

Οι Γνώσεις και οι Απόψεις Τελειόφοιτων Φοιτητών Φυσικής Σχετικά με τις Πτυχές της Φύσης των Φυσικών Επιστημών

Άννα Κουμαρά¹, Ελένη Πετρίδου², Αναστάσιος Μολοχίδης³,
Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης⁴

¹Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια, ²Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό,
³Αναπληρωτής Καθηγητής, ⁴Καθηγητής,
Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
¹anniekmr@gmail.com

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αφορά στην έρευνα που διενεργήθηκε το ακαδημαϊκό έτος 2023-24 σε τελειόφοιτους φοιτητές/τριες του Τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ. στο μάθημα «Εισαγωγή στη Διδακτική της Φυσικής» για τις γνώσεις και τις απόψεις τους πάνω στις πτυχές της φύσης των Φυσικών Επιστημών κατά το μοντέλο Lederman πριν και μετά τη διδασκαλία. Τα αποτελέσματα είναι θετικά για τη γνώση των περισσότερων πτυχών μετά την παρέμβαση, και οι φοιτητές αναγνωρίζουν τη σημαντικότητα της ενσωμάτωσής τους στη διδασκαλία. Όμως, η επιτυχής χρήση τους στη δημιουργία σχεδίων μαθήματος απαιτεί μεγαλύτερη εμπειρία και εξοικείωση.

Λέξεις κλειδιά: Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, Προπτυχιακοί Φοιτητές/τριες, Φύση των Φυσικών Επιστημών

Senior Physics Students' Knowledge and Views Regarding Nature of Science Aspects

Anna Koumara¹, Eleni Petridou², Anastasios Molohidis³,
Euripides Hatzikraniotis⁴

¹Post Doctoral Researcher, ²Laboratory Teaching Staff,
³Associate Professor, ⁴Professor,
Laboratory of Didactics of Physics & Educational Technology,
Physics Department, Aristotle University of Thessaloniki
¹anniekmr@gmail.com

Abstract

The present work is about the study conducted during the 2023–2024 academic year with final-year students of the Physics Department at A.U.Th. in the course "Introduction to Physics Education". It focuses on students' knowledge and views towards the aspects of nature of science (NOS) based on the Lederman's model, both before and after instruction. The results indicate a positive impact on the understanding of most aspects following the intervention, with students acknowledging the importance of integrating these elements into teaching. However, the successful application of these aspects in lesson plan development requires greater experience and familiarity.

Keywords: Nature of Science, Preservice Teachers, Secondary Education

Εισαγωγή

Η φύση των Φυσικών Επιστημών (Nature of Science, NoS) αποτελεί έναν θεμελιώδη τομέα μελέτης στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.), καθώς σχετίζεται άμεσα με τον επιστημονικό γραμματισμό. Οι γνώσεις και οι απόψεις των φοιτητών και των εκπαιδευτικών για τη φύση των Φ.Ε. διαμορφώνουν τον τρόπο που προσεγγίζουν τις επιστημονικές έννοιες, και τη μέθοδο της επιστημονικής έρευνας (McComas, 2015).

Η ανάγκη για την ενσωμάτωση των πτυχών της φύσης των Φ.Ε. σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης έχει αναδειχθεί από πλήθος ερευνητών, όπου τονίζουν ιδιαίτερα τη σπουδαιότητα αυτής (Erduran & Dagher, 2014, Lederman et al., 2014, Matthews, 2015). Μάλιστα, σε προγράμματα σπουδών Φ.Ε. αρκετών κρατών, η φύση των Φ.Ε. περιλαμβάνεται με σαφήνεια στη διδασκαλία, όπως τα αναλυτικά προγράμματα των ΗΠΑ (Next Generations Science Standards [NGSS], 2013) και της Νέας Ζηλανδίας (<https://newzealandcurriculum.tahurangi.education.govt.nz/nature-of-science/5637207725.p>). Παρόλα αυτά, οι τελειόφοιτοι φοιτητές/τριες Φυσικής συχνά εμφανίζουν περιορισμένη ή επιφανειακή κατανόηση της φύσης των Φ.Ε., το οποίο μπορεί να επηρεάσει τη στάση τους απέναντι στις Φ.Ε., ιδίως για αυτούς που θα διδάξουν μελλοντικά Φ.Ε. σε σχολεία (Abd-El-Khalick & Akerson, 2009).

Θεωρητικό Υπόβαθρο

Η φύση των Φ.Ε. είναι ένα μεγάλο κεφάλαιο στη Διδακτική των Φ.Ε., που έχει προκαλέσει διενέξεις μεταξύ των ερευνητών σχετικά με τον ορισμό και τις πτυχές της. Τα πιο γνωστά μοντέλα είναι το Μοντέλο της Συναίνεσης (Consensus model), με κυρίαρχους εκφραστές την ομάδα Lederman (Lederman et al., 2014) και τον McCommas (2015) και το Μοντέλο της Οικογενειακής Ομοιότητας (Family Resemblance Model – FRA) (Erduran & Dagher, 2014). Παρά τις διαφωνίες τους, όλοι οι ερευνητές/τριες συμφωνούν για τη σπουδαιότητα της ενσωμάτωσης της φύσης των Φ.Ε. στη διδασκαλία, σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης, με διαφορετική εμβάθυνση ανάλογα με την ηλικία των μαθητών (Bell, 2008).

Σημαντικό είναι η διδασκαλία της φύσης των Φ.Ε. να γίνεται με σαφή και αναστοχαστικό τρόπο (Bell, 2008, Lederman et al., 2014), δηλαδή οι πτυχές της φύσης των Φ.Ε. να δηλώνονται ξεκάθαρα και να μην αφήνονται να υποτεθούν από τους διδασκόμενους. Για το λόγο αυτό, στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε να ακολουθηθεί το μοντέλο Lederman (Lederman et al., 2014), που εστιάζει ιδιαίτερα στην επιστημονική γνώση, ως περισσότερο εύκολο στην κατανόηση από το μοντέλο FRA (Kampourakis, 2016, Koumara, 2022). Σύμφωνα με αυτό, οι πτυχές της φύσης των Φ.Ε. είναι οι εξής: Π1) βασίζεται στην εμπειρία, Π2) τα συναγόμενα διαφέρουν από τις παρατηρήσεις, Π3) απαιτείται η φαντασία και η δημιουργικότητα των επιστημόνων σε όλα τα στάδια μιας επιστημονικής έρευνας, Π4) παρόλο που στόχος είναι η αντικειμενικότητα, η υποκειμενικότητα ανάμεσα στους επιστήμονες είναι αναπόφευκτη και προέρχεται από τις προσωπικές δεσμεύσεις, τις προηγούμενες γνώσεις, την εκπαίδευση, τις προσδοκίες, κλπ κάθε επιστήμονα, Π5) η επιστημονική γνώση είναι επανερμηνεύσιμη υπό το φως νέων δεδομένων, Π6) υπάρχει αλληλεπίδραση της επιστημονικής γνώσης με τις κοινωνικές, οικονομικές, ιστορικές και πολιτισμικές συνθήκες και Π7) οι επιστημονικοί νόμοι και οι επιστημονικές θεωρίες είναι διαφορετικό είδος γνώσης (Lederman et al., 2014).

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι η ανίχνευση της επίδρασης μιας διδασκαλίας για τη φύση των Φ.Ε. στις γνώσεις και στις απόψεις φοιτητών/τριων για τη φύση των Φ.Ε. Συγκεκριμένα, το ερευνητικό ερώτημα είναι: Ποιες είναι οι γνώσεις και οι απόψεις προπτυχιακών φοιτητών/τριών του τμήματος Φυσικής για τη φύση των Φ.Ε. πριν και μετά τη διδασκαλία;

Μεθοδολογία

Το δείγμα και το πλαίσιο της έρευνας

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν οι προπτυχιακοί φοιτητές/τριες του τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ. που συμμετείχαν σε διδασκαλία για τις πτυχές της φύσης των Φ.Ε. κατά το χειμερινό και εαρινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2023-24. Η διδασκαλία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος της Εισαγωγής στη Διδακτική της Φυσικής, ενός θεωρητικού μαθήματος βασικής επιλογής για φοιτητές/τριες του 7^{ου} και 8^{ου} εξαμήνου, τρίωρων διαλέξεων. Αποτελεί την πρώτη επαφή των φοιτητών/τριών με διδακτικά μοντέλα, έννοιες παιδαγωγικής και προτάσεις για διαδραστική διδασκαλία. Κάθε τρίωρη διάλεξη από τις 13 διαθέσιμες είναι αφιερωμένη σε διαφορετική θεματική. Η παρακολούθηση θεωρείται επιτυχής με παράδοση εθελοντικών εργασιών μεταξύ των διαλέξεων, και τελικές εξετάσεις. Κατά το ακαδημαϊκό έτος 2023-24 δόθηκαν στους φοιτητές/τριες έξι εργασίες. Η διδασκαλία για τη φύση των Φ.Ε. έγινε στην 11^η διάλεξη, που συνοδεύτηκε από εργασία αφιερωμένη σε αυτή.

Η συλλογή και η ανάλυση των δεδομένων

Ως εργαλεία μέτρησης για την ανίχνευση των γνώσεων και των απόψεων των φοιτητών/τριών σχετικά με τη φύση των Φ.Ε., πριν τη διδασκαλία, χρησιμοποιήθηκαν 6 ερωτήσεις ανοικτού τύπου. Οι ερωτήσεις αυτές κατανεμήθηκαν ανά δύο στις εργασίες που αφορούσαν τη διδασκαλία του ανακαλυπτικού, του εποικοδομητικού και του διερευνητικού μοντέλου διδασκαλίας. Σε αυτές οι φοιτητές/τριες εργάστηκαν σε ζευγάρια και υπέβαλαν αντίστοιχα 61, 69 και 66 εργασίες. Στα μαθήματα αυτά είχαν γίνει μη ρητές αναφορές στη φύση των Φ.Ε. με σκοπό τον προβληματισμό των φοιτητών/τριών πριν τη διάλεξη που θα ακολουθούσε. Μετά τη διδασκαλία (δηλαδή μετά την 11^η διάλεξη), οι φοιτητές/τριες κλήθηκαν να εκπονήσουν ατομικά μία εργασία εστιασμένη στη φύση των Φ.Ε., με έξι ανοικτού τύπου ερωτήσεις, όπου μόνο μία ήταν ίδια με τις προηγούμενες, και την εκπόνηση ενός σύντομου σχεδίου μαθήματος. Σε αυτό, ζητήθηκε από τους φοιτητές/τριες να συμπληρώσουν έναν πίνακα με τις πτυχές της φύσης των Φ.Ε. πάνω σε τρία θέματα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στη διδασκαλία. Συνολικά υποβλήθηκαν 112 ατομικές εργασίες.

Περιορισμοί της έρευνας

Ένας περιορισμός της έρευνας είναι ότι δεν έγινε διεξοδικός έλεγχος της γνώσης των πτυχών της φύσης των Φ.Ε. με ειδικό ερωτηματολόγιο πριν τη διδασκαλία, λόγω περιορισμών που έθετε η διδασκαλία του μαθήματος και της μη υποχρεωτικής παρακολούθησης από τους φοιτητές/τριες. Συνεπώς, για τη γνώση των πτυχών, χρησιμοποιούμε συγκεκριμένες ερωτήσεις στις εργασίες πριν τη διδασκαλία, ώστε να επιβεβαιώσουμε τα αποτελέσματα που βρίσκουμε στη βιβλιογραφία (Koumara & Plakitsi, 2020).

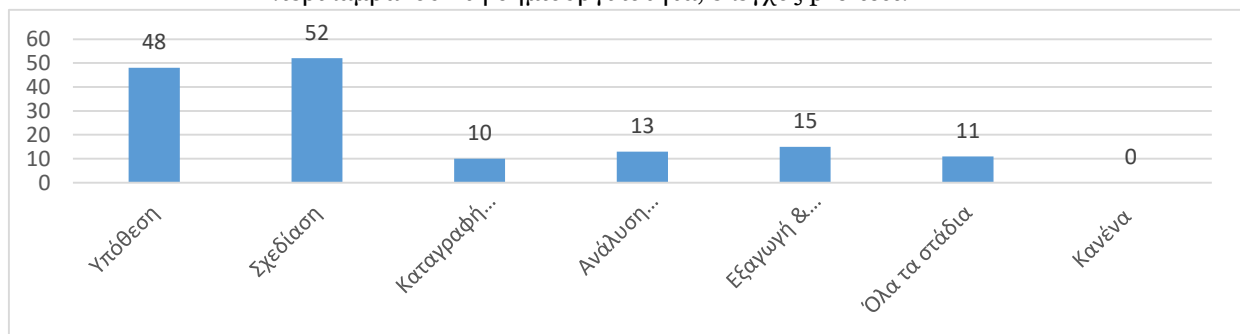
Αποτελέσματα

Στην εργασία μετά τη διδασκαλία (εργασία πάνω στη φύση των Φ.Ε.), οι φοιτητές/τριες ρωτήθηκαν αν είχαν ακούσει ξανά τον όρο «φύση των Φ.Ε.» εκτός του παρόντος μαθήματος. Από τους 112 συμμετέχοντες, 38 απαντάνε θετικά και 74 αρνητικά. Από αυτούς που απαντάνε θετικά, κανένας δεν είχε ακούσει οργανωμένα τις πτυχές. Ως πηγές αναφοράς σημειώνουν είτε το σχολείο τους (20), είτε μαθήματα στο πανεπιστήμιο (12), είτε μαθήματα που είχαν παρακολουθήσει στο Παιδαγωγικό για τη Διδακτική Επάρκεια (6). Συγκεκριμένα για το σχολείο τους, 94 φοιτητές/τριες θεωρούν ότι κατά τη διάρκεια των μαθητικών τους χρόνων έχουν ακούσει τις περισσότερες πτυχές, αλλά μόνο 10 αναφέρουν ότι άκουσαν ορισμένες με σαφήνεια, χωρίς απαραίτητα να περιλαμβάνεται και ο όρος «φύση των Φ.Ε.». 18 φοιτητές/τριες σημειώνουν ότι δεν είχαν ακούσει ποτέ ξανά για τις πτυχές της φύσης των Φ.Ε. Αξιοσημείωτο είναι ότι 5 φοιτητές/τριες αναφέρουν ως μοναδική προηγούμενη πηγή αναφοράς της φύσης των Φ.Ε. τη Φιλοσοφία της Β' Λυκείου, η οποία όμως διδάσκεται από φιλόλογο. Συνεπώς, οι φοιτητές/τριες δεν είχαν διδαχθεί ξανά τη φύση των Φ.Ε. και τις πτυχές της.

Δύο πτυχές που διερευνήθηκαν με σαφήνεια πριν τη διδασκαλία είναι η δημιουργικότητα (Π3) και η επανερμηνεία υπό το φως νέων δεδομένων (Π5). Για την επανερμηνεία υπό το φως νέων δεδομένων (Π5), το 55% (37 ομάδες) απάντησε σωστά και με πλήρη επεξήγηση στην ερώτηση: «Κατά τις ερευνητικές επιστημονικές εργασίες μπορεί να προκύψει αλλαγή μιας επιστημονικής θεωρίας. Πόσο εύκολο ή δύσκολο πιστεύετε ότι είναι να αλλάξει μια επιστημονική θεωρία;», που απαντήθηκε από 69 ζευγάρια φοιτητών/τριών. Άλλες 28 ομάδες απάντησαν σωστά αλλά με ελλιπή αιτιολόγηση και μόνο 4 ομάδες απάντησαν λανθασμένα. Φαίνεται, δηλαδή, ότι οι φοιτητές/τριες γνωρίζουν αυτή την πτυχή της φύσης των Φ.Ε.

Σχετικά με τη δημιουργικότητα, η ερώτηση πριν τη διδασκαλία είχε εκφώνηση «πιστεύετε ότι η δημιουργικότητα έχει θέση στην ερευνητική διαδικασία. Αν ναι, σε ποια στάδια». 61 ομάδες φοιτητών/τριών απάντησαν, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.

Εικόνα 1. Απαντήσεις φοιτητών/τριών για τα στάδια μιας επιστημονικής έρευνας που περιλαμβάνουν τη δημιουργικότητα, έλεγχος pre-test.



Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι οι περισσότεροι φοιτητές/τριες θεωρούν ότι η δημιουργικότητα υπάρχει στα πρώτα στάδια μιας επιστημονικής έρευνας, δηλαδή στην υπόθεση και τη σχεδίασή της. Μάλιστα, μια χαρακτηριστική αιτιολόγηση είναι η εξής: «η δημιουργικότητα είναι απαραίτητη για κάτι καινούριο και δεν έχει θέση στα επόμενα στάδια, που πρέπει να εφαρμόζονται στάνταρ μοντέλα που έχει γίνει αποδεκτά από την επιστημονική κοινότητα». Μόνο 11 από τις 61 ομάδες (18%) δίνουν τη σωστή απάντηση, δηλαδή ότι υπάρχει σε όλα τα στάδια μιας επιστημονικής έρευνας. Συνεπώς, αυτή η πτυχή θεωρείται ότι δεν είναι γνωστή στους φοιτητές/τριες πριν τη διδασκαλία. Να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματά μας ταιριάζουν με αυτά της βιβλιογραφίας για τη γνώση των πτυχών πριν την παρέμβαση.

Η ερώτηση που χρησιμοποιήθηκε πριν και μετά τη διδασκαλία ζητούσε από τους φοιτητές/τριες να περιγράψουν ποιες διαδικασίες πιστεύουν ότι ακολουθούν οι επιστήμονες κατά τη διάρκεια μιας επιστημονικής έρευνας για τη δημιουργία της νέας γνώσης. Παραδόθηκαν 61 ομαδικές εργασίες στο pre-test και 112 ατομικές στο post-test. Πριν τη διδασκαλία όλες οι ομάδες περιγράφουν τα στάδια της επιστημονικής μεθόδου, όπως παραδοσιακά αυτή αναφέρεται στα σχολικά βιβλία. Μετά τη διδασκαλία, 52 φοιτητές/τριες περιέγραψαν ξανά την επιστημονική μέθοδο, με περισσότερες όμως λεπτομέρειες, τονίζοντας τη σπουδαιότητα της δημιουργικότητας (Π3), της χρηματοδότησης και του κοινωνικού πλαισίου (Π6) στο οποίο γίνεται η έρευνα. Συνεπώς, παρουσιάζεται σαφής βελτίωση της γνώσης αυτών των πτυχών. Οι υπόλοιποι 48 φοιτητές/τριες αναφέρουν περισσότερες επιστημονικές μεθόδους και χαρακτηριστικά τους, τα οποία συζητήθηκαν στη διδασκαλία.

Στην εργασία μετά τη διδασκαλία ρωτήσαμε αν υπάρχει κάποια πτυχή της φύσης των Φ.Ε. που τους έκανε εντύπωση. Τα αποτελέσματα των απαντήσεών τους φαίνονται στον Πίνακα 1.

Παρατηρούμε ότι έκαναν εντύπωση οι πτυχές που δεν γνώριζαν (Π3, Π4 και Π6), ενώ 6 φοιτητές/τριες ανέφεραν ότι εν γένει δεν είχαν φανταστεί ότι υπάρχει μια επιστημολογική προσέγγιση της επιστήμης. 25 φοιτητές/τριες ανέφεραν ότι δεν τους εντυπωσίασε καμία πτυχή, με τους μισούς να αιτιολογούν ότι «από τη στιγμή που μας εξηγήθηκαν όλες οι πτυχές της φύσης των Φ.Ε., όλες ήταν απολύτως λογικές».

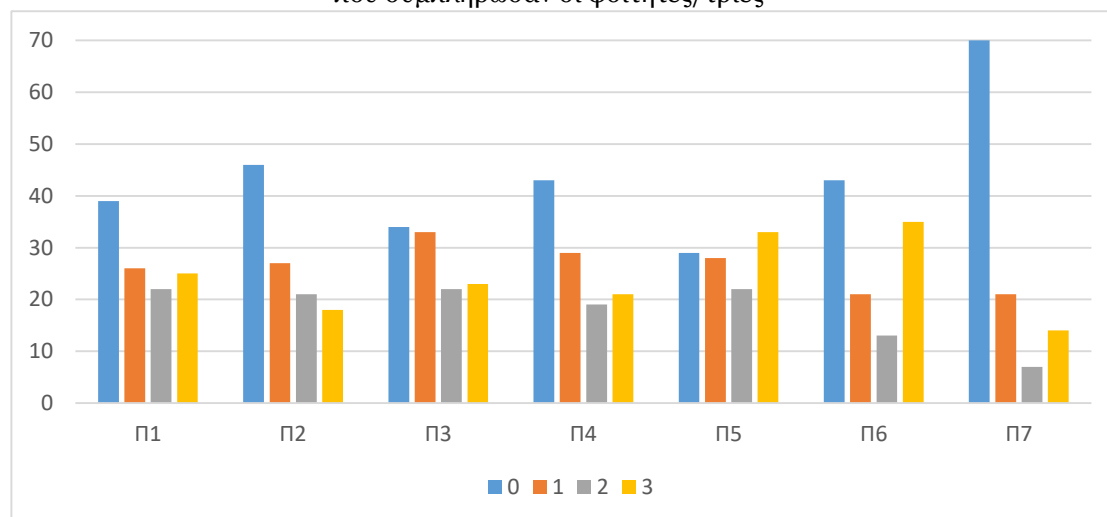
Πίνακας 1. Πτυχές της φύσης των Φ.Ε. που οι φοιτητές/τριες δεν περίμεναν να υπάρχουν.

Πτυχή	Απαντήσεις
Δημιουργική (Π3)	10
Υποκειμενική (Π4)	29
Επανερμηνεύσιμη (Π5)	3
Πολιτισμική αλληλεπίδραση (Π6)	25
Θεωρία/Νόμος (Π7)	7
Επιστημολογική προσέγγιση της επιστήμης	6
Κανένα	25

Ιδιαίτερα για τη συμπλήρωση των πινάκων με τις πτυχές της φύσης των Φ.Ε., δόθηκαν τρία προτεινόμενα θέματα για ανάπτυξη: α) η μετάβαση από το γεωκεντρικό στο ηλιοκεντρικό σύστημα, β) η αλλαγή ερμηνείας για την πτώση των σωμάτων από τον Αριστοτέλη στο Galileo και το Newton και γ) τέλος η διττή φύση του φωτός. Κατά τη διάλεξη είχε αναλυθεί η εξέλιξη των ατομικών μοντέλων, ως πρότυπο συμπλήρωσης του πίνακα. Και τα τέσσερα θέματα εμπειρέχονται στην ύλη των Φ.Ε. της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Από τα τρία θέματα, 56 φοιτητές/τριες ασχολήθηκαν με το πρώτο, 35 με το δεύτερο και 10 με το τρίτο.

Κοινό χαρακτηριστικό και των τεσσάρων θεμάτων είναι ότι αναδεικνύονται όλες οι πτυχές της φύσης των Φ.Ε.. Παρ' όλα αυτά, οι περισσότεροι φοιτητές/τριες δεν κατόρθωσαν να τις αναγνωρίσουν με επιτυχία. Συνολικά, σε 26 από τις 112 εργασίες (23%) χρησιμοποιούν σωστά την πλειοψηφία των πτυχών με επιτυχημένο τρόπο, 66 εργασίες (59%) περιέχουν σωστά στοιχεία, αλλά είτε περιορισμένη αναφορά των πτυχών, είτε λανθασμένη χρήση κάποιων από αυτές, ενώ σε 20 (18%) έγινε λάθος παράθεσή τους. Για περισσότερη σαφήνεια στα αποτελέσματα, δημιουργήθηκε μια ρουμπρίκα για την καταγραφή της ορθής χρήσης κάθε πτυχής. Με «0» βαθμολογείται η μη αναφορά της πτυχής, με «1» η λανθασμένη χρήση της, με «2» η μερικώς σωστή χρήση της, ενώ με «3» η σωστή χρήση της. Η βαθμολογία είναι κατά τα πρότυπα της βαθμολόγησης των ερωτηματολογίων VNOS της ομάδας Lederman (Lederman et al., 2014). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην εικόνα 2.

Εικόνα 2. Ανάλυση χρήσης των πτυχών της φύσης των Φ.Ε. από τους πίνακες σχεδίων μαθήματος που συμπλήρωσαν οι φοιτητές/τριες



Φαίνεται ότι μπορούν να χρησιμοποιήσουν με μεγαλύτερη ευκολία ορισμένες πτυχές έναντι άλλων, π.χ. την εμπειρική (Π1) ή την επερμηνεύσιμη (Π5) έναντι της υποκειμενικότητας (Π4), της διαφοράς των συναγόμενων από τις παρατηρήσεις (Π2) ή της διαφοράς νόμου/θεωρίας (Π7). Αυτό επιβεβαιώνεται και από άλλες ανάλογες έρευνες (π.χ.

Stefanidou et al., 2018). Ενδιαφέρον είναι ότι 35 φοιτητές/τριες (31%) χρησιμοποιούν σωστά την πολιτισμική αλληλεπίδραση (Π6), παρόλο που ήταν από τις πτυχές που δεν γνώριζαν. Επίσης, 45 φοιτητές/τριες αναφέρουν σωστά ή μερικώς σωστά τη δημιουργικότητα (Π3) ενώ 33 την αναφέρουν λανθασμένα. Είναι μία πτυχή που δεν γνώριζαν, αλλά την αναγνωρίζουν στις θεματικές που δόθηκαν και προσπαθούν να την αξιοποιήσουν.

Ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων παριστάνεται στον Πίνακα 2. Στην πρώτη γραμμή φαίνεται η μέση τιμή κάθε πτυχής για όλες τις απαντήσεις, ενώ στη δεύτερη έχουν αφαιρεθεί οι απαντήσεις που βαθμολογήθηκαν με 0. Οι τιμές της πρώτης γραμμής φαίνεται ότι είναι πιο κοντά στο 1, δηλαδή πιο κοντά στη λανθασμένη χρήση των πτυχών. Ελαφρώς ανεβασμένες είναι οι Π5 και Π6. Χειρότερη απόδοση έχει η πτυχή Π7, που τα 2/3 των φοιτητών/τριών δεν χρησιμοποίησαν. Η εικόνα γίνεται καλύτερη αν αφαιρέσουμε τις απαντήσεις με 0, δηλαδή αυτές που δεν περιλαμβάνουν τη συγκεκριμένη πτυχή. Τότε, οι απαντήσεις πλησιάζουν το «2», δηλαδή τη μερικώς σωστή χρήση της πτυχής. Άρα, οι φοιτητές/τριες που χρησιμοποίησαν κάθε πτυχή, μπορούν να το κάνουν με σχετική επιτυχία.

Πίνακας 2. Μέση τιμή βαθμολογίας κάθε πτυχής, για όλες τις απαντήσεις (1η γραμμή) και αφαιρώντας τις απαντήσεις που δεν περιείχαν τη συγκεκριμένη πτυχή

Πτυχές	Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7
Μέση τιμή	1,29	1,10	1,30	1,16	1,53	1,36	0,69
Μέση τιμή* *χωρίς το 0	1,99	1,86	1,87	1,88	2,06	2,20	1,83

Ακολουθούν ενδεικτικές πρότυπες απαντήσεις των φοιτητών/τριών για καθένα από τα τρία θέματα: Για το πρώτο θέμα: «Προτού γίνει η μετάβαση στο ηλιοκεντρικό μοντέλο, επικρατούσε η υποκειμενική άποψη (Π4 κατά Lederman) πως ο ήλιος περιστρέφεται γύρω από τη γη. Όμως τον 16ο αιώνα ο Copernicus βασιζόμενος στην εμπειρία (Π1), με συστηματική καταγραφή των παρατηρήσεών του κατέληξε στο συμπέρασμα (Π2) ότι η γη περιστρέφεται γύρω από τον ήλιο. Τον επόμενο αιώνα ο Galileo χρησιμοποιώντας ανθρώπινη φαντασία και δημιουργικότητα (Π3) έστρεψε το τηλεσκόπιο προς τα άστρα και κατάφερε να αποδείξει την ισχύ της ηλιοκεντρικής θεωρίας. Υπό το φως των νέων δεδομένων η μέχρι τότε επικρατούσα θεωρία απορρίφθηκε (Π5), όμως η αλλαγή δεν ήρθε εύκολα καθώς οι επιστήμονες που υποστήριζαν την άποψή τους (υπέρ του ηλιοκεντρικού) διώκονταν (Π6). Αφότου διατυπώθηκε κι επιβεβαιώθηκε η θεωρία του ηλιοκεντρικού μοντέλου, ο Kepler εξέφρασε 2 νόμους που προσέφεραν περιγραφή του τι συμβαίνει ως προς τις τροχιές (Π7). Συνεπώς, κατά τη μετάβαση από το πρότυπο του γεωκεντρικού στο ηλιοκεντρικό σύστημα παρατηρούμε όλες τις πτυχές της φύσης των Φ.Ε.».

Για το δεύτερο: «Π1: Και ο Αριστοτέλης και ο Galileo παρατηρούσαν τα σώματα να πέφτουν. -Π2: Ο Αριστοτέλης παρατήρησε ότι τα βαριά αντικείμενα πέφτουν πιο γρήγορα από τα ελαφριά λόγω της αντίστασης του αέρα και το θεώρησε γενική αλήθεια. Ο Galileo, μέσω των πειραμάτων του, ερμήνευσε ότι στην απουσία αέρα όλα τα σώματα πέφτουν με την ίδια επιτάχυνση, διαφεύδοντας το προηγούμενο πρότυπο και αναδεικνύοντας τη σημασία της ερμηνείας των δεδομένων μέσω συστηματικών πειραμάτων. -Π3: Ο Galileo εφηύρε νέες μεθόδους μέτρησης του χρόνου και χρησιμοποίησε κεκλιμένες επιφάνειες για να επιβραδύνει την κίνηση και να μελετήσει καλύτερα την επιτάχυνση. - Π4: Το μοντέλο του Αριστοτέλη ήταν ευρέως αποδεκτό για πολλούς αιώνες, επηρεασμένο από τις φιλοσοφικές και θρησκευτικές απόψεις της εποχής. Το μοντέλο του Galileo αντιμετώπισε αντίσταση, αλλά τελικά καθιερώθηκε μέσω της αντικειμενικής απόδειξης και της πειραματικής επαλήθευσης. - Π5: Το παλαιό μοντέλο απορρίφθηκε και αντικαταστάθηκε με το νέο, πιο ακριβές μοντέλο της κίνησης των σωμάτων. Αυτή η αλλαγή δείχνει την αβεβαιότητα που υπάρχει στην επιστήμη και την ικανότητα προσαρμογής σε νέα δεδομένα. -Π6: Η μετάβαση στη θεωρία του Galileo επηρεάστηκε από την τεχνολογική ανάπτυξη της εποχής (π.χ. βελτιωμένα εργαλεία μέτρησης), την χρηματοδότηση από πλούσιους υποστηρικτές της επιστήμης και την αυξανόμενη αποδοχή των επιστημονικών καινοτομιών από την κοινωνία».

Και για το τρίτο: «Π1: Ο Newton με βάση τις παρατηρήσεις που είχε χρησιμοποιώντας το πρώτο κατοπτρικό τηλεσκόπιο, το οποίο κατασκεύασε ο ίδιος, εξήγησε την σωματιδιακή φύση του φωτός μέσω της ανάκλασης και του δείκτη διάθλασης. Στην συνέχεια, ο Huygens και πολύ αργότερα ο Young παρατήρησαν την κυματική φύση του φωτός μέσω των φαινομένων της περίθλασης και της συμβολής. Π2: Και ο Newton αλλά και ο Huygens είχαν παρατηρήσει αντίστοιχα την σωματιδιακή φύση και την κυματική φύση του φωτός ενώ το συναγόμενο συμπέρασμα είναι πως το φως είτε έχει σωματιδιακή μορφή είτε κυματική χωρίς όμως να μπορούν να το εξηγήσουν πλήρως. Π3: Και ο Huygens και ο Newton κατά τον 17ο αιώνα χρησιμοποιούσαν πρωτόγνωρες πειραματικές διατάξεις για να αποδείξουν ο καθένας πως ισχύει η θεωρία τους για το είδος της φύσης του φωτός (πχ ο Newton που κατασκεύασε το κατοπτρικό τηλεσκόπιο, η διάταξη του Young τον 18ο αιώνα.) Π4: Η υποκειμενικότητα έπαιξε πολύ μεγάλο ρόλο για τις γνώσεις της οπτικής καθώς κανένας από τους προαναφερθέντες επιστήμονες δεν δεχόταν την θεωρία του άλλου και πίστευαν πως ισχύει η δικιά τους θεωρία για την φύση του φωτός. Π5: Αργότερα, ο Maxwell διατύπωσε την θεωρία της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και πως το φως είναι ένα εγκάρσιο ηλεκτρομαγνητικό κύμα, ενώ ο Planck συνέχισε την θεωρία αυτή εντάσσοντας την θεωρία των κβάντων και εξηγώντας την διττή φύση του φωτός. Π6: Ο Newton καθώς υπήρξε σε διαμάχη με τους επιστήμονες της εποχής που προσπαθούσαν να εξηγήσουν την φύση του φωτός (Hooke και Huygens) δεν δεχόταν να δημοσιοποιήσει το έργο του και την έρευνα του ενώ παράλληλα δεν δεχόταν ούτε και την θεωρία των άλλων. Π7: Οι θεωρίες για την διττή φύση του φωτός που προέκυψαν εξηγούν συμπερασματικά τα φαινόμενα τα οποία είχαν παρατηρήσει για την σωματιδιακή (Newton) και κυματική (Huygens, Young) φύση του φωτός».

Επιπλέον, για μεγαλύτερη εμβάθυνση στη μελέτη του θέματος, υλοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις με πέντε φοιτητές/τριες, οι οποίοι ανταποκρίθηκαν θετικά σε ανοιχτή πρόσκληση ενδιαφέροντος. Οι φοιτητές/τριες είχαν ακούσει ξανά τις πτυχές κατά τη διάρκεια των σχολικών και πανεπιστημιακών μαθημάτων, αλλά ποτέ ρητά και δομημένα. Παρόλα αυτά είχαν αντιληφθεί όλες τις πτυχές «Διαισθητικά». Όλοι συμφωνούν ότι με τη διδασκαλία δόθηκε το ερέθισμα για να μελετήσουν περισσότερο τη φύση των Φ.Ε.. Μάλιστα, για μία φοιτήτρια, η διάλεξη ήταν το έναυσμα να ψάξει και να διαβάσει μόνη της περισσότερα σχετικά άρθρα με τη φύση των Φ.Ε.. Παρόλο που έκαναν την εργασία σχετικά εύκολα με τη βοήθεια των σημειώσεών τους, παραδέχονται ότι η συμπλήρωση του πίνακα με την αναγνώριση των πτυχών τους δυσκόλεψε. Δύο φοιτητές/τριες δήλωσαν με ενθουσιασμό ότι θεωρούν απαραίτητο να διδάσκεται η φύση των Φ.Ε. στο σχολείο, ενώ οι υπόλοιποι τρεις συμφώνησαν ότι θα ενίσχυε την κατανόηση των παιδιών στις έννοιες της Φυσικής. Ωστόσο, οι φοιτητές/τριες εξέφρασαν προβληματισμό ως προς τη δυνατότητα ενσωμάτωσης των σχετικών πτυχών στο ισχύον πρόγραμμα σπουδών, θέτοντας ερωτήματα σχετικά με την εξοικείωση των εκπαιδευτικών με τη φύση των Φ.Ε., προτείνοντας την ανάγκη επιμορφώσεων. Τελικά, όλοι συμφώνησαν ότι η επίσημη ενσωμάτωση στο πρόγραμμα σπουδών θα ήταν το ιδανικότερο, καθώς θα έδινε βοηθητικές κατευθύνσεις στους εκπαιδευτικούς.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Οι φοιτητές/τριες του τμήματος Φυσικής παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά που συναντάμε σε ανάλογες έρευνες στη χώρα μας (π.χ. Koumara & Plakitisi, 2020· Stefanidou et al., 2018). Επιπλέον, οι σπουδές τους στο τμήμα Φυσικής και οι γνώσεις που έχουν αποκομίσει από διάφορους τομείς της Φυσικής, δεν συνεπάγεται απαραίτητα και κατανόηση των επιστημολογικών διαστάσεων της επιστήμης. Αυτό επισημαίνεται στη βιβλιογραφία εδώ και χρόνια (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Οι απόψεις των φοιτητών/τριών πριν τη διδασκαλία ήταν αποσπασματικές ή ακόμη και ανύπαρκτες, μάλιστα, ορισμένοι δεν είχαν αντιληφθεί την επιστημολογική διάσταση της επιστήμης. Μετά τη διδασκαλία, παρατηρούμε μία θετική στροφή για τη φύση των Φ.Ε., η οποία φαίνεται κυρίως από τις συνεντεύξεις, αλλά και από την ενσωμάτωση των πτυχών στις απαντήσεις μετά τη διδασκαλία. Σημαντική είναι η επισήμανση των φοιτητών/τριών ότι απαιτείται εξοικείωση με το θέμα και περαιτέρω ενασχόληση ώστε να κατορθώσουν να το ενσωματώσουν στη διδασκαλία.

Τα δεδομένα της Εικόνας 2 και του Πίνακα 2 δείχνουν ότι αρκετοί φοιτητές/τριες χρησιμοποιούν σωστά ή μερικώς σωστά τις πτυχές, το οποίο είναι σημαντικό όταν έχει μεσολαβήσει μόνο μία τρίωρη διδασκαλία. Ωστόσο, φαίνεται ότι δυσκολεύονται να τις αναγνωρίσουν σε πολύ γνωστά θέματα της ιστορίας της φυσικής, καθώς δεν τις περιλαμβάνουν. Οι πτυχές που τους δυσκόλεψαν περισσότερο φαίνεται ότι είναι η διαφορά του συναγόμενου από την παρατήρηση (Π2), η διαφορά της θεωρίας από το νόμο (Π7) και η υποκειμενικότητα της επιστημονικής γνώσης (Π4). Αντίθετα, οι πτυχές που ενσωματώνουν με μεγαλύτερη επιτυχία είναι η πολιτισμική ενσωμάτωση (Π6), η επανεργμηνεύσιμη (Π5) και η εμπειρική (Π1).

Τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά αν λάβουμε υπόψη ότι η γνώση και η κατανόηση των πτυχών απέχει από την αποτελεσματική χρήση τους στη διδασκαλία, καθώς χρειάζεται εμπάθунση και μελέτη, ώστε να γίνει κεκτημένο των φοιτητών/τριών. Η αποτελεσματική ενσωμάτωση όλων των πτυχών σε μελλοντικές διδασκαλίες των φοιτητών/τριών απαιτεί περαιτέρω αφοσίωση και εξειδικευμένα μαθήματα προς αυτή την κατεύθυνση.

Οι πτυχές της φύσης των Φ.Ε. είναι έμφυτες της επιστημονικής γνώσης, οπότε είναι φυσιολογικό οι φοιτητές/τριες να τις αναγνωρίζουν, αλλά να μην έχουν συνειδητοποιήσει τη σημασία τους μέχρι τη σαφή παρουσίαση και επεξήγησή τους, να είναι δηλαδή δηλωτική γνώση που χρειάζεται εκπαίδευση και εμπειρία για να γίνει διαδικαστική. Οι περισσότεροι φοιτητές/τριες που συμμετείχαν ενεργά στα μαθήματα κατανόησαν τις πτυχές της φύσης των Φ.Ε. και ήταν ικανοί να τις χρησιμοποιήσουν σωστά. Επιπλέον, αναγνώρισαν τα οφέλη που έχει στους μαθητές/τριες η ενσωμάτωσή τους στη διδασκαλία.

Βιβλιογραφία

- Abd-El-Khalick, F., Akerson, V. (2009). The Influence of Metacognitive Training on Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science, *International Journal of Science Education*, 31(16), 2161-2184. <https://doi.org/10.1080/09500690802563324>
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701. <https://doi.org/10.1080/09500690050044044>
- Bell, R. (2008). *Teaching the Nature of Science through Process Skills, Activities for Grades 3-8*, Pearson Education Inc., p. 1-3, 13-19. Pearson Allyn and Bacon. ISBN 978-0205433339
- Erduran, S., Dagher, Z. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education: Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories*. The Netherlands, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9057-4>
- 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>
- Koumara, A. (2022), History of Pressure Implemented in a Nature of Science Professional Development Program for Science Teachers, *Science & Education*, 33, 517-550. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00401-8>
- Koumara, A. Plakitsi, K. (2020). The Degree that Nature of Scientific Knowledge Aspects are Included in the Science Classes of Greek High Schools, *World Journal of Education*, 10(5), 1-17. <https://doi.org/10.5430/wje.v10n5p1>
- Lederman, N., Antink, A., Bartos, S. (2014). Nature of Science, Scientific Inquiry and Socio-Scientific Issues Arising from Genetics: A Pathway to Developing a Scientific Literate Citizenry, *Science & Education*, 23(2), pp. 285-302. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9503-3>
- Matthews, M. (2015). *Science Teaching: The contribution of history and philosophy of science*, 20th anniversary revised and expanded edition, Routledge, New York. ISBN 9780415519342
- McComas, W. (2015). The Nature of Science and the Next Generation Science Standards, *The American Biology Teacher*, 77(7), 485-491. <https://doi.org/10.1525/abt.2015.77.7.2>
- Next Generations Science Standards (NGSS) Lead States. (2013). *Next Generations Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press. ISBN: 978-0-309-27227-8.
- Stefanidou C., Skordoulis C. & Kechagias, Ch. (2018). The Relationship between Student Science Teachers' Views on Nature of Science and Classroom Practice: Is There Any?. *Journal of Studies in Education*, 8(4), 28-44. <https://doi.org/10.5296/jse.v8i4.13720>