμοστούν σε μία τάξη Ε' Δημοτικού. Για την αξιολόγηση των δραστηριοτήτων, θα δοθούν ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδασκαλία, προκειμένου να μελετηθεί, εάν υπάρχει βελτίωση των αντιλήψεων των μαθητών για τις πτυχές της ΦτΕΔ που έχουν επιλεχθεί. Επίσης, θα μελετηθεί, εάν αναδεικνύονται συσχετίσεις μεταξύ της βελτίωσης των αντιλήψεων για τη ΦτΕΔ και της κατανόησης των μαθητών για το συγκεκριμένο επιστημονικό περιεχόμενο.

Βιβλιογραφία

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (2011). *Vision and change in undergraduate biology education: A call to action*. Washington, DC. Ανακτήθηκε την 4/12/2024 από: https://www.aaas.org/sites/default/files/content_files/VC_report.pdf

Akerson, V. L., Carter, I., Pongsanon, K., & Nargund-Joshi, V. (2019). Teaching and Learning Nature of Science in Elementary Classrooms. Research-Based Strategies for Practical Implementation. *Science & Education, 28*(3–5), 391–411. https://doi.org/10.1007/s11191-019-00045-1

Bächtold, M., Cross, D., & Munier, V. (2024). The relationships between the practice of different scientific activities and students' scientific knowledge, inquiry skills, view of the nature of science and attitude towards science: a study in primary school. *International Journal of Science Education, 46*(18), 1922-1943.https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2303623

Kampourakis, K. (2016). The "general aspects" conceptualization as a pragmatic and effective means to introducing students to nature of science. *Journal of Research in Science Teaching, 53*(5), 667–682. https://doi.org/10.1002/tea.21305

Lederman, J., Lederman, N., Bartels, S., Jimenez, J., Akubo, M., Aly, S., Bao, C., Blanquet, E., Blonder, R., De Andrade, M. B. S., Buntting, C., Cakir, M., EL-Deghaidy, H., El Zorkani, A., Gaigher, E., Guo, S., Hakanen, A., Al-Lal, S. H., ... Zhou, Q. (2019). An international collaborative investigation of beginning seventh grade students' understandings of scientific inquiry: Establishing a baseline. *Journal of Research in Science Teaching, 56*(4), 486–515.https://doi.org/10.1002/tea.21512

Valkanou, E.-M., Starakis, I., & Zoupidis, A. (2024). Design, Development, Implementation, and Evaluation of a Teaching–Learning Sequence on Heat Conduction. *Education Sciences, 14*(11), 1149. https://doi.org/10.3390/educsci14111149