

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

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

13^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Νέες Τάσεις και Έρευνα στη Μάθηση, τη Διδασκαλία και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες

10 - 12 Νοεμβρίου 2023

Διοργάνωση
Εργαστήριο Εκπαίδευσης και Διδασκαλίας της Φυσικής,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Πληροφορίες
synedrio2023.enepnet.gr

Τόπος διεξαγωγής
Παιδαγωγικό Τμήμα
Δημοτικής Εκπαίδευσης

ΠΡΑΚΤΙΚΑ
Επιμέλεια έκδοσης:
Κωνσταντίνος Θ. Κάτσης, Γεώργιος Στύλος,
Γεωργία Βακάρου, Λεωνίδα Γαβριλάς, Δημήτρης Πανάγου

Ιωάννινα
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023






Διερεύνηση γνώσεων των μαθητών Λυκείου σε σχέση με τα ιστορικά στοιχεία της Φυσικής

Ιωάννης Καρδαράς, Γεωργία Τόλη, Βαίτσα Τσακσάρα, Μαρία Καλλέρη

doi: [10.12681/codiste.6979](https://doi.org/10.12681/codiste.6979)

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΓΝΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΛΥΚΕΙΟΥ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΑ ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Ιωάννης Καρδαράς¹, Γεωργία Τόλη², Βαΐτσα Τσακστάρα³, Μαρία Καλλέρη⁴

^{1,2,3}Εκπαιδευτικός Δ/θμιας Εκπ/σης, ⁴Επικ. Καθηγήτρια Τμήματος Φυσικής ΑΠΘ

iokard@sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διεθνής έρευνα έχει αναδείξει τη σημασία της διδασκαλίας της Ιστορίας της Φυσικής για την πληρέστερη κατανόηση των εννοιών και των φαινομένων της Φυσικής από τους μαθητές. Παρόλα αυτά, στη σύγχρονη εκπαιδευτική διαδικασία, δεν δίνεται η αρμόζουσα σημασία κατά τη διδασκαλία, με αποτέλεσμα η γνώση που αποκτούν οι μαθητές να είναι ελλιπής. Σε αυτή την εργασία παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης δεδομένων που συλλέχθηκαν από την επεξεργασία του ερωτηματολογίου, το οποίο δόθηκε σε μαθητές και μαθήτριες τριών Λυκείων, με σκοπό τη διερεύνηση της γνώσης τους σχετικά με σημαντικούς επιστήμονες της Φυσικής και τις ανακαλύψεις τους, οι οποίες συνέβαλαν σημαντικά στη διαμόρφωση του πεδίου.

Λέξεις κλειδιά: Ιστορία Φυσικής, γνώσεις μαθητών, επιστήμονες

INVESTIGATION OF LYCEUM STUDENTS' KNOWLEDGE IN RELATION TO THE HISTORICAL ELEMENTS OF PHYSICS

Ioannis kardaras¹, Georgia Toli², Vaitsa Tsakstara³, Maria Kallery⁴

^{1,2,3}Physics Teacher in Secondary Education, ⁴Assistant Professor, Department of Physics AUTH

iokard@sch.gr

ABSTRACT

International research has highlighted the importance of teaching the History of Physics for a more comprehensive understanding of Physics concepts and phenomena by students. Nevertheless, in the modern educational process, adequate emphasis is not placed on this aspect of teaching, resulting in students acquiring incomplete knowledge. In this paper, we present the results of the statistical analysis of data obtained from the processing of a questionnaire given to students from three high schools. The purpose of the questionnaire was to investigate students' knowledge regarding significant physicists whose discoveries have greatly contributed to the development of the field.

Keywords: History of Physics, students' knowledge, scientists

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες, η Διδακτική της Φυσικής ερευνά μεθόδους και προσεγγίσεις διδασκαλίας με στόχο τόσο την αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τη Φυσική όσο και τη βελτίωση της απόδοσής τους στο συγκεκριμένο μάθημα (García et al., 2010). Σύμφωνα με διεθνείς μελέτες (Irwin, 2000), η ενσωμάτωση της διδασκαλίας της Ιστορίας της Φυσικής στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών συμβάλλει σημαντικά προς αυτήν την κατεύθυνση, καθώς αποκαλύπτει το πλαίσιο στο οποίο εντάσσονται όλες οι φαινομενικά διάσπαρτες γνωστικές περιοχές της επιστημονικής γνώσης (Stefanidou et al., 2020). Δυστυχώς, όμως, ο τρόπος παρουσίασης των ιστορικών στοιχείων της Φυσικής στα ελληνικά εγχειρίδια, σε σχεδόν όλες τις τάξεις, κρίνεται ανεπαρκής, καθώς περιορίζεται σε εικόνες ή παραρτήματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην δίνεται η απαραίτητη έμφαση και η δέουσα σημασία, τόσο από τους εκπαιδευτικούς όσο και από τους μαθητές (Henke & Höttecke, 2015).

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην παρούσα εργασία διερευνάται το επίπεδο γνώσης των μαθητών σχετικά με τα ιστορικά στοιχεία που παρουσιάζονται στα εγχειρίδια και πλαισιώνουν τη διδασκαλία. Συγκεκριμένα, εξετάζεται αν οι μαθητές καταφέρνουν να συσχετίσουν σωστά τις επιστημονικές ανακαλύψεις με την εποχή που πραγματοποιήθηκαν και τους επιστήμονες που τις ανέπτυξαν. Για τη διερεύνηση των γνώσεων των μαθητών, δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο με 10 ερωτήσεις. Η κατασκευή και η δομή του βασίστηκαν αποκλειστικά στο υλικό, τη θεματολογία και τις ιστορικές πηγές που αναφέρονται στα σχολικά εγχειρίδια. Τα σχολικά εγχειρίδια της Φυσικής δεν παρουσιάζουν με εύληπτο τρόπο τα απαραίτητα ιστορικά στοιχεία για την εξέλιξη της Φυσικής ως επιστήμης. Επιπλέον, η σπουδαιότητα και η σημασία αυτών των στοιχείων σε ιστορικο-κοινωνικό πλαίσιο δεν τονίζονται όσο θα έπρεπε, με αποτέλεσμα το περιεχόμενο των ιστορικών αναφορών να περιορίζεται σε χρονολογίες και απλές αναφορές σε πρόσωπα και πειραματικές διατάξεις, συνδεδεμένες με τις έννοιες και τα φαινόμενα που πραγματεύονται.

Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου ήταν πολλαπλής επιλογής, με τις απαντήσεις να προέρχονται από τα σχολικά εγχειρίδια και το βιβλίο του Hewitt, "Οι Έννοιες της Φυσικής" (Conceptual Physics) (Hewitt, 2014). Οι ερωτήσεις επιλέχθηκαν από τα κεφάλαια του ηλεκτρισμού, της πίεσης, της οπτικής και της θερμότητας, καλύπτοντας ένα μεγάλο φάσμα της βασικής διδακτέας ύλης. Με βασικό σκοπό την ορθή διαμόρφωση και τον έλεγχο του ερωτηματολογίου, κρίθηκε απαραίτητη η συμβολή και συμμετοχή πέντε εκπαιδευτικών του κλάδου ΠΕ.04.01 της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, οι οποίοι διδάσκουν το μάθημα της Φυσικής στο Λύκειο. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 50 μαθητές της Β' τάξης Λυκείου, 27 κορίτσια και 23 αγόρια, από τρεις διαφορετικούς νομούς των περιφερειών Ηπείρου και Θεσσαλίας. Τα Λύκεια των τριών νομών που συμμετείχαν στην έρευνα ανήκουν σε αγροτική, ημιαστική και αστική περιοχή. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται ένα δείγμα των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου, στις οποίες κλήθηκαν να απαντήσουν οι μαθητές.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η στατιστική επεξεργασία των ερωτηματολογίων αποτελεί ένα σημαντικό βήμα στην ανάλυση δεδομένων της έρευνας. Η επεξεργασία αυτή περιλάμβανε τους δείκτες δυσκολίας και διάκρισης των ερωτήσεων, καθώς και τον συντελεστή συσχέτισης Pearson μεταξύ των ορθών απαντήσεων του ερωτηματολογίου και της γενικής βαθμολογίας που πέτυχαν οι μαθητές την προηγούμενη σχολική χρονιά. Όσον αφορά στο Δείκτη Δυσκολίας (p-value), αυτός μετρά το ποσοστό των ερωτηθέντων που απάντησαν σωστά σε ένα ερώτημα και ορίζεται ως το πλήθος των σωστών απαντήσεων προς το σύνολο των απαντήσεων που δόθηκαν στο ερωτηματολόγιο.. Ένα ερώτημα με υψηλό δείκτη δυσκολίας (π.χ. > 0.8) θεωρείται εύκολο, ενώ ένα ερώτημα με χαμηλό δείκτη

δυσκολίας (π.χ. < 0.2) θεωρείται δύσκολο. Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται οι δείκτες δυσκολίας για τις πέντε από τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Σχήμα 1. Οι πέντε από τις δέκα ερωτήσεις του ερωτηματολογίου που δόθηκε στους μαθητές

1. Ο **Τορκελί (Torricelli)** μελέτησε
 - A. την υδροστατική πίεση
 - B. το ηλεκτρόνιο
 - Γ. το πρωτόνιο
 - Δ. την κίνηση των πλανητών
2. Ο **Νεύτωνας** ασχολήθηκε επιστημονικά
 - A. με την κίνηση των ουράνιων σωμάτων
 - B. με την κίνηση των ηλεκτρονίων
 - Γ. με την κίνηση των πρωτονίων
 - Δ. με τους νόμους των αερίων
3. Η **απώλεια ενέργειας λόγω αύξησης θερμοκρασίας** στους ρευματοφόρους αγωγούς μελετήθηκε από
 - A. τον Joule
 - B. τον Ampere
 - Γ. τον Volta
 - Δ. τον Kelvin
4. Το φαινόμενο της **ανάλυσης του φωτός** μελετήθηκε επιστημονικά πρώτη φορά τον
 - A. 10 αιώνα
 - B. 5^ο αιώνα
 - Γ. 14^ο αιώνα
 - Δ. 17^ο αιώνα
5. Το **καλορίμετρο (θερμιδόμετρο)** χρησιμοποιήθηκε από τον Joule για να μελετήσει
 - A. την ισοδυναμία του μηχανικού έργου και της θερμότητας
 - B. την ισοδυναμία της θερμότητας και της θερμοκρασίας
 - Γ. τον υπολογισμό της λανθάνουσας ενέργειας
 - Δ. τον υπολογισμό της θερμοκρασίας

Σχήμα 2. Γράφημα με το δείκτη δυσκολίας των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου που δόθηκε στους μαθητές



Όσον αφορά τον Δείκτη Διάκρισης (discrimination index), αυτός μετρά την ικανότητα ενός ερωτήματος να διαχωρίζει ομάδες με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Υψηλές τιμές Δείκτη Διάκρισης (> 0.4) υποδεικνύουν ότι

το ερώτημα διακρίνει αποτελεσματικά τις ομάδες, ενώ χαμηλές τιμές (< 0.2) υποδεικνύουν ότι το ερώτημα δεν έχει διακριτική ικανότητα. Η ανάλυση του Δείκτη Διάκρισης συμβάλλει στην αξιολόγηση της ποιότητας των ερωτήσεων και στην επιλογή των πιο αποτελεσματικών για την έρευνα. Προκειμένου να υπολογίσουμε τον Δείκτη Διάκρισης (D), χωρίζουμε τη συνολική ομάδα των μαθητών, που συμβολίζεται με N, σε δύο ομάδες ίδιου μεγέθους: μια ομάδα υψηλής βαθμολογίας, η οποία συμβολίζεται με N_H , και μια ομάδα χαμηλής βαθμολογίας, η οποία συμβολίζεται με N_L . Η κατάταξη αυτή βασίζεται στην ατομική επίδοση κάθε μαθητή στο σύνολο των ερωτήσεων του τεστ. Η μαθηματική σχέση από την οποία υπολογίζεται ο δείκτης περιγράφεται παρακάτω (Ding et al., 2006):

$$D = (N_H(\text{υψηλότερο } 25\%) - N_L(\text{χαμηλότερο } 25\%)) / (N/4).$$

Στο Σχήμα 3 παρουσιάζονται οι δείκτες διάκρισης για τις πέντε από τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Σχήμα 3. Γράφημα με το δείκτη διάκρισης των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου που δόθηκε στους μαθητές

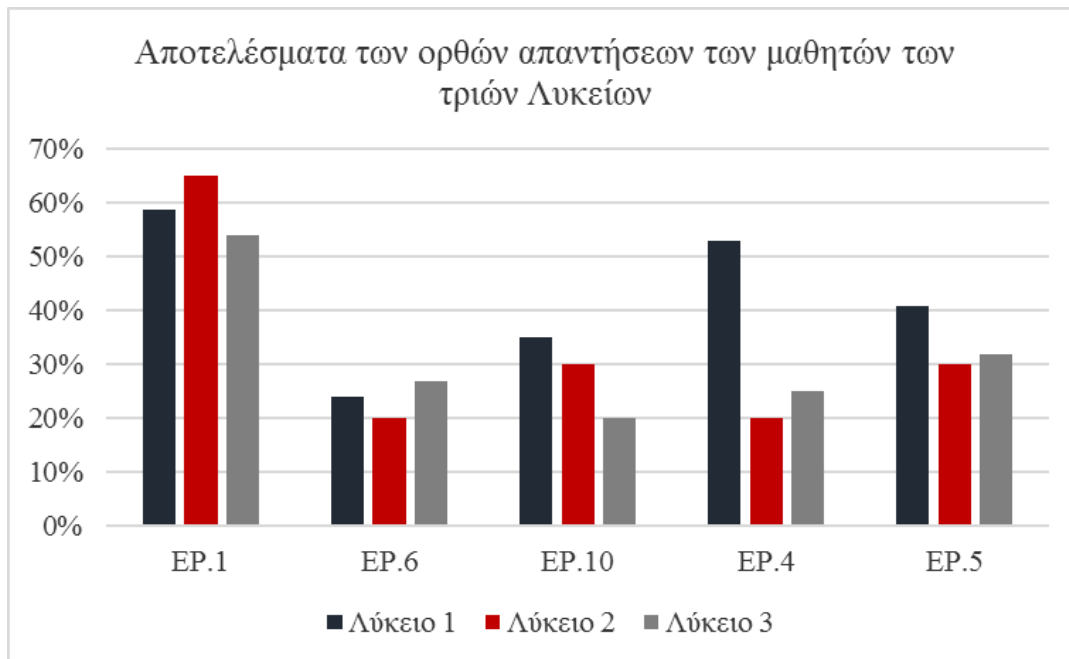


Από την περαιτέρω στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, διαφαίνεται ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της χαμηλής επίδοσης στο μάθημα της Φυσικής και του χαμηλού επιπέδου γνώσης των ιστορικών στοιχείων. Για αυτόν τον λόγο, χρησιμοποιήθηκε ο Συντελεστής Συσχέτισης Pearson (Pearson's correlation coefficient), ο οποίος μετρά τη γραμμική σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών. Η τιμή του συντελεστή κυμαίνεται από -1 έως 1 , με το 0 να υποδηλώνει έλλειψη συσχέτισης και το 1 ή -1 να υποδηλώνει τέλεια θετική ή αρνητική συσχέτιση, αντίστοιχα.

Για τους σκοπούς της παρούσης έρευνας υπολογίσαμε τη συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ των σωστών απαντήσεων που δόθηκαν από τους μαθητές και τις μαθήτριες και το Γενικό μέσο όρο βαθμολογίας που αυτοί και αυτές πέτυχαν σε όλα τα μαθήματα της προηγούμενης χρονιάς. Από τον υπολογισμό προκύπτει ότι ο Συντελεστής Συσχέτισης Pearson έχει την τιμή $0,6$. Αυτό μας επιτρέπει να δεχτούμε ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες που έχουν μεγαλύτερο βαθμό στα μαθήματα γνωρίζουν καλύτερα τα ιστορικά στοιχεία που παρουσιάζονται στα σχολικά εγχειρίδια. Αποτελέσματα από την επεξεργασία του ερωτηματολογίου γνώσεων των μαθητών παρουσιάζονται στο παρακάτω Σχήμα 4. Τα αποτελέσματα των απαντήσεων καταδεικνύουν ότι σε μεγάλο ποσοστό οι μαθητές δεν κατέχουν βασικές γνώσεις για την ιστορική εξέλιξη της επιστήμης.

Άλλωστε, ο δείκτης δυσκολίας, που ορίζεται ως το ποσοστό των απαντήσεων των μαθητών που απάντησαν σωστά για το σύνολο των πέντε ερωτήσεων είναι 0,36.

Σχήμα 4. Τα αποτελέσματα των ορθών απαντήσεων των μαθητών, των τριών Λυκείων, για τις πέντε ερωτήσεις του ερωτηματολογίου που τους δόθηκε και ο οποίες παρουσιάζονται στο σχήμα 1.



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η διερεύνηση του βαθμού απόκτησης γνώσεων σχετικά με τη χρονολογική σειρά των σημαντικότερων επιστημονικών ανακαλύψεων και φαινομένων, καθώς και των επιστημόνων που διαδραμάτισαν κύριο ρόλο στη διατύπωση και θεμελίωση νόμων που διέπουν πληθώρα φυσικών φαινομένων. Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι αναμενόμενα, λόγω του ανεπαρκούς τρόπου παρουσίασης της Ιστορίας της Φυσικής στα σχολικά εγχειρίδια, και επιπλέον αντιπροσωπευτικά, καθώς καταδεικνύουν το αρκετά χαμηλό επίπεδο γνώσης των ιστορικών στοιχείων από τους μαθητές.

Από την επεξεργασία των απαντήσεων των μαθητών παρατηρούμε ότι, ακόμη και σε πρόσωπα και γεγονότα που αποτελούν τον πυρήνα της εξέλιξης της επιστήμης της Φυσικής, οι μαθητές παρουσιάζουν ανεπαρκή γνώση και αδυνατούν να διαμορφώσουν μια συνεκτική αντίληψη για τη δομή των επιστημονικών εξελίξεων. Αυτό ενισχύεται από τον τρόπο παρουσίασης αυτής της θεματικής περιοχής στα σχολικά εγχειρίδια, με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται κατά τη διδασκαλία από τους εκπαιδευτικούς και να αγνοείται σε μεγάλο βαθμό από τους μαθητές. Εντούτοις, η διδασκαλία ιστορικών στοιχείων πρέπει να ενισχυθεί, καθώς τα ευρήματα διεθνών μελετών (Teixeira et al., 2012) δείχνουν ότι η ενημέρωση των μαθητών για τις ιστορικές εξελίξεις στη διαμόρφωση των επιστημονικών ιδεών ενισχύει το γνωστικό πλαίσιο κατανόησης των εννοιών και των φαινομένων. Αυτό άλλωστε επιβεβαιώνει και η έρευνά μας, όπου μελετώντας τον συντελεστή συσχέτισης μεταξύ των ορθών απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο και του γενικού βαθμού των μαθητών, παρατηρούμε ότι υπάρχει αλληλεξάρτηση. Επιπλέον, η εκτενέστερη και βαθύτερη γνώση της Ιστορίας της Επιστήμης βοηθά όχι μόνο στην πληρέστερη και ουσιαστικότερη κατανόηση του αντικειμένου της Φυσικής, αλλά και στην ενθάρρυνση των μαθητών να ασχοληθούν με τη Φυσική γενικότερα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B., & Beichner, R. (2006). Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: Brief electricity and magnetism assessment. *Physical review special Topics-Physics education research*, 2(1), 010105.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. sage.
- Garcia, S., Hankins, A., & Sadaghiani, H. (2010). The impact of the history of physics on student attitude and conceptual understanding of physics. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1289, No. 1, pp. 141-144). American Institute of Physics.
- Henke, A., & Höttecke, D. (2015). Physics teachers' challenges in using history and philosophy of science in teaching. *Science & Education*, 24, 349-385.
- Hewitt, P. G. (2014). *Conceptual physics*. Pearson Higher Ed.
- Irwin, A. R. (2000). Historical case studies: Teaching the nature of science in context. *Science education*, 84(1), 5-26.
- Stefanidou, C., Psoma, V., & Skordoulis, C. (2020). Ptolemy's experiments on refraction in science class. *Physics Education*, 55(3), 035027.
- Teixeira, E. S., Greca, I. M., & Freire, O. (2012). The history and philosophy of science in physics teaching: A research synthesis of didactic interventions. *Science & Education*, 21, 771-796.