

Αντιλήψεις Ελλήνων Εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών για τη Φύση της Επιστήμης

<https://doi.org/10.69685/YWHD5032>

Μαρμαγκάς Αθανάσιος

Βιολόγος MSc, Δ/ντής Σχολικής Μονάδας Δ.Ε.
thanasismar@gmail.com

Κόρακας Δημήτρης

Χημικός PhD, Σύμβουλος Εκπαίδευσης Φυσικών Επιστημών
dnkath@gmail.com

Περίληψη

Στις Φυσικές Επιστήμες περιλαμβάνονται σημαντικά μαθήματα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, όπως Φυσική, Χημεία, Βιολογία και Γεωλογία – Γεωγραφία. Η κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης έχει καθιερωθεί ως ένα από τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του επιστημονικού εγγραμματισμού εκπαιδευτικών και μαθητών, οι οποίοι γενικά πρέπει να κατανοήσουν τις έννοιες, τις αρχές, τις θεωρίες και τις διαδικασίες της επιστήμης και να συνειδητοποιήσουν τις πολύπλοκες σχέσεις μεταξύ επιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας. Η παρούσα μελέτη επιχειρεί να διερευνήσει τις αντιλήψεις 58 Ελλήνων εκπαιδευτικών σχετικά με την επιστημονική γνώση, την επιστημονική μέθοδο, το έργο των επιστημόνων και το έργο, με τη μορφή επιχείρησης, που βασίζεται στην επιστήμη, χρησιμοποιώντας τροποποιημένο το Ερωτηματολόγιο “Μύθοι στις Φυσικές Επιστήμες”. Τα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά και δείχνουν ένα πολύ καλό έμφυχο δυναμικό στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών, Φύση της Επιστήμης, Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

Εισαγωγή

Στην παρούσα μελέτη επιχειρείται η διερεύνηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών αναφορικά με τη Φύση της Επιστήμης, σε τέσσερις άξονες: επιστημονική γνώση, επιστημονική μέθοδος, τις εργασίες των επιστημόνων και την επιστημονική επιχείρηση.

Επιστημονική γνώση

Στην προσπάθεια απόκτησης γνώσης, πρέπει να δημιουργηθεί στον ψυχικό κόσμο του ατόμου μια δομή συνείδησης, ώστε να δέχεται και να αξιολογεί την επιστημονική γνώση με ενιαίο τρόπο. Αυτό σημαίνει ότι η φυσική, χημική, βιολογική και γεωλογική οπτική γωνία των αντικειμενικών νόμων πρέπει να αναγνωρίζεται από το άτομο το οποίο πρέπει να είναι σε θέση να τις αναγνωρίσει και σε επίπεδο δεξιοτήτων (Molnár et al., 2023). Για την απόκτηση επιστημονικής γνώσης προϋπόθεση είναι η σκέψη. Απαιτούνται πολύπλοκες δεξιότητες σκέψης για την αξιολόγηση των πληροφοριών που δέχεται το άτομο, όπως η επίλυση προβλημάτων, η ανάλυση, η σύνθεση κλπ. (Heong et al., 2012). Οι δείκτες που προβλέπουν την ποιότητα των εκπαιδευτικών, περιλαμβάνουν παράγοντες όπως, η πιστοποίηση, οι τίτλοι σπουδών, τα έτη εμπειρίας και οι παιδαγωγικές γνώσεις (Guerriero, 2014). Σημαντικό δείκτη πρόβλεψης της ποιότητας του εκπαιδευτικού αποτελεί η απόκτηση της επιστημονικής γνώσης.

Επιστημονική μέθοδος

Πολλοί ορισμοί έχουν δοθεί για την επιστημονική μέθοδο. Ο Francis Bacon το 1620 στο έργο του "Novum Organum", προτείνει μια μέθοδο επιστημονικής έρευνας, την οποία ονόμασε "ινδουκτιοβισμός". Ο ινδουκτιοβισμός που στηριζόταν στην παρατήρηση και τον πειραματισμό, επιδιώκει τη διατύπωση νόμων χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα παραδείγματα. Σύμφωνα με τον Karl Popper η επιστημονική μέθοδος είναι ένας επαναλαμβανόμενος κύκλος αναζήτησης, δοκιμής και αντικρουόμενων απόψεων, με σκοπό την απόρριψη ανεπαρκών θεωριών μέσω της αξιολόγησης των δεδομένων (Popper, 2005). Σύμφωνα με τον Μανωλάκη (2010), η επιστημονική μέθοδος είναι "ένα σύστημα κανόνων και διαδικασιών που ακολουθούνται στην ανάπτυξη επιστημονικής έρευνας, συμπεριλαμβανομένης της συλλογής δεδομένων, της ανάλυσης, της ερμηνείας και της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων".

Ανεξάρτητα από τον ορισμό της επιστημονικής μεθόδου που αποδέχεται ο φυσικός επιστήμονας, για την σωστή εφαρμογή της πρέπει να οικοδομηθούν ορισμένες δεξιότητες. Οι δεξιότητες αυτές διακρίνονται σε δυο κατηγορίες: τις βασικές και τις σύνθετες. Οι βασικές δεξιότητες περιλαμβάνουν την παρατήρηση, την επικοινωνία, την ταξινόμηση, τη χρήση χωροχρονικών σχέσεων, τη μέτρηση και την πρόβλεψη. Οι σύνθετες δεξιότητες περιλαμβάνουν τη διατύπωση λειτουργικών ορισμών, την ερμηνεία δεδομένων, την αναγνώριση και τον έλεγχο μεταβλητών, την υπόθεση, τον πειραματισμό, την εξαγωγή συμπερασμάτων και την κατασκευή μοντέλων (Muhsinah et al., 2017).

Βασικές δεξιότητες:

A) Παρατήρηση

Η αντιληπτική διαδικασία αποτελεί, έναν από τους πλέον αποδεκτούς τρόπους για να «εμβολιαστεί» με την εμπειρία η επιστημονική μέθοδος. Η παρατήρηση είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το πεδίο ειδίκευσης, ενώ οι παρατηρητές γνωρίζουν «ποια δεδομένα να παρατηρήσουν», καθώς και να «αναζητήσουν για αναγνωριστικά στοιχεία» (Eberbach & Crowley, 2009).

B) Επικοινωνία

Η δεξιότητα της επικοινωνίας καταγράφεται ως τη διαδικασία στην οποία γραπτά και προφορικά δεδομένα αξιοποιούνται ώστε να γίνει ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ ατόμων (Miles, 2010). Δεν μπορεί να αξιοποιηθεί η παρατήρηση χωρίς ορθή επικοινωνία.

Γ) Ταξινόμηση

Με τη διαδικασία αυτή, δεδομένα (αντικείμενα ή γεγονότα) κατηγοριοποιούνται (ταξινομούνται) με βάση τις ομοιότητες και τις διαφορές τους (Miles, 2010).

Δ) Η χρήση χωροχρονικών σχέσεων

Περιλαμβάνει την αντίληψη της τρισδιάστατης εικόνας ενός αντικειμένου σε σχέση με το χρόνο, τη μελέτη της κίνησης, σχημάτων, της επιτάχυνσης καθώς και όποιων εννοιών σκιαγραφούνται από χρονικές μεταβολές (Σπυροπούλου – Κατσάνη, 2005) .

Ε) Η μέτρηση

Η ποσοτική καταγραφή (μέτρηση) είναι απαραίτητη για την κατανόηση της έντασης του φαινομένου (Σπυροπούλου – Κατσάνη, 2005).

ΣΤ) Πρόβλεψη

Η πρόβλεψη βασίζεται σε γεγονότα και «μαντεύει» (προβλέπει) ένα ζητούμενο που δύναται να συμβεί (ή συμβαίνει χωρίς να το γνωρίζουμε) (Πλακίτση, 2008).

Σύνθετες δεξιότητες:

A) Η διατύπωση λειτουργικών ορισμών

Η διατύπωση λειτουργικών ορισμών αποτελεί μία σημαντική δεξιότητα της επιστημονικής μεθόδου. Απαντούν στις ερωτήσεις «Τι κάνει αυτό;» ή «Πώς λειτουργεί;» και «Πώς είναι;» (Πλακίτση, 2008).

Β) Η ερμηνεία της παρατήρησης

Ο εκπαιδευτικός πρέπει να είναι υποστηρικτικός στην ερμηνεία των δεδομένων από τους μαθητές. Η ερμηνεία των δεδομένων καταγράφεται ως μέγιστη δεξιότητα για τις Φυσικές Επιστήμες (Χαλκιά, 2012).

Γ) Η αναγνώριση και ο έλεγχος μεταβλητών

Οι μεταβλητές διακρίνονται σε ανεξάρτητες και εξαρτημένες. Ο ερευνητής μεταβάλλει τις ανεξάρτητες, ενώ οι εξαρτημένες είναι εκείνες που μεταβάλλονται αυτόματα όταν μεταβάλλονται οι ανεξάρτητες (Χαλκιά, 2012).

Δ) Η υπόθεση

Είναι η διατύπωση μιας πρότασης, που πρέπει να ελεγχθεί επιστημονικά, ώστε να διαψευστεί ή να επαληθευτεί (Πλακίτση, 2008).

Ε) Πειραματισμός

Ο πειραματισμός αποφαίνεται για την αλήθεια μιας υπόθεσης ή μιας θεωρίας, αναζητεί νέα φαινόμενα και δημιουργεί νέα υλικά ή αντικείμενα (Harlen & Elstgeest, 1992).

ΣΤ) Εξαγωγή συμπερασμάτων

Πρόκειται για εξηγήσεις των παρατηρήσεων και αποτελούν το αποτέλεσμα της επεξεργασίας τους (Harlen & Elstgeest, 1992).

Ζ) Κατασκευή μοντέλων

Η σύζευξη παλαιότερων και νέων συμπερασμάτων οδηγούν στη διατύπωση μοντέλων – προτύπων. Τα μοντέλα βοηθούν στην επικοινωνία μεταξύ των επιστημόνων και χαράσσουν τα αποτελέσματα και τις μεθόδους των Φυσικών Επιστημών (Χαλκιά, 2012).

Σε ό,τι αφορά την εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, είναι πολύ σημαντικό η ίδια η επιστημονική μέθοδος ή τουλάχιστον οι βασικότερες δεξιότητές της να αποτελέσουν τμήμα (μικρό ή μεγάλο) στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Μία από τις πιο σημαντικές μεθόδους διδασκαλίας, που έχει δείξει πρακτικά αποτελέσματα, είναι αυτή που έχει το όνομα «Πείραμα εκκίνησης». Η διαδικασία διδασκαλίας/μάθησης στην επιστήμη πρέπει να έχει εκκίνηση την παρατήρηση φαινομένων, είτε αυτά προέρχονται από το περιβάλλον είτε από ένα πείραμα. Έτσι οι μαθητές ενώ είναι γεμάτοι με ερωτηματικά, κατασκευάζουν υποθέσεις, προσπαθούν να ερμηνεύσουν δεδομένα και να καταλήγουν σε συμπεράσματα (Syla et al., 2022). Ο Καλκάνης το 2021 καταγράφει τον μετασχηματισμό της μεθοδολογίας της επιστημονικής έρευνας (και) σε μεθοδολογία της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ως «επιστημονική - εκπαιδευτική μέθοδος με διερεύνηση». Περιγράφει στη έρευνά του εφαρμογές με θετικά αποτελέσματα και στις τρεις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Η μέθοδος, καθώς και οι προτεινόμενες υποστηρικτικές «καλές πρακτικές», αποδεικνύονται λειτουργικές και αποτελεσματικές στην ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων, καθώς και στην ανάπτυξη ορθολογικού τρόπου σκέψης από τους εκπαιδευόμενους.

Εργασία Επιστημόνων

Οι Sisman et al., (2024) με έρευνα που διεξήγαγαν απέδειξαν ότι η αποτελεσματικότητα του εκπαιδευτικού στην διδακτική διαδικασία είναι ανάλογη της δημιουργικότητάς του. Οι Patan και Kucuk το 2022 διερεύνησαν το ρόλο της φαντασίας και της δημιουργικότητας των μαθητών του γυμνασίου σε σχέση με το διδακτικό τους υλικό. Δεν είναι εύκολο για τους μαθητές να δεχθούν ότι η επιστημονική γνώση περιλαμβάνει τη φαντασία και τη δημιουργικότητα (Dogan, 2010), γιατί οι μαθητές γενικά πιστεύουν ότι η φαντασία και η δημιουργικότητα δε εναρμονίζονται με την παραγωγή επιστημονικής γνώσης. Καθοριστικός και παράλληλα ανατρεπτικός είναι ο ρόλος του εκπαιδευτικού στην αποδόμηση αυτών των αντιλήψεων. Η ένταξη της φαντασίας και της δημιουργικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία πρέπει να αποτελεί πρώτο μέλημα για τον εκπαιδευτικό.

Επιστημονική επιχείρηση

Στην έννοια της επιστημονικής επιχείρησης καταγράφονται όλες οι πρακτικές που προωθούν την επιστήμη. Ο πολιτισμός ορίζει τη σχέση μεταξύ ατομικής και συλλογικής γνώσης. Έτσι καθορίζεται ποιος έχει γνώσεις που πρέπει να μεταφερθούν και σε ποιον (Mao & Li, 2010). Οι Τεχνολογίες Πληροφόρησης και Επικοινωνίας (Τ.Π.Ε.) έχουν μετασχηματίσει τη διαδικασία της μάθησης. Η εκπαιδευτική τεχνολογία οδηγεί στο σχεδιασμό νέων περιβαλλόντων μάθησης. Έτσι οι φυσικοί επιστήμονες εκμεταλλεύονται τις τεχνολογίες ώστε να βελτιωθεί η μαθησιακή διαδικασία (Γιαλούρη, 2020). Η τεχνολογία έχει εργαλειοποιηθεί στην ανάπτυξη και στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Η παραγωγή επιστημονικής γνώσης είναι συλλογική υπόθεση. Ακόμη και στην περίπτωση που ένας μόνο ερευνητής παράγει γνώση, αυτός χρησιμοποιεί υπάρχουσα ή την ανατρέπει. Στο άρθρο 16 του συντάγματος καταγράφεται: «η διδασκαλία τελεί σε στενή σχέση με την επιστήμη (αποσκοπεί στη μετάδοση της επιστημονικής γνώσης)» (Βλαχόπουλος, 2023).

Η κατανόηση της φύσης της επιστήμης χρησιμεύει ως ένα από τα επιθυμητά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών των Φυσικών Επιστημών. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνήσει τις αντιλήψεις Ελλήνων εκπαιδευτικών για την επιστημονική γνώση, την επιστημονική μέθοδο, το έργο των επιστημόνων και την επιστημονική επιχείρηση, χρησιμοποιώντας το Ερωτηματολόγιο Myths of Science (Buaraphan, 2009). Έναν από τους άξονες της εκπαιδευτικής διαδικασίας αποτελεί και η διερεύνηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών. Είναι λοιπόν αναγκαιότητα η διερεύνηση αν οι εκπαιδευτικοί τους έχουν οι ίδιοι εναλλακτικές ιδέες, γεγονός που πρεσβεύει η παρούσα μελέτη.

Ερευνητικό ερώτημα

Η ερευνητική μελέτη που έλαβε χώρα καθοδηγήθηκε από το ερευνητικό ερώτημα:

- Ποιες είναι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών του κλάδου ΠΕ04 για τη Φύση της Επιστήμης, ιδιαίτερα την επιστημονική γνώση, την επιστημονική μέθοδο, το έργο των επιστημόνων και την επιστημονική επιχείρηση;

Μέθοδος

Ερευνητικό Εργαλείο

Για τη διερεύνηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών σχετικά με τη Φύση της Επιστήμης, χρησιμοποιήθηκε τροποποιημένο το Ερωτηματολόγιο “Μύθοι στις Φυσικές Επιστήμες” το οποίο αποτελείται από 14 ερωτήσεις και εξετάζει τέσσερις πτυχές της: (1) επιστημονική γνώση (έξι ερωτήσεις: 1, 2, 3, 4, 8 και 9), (2) επιστημονική μέθοδος (τρεις ερωτήσεις: 5, 6 και 7), (3) εργασίες επιστημόνων (δύο ερωτήσεις: 10 και 11) και (4) επιστημονική επιχείρηση (τρεις ερωτήσεις: 12, 13 και 14). Το ερωτηματολόγιο είναι αναρτημένο στο Google drive (https://drive.google.com/file/d/1Im_8CL1XbhZTn3KvxdFMtp-qKBuC_UVx/view?usp=drive_link). Οι ερωτηθέντες έπρεπε να επιλέξουν μία από τις τρεις απαντήσεις, δηλαδή συμφωνώ, αβέβαιος/η ή διαφωνώ, που να ταιριάζει καλύτερα με την άποψή τους (Buaraphan, 2009).

Συλλογή δεδομένων

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν ανώνυμα, μέσω Google form, από τον Ιανουάριο έως τον Φεβρουάριο του 2024, από 58 μόνιμους εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών από πολλές περιοχές της Ελλάδας. Χρησιμοποιήθηκε η τυχαία δειγματοληψία κατά στρώματα, κατά την οποία το συνολικό δείγμα κατανεμήθηκε σε φύλο, συνολική προϋπηρεσία και την ειδικότητα των Φυσικών Επιστημών, με σκοπό να αντιπροσωπευθούν κατάλληλα όλοι οι υποπληθυσμοί στο δείγμα.

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας βρίσκονται στο σύνδεσμο του google drive (<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ATQenIjzCBK7Ut8y8egOcstErpB0PpAmozc2zs6FEsDU/edit?usp=sharing>).

Δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος

Αρχικά, σε σχέση με το προφίλ των ερωτώμενων εκπαιδευτικών, το 58,6% ήταν άντρες και το 41,4% γυναίκες. Σε σχέση με τον κλάδο ΠΕ04 που υπηρετούν, η πλειονότητα προέρχεται από τον κλάδο των Φυσικών (ΠΕ04.01) με ποσοστό 56,9%, στη συνέχεια είναι οι Χημικοί (ΠΕ04.02) με ποσοστό 24,1% και ακολουθούν οι Βιολόγοι (ΠΕ04.04) με 13,8% και οι Γεωλόγοι (ΠΕ04.05) με ποσοστό 5,2%. Σχετικά με τα χρόνια προϋπηρεσίας στην τάξη, το 13,8% των ερωτώμενων εκπαιδευτικών δήλωσε ότι έχει λιγότερα από 10 έτη προϋπηρεσίας, ενώ το 43,1% δήλωσε ότι έχει από 10 έως 20 χρόνια προϋπηρεσίας και το ίδιο ποσοστό (43,1%) δήλωσε ότι έχει περισσότερα από 20 χρόνια που εργάζεται στην σχολική τάξη.

Ανάλυση δεδομένων

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών των Φυσικών Επιστημών (των τεσσάρων ειδικοτήτων που συμμετέχουν στην έρευνα) αναφορικά με τις αντιλήψεις που έχουν για τέσσερις βασικές ενότητες των ερωτημάτων σχετικά με τους «Μύθους για τις Επιστήμες».

Επιστημονική Γνώση (ερωτήσεις 1,2,3,4,8 και 9)

Σε ό,τι αφορά την «Επιστημονική Γνώση», οι απαντήσεις των ερωτώμενων εκπαιδευτικών παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Αντιλήψεις των καθηγητών Φυσικών Επιστημών για τους Μύθους της Επιστήμης: Επιστημονική Γνώση

	Συμφωνώ	Δεν είμαι βέβαιος/η	Διαφωνώ
1. Οι υποθέσεις αναπτύσσονται για να γίνουν μόνο θεωρίες.	8,6%	22,4%	69%
2. Οι επιστημονικές θεωρίες είναι λιγότερο ασφαλείς από τους νόμους.	53,4%	24,1%	22,4%
3. Οι επιστημονικές θεωρίες μπορούν να αναπτυχθούν για να γίνουν νόμοι.	82,8%	12,1%	5,2%
4. Η επιστημονική γνώση δεν μπορεί να αλλάξει.	0%	6,9%	93,1%
8. Η συσσώρευση αποδεικτικών στοιχείων καθιστά πιο σταθερή την επιστημονική γνώση.	91,4%	1,7%	6,9%
9. Ένα επιστημονικό μοντέλο (π.χ. το ατομικό μοντέλο) εκφράζει ένα αντίγραφο της πραγματικότητας.	43,1%	25,9%	31%

Από τον Πίνακα 1 μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι ερωτώμενοι εκπαιδευτικοί των φυσικών επιστημών σε πολύ μεγάλο ποσοστό διαφωνούν με την άποψη ότι οι επιστημονικές υποθέσεις αναπτύσσονται, για να γίνουν μόνο θεωρίες. Αντίθετα, ένα μικρό ποσοστό (8,6%) συμφωνεί με τη συγκεκριμένη άποψη. Σχετικά με το αν οι επιστημονικές θεωρίες είναι λιγότερο ασφαλείς από τους νόμους, το 53,4%, δηλαδή περίπου οι μισοί ερωτώμενοι συμφωνούν, κυρίως γιατί πιστεύουν ότι οι επιστημονικές θεωρίες μπορούν να αλλάξουν, ενώ οι νόμοι δεν αλλάζουν. Υπάρχει όμως ένα σημαντικό ποσοστό (22,4%) το οποίο δηλώνει ότι διαφωνεί με τη συγκεκριμένη άποψη.

Επιστημονική Μέθοδος (ερωτήσεις 5, 6 και 7)
Σχετικά με την «Επιστημονική Μέθοδο» οι απαντήσεις των ερωτώμενων εκπαιδευτικών των φυσικών επιστημών παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Αντιλήψεις των καθηγητών Φυσικών Επιστημών για τους Μύθους της Επιστήμης: Επιστημονική Μέθοδος

	Συμφωνώ	Δεν είμαι βέβαιος/η	Διαφωνώ
5. Η επιστημονική μέθοδος είναι μία σταθερή διαδικασία βήμα προς βήμα.	60,3%	15,5%	24,1%
6. Οι Φυσικές Επιστήμες και η επιστημονική μέθοδος μπορούν να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα.	10,3%	37,9%	51,7%
7. Η επιστημονική γνώση προέρχεται μόνο από τα πειράματα.	13,8%	19%	67,2%

Από τον Πίνακα 2 φαίνεται ότι το 60,3% των ερωτώμενων πιστεύει ότι η επιστημονική μέθοδος είναι μία βήμα προς βήμα σταθερή διαδικασία, ενώ υπάρχει και ένα 24,1% που διαφωνεί με αυτήν την άποψη, κυρίως γιατί θεωρεί ότι κάποια από τα βήματα μπορεί και να παραλειφθούν ή ότι κάποιες μέθοδοι δεν μπορούν πάντα να ενταχθούν σε ένα συγκεκριμένο αριθμό βημάτων.

Εργασία Επιστημόνων (ερωτήσεις 10 και 11)
Σχετικά με την «Εργασία των Επιστημόνων» οι απαντήσεις των ερωτώμενων εκπαιδευτικών των φυσικών επιστημών παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Αντιλήψεις των καθηγητών Φυσικών Επιστημών για τους Μύθους της Επιστήμης: Εργασία Επιστημόνων

	Συμφωνώ	Δεν είμαι βέβαιος/η	Διαφωνώ
10. Οι επιστήμονες δεν χρησιμοποιούν τη δημιουργικότητα και τη φαντασία στην ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης.	5,2%	10,3%	84,5%
11. Οι επιστήμονες είναι ανοιχτόμυαλοι χωρίς προκαταλήψεις.	24,1%	50%	25,9%

Από τον Πίνακα 3 φαίνεται ότι η πολύ μεγάλη πλειονότητα των ερωτώμενων εκπαιδευτικών (84,5%) διαφωνεί με την άποψη ότι οι επιστήμονες δεν χρησιμοποιούν τη φαντασία στην ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης. Όμως, σχετικά με τις προκαταλήψεις, το 50% των ερωτώμενων εκπαιδευτικών δηλώνει ότι δεν μπορεί να είναι βέβαιο ότι οι επιστήμονες είναι ανοιχτόμυαλοι, και επίσης σχεδόν στο ίδιο ποσοστό (περίπου 25%) δηλώνουν ότι συμφωνούν και διαφωνούν με τη συγκεκριμένη άποψη.

Επιστημονική Επιχείρηση (ερωτήσεις 12, 13 και 14)
Τέλος, σχετικά με την «Επιστημονική Επιχείρηση» οι απαντήσεις των ερωτώμενων εκπαιδευτικών των φυσικών επιστημών παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

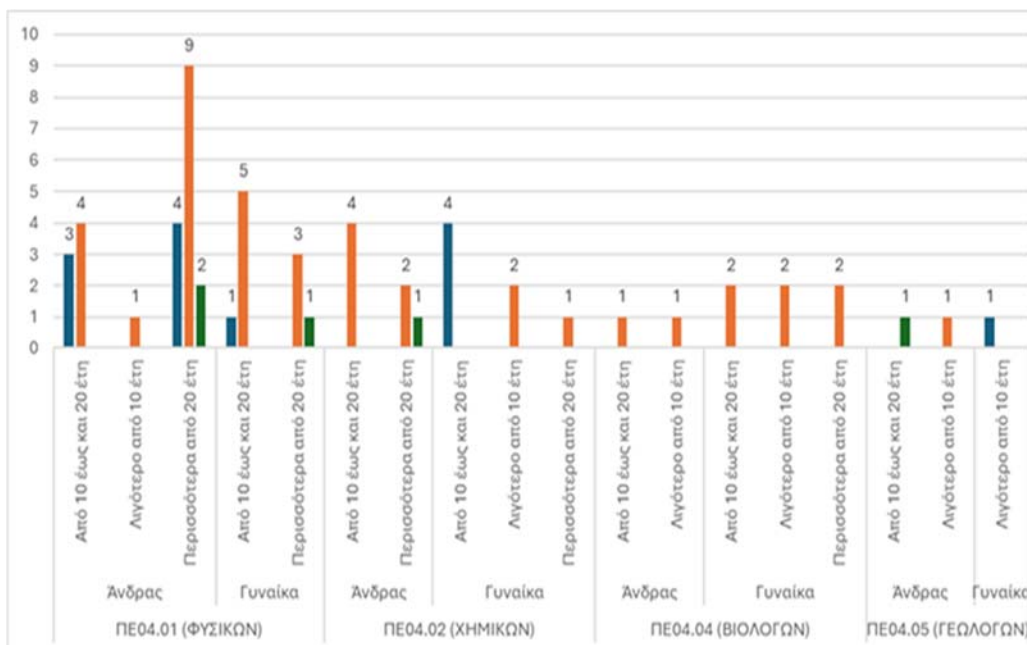
Πίνακας 4. Αντιλήψεις των καθηγητών Φυσικών Επιστημών για τους Μύθους της Επιστήμης: Επιστημονική Επιχείρηση

	Συμφωνώ	Δεν είμαι βέβαιος/η	Διαφωνώ
12. Οι φυσικές επιστήμες και η τεχνολογία είναι πανομοιότυπες.	6,9%	24,1%	69%
13. Η επιστημονική επιχείρηση (έργο που βασίζεται στην επιστήμη) είναι μία ατομική επιχείρηση.	1,7%	13,8%	84,5%
14. Η κοινωνία, η πολιτική και ο πολιτισμός δεν επηρεάζουν την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης.	3,4%	6,9%	89,7%

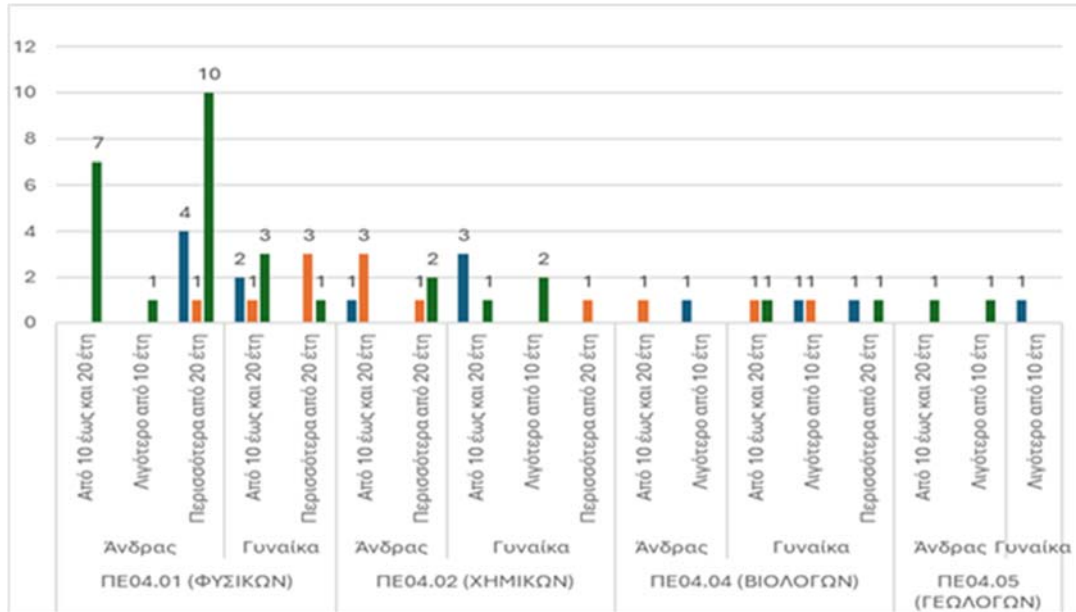
Από τον Πίνακα 4 παρατηρούμε ότι το 69% των ερωτώμενων εκπαιδευτικών πιστεύει ότι δεν υπάρχει κάποια ομοιότητα ανάμεσα στις φυσικές επιστήμες και στην τεχνολογία, ενώ υπάρχει ένα 24,1% που δεν μπορεί να απαντήσει με βεβαιότητα σε αυτή την ερώτηση. Επίσης, σχετικά με το αν η επιστημονική επιχείρηση μπορεί να θεωρηθεί ως μία ατομική επιχείρηση, το 84,5% διαφωνεί με αυτήν την άποψη, καθώς η σύγχρονη επιστημονική γνώση είναι σχεδόν πάντα το αποτέλεσμα ομαδικής εργασίας και συνεργασίας επιστημόνων από περισσότερες από μία χώρες τις περισσότερες φορές.

Αποτελέσματα ανά Κλάδο Εκπαιδευτικών

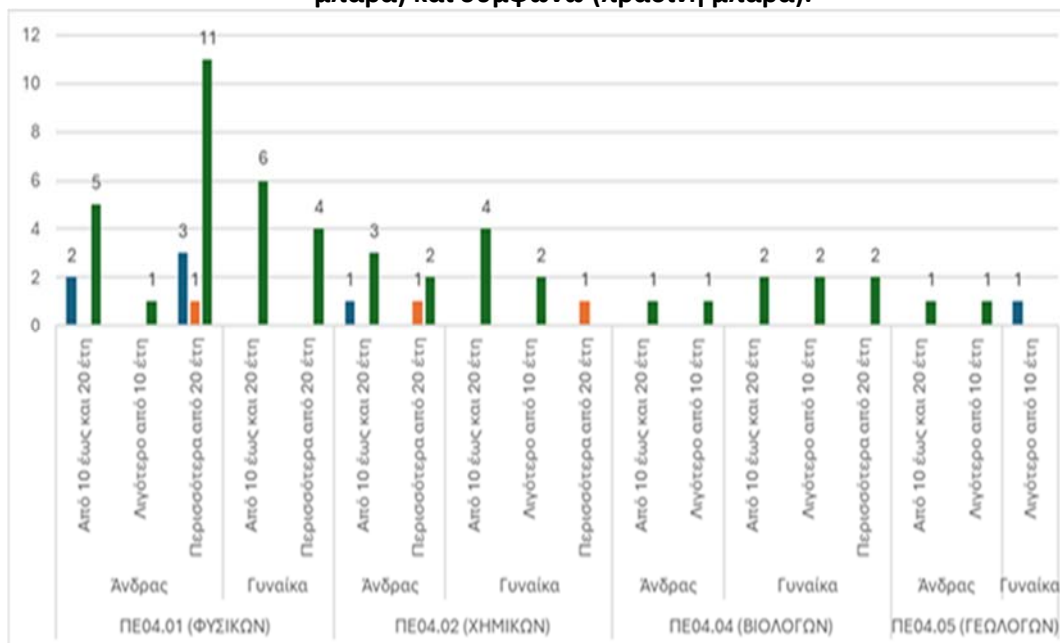
Στη συνέχεια, οι απαντήσεις των ερωτώμενων εκπαιδευτικών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου συσχετίστηκαν με την ειδικότητα των εκπαιδευτικών. Τα διαγράμματα που ακολουθούν καταγράφουν τις κατηγοριοποιήσεις των ερωτώμενων εκπαιδευτικών σε σχέση με τις ειδικότητες ενδεικτικά για ορισμένες ερωτήσεις, όπως προσδιορίστηκαν πιο πριν. Από τα διαγράμματα προκύπτει ότι δεν φαίνεται να υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές μεταξύ των εκπαιδευτικών των φυσικών επιστημών διαφορετικών ειδικοτήτων.



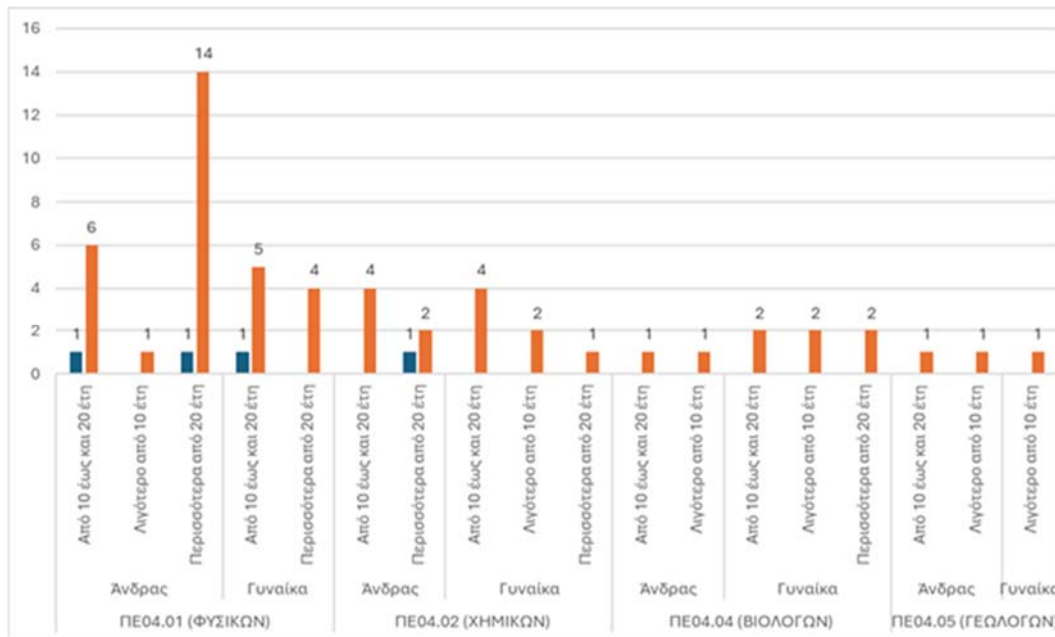
Σχήμα 1. Οι απαντήσεις στην ερώτηση: «Οι υποθέσεις αναπτύσσονται για να γίνουν μόνο θεωρίες». Δεν είναι βέβαιος/η (μπλέ μπάρα), διαφωνώ (πορτοκαλί μπάρα) και συμφωνώ (πράσινη μπάρα).



Σχήμα 2. Οι απαντήσεις στην ερώτηση: «Οι επιστημονικές θεωρίες είναι λιγότερο ασφαλείς από τους νόμους». Δεν είναι βέβαιος/η (μπλέ μπάρα), διαφωνώ (πορτοκαλί μπάρα) και συμφωνώ (πράσινη μπάρα).



Σχήμα 3. Οι απαντήσεις στην ερώτηση: «Οι επιστημονικές θεωρίες μπορούν να αναπτυχθούν για να γίνουν νόμοι». Δεν είναι βέβαιος/η (μπλέ μπάρα), διαφωνώ (πορτοκαλί μπάρα) και συμφωνώ (πράσινη μπάρα).



Σχήμα 4. Οι απαντήσεις στην ερώτηση «Η επιστημονική γνώση δεν μπορεί να αλλάξει». ». Δεν είναι βέβαιος/η (μπλέ μπάρα) και διαφωνώ (πορτοκαλί μπάρα).

Αποτελέσματα ανά κατηγορία ετών προϋπηρεσίας

Στη συνέχεια διερευνήθηκαν οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών για τις απόψεις τους για τις ερωτήσεις σχετικά με τους «Μύθους των Φυσικών Επιστημών», ανά κατηγορία ετών προϋπηρεσίας. Όπως αναφέρθηκε, υπάρχουν τρεις κατηγορίες ετών προϋπηρεσίας: Λιγότερο από 10 έτη, από 10 έως 20 έτη και περισσότερα από 20 έτη. Οι απαντήσεις των ερωτώμενων εκπαιδευτικών παρουσιάζονται στον επόμενο Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Απαντήσεις ερωτώμενων ανά κατηγορία ετών προϋπηρεσίας

Ερωτήσεις	Λιγότερο από 10 έτη			Από 10 έως 20 έτη			Περισσότερα από 20 έτη		
	Συμφωνώ	Δεν είμαι βέβαιος/η	Διαφωνώ	Συμφωνώ	Δεν είμαι βέβαιος/η	Διαφωνώ	Συμφωνώ	Δεν είμαι βέβαιος/η	Διαφωνώ
1	0%	1,7%	12,1%	1,7%	13,8%	27,6%	6,9%	6,9%	29,3%
2	6,9%	5,2%	1,7%	22,4%	10,3%	10,3%	24,1%	8,6%	10,3%
3	12,1%	1,7%	0%	37,9%	5,2%	0%	32,8%	5,2%	5,2%
4	0%	0%	13,8%	0%	3,4%	39,7%	0%	3,4%	39,7%
8	13,8%	0%	0%	37,9%	1,7%	3,4%	39,7%	0%	3,4%
9	8,6%	1,7%	3,4%	15,5%	12,1%	15,5%	19,1%	12,1%	12,1%
5	10,3%	0%	3,4%	24,1%	8,6%	10,3%	25,9%	6,9%	10,3%
6	0%	6,9%	6,9%	8,6%	15,5%	19%	1,7%	15,5%	25,9%
7	5,2%	5,2%	3,4%	6,9%	6,9%	29,3%	1,7%	6,9%	34,5%
10	1,7%	0%	12,1%	0%	6,9%	36,2%	3,4%	3,4%	36,2%
11	5,2%	6,9%	1,7%	8,6%	24,1%	10,3%	12,1%	19%	12,1%
12	5,2%	3,4%	5,2%	0%	10,3%	32,8%	1,7%	10,3%	31%
13	1,7%	3,4%	8,6%	0%	3,4%	39,7%	0%	6,9%	36,2%
14	0%	0%	13,8%	3,4%	3,4%	36,2%	0%	3,4%	39,7%

Από τον Πίνακα 5 προκύπτει ότι δεν υπάρχουν, σε γενικές γραμμές, σημαντικές διαφορές μεταξύ των απαντήσεων των εκπαιδευτικών με διαφορετικά έτη προϋπηρεσίας. Σε ορισμένες περιπτώσεις διαπιστώνονται μικρές τροποποιήσεις, όπως για παράδειγμα στην Ερώτηση 9 η οποία αναφέρεται στο αν «ένα επιστημονικό μοντέλο εκφράζει ένα αντίγραφο της πραγματικότητας». Σε αυτή την περίπτωση οι εκπαιδευτικοί με λιγότερο από 10 έτη προϋπηρεσία, όπως και αυτοί με πάνω από 20 έτη, φαίνεται να συμφωνούν περισσότερο με

τη συγκεκριμένη άποψη, ενώ ένα ποσοστό 15,5% των εκπαιδευτικών με 10 έως 20 έτη προϋπηρεσίας δηλώνει ότι συμφωνεί και το ίδιο ποσοστό δηλώνει ότι διαφωνεί. Μία διαφοροποίηση υπάρχει και σχετικά με το αν «η επιστημονική γνώση προέρχεται από τα πειράματα» (Ερώτηση 7). Σε αυτήν την περίπτωση όσοι από τους ερωτώμενους εκπαιδευτικούς έχουν λιγότερο από 10 έτη προϋπηρεσία φαίνεται να συμφωνούν με τη συγκεκριμένη άποψη, σε αντίθεση με όσους έχουν 10 έως 20 χρόνια προϋπηρεσία, ή πάνω από 20 έτη, όπου οι περισσότεροι δείχνουν να διαφωνούν. Τέλος, μία παρόμοια συμπεριφορά απαντήσεων καταγράφεται και για την Ερώτηση 12 «Οι φυσικές επιστήμες και η τεχνολογία είναι πανομοιότυπες», όπου όσοι έχουν κάτω από 10 έτη προϋπηρεσίας φαίνεται να μην έχουν συγκεκριμένη άποψη, ενώ όσοι έχουν πάνω από 10 έτη προϋπηρεσίας φαίνεται να διαφωνούν με τη πρόταση αυτή.

Συμπεράσματα

Σε ό,τι αφορά τις ορθές απαντήσεις του ερωτηματολογίου: «Οι υποθέσεις δεν αναπτύσσονται μόνο για να γίνουν μόνο θεωρίες. Οι επιστημονικές θεωρίες είναι λιγότερο ασφαλείς από τους νόμους. Οι επιστημονικές θεωρίες μπορούν να αναπτυχθούν, για να γίνουν νόμοι. Η επιστημονική γνώση μπορεί να αλλάξει. Η επιστημονική μέθοδος είναι μια σταθερή διαδικασία βήμα προς βήμα. Οι Φυσικές Επιστήμες και η επιστημονική μέθοδος δεν μπορούν να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα. Η επιστημονική γνώση δεν προέρχεται μόνο από τα πειράματα. Η συσσώρευση αποδεικτικών στοιχείων καθιστά πιο σταθερή την επιστημονική γνώση. Δεν είμαστε βέβαιοι αν ένα επιστημονικό μοντέλο (π.χ. το ατομικό μοντέλο) εκφράζει ένα αντίγραφο της. Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τη δημιουργικότητα και τη φαντασία στην ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης. Ορισμένοι επιστήμονες ενδέχεται να έχουν προκαταλήψεις. Οι Φυσικές Επιστήμες και η τεχνολογία δεν είναι πανομοιότυπες. Η επιστημονική επιχείρηση (έργο που εδράζεται στην επιστήμη) δεν είναι μια ατομική επιχείρηση. Η κοινωνία, η πολιτική και ο πολιτισμός επηρεάζουν την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης». Η συντριπτική πλειονότητα των ερωτώμενων εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών (82,8%) συμφωνεί με την άποψη ότι ο σκοπός των θεωριών που αναπτύσσονται είναι να μετατραπούν σε νόμους και επίσης σχεδόν το σύνολο των ερωτώμενων (93,1%) πιστεύει ότι η επιστημονική γνώση μπορεί να αλλάξει, κυρίως λόγω πιθανών νέων ανακαλύψεων και καινούργιας γνώσης. Επίσης, πάλι το σύνολο σχεδόν των ερωτώμενων εκπαιδευτικών (91,4%) πιστεύει ότι η συσσώρευση αποδεικτικών στοιχείων είναι αυτή που σταθεροποιεί και ενισχύει την επιστημονική γνώση. Τέλος, σχετικά με το αν ένα επιστημονικό μοντέλο εκφράζει ή περιγράφει την πραγματικότητα, οι απόψεις των εκπαιδευτικών σχεδόν διίστανται. Ένα 43,1% συμφωνεί με αυτήν την άποψη, ενώ ένα 31% δηλώνει ότι διαφωνεί.

Σχετικά με το αν οι Φυσικές Επιστήμες και γενικά η επιστημονική μέθοδος μπορούν να απαντήσουν στο σύνολο των ερωτημάτων, το 51,7% διαφωνεί, θεωρώντας ότι δεν μπορεί να συμβεί κάτι τέτοιο σε όλα τα ερωτήματα. Ένα 37,9% δηλώνει ότι δεν γνωρίζει ή ότι δεν είναι βέβαιο για αυτό και μόλις το 10,3% των ερωτώμενων πιστεύει ότι όλα τα ερωτήματα που θέτονται μπορούν να απαντηθούν από τις Φυσικές Επιστήμες και την επιστημονική γνώση. Επίσης, το 67,2% των ερωτώμενων πιστεύουν ότι η επιστημονική γνώση δεν προέρχεται μόνο από τα πειράματα, κυρίως γιατί δηλώνουν ότι μπορεί η επιστημονική γνώση να προέρχεται από παρατηρήσεις του φυσικού κόσμου, αλλά και από την έρευνα.

Πολύ μεγάλο ποσοστό των ερωτώμενων (89,7%) διαφωνεί με την άποψη ότι η κοινωνία, η πολιτική και ο πολιτισμός δεν επηρεάζουν την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης. Ένα ισχυρό επιχείρημα πάνω σε αυτήν την άποψη είναι η χρηματοδότηση που παρέχεται από την πολιτεία για την έρευνα και συνεπώς για την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης.

Οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών των κλάδων ΠΕ04.01 (Φυσικών) και ΠΕ04.02 (Χημικών) φαίνεται να ταυτίζονται ως προς τη συμφωνία ή τη διαφωνία με τις προτάσεις των ερωτήσεων, σχεδόν, σε όλες τις περιπτώσεις. Βέβαια, τα ποσοστά διαφέρουν, αλλά αυτό οφείλεται στο διαφορετικό μέγεθος του δείγματος των δύο κατηγοριών. Για τους κλάδους

ΠΕ04.04 (Βιολόγοι) και ΠΕ04.05 (Γεωλόγοι) το μικρό μέγεθος των δειγμάτων, δεν μπορεί να οδηγήσει σε κάποιο ασφαλές συμπέρασμα. Παρ' όλ' αυτά, και σε αυτούς τους δύο κλάδους φαίνεται να υπάρχει η ίδια τάση, δηλαδή συμφωνία με τις απόψεις των εκπαιδευτικών των φυσικών επιστημών των κλάδων Φυσικών και Χημικών.

Στο επάγγελμα του εκπαιδευτικού γίνεται εφαρμογή του συνδυασμού της επιστημονικής γνώσης, της παιδαγωγικής γνώσης - κατάρτισης και των τεχνολογικών γνώσεων. Το επάγγελμα είναι πολυσύνθετο και αρκετές φορές οι παιδαγωγικές πρακτικές αντλούν το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας του εκπαιδευτικού. Έτσι, παρόλο που το σύνολο των συναδέλφων των Φυσικών Επιστημών διακατέχονται από αγάπη για το έργο που επιτελούν, πρέπει, πιστεύουμε, να διερευνηθεί περαιτέρω κατά πόσο η εξάντληση στο παιδαγωγικό τμήμα λειτουργεί ως φραγμός στην επιστημονική ενημέρωση. Στην παρούσα μελέτη τεκμηριώνεται ότι ένα μεγάλο ποσοστό εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών κατέχουν την επιστημονική γνώση, την επιστημονική μέθοδο, αντιλαμβάνονται το έργο των επιστημόνων και την επιστημονική επιχείρηση.

Σε βιβλιογραφική ανασκόπηση των Αποστολάκη και Τσιχουρίδη το 2023 σχετικά με αντιλήψεις εκπαιδευτικών για έννοιες της Βιολογίας και τη φύση της επιστήμης καταγράφηκε ότι στην κατηγορία της φύσης της επιστήμης επαναλαμβάνεται η λανθασμένη άποψη πως υπάρχει ιεραρχική σχέση νόμου – θεωρίας και ότι μία θεωρία γίνεται νόμος μόνο εάν αποδειχθεί (Cook, & Buck, 2013). Επιπροσθέτως, στην έρευνα του Cakmakci (2017) υποψήφιοι εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών ανέφεραν απόψεις όπως η νέα γνώση προστίθεται στην παλιά, ενώ η παλιά γνώση δεν αλλάζει, οι επιστημονικές παρατηρήσεις συνήθως θα είναι διαφορετικές εάν οι επιστήμονες πιστεύουν σε διαφορετικές θεωρίες, καθώς και ότι οι επιστήμονες που πειραματίζονται με διαφορετικούς τρόπους, αντιλαμβάνονται διαφορετικά τα πράγματα και ότι υπάρχει ιεραρχική σχέση μεταξύ των υποθέσεων, των επιστημονικών θεωριών και των νόμων. Στην παρούσα έρευνα δεν παρουσιάστηκαν οι παραπάνω παρανοήσεις.

Αναφορές

Bouarapkan, K. (2009). Thai In-service Science Teachers' Conceptions of the Nature of Science. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia* 32(2), 188-217.

Cakmakci, G., (2017). Using Video Vignettes of Historical Episodes for Promoting Pre-service Teachers' Ideas about the Nature of Science. *Science Education International*. 28, 7-29.

Cook, K.-L., & Buck, G.-A., (2013). Pre-service Teachers' Understanding Nature of Science through Socio-scientific Inquiry. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 17.

Dogan, M. (2010). *Bilim ve teknoloji tarihi [History of science and technology]* (3. ed.) Ankara: Ani Publicati.

Eberbach, C., & Crowley, K. (2009). From everyday to scientific observation: How children learn to observe the biologist's world. *Review of Educational Research*, 79(1), 39-68.

Guerriero, S. (2014). Teachers' Pedagogical Knowledge and the Teaching Profession. *American Education Research Journal*, 47(1), 133-180.

Harlen, W., & Elstgeest, J. (1992). *Unesco sourcebook for science in the primary school: A workshop approach to teacher education*. Paris: Unesco Pub.

Heong, Y. M., Yunos, J., Othman, W., Hassan, R., Kiong, T. Z., & Mohamad, M. M. (2012). The needs analysis of learning higher order thinking skills for generating ideas. *Procedia - Social & Behavioral Sciences*, 59, 197-203.

Mao, X., & Li, Z. (2010). Agent based affective tutoring systems: A pilot study. *Computers & Education*, 55, 202-208.

Miles, E. (2010). *In-service elementary teachers' familiarity, interest, conceptual knowledge, and performance on science process skills*. Southern Illinois University Carbondale.

Molnár Z., Gyuris A., Radács M., Nemes P., Bátori I. and Gálfi M. (2023). Complex natural science and the challenges of its education in the 21st century. *Cogent Education*, 10, 1-14.

Muhsinah, A. & Ratna, Y., & Sucahyo Mas'an Al Wahid (2017). The Analysis of Science Process Skills on Natural Science Questions at Elementary Schools in Tarakan. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 100, 298-301.

Naim Syla, N. & Schonherr, J., Malkic E., & Aliaj, F. (2022). A Teaching Method for the Natural Sciences. *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, 8(2), 56-58.

Patan, A., & Kucuk, M. (2022). The Influence of Imagination and Creativity-Based Science Teaching on Turkish Middle School Students' Nature of Science Views. *Education Quarterly Reviews*, 5(2), 707-719.

Popper, K. (2005). *The Logic of Scientific Discovery*. London and New York: Routledge.

Sisman, H.E., Aydogan, N., & Cankaya, O. (2024). A scientific creativity scale development process for science teacher candidates. *International Journal on Social and Education Sciences*, 6(1), 37-63.

Αποστολάκη, Δ. & Τσιχουρίδης, Χ. (2023). Αντιλήψεις εκπαιδευτικών για έννοιες της Βιολογίας και τη φύση της επιστήμης: Μια βιβλιογραφική ανασκόπηση. 13ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. <https://epublishing.ekt.gr. e-Εκδότης: EKT. Πρόσβαση: 24/07/2024 15:08:20>

Βλαχόπουλος, Σ. (2023). Σύνταγμα – Ερμηνεία κατ' άρθρο. Άρθρο 16. ΚΕΣΔ, σελ. 22.

Γιαλούρη, Ε. Γ., (2020). Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες με την χρήση προηγμένων τεχνολογικών εφαρμογών. Κεντρική Βιβλιοθήκη Ε.Μ.Π., Διδακτορική Διατριβή, URI: <http://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/handle/123456789/5937>

Καλκάνης Γ. Θ. (2021). Η Επιστημονική – Εκπαιδευτική Μέθοδος με Διερεύνηση και Καλές Πρακτικές. Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία, 1(1), 21–38.

Μανωλάκης, Χ. (2010). Η σύγχρονη επιστημονική έρευνα: Αναλυτική προσέγγιση. *Πανεπιστημιακά Προσκλητήρια*, 14(2), 243-260.

Πλακίτση, Κ. (2008). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και στην πρώτη σχολική ηλικία: Σύγχρονες τάσεις και προοπτικές. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη.

Σπυροπούλου-Κατσάνη, Δ. (2005). Διδακτικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες. Αθήνα: Τυπωθήτω.

Χαλκιά, Κ. (2012). Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες: θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη.