



UNIVERSITY *of* NICOSIA

Μελέτη των αντιλήψεων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη φύση της επιστήμης και τη διερώτηση σε συνάρτηση με τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειάς τους και τις ανησυχίες τους για την εξ' αποστάσεως διδασκαλία των φυσικών επιστημών εν μέσω της πανδημίας COVID- 19

ΑΠΟ ΤΟΝ/ΤΗΝ

Παλπάνη Χρυσούλα Αικατερίνη

Μεταπτυχιακή Εργασία στο Πρόγραμμα Διδακτική Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών

Για απόκτηση μεταπτυχιακού διπλώματος (Master)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΛΕΥΚΩΣΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ

Ιανουάριος, 2022

Η Παλπάνη Χρυσούλα- Αικατερίνη, γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «Μελέτη των αντιλήψεων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη φύση της επιστήμης και τη διερώτηση σε συνάρτηση με τις πεποιθήσεις αυτό- επάρκειάς τους και τις ανησυχίες τους για την εξ' αποστάσεως διδασκαλία των φυσικών επιστημών εν μέσω της πανδημίας COVID- 19» αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές που έχω χρησιμοποιήσει έχουν δηλωθεί κατάλληλα στις βιβλιογραφικές παραπομπές και αναφορές. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

Η ΔΗΛΟΥΣΑ

Παλπάνη Χρυσούλα Αικατερίνη



Στη μητέρα μου

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τη μητέρα και τη γιαγιά μου που κάνουν, και έκαναν από την αρχή της ζωής μου, καθημερινό αγώνα για να μπορώ να ακολουθώ τα όνειρα μου, τον άντρα μου, σύντροφο ζωής από την ημέρα που τον γνώρισα, αλλά και την υπόλοιπη οικογένεια μου που με στηρίζει σε κάθε μου βήμα. Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου για την υπομονή τους με την γκρίνια και την απουσία μου. Τέλος, θα ήθελα από καρδιάς να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα και μέντορα μου Όλια Τσιβιτανίδου για όλη τη δουλειά που έκανε με εμένα και για την ίδια τη μελέτη. Τίποτα από αυτά δεν θα ήταν δυνατό χωρίς τη συνεχή καθοδήγηση της. Ελπίζω ειλικρινά κάποια στιγμή να καταφέρω να γίνω η παιδαγωγός που είναι εκείνη.





Μελέτη των αντιλήψεων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη φύση της επιστήμης και τη διερώτηση σε συνάρτηση με τις πεποιθήσεις αυτό- επάρκειάς τους και τις ανησυχίες τους για την εξ' αποστάσεως διδασκαλία των φυσικών επιστημών εν μέσω της πανδημίας COVID- 19

Παρόλο που η ενσωμάτωση της φύσης της επιστήμης στη διδασκαλία θεωρείται απαραίτητη για την ανάπτυξη επιστημολογικής επάρκειας των μαθητών, συχνά δεν τυγχάνει κατάλληλου διδακτικού χειρισμού. Η χρήση της διερώτησης, ως προτύπου διδασκαλίας και μάθησης, προτείνεται από τη διεθνή βιβλιογραφία ως κατάλληλη για την ανάπτυξη επιστημολογικής επάρκειας, πέραν της επίτευξης εννοιολογικής κατανόησης. Η εφαρμογή της διερώτησης μπορεί να παράσχει πλούσιο συγκείμενο για τη διδασκαλία σχετικά με τη φύση της επιστήμης, ενώ έρευνες δείχνουν ότι συχνά δεν υιοθετείται κατάλληλα. Ταυτόχρονα, η συχνότητα και η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής νέων μεθόδων διδασκαλίας, συμπεριλαμβανομένης και της διερώτησης, φαίνεται να σχετίζεται, μεταξύ άλλων, και με τα χαρακτηριστικά και την παιδαγωγική και επαγγελματική κατάρτιση των εκπαιδευτικών. Στην παρούσα έρευνα επιδιώχθηκε η μελέτη των πεποιθήσεων των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης και τη διερώτηση, καθώς και η διερεύνηση της συσχέτισης αυτών με την αυτό-επάρκεια και το επίπεδο ετοιμότητάς τους για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης στο πλαίσιο της διερώτησης, κατά την εξ' αποστάσεως διδασκαλία που εφαρμόστηκε την περίοδο της πανδημίας COVID- 19. Ακολουθήθηκε ποσοτική και ποιοτική μεθοδολογία, για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων από ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις με εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης της Ελλάδας και της Κύπρου. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν πως οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να έχουν κάποια κατανόηση σχετικά με τη σχολική διερώτηση και τη φύση της επιστήμης, παρόλο που μερίδα αυτών ανέφεραν ότι εφάρμοσαν περιορισμένα τη διερώτηση κατά τις εξ' αποστάσεως διδασκαλίες τους. Μερίδα των εκπαιδευτικών φάνηκε να έχει μάλλον πρώιμες αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης. Φάνηκε πως οι εκπαιδευτικοί με πιο ενημερωμένες αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης και τη σχολική διερώτηση έχουν μεγαλύτερες ανησυχίες για τη χρησιμότητα ή τη σημαντικότητα της επιστράτευσης της φύσης της επιστήμης στη διδασκαλία. Στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν να υπάρχουν μόνο ως προς την προσωπική επιστημονική διδακτική επάρκεια, ενώ δεν

σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς το προσδοκώμενο αποτέλεσμα. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας μπορούν να ενημερώσουν πτυχές που απαιτούν ιδιαίτερη σημασία κατά την προετοιμασία και επαγγελματική κατάρτιση εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Λέξεις κλειδιά: σχολική διερώτηση, φύση της επιστήμης, στάδια ανησυχίας εκπαιδευτικών, αυτό- επάρκεια διδασκαλίας εκπαιδευτικών, εξ' αποστάσεως εκπαίδευση.



Study of primary school teachers' perceptions of the nature of science and inquiry in correlation to their self-efficacy beliefs and concerns about distance science teaching in the course of the COVID-19 pandemic

Even though the integration of the nature of science (NOS) into teaching is considered necessary for the development of epistemological awareness by students, it is often not properly taught. The use of inquiry, as a model of teaching and learning, is suggested by the international literature as suitable for the development of epistemological awareness, in addition to achieving conceptual understanding. The use of inquiry in the classroom can provide a rich context for teaching about the NOS, while research findings have shown that it is often not properly adopted. At the same time, the frequency and effectiveness of the application of new teaching methods, including inquiry, seems to be related, inter alia, to the characteristics and pedagogical and vocational training of teachers. The present study sought to study teachers' beliefs about the NOS and inquiry, as well as to study their correlation with teachers' self-efficacy (i.e., personal science teaching efficacy and outcome expectancy) and their level of readiness to teach NOS in the context of inquiry, in the context of distance teaching and learning that came into force due to the COVID-19 pandemic. A mixed-method approach was followed, for the collection and analysis of data (i.e., online questionnaires and interviews) with primary education teachers from Greece and Cyprus. The results demonstrate that teachers seemed to have some understanding of classroom inquiry and NOS, although some reported that they applied to a limited extent inquiry in their teaching, during distance learning. Some of the teachers seemed to have rather premature conceptions of NOS. Teachers with more informed perceptions of the NOS and school inquiry have shown greater concern about the usefulness or importance of mobilizing NOS in their teaching. Statistically significant differences were found to exist only in terms of personal science teaching efficacy, while there were no statistically significant differences in terms of outcome expectancy. The results of the present research can inform aspects that require special importance in the preparation and delivery of professional training of primary education teachers.

Key words: school inquiry, nature of science, teachers' self-efficacy, teachers' concerns, distance learning.

Πίνακας Περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	13
1.1 Διατύπωση προβλήματος	13
1.2 Σκοπός της Έρευνας	15
1.3 Ερευνητικά Ερωτήματα	15
1.4 Αναγκαιότητα της έρευνας	16
1.5 Σημαντικότητα της έρευνας	17
1.6 Οριοθέτηση του προβλήματος	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	20
2.1 Εισαγωγή	20
2.2 Θεωρητικό πλαίσιο	22
2.3 Εννοιολογικοί ορισμοί	23
2.3.1. Διδασκαλία και Μάθηση μέσω Διερώτησης	23
2.3.2. Φύση της Επιστήμης	24
2.3.3. Πεποιθήσεις αυτό-επάρκειας διδασκαλίας	25
2.3.4. Στάδια ανησυχίας εκπαιδευτικών	25
2.4 Κύριο μέρος ανασκόπησης βιβλιογραφίας	26
2.4.2 Φύση της επιστήμης	29
2.4.3. Κοινωνικό επιστημονικά ζητήματα	34
2.4.4. Διερώτηση	34
2.4.4.1 Κύκλος διερώτησης του Pedaste και της ομάδας του	37
2.4.5. Εμπόδια στην εφαρμογή διδασκαλιών για τις φυσικές επιστήμες	39
2.4.6. Πεποιθήσεις εκπαιδευτικών για τη διερώτηση και τη φύση της επιστήμης και διδασκαλία των φυσικών επιστημών	41
2.4.7. Υποστήριξη εκπαιδευτικών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών	47
2.4.8. Το νέο πλαίσιο της εξ' αποστάσεως διδασκαλίας κατά την πανδημία COVID-19	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	57
3.1 Διαδικασία εκτέλεσης έρευνας	57
3.2 Μέσα συλλογής δεδομένων	58
3.2.1 Ερωτηματολόγιο	58
3.2.2. Συνεντεύξεις	61
3.3 Λειτουργικοί ορισμοί	62
3.4 Δείγμα	64
3.5 Ανάλυση δεδομένων	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	67
4.1. Πρώτο ερευνητικό ερώτημα	67
4.1.1. Αποτελέσματα ερωτηματολογίων για τη διερώτηση	67
4.1.2. Αποτελέσματα συνεντεύξεων για τη διερώτηση	67
4.1.2.1. Προτεραιότητα στη διερώτηση	68
4.1.2.2. Περιορισμοί και θετικά στη διενέργεια της εξ' αποστάσεως σχολικής διερώτησης	70
4.1.2.3. Εξ' αποστάσεως και δια ζώσης εφαρμογή μας διερώτησης	70
4.1.2.4. Σχολική- επιστημονική διερώτηση	71
4.2. Δεύτερο ερευνητικό ερώτημα	71

4.2.1. Αποτελέσματα ερωτηματολογίων για τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης.....	72
4.2.2. Αποτελέσματα συνεντεύξεων για τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης.	73
4.2.2.1. Τι είναι η επιστήμη;.....	74
4.2.2.2. Εμπειρική φύση της επιστήμης	75
4.2.2.3. Επιστημονικές μέθοδοι.....	76
4.2.2.4. Παρατήρηση- ερμηνεία	77
4.2.2.5. Θεωρία- νόμος.....	78
4.2.2.6. Προσωρινή φύση της επιστήμης	79
4.2.2.7. Διαδικασίες με τις οποίες αλλάζει μια θεωρία	80
4.2.2.8. Φαντασία και δημιουργικότητα στην επιστήμη	81
4.2.2.9. Κοινωνία και επιστήμη.....	82
4.2.2.10. Συμπεράσματα- Δεδομένα.....	85
4.2.2.12. Προτεραιότητα στην διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης στη σχολική τάξη.....	88
4.3. Τρίτο ερευνητικό ερώτημα	89
4.3.1. Αποτελέσματα ερωτηματολογίων για τις ανησυχίες και τις πεποιθήσεις αυτό -επάρκειας των εκπαιδευτικών	89
4.3.2. Αποτελέσματα συνεντεύξεων για τις ανησυχίες και τις πεποιθήσεις αυτό -επάρκειας των εκπαιδευτικών	90
4.3.2.1. Ανησυχία των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης	90
4.3.2.2. Προσωπική επάρκεια για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης	92
4.3.2.3. Αποτελεσματικότητα για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης	93
4.3.3.1. Σχέσεις μεταξύ αντιλήψεων για τη διερώτηση, της αυτό-επάρκειας και της ανησυχίας όπως καταδεικνύονται από τα ερωτηματολόγια και τις συνεντεύξεις	94
4.4. Τέταρτο ερευνητικό ερώτημα.....	95
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	97
5.1. Πρώτο ερευνητικό ερώτημα: Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για την εφαρμογή της διερώτησης στην εξ' αποστάσεως διδασκαλία.....	98
5.2. Δεύτερο ερευνητικό ερώτημα: Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης κατά την εξ' αποστάσεως διδασκαλία.....	99
5.2.1. Εμπειρική φύση της επιστήμης.....	99
5.2.2. Επιστημονικές μέθοδοι	101
5.2.3. Νόμοι και θεωρίες.....	101
5.2.4. Φαντασία και δημιουργικότητα	102
5.2.5. Η επιστήμη ως κοινωνικό εγχείρημα	102
5.3. Τρίτο ερευνητικό ερώτημα: Συσχέτιση αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για την εξ' αποστάσεως εφαρμογή της διερώτησης με τις πεποιθήσεις αυτό- επάρκειας και ανησυχίας τους για τη φύση της επιστήμης.....	104
5.4. Τέταρτο ερευνητικό ερώτημα: Συσχέτιση αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης με τις πεποιθήσεις αυτό- επάρκειας και ανησυχίας τους για τη φύση της επιστήμης κατά την εξ' αποστάσεως διδασκαλία	105
5.3.1. Αυτό- επάρκεια για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης	105
5.3.2. Ανησυχία για τη φύση της επιστήμης.....	106

5.3.3. Συσχέτιση με την φύση της επιστήμης	106
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	108
6.1. Συμπεράσματα σχετικά με τα τέσσερα ερευνητικά ερωτήματα.....	108
6.2. Περιορισμοί	110
6.3. Προεκτάσεις έρευνας και εφαρμογές	110
6.4. Εισηγήσεις για μελλοντική έρευνα.....	112
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	113
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	125
Μέρος Α: Οι αντιλήψεις μου για το ρόλο μου ως εκπαιδευτικός κατά την εξ' αποστάσεως διδασκαλία μέσω διερώτησης	125
Μέρος Β: Οι αντιλήψεις μου για τη φύση της επιστήμης	127
Μέρος Γ: Ανησυχία για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης	129
Μέρος Δ: Οι αντιλήψεις μου σχετικά με την αυτό- επάρκεια μου για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.....	132
Μέρος Ε: Δημογραφικά στοιχεία και συμμετοχή σε συνέντευξη	133
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2	134
Συνοδευτική Επιστολή.....	134
Πρωτόκολλο συνέντευξης	135

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1. Ερωτήματα με αντεστραμμένες κλίμακες.....	65
Πίνακας 2: Μεταβλητές υψηλότερης τάξης.....	65
Πίνακας 3. Αποτελέσματα συνεντεύξεων για την προτεραιότητα στη διερώτηση κατά τα εξ' αποστάσεως μαθήματα.....	69
Πίνακας 4. Αποτελέσματα της ανάλυσης ταξινόμησης (k-means clustering) των εκπαιδευτικών με βάση τις αντιλήψεις τους για τη φύση της επιστήμης.....	72
Πίνακας 5. Αποτελέσματα συνεντεύξεων για τη φύση της επιστήμης.....	74
Πίνακας 6. Ορισμοί των ερωτώμενων για την επιστήμη	75
Πίνακας 7. Αντιλήψεις των ερωτώμενων για την εμπειρική φύση της επιστήμης.....	76
Πίνακας 8. Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τις επιστημονικές μεθόδους	77
Πίνακας 9. Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τις θεωρίες και τους νόμους	79
Πίνακας 10. Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη δημιουργικότητα και τη φαντασία στην επιστήμη	82
Πίνακας 11. Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη σχέση κοινωνίας-επιστήμης.....	85
Πίνακας 12. Κατάταξη των απαντήσεων των εκπαιδευτικών σχετικά με την προτεραιότητα που φαίνεται να δίνουν στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.....	89
Πίνακας 13. Περιγραφικά στοιχεία απαντήσεων για τις ανησυχίες των εκπαιδευτικών	90
Πίνακας 14. Περιγραφικά στοιχεία απαντήσεων για τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειας των εκπαιδευτικών	90
Πίνακας 15. Κατάταξη των απαντήσεων των εκπαιδευτικών σχετικά με την προτεραιότητα που φαίνεται να δίνουν στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.....	91
Πίνακας 16. Πεποιθήσεις προσωπικής επάρκειας των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.....	92
Πίνακας 17. Πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών για την αποτελεσματικότητά τους στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.	94
Πίνακας 18. Αποτελέσματα independent sample t-test μεταξύ των δύο ομάδων με διαφορετικές αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης.....	96

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

1.1 Διατύπωση προβλήματος

Ανά τους καιρούς έχουν επιστρατευτεί διάφορες παιδαγωγικές πρακτικές για την επίτευξη του επιστημονικού γραμματισμού στο σχολικό περιβάλλον, όπως αυτός προτείνεται από το Πρόγραμμα PISA (Programme for International Student Assessment) αλλά και από το Next Generation Science Standards (NRC, 1996; 2000; 2012). Μεταξύ αυτών, η διερώτηση έχει προταθεί ως ένα πρότυπο διδασκαλίας και μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες (NRC, 1996; 2000) στο πλαίσιο του οποίου οι μαθητές καλούνται να ακολουθήσουν, στο βαθμό που είναι εφικτό, μεθόδους και πρακτικές όμοιες αυτών που ακολουθούνται από τους επιστήμονες, προκειμένου να οικοδομήσουν επιστημονική γνώση (Capps & Crawford, 2013b).

Η μάθηση μέσω διερώτησης περιλαμβάνει την εμπλοκή των μαθητών σε αυθεντικές επιστημονικές ερευνητικές δραστηριότητες, όπως για παράδειγμα η διαμόρφωση προβλημάτων, η δημιουργία υποθέσεων, η δημιουργία και διεξαγωγή πειραμάτων και η εξαγωγή συμπερασμάτων (Pedaste, Mäeots, Siiman, De Jong, Van Riesen, Kamp, ...& Tsourlidaki, 2015). Έχει φανεί μέσα από αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών, ότι η μάθηση μέσω διερώτησης ενισχύει την κατανόηση των μαθητών σχετικά με τις επιστημονικές έννοιες και τα φαινόμενα (Schroeder, Scott, Tolson, Huang & Lee, 2007), συμβάλει στην απόκτηση επιστημονικών πρακτικών (Bybee, 2011), στην καλλιέργεια δεξιοτήτων σκέψης και κριτικής σκέψης (Haury, 1993), την ανάπτυξη θετικών στάσεων απέναντι στην επιστήμη (Silm, Tiitsaar, Pedaste, Zacharia & Papaevripidou, 2017), προωθώντας παράλληλα την ανάπτυξη επιστημολογικής επάρκειας για τη φύση τη επιστήμης (Chinn & Malhotra, 2002).

Συγκεκριμένα, η μάθηση μέσω διερώτησης για θέματα που αφορούν τη φύση της επιστήμης φαίνεται να είναι πολλά υποσχόμενη, ειδικά όπως προκύπτει μέσα από

κοινωνικό- επιστημονικά θέματα και συνδυάζεται με τον τεχνολογικό γραμματισμό (Lederman, Antink, & Bartos, 2014). Η κατανόηση θεμάτων που αφορούν τη φύση της επιστήμης μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές στο να αντιλαμβάνονται το ρόλο, την επιδίωξη, τις δυνατότητες και τους περιορισμούς της επιστήμης (Driver, Leach, Millar, & Scott, 1996; Kolstø, 2001). Συνεπώς, η προώθηση της κατανόησης για τη φύση της επιστήμης αποτελεί μια θεμελιώδη μαθησιακή επιδίωξη που χρειάζεται να τυγχάνει ορθού χειρισμού στο διδακτικό πλαίσιο της διδακτικής των φυσικών επιστημών.

Ωστόσο, η εφαρμογή των πρακτικών τη διερώτησης, συμπεριλαμβανόμενης και της επιδίωξης για κατανόηση θεμάτων που αφορούν τη φύση της επιστήμης, σπάνια αντικατοπτρίζεται στη σχολική τάξη (Chinn & Malhotra, 2002; Driver et al., 1996; Roth, 1995; Ryder, Leach, & Driver, 1999; Popa, Repanovici, Lupu, Norel & Coman, 2020; Tan, 2021).

Οι δυσκολίες ενσωμάτωσης αυτών των πρακτικών αποδίδονται συχνά σε ελλείψεις στα προγράμματα σπουδών αλλά και σε περιορισμούς που προκύπτουν από τις γνώσεις, τις εμπειρίες και τις πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών (Schwartz, Lederman & Crawford, 2004). Συγκεκριμένα σε θέματα διδασκαλίας της φύσης της επιστήμης, ερευνητικά αποτελέσματα έχουν δείξει ότι η προηγούμενη εμπειρία των εκπαιδευτικών και οι προθέσεις τους σχετικά με τη διδασκαλία της φύσης τη επιστήμης παίζουν καθοριστικό ρόλο στην εκπαιδευτική πρακτική (Lederman, 1999). Ταυτόχρονα, οι πεποιθήσεις τόσο προπτυχιακών αλλά όσο και σε υπηρεσία εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης φαίνεται να διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην αυτό-επάρκειά και το επίπεδο ετοιμότητάς τους για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης, γεγονός που τους προκαλεί ιδιαίτερη ανησυχία για την διδακτική τους παρουσία στις τάξεις στις οποίες διδάσκουν (Smolleck & Yoder, 2008). Αυτό το πρόβλημα, πιθανώς να έχει ενταθεί με την εμφάνιση της πανδημίας COVID- 19, μιας κοινωνικό- επιστημονικής κρίσης λόγω της οποίας πολλές χώρες, συμπεριλαμβανομένων της Ελλάδας και της Κύπρου, αναγκάστηκαν να αναστείλουν τη λειτουργία των σχολικών μονάδων, και να εφαρμόσουν εξ' αποστάσεως διδασκαλία.

Η ελλιπής προετοιμασία των εκπαιδευτικών για την εξ' ολοκλήρου εξ' αποστάσεως διδασκαλία (Bungum, 2018) σε συνδυασμό με τις ήδη μειωμένες ικανότητες τους στην προετοιμασία υλικού (Evagorou & Nisiforou, 2020; Korkmaz &

Toraman, 2020; Popa et al., 2020) για την διδασκαλία μέσω διερώτησης, του χαμηλού τους αισθήματος αυτό-επάρκειας και της ανησυχίας τους για τη φύση της επιστήμης που προκύπτει από τις γνώσεις και τις αντιλήψεις τους σχετικά με αυτή, αποτελούν παράγοντες που πιθανό να επηρεάζουν την υιοθέτηση του προτύπου της διερώτησης στην εξ' αποστάσεως διδασκαλία, με αντίκτυπο στη μάθηση των μαθητών και τη μειωμένη παροχή ευκαιριών για την ανάπτυξη της επιστημολογικής τους επάρκειας (Akerson & Donnelly, 2008).

1.2 Σκοπός της Έρευνας

Σύμφωνα και με τον Popa και τους συνεργάτες του (2020), για την επίτευξη επιθυμητών μαθησιακών αποτελεσμάτων, η διδακτική παρουσία του εκπαιδευτικού είναι ιδιαίτερα σημαντική, ίσως ορισμένες φορές πιο σημαντική από την κοινωνική και τη γνωστική παρουσία του μαθητή μέσα στη μαθησιακή διαδικασία. Καθώς οι εκπαιδευτικοί έχουν κεντρικό ρόλο στη διδακτική πράξη, είναι σημαντική η μελέτη και κατανόηση των αντιλήψεών τους για προσεγγίσεις και θέματα διδακτικής των φυσικών επιστημών, καθώς και των πεποιθήσεων αυτό-επάρκειάς και των ανησυχιών τους για την εξ' αποστάσεως διδασκαλία σε θέματα διδακτικής των φυσικών επιστημών.

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας είναι διττός. Πρώτον, επιδιώκεται να μελετηθούν οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την υιοθέτηση της διερώτησης ως πρότυπου διδασκαλίας και μάθησης στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση κατά την περίοδο της πανδημίας COVID-19, καθώς και οι αντιλήψεις τους για τη φύση της επιστήμης. Δεύτερον, επιδιώκεται να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ αυτών των αντιλήψεων με τις ανησυχίες των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης στο σχολείο, καθώς και με τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειά τους όσο αφορά τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.

1.3 Ερευνητικά Ερωτήματα

Η παρούσα έρευνα επιχειρεί να απαντήσει στα εξής ερωτήματα:

1. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την υιοθέτηση της διερώτησης ως πρότυπου διδασκαλίας και μάθησης στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση εν καιρώ πανδημίας;

2. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη φύση της επιστήμης, κατά την περίοδο της πανδημίας COVID- 19;
3. Πώς συσχετίζονται οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την υιοθέτηση της διερώτησης, ως πρότυπου διδασκαλίας και μάθησης στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση εν καιρώ πανδημίας, με τις ανησυχίες τους και με τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειάς τους όσο αφορά τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης;
4. Πώς συσχετίζονται οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη φύση της επιστήμης με τις ανησυχίες τους και με τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειά τους για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης στο σχολείο, κατά την περίοδο της πανδημίας COVID- 19;

1.4 Αναγκαιότητα της έρευνας

Ενώ οι πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης σε συνάρτηση με την εκπαιδευτική πράξη (Lederman, 1999) και άλλα χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών, όπως οι ανησυχίες τους για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης στο σχολείο, τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειά τους όσο αφορά τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης (Akerson & Donnelly, 2008), καθώς και οι αντιλήψεις τους σχετικά με την υιοθέτηση της διερώτησης στο σχολικό πλαίσιο (Brown, Abell, Demir, & Schmidt, 2006; Capps & Crawford, 2013a; 2013b) έχουν ήδη μελετηθεί, η εξ' αποστάσεως διδασκαλίας έκτακτης ανάγκης που έχει εφαρμοστεί τον τελευταίο χρόνο λόγω των μέτρων αντιμετώπισης της πανδημίας COVID-19 αποτελεί ένα νέο πλαίσιο διδακτικής πράξης (Pora et al., 2020) που ενδεχομένως να έχει επηρεάσει την εφαρμογή της διερώτησης ευρύτερα.

Συνεπώς, η παρούσα μελέτη θεωρείται αναγκαία καθώς στο πλαίσιο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που έγινε αναδύθηκε η ύπαρξη ελάχιστης διερεύνησης της συσχέτισης των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών τόσο για τη διερώτηση όσο και για τη φύση της επιστήμης με τις ανησυχίες τους και την αυτό-επάρκειά τους για διδασκαλία της φύσης της επιστήμης στο πλαίσιο της εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης. Γενικότερα, οι συνθήκες εκπαίδευσης που έχουν δημιουργηθεί τόσο σε τοπικό, όσο και σε διεθνές επίπεδο, καθιστούν αναγκαία τη μελέτη των πιο πάνω ζητημάτων, με απώτερο στόχο την κατανόηση των παραμέτρων που ενδεχομένως να σχετίζονται με

την εφαρμογή του προτύπου της διερώτησης στην σχολική τάξη και πιο συγκεκριμένα τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.

1.5 Σημαντικότητα της έρευνας

Η εμφάνιση της πανδημίας COVID- 19 έχει επιφέρει σημαντικό κοινωνικό και επιστημονικό αντίκτυπο, επηρεάζοντας μεταξύ άλλων τομέων και την εκπαίδευση, ενώ στο σύνολο των επιστημονικών κοινοτήτων σημειώνονται προσπάθειες για την αντιμετώπιση αυτής της κοινωνικό- επιστημονικής κρίσης. Μεταξύ των διαφόρων προκλήσεων που η πανδημία έχει επιφέρει, συγκαταλέγονται και οι προκλήσεις της εξ' αποστάσεως διδασκαλίας (Reiss, 2020). Στην εκπαιδευτική κοινότητα θεωρείται πως αυτό το συγκείμενο μπορεί να αποτελέσει αφετηρία για να επανέλθουν στο φως ζητήματα που σχετίζονται με τη διδακτική των φυσικών επιστημών και ειδικότερα με την υιοθέτηση της διερώτησης για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης.

Συγκεκριμένα οι εκπαιδευτικοί συχνά φέρουν ανεπαρκείς γνώσεις σχετικά με την έννοια της επιστήμης και συγκεκριμένα, το ρόλο της δημιουργικότητας στην επιστήμη, τη λειτουργία των επιστημονικών μοντέλων, τους ρόλους των θεωριών και της σχέσης τους με την έρευνα, του διαχωρισμού μεταξύ υποθέσεων, νόμων και θεωριών, τη σχέση μεταξύ πειραματισμού, μοντέλων και θεωριών, και της απόλυτης αλήθειας, του γεγονότος ότι η επιστήμη δεν αφορά μόνο τη συλλογή και ταξινόμηση γεγονότων, του τι αποτελεί επιστημονική εξήγηση και τέλος των διασυνδέσεων και των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ διαφορετικών επιστημονικών κλάδων (Lederman, 1992). Επιπρόσθετα, οι πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών τόσο γενικότερα όσο και σχετικά με την αυτό- επάρκεια τους σε θέματα διδασκαλίας, έχει φανεί πως επηρεάζουν το διδακτικό τους ρόλο και το διδακτικό σχεδιασμό, και συνεπώς, το πρόγραμμα σπουδών και τη μάθηση των μαθητών τους (Evans & Dolin, 2018).

Γενικότερα, η αυξημένη αυτό- επάρκεια των εκπαιδευτικών φαίνεται να συνδέεται θετικά με την επιτυχή διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Capps & Crawford, 2013a; 2013b), γεγονός που καθιστά τη μελέτη της σχέσης της αυτό-επάρκειας με θέματα διδασκαλίας, αναγκαία για τη δημιουργία προτάσεων και εισηγήσεων με σκοπό την παροχή χρήσιμης βοήθειας στους εκπαιδευτικούς για την βελτίωση της διδακτικής τους επάρκειας (π.χ. Bandura, 1997; Akerson & Donnelly, 2008).

Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από τη μελέτη των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης και τη διδασκαλία μέσω διερώτησης κατά την εξ' αποστάσεως εκπαίδευση, και η συσχέτιση αυτών των αντιλήψεων με τις ανησυχίες και τις πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών για την αυτό-επάρκειά τους για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης, θα συνεισφέρουν τόσο ερευνητικά συμπληρώνοντας την έρευνα που ήδη υπάρχει στο αντίστοιχο πεδίο, όσο και στην εκπαιδευτική πράξη πρώτα με την ανάδειξη πιθανών ζητημάτων και δεύτερον με την παροχή εισηγήσεων προς βελτίωση της εκπαιδευτικής πρακτικής. Τα αποτελέσματα της έρευνας αναμένεται να συμβάλουν στην παροχή εισηγήσεων για την υποστήριξη των εκπαιδευτικών σε θέματα διδακτικής με τη διερώτηση για τη φύση της επιστήμης στο πλαίσιο της εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης.

1.6 Οριοθέτηση του προβλήματος

Η συγκεκριμένη μελέτη θα εστιάσει σε έναν από τους τομείς έρευνας σχετικά με τη διερώτηση όπως παρουσιάστηκε από τον Lederman (1992), την αξιολόγηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης και τον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών και της πρακτικής στην τάξη, χωρίς όμως να αναφέρεται στο θέμα των αντιλήψεων των μαθητών.

Συγκεκριμένα θα εξεταστούν οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη φύση της επιστήμης και την εφαρμογή της διερώτησης στις εξ' αποστάσεως διδασκαλίες τους κατά τη χρονική περίοδο της πανδημίας COVID- 19, αλλά και το πώς συσχετίζονται αυτές οι αντιλήψεις με την αυτό- επάρκειά τους και τις ανησυχίες τους για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.

Στην παρούσα έρευνα, θα δοθεί έμφαση στη διδακτική προσέγγιση της διερώτησης, όπως αυτό παρουσιάζεται από το μοντέλο του Pedaste και της ομάδας του (2015) εξαιρώντας άλλες διδακτικές προσεγγίσεις, όπως η ανακαλυπτική μάθηση, η μάθηση μέσω project (project- based learning), η παιχνιδιοποιημένη μάθηση και η μάθηση με τη χρήση προβλημάτων (problem-based learning), καθώς η συμπερίληψη αυτών των προσεγγίσεων θα έκανε τη μελέτη πολύ ευρεία.

Επιπλέον, δε θα μελετηθούν άλλες πτυχές της εξ' αποστάσεως διδασκαλίας των φυσικών επιστημών όπως για παράδειγμα οι δυσκολίες που προκύπτουν από τον τρόπο

που αυτή εντάχθηκε στην μαθησιακή καθημερινότητα και αφορούν θέματα τεχνικής φύσεως (σύνδεση στο διαδίκτυο, ελλείψεις υπολογιστών στα σπίτια των μαθητών, μη εξοικείωση των μαθητών με εργαλεία εξ' αποστάσεως διδασκαλίας κτλ.). Επίσης, δε θα εξεταστούν θέματα αυτό- επάρκειας και ανησυχίας σχετικά με τον τεχνολογικό γραμματισμό των εκπαιδευτικών και των μαθητών τους, και θέματα ανησυχίας των εκπαιδευτικών σχετικά με τη διαχείριση της τάξης στην εξ' αποστάσεως διδασκαλία παρόλο που θεωρείται πως αυτά σχετίζονται με τις υπόλοιπες πτυχές της έρευνας. Ακόμα, όσον αφορά τις γνώσεις των εκπαιδευτικών για τη διερώτηση και τη φύση της επιστήμης, η εστίαση της μελέτης θα αφορά την αντίληψη των εκπαιδευτικών για τις γνώσεις τους (αντιληπτή γνώση- perceived knowledge) και όχι την καθ' εαυτή γνώση τους (actual knowledge).

Οι υπό-μελέτη μεταβλητές θα μετρηθούν μέσα από τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων από τους/τις εκπαιδευτικούς και τη διενέργεια συνεντεύξεων και δε θα περιλαμβάνουν άμεση παρατήρηση και ανάλυση των πραγματικών διδακτικών προσεγγίσεων που οι εκπαιδευτικοί υιοθετούν στη πράξη, λόγω περιορισμών στη συλλογή δεδομένων τέτοιας φύσεως στο παρόν στάδιο. Συνεπώς, τα αποτελέσματα δε θα προκύψουν από την αντικειμενική εικόνα της μαθησιακής πραγματικότητας των τάξεων, αλλά από τις νοηματοδοτήσεις που θα δώσουν σε αυτή οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Εισαγωγή

Η πανδημία COVID- 19 και η ταχεία μετατροπή της μαθησιακής διαδικασίας σε εξ' ολοκλήρου από απόσταση, επέφερε πληθώρα προβλημάτων. Πέραν των θεμάτων που αφορούν ελλείψεις σε υποδομές, ήρθαν στην επιφάνεια θέματα περιορισμένης εξοικείωσης των εκπαιδευτικών με τα τεχνολογικά εργαλεία και σε γενικό πλαίσιο αλλά και ειδικά ως μέσου διδασκαλίας των φυσικών επιστημών (Tan, 2020). Η ελλιπής προετοιμασία των εκπαιδευτικών για εξ' αποστάσεως διδασκαλία αλλά και οι μειωμένες ικανότητες τους στην προετοιμασία υλικού για αυτό τον τύπο διδασκαλίας (Evagorou & Nisiforou, 2020; Korkmaz & Toraman, 2020; Popa et al., 2020) είχαν ως αποτέλεσμα περαιτέρω δυσκολίες γενικότερα στη μαθησιακή διαδικασία αλλά και ειδικότερα στη διδασκαλία και τη μάθηση των φυσικών επιστημών μέσω διερώτησης (Tan, 2021). Η κρίση που προκάλεσε αυτό το κοινωνικό- πολιτισμικό θέμα έκανε πιο επίκαιρες από ποτέ τις συζητήσεις σχετικά με τη στρεβλή απεικόνιση της επιστημονικής πραγματικότητας στη σχολική τάξη (Chinn & Malhotra, 2002; Driver et al., 1996; Roth, 1995; Ryder et al., 1999, Popa et al., 2020; Tan, 2021).

Για την επίτευξη των κοινωνικό- επιστημονικών στόχων του επιστημονικού γραμματισμού, των στόχων δηλαδή που έχουν τόσο κοινωνικές όσο και επιστημονικές προεκτάσεις, πρέπει η μαθησιακή διαδικασία να αποτελεί αρωγό όχι μόνο της απόκτησης επιστημονικής γνώσης για τους μαθητές, αλλά και της γνώσης σχετικά με τις διαδικασίες και τα συγκείμενα στα οποία αυτή λαμβάνει χώρα (Schwartz et al., 2004) καθώς και της ανάπτυξης επιστημολογικής επάρκειας. Για την επίτευξη τέτοιων μαθησιακών στόχων, έχει προταθεί ότι είναι σημαντική η διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης στο πλαίσιο της μάθησης μέσω διερώτησης (Khishfe, Alshaya, BouJaoude, Mansour& Alrudiyan, 2017; Lederman et al., 2014).

Η επιστημονική διερώτηση είναι μια μορφή επιστημονικής πρακτικής (Bybee, 2011), η οποία σύμφωνα με τους Schwartz et al. (2004), αφορά τα χαρακτηριστικά του επιστημονικού εγχειρήματος και των διαδικασιών μέσω των οποίων αποκτάται η επιστημονική γνώση, συμπεριλαμβανομένων των συμβάσεων και της ηθικής που εμπλέκονται στην ανάπτυξη, αποδοχή και χρησιμότητα των επιστημονικών γνώσεων.

Η παιδαγωγική προσέγγιση που περιέχει τη διδασκαλία μέσω διερώτησης (Inquiry- based Teaching), αφορά ένα μαθητοκεντρικό μοντέλο που εμπλέκει τους μαθητάνοντες ενεργά, σε διαδικασίες οικοδόμησης επιστημονικής γνώσης (Olson & Loucks-Horsley, 2000) στοχεύοντας στην εννοιολογική (conceptual) και τη διαδικαστική (procedural) κατανόηση της επιστήμης (Osborne, 2014) μέσω της απάντησης διερευνήσιμων ερωτημάτων (Chu, Reynolds, Tavares, Notari & Lee, 2021). Επιπρόσθετα, έχει προταθεί ότι η εφαρμογή της διερώτησης, ως προτύπου διδασκαλίας και μάθησης, σε συνδυασμό με τη ρητή- αναστοχαστική αναφορά σε θέματα φύσης της επιστήμης (Schwartz & Crawford, 2006), θέματα δηλαδή που αφορούν τη γνώση για την ίδια την επιστήμη, συμβάλει όχι μόνο στην εκτίμηση της επιστήμης ως μείζονος στοιχείου της σύγχρονης κουλτούρας, αλλά και στη νοηματοδότηση κοινωνικό-επιστημονικών ζητημάτων, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων λήψης αποφάσεων, στην ανάπτυξη επιστημολογικής επίγνωσης, και τέλος την επιτυχή μάθηση του επιστημονικού περιεχομένου (Driver et al., 1996).

Ωστόσο, έχει φανεί ότι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης, επηρεάζουν τον ρόλο τους ως αρωγών της μάθησης των μαθητών για θέματα φύσης της επιστήμης (Schwartz & Crawford, 2006). Ταυτόχρονα έχει προταθεί πως αρκετοί εκπαιδευτικοί διαθέτουν και εμμένουν σε ανεπαρκείς αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης (Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Akerson & Donnelly, 2008; Carey & Stauss, 1970; Lederman, 1992; Schwartz & Crawford, 2006), οι οποίες αφορούν γνώσεις και αντιλήψεις σχετικές με κίνητρα, κοσμοθεωρίες αλλά και εννοιολογικές επιδράσεις (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004) που αναπτύσσονται σταδιακά ως αποτελέσματα της προηγούμενης εκπαίδευσης, της κατάρτισης (ongoing schooling) και των εμπειριών τους (Capps & Crawford, 2013a). Επιπρόσθετα, οι πεποιθήσεις αυτό- επάρκειας των εκπαιδευτικών τόσο σε επίπεδο προσωπικής αυτό-επάρκειας όσο και σε επίπεδο ετοιμότητας, μπορεί εν δυνάμει να προκαλέσουν ιδιαίτερη ανησυχία για την διδακτική τους παρουσία στην τάξη (Smolleck & Yoder,

2008), όπως αυτή προκύπτει από το γεγονός ότι κάθε μαθητών προοδεύει μέσω μιας σειράς σταδίων ανησυχίας (stages of concerns, SOC) (Akerson & Donnelly, 2008).

Προηγούμενες έρευνες υποστηρίζουν, λοιπόν, πως υπάρχει συσχετισμός μεταξύ των πεποιθήσεων των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης και των πεποιθήσεων αυτό-επάρκειας τους και την ανησυχία τους για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης (Akerson & Hanuscin, 2007). Στην παρούσα έρευνα επιδιώκεται να διερευνηθεί περαιτέρω εάν υπάρχει ένας τέτοιος συσχετισμός μεταξύ των πεποιθήσεων αυτό-επάρκειας για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης και των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης, στο πλαίσιο, όμως, της εξ' αποστάσεως εφαρμογής της διδασκαλίας, όπως αυτή προέκυψε κατά την πανδημία COVID-19.

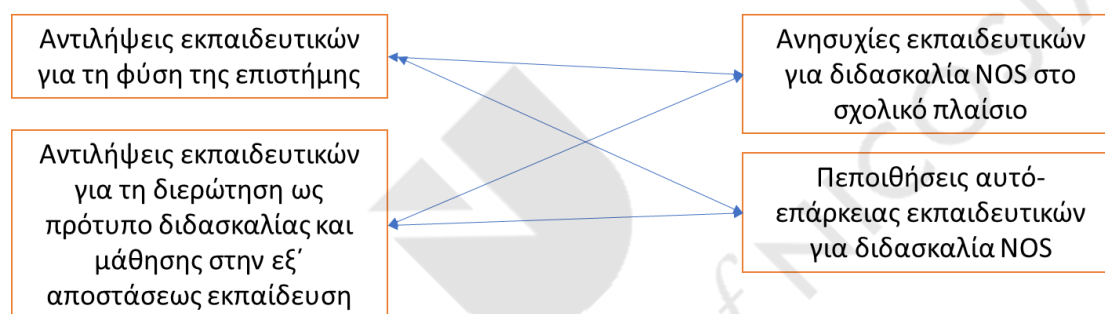
Αυτές οι συσχετίσεις θα μελετηθούν με σκοπό την ανάδειξη της ανάγκης που ενδεχομένως υπάρχει για στήριξη των εκπαιδευτικών κατά την εφαρμογή της διδασκαλίας σε εξ' αποστάσεως διδασκαλία, με έμφαση στο διδακτικό χειρισμό θεμάτων που αφορούν τη φύση της επιστήμης. Ένας τέτοιος χειρισμός είναι σημαντικός στην προσπάθεια δημιουργίας επιστημονικά εγγράμματων και υπεύθυνων μαθητών, οι οποίοι ως μελλοντικοί πολίτες θα μπορούν να προτείνουν υπεύθυνες λύσεις σε θέματα επιστημονικής θεωρίας και γνώσης (Evagorou & Nisiforou, 2020).

2.2 Θεωρητικό πλαίσιο

Αρχικά, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία φαίνεται πως οι αντιλήψεις και οι γνώσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη φύση της επιστήμης και τη διδασκαλία, σχετίζονται με το αίσθημα της αυτό-επάρκειας (self-efficacy) τους για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης τόσο σε επίπεδο προσωπικής αυτό-επάρκειας όσο και σε επίπεδο προσδοκώμενου αποτελέσματος (Akerson & Donnelly, 2008). Σε όμοια αποτελέσματα έχει καταλήξει και ο Hanson (2006), υποστηρίζοντας ωστόσο στο γεγονός ότι μια τέτοια συσχέτιση δεν είναι απαραίτητα γραμμική. Επίσης, αυτές οι αντιλήψεις φαίνεται να επηρεάζουν το βαθμό ανησυχίας των εκπαιδευτικών σχετικά με τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης (Akerson & Donnelly, 2008).

Ταυτόχρονα, η ανησυχία των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης και το αίσθημα της αυτό-επάρκειάς τους για διδασκαλία τέτοιων θεμάτων έχει αντίκτυπο στο σχεδιασμό και την εφαρμογή διδασκαλιών στο πρότυπο της

διερώτησης για θέματα που αφορούν τη φύση της επιστήμης (Schwartz et al., 2004). Μάλιστα, οι ανεπαρκείς γνώσεις και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης (Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Akerson & Donnelly, 2008; Carey & Stauss, 1970; Lederman, 1992; Schwartz & Crawford, 2006) φαίνεται να επηρεάζουν και τις αντιλήψεις τους για τη διερώτηση (Capps & Crawford, 2013a), και τελικά την υιοθέτηση της διερώτησης στη διδακτική πράξη (Lederman, 1992). Συνεπώς, όπως προκύπτει ήδη από τη βιβλιογραφία, φαίνεται να υπάρχει μια συσχέτιση των υπό μελέτη μεταβλητών. Στην παρούσα έρευνα επιδιώκεται να διερευνηθούν οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών που απεικονίζονται στην εικόνα 1, στο συγκεκριμένο ωστόσο της εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης, το οποίο αποτελεί μια πρόκληση για την εκπαιδευτική πολιτική και πράξη.



Εικόνα 1. Θεωρητικό πλαίσιο

2.3 Εννοιολογικοί ορισμοί

2.3.1. Διδασκαλία και Μάθηση μέσω Διερώτησης

Στη συγκεκριμένη μελέτη, η Διδασκαλία και Μάθηση μέσω Διερώτησης (Inquiry-based Teaching and Learning), θα εννοείται ως η παιδαγωγική προσέγγιση που εμπλέκει τους μαθητές, ενεργά, σε διαδικασίες αυθεντικών επιστημονικών πρακτικών οικοδόμησης γνώσης με στόχο την ανάπτυξη τόσο εννοιολογικής όσο και διαδικαστικής κατανόησης, δηλαδή κατανόησης των επιστημονικών διαδικασιών, των «στρατηγικών της επιστημονικής διερώτησης» (Chu et al., 2021; Osborne, σ.190, 2014). Η διδασκαλία μέσω διερώτησης εμπεριέχει κονστρουκτιβιστικά στοιχεία ωστόσο δεν περιορίζεται σε αυτά (Constantinou, Tsivitanidou & Rybska, 2018).

Συγκεκριμένα, στην παρούσα μελέτη θα υιοθετηθεί ο κύκλος διερώτησης, που προτάθηκε από την ανασκόπηση των Pedaste, et al. (2015). Ο κύκλος αυτός ξεκινάει με τη φάση του Προσανατολισμού (Orientation), η οποία περιλαμβάνει τη διέγερση του ενδιαφέροντος και της περιέργειας και τον προσδιορισμό των περιοχών που παρουσιάζουν ενδιαφέρον προς περαιτέρω μελέτη και διερεύνηση. Η φάση αυτή έχει καταλήγει με την παρουσίαση του προβλήματος (problem statement). Η δεύτερη φάση του κύκλου των Pedaste et al. (2015) είναι αυτή της Εννοιολόγησης (Conceptualization), η οποία αφορά την κατανόηση των εννοιών του προβλήματος είτε μέσω του Προβληματισμού (Questioning) και τη δημιουργία ερωτήσεων, ερευνητικών και μη, είτε μέσω της Δημιουργίας Υποθέσεων (Hypothesis Generation) που μπορούν να τεθούν υπό δοκιμή. Υπάρχουν και περιπτώσεις όπου διενεργείται και η φάση του Προβληματισμού και εκείνη της Δημιουργίας Υποθέσεων. Έπειτα ακολουθεί η φάση της Διερεύνησης (Investigation) η οποία διενεργείται είτε μέσω της Εξερεύνησης (Exploration), δηλαδή της συστηματικής και σχεδιασμένης παραγωγής δεδομένων σχετικά με τα ερωτήματα, είτε του Πειραματισμού (Experimentation), δηλαδή του σχεδιασμού και της διενέργειας πειραμάτων σχετικών με τις υποθέσεις. Τα δεδομένα που παράγονται σε αυτή τη φάση ερμηνεύονται, με αποτέλεσμα τη σύνθεση νέας γνώσης (data interpretation). Στη συνέχεια στη φάση του Συμπεράσματος (Conclusion) συγκρίνονται τα αποτελέσματα με τις ερωτήσεις ή τις υποθέσεις που είχαν αρχικά διατυπωθεί, με σκοπό τελικά το στάδιο της Συζήτησης (Discussion). Αυτή η φάση χαρακτηρίζεται είτε από παρουσίαση των αποτελεσμάτων στην κοινότητα (Communication) είτε από την κριτική ανασκόπηση τους, ως εσωτερικής διαδικασίας του ερευνητή (Reflection) (Pedaste, et al., 2015).

2.3.2. Φύση της Επιστήμης

Ως Φύση της Επιστήμης (Nature of Science, NOS), ορίζουμε την επιστημολογία της επιστήμης (epistemology of science), όπως αυτή συνδέει τις διαδικαστικές και αναλυτικές μεθόδους της επιστήμης με στοιχεία από διάφορες κοινωνικές και γνωστικές μελέτες σχετικά με τις θεμελιώδεις δομές της επιστήμης (McComas & Olson, 1998) που συμφύονται με την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης (Akerson & Donnelly, 2008), όπως τα παραπάνω αντιμετωπίζονται και αντικατοπτρίζονται από το έργο του Matthews (2012). Η κατανόηση των κοινωνικό-επιστημονικών ζητημάτων απαιτεί όχι μόνο γνώση του επιστημονικού περιεχομένου αλλά και κατανόηση της

φύσης της επιστήμης και της επιστημονικής γνώσης (Driver, et al., 1996; Kolstø, 2001). Οι ενημερωμένες αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης είναι απαραίτητες για τη νοηματοδότηση κοινωνικο- επιστημονικών ζητημάτων, ζητημάτων δηλαδή με τόσο επιστημονικές όσο και κοινωνικές προεκτάσεις, και της συμμετοχής σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων (δημοκρατικό επιχείρημα).

2.3.3. Πεποιθήσεις αυτό-επάρκειας διδασκαλίας

Ως αυτό- επάρκεια θα θεωρούμε αυτό που παρουσιάζεται από τον Bandura (1997) και αφορά το πόσο καλά μπορεί κανείς να εκτελέσει ενέργειες που απαιτούνται για την αντιμετώπιση πιθανών καταστάσεων. Σύμφωνα με τον Bandura (1997), το οικοδόμημα της αυτό- επάρκειας είναι θεμελιωμένο στη θεωρία της κοινωνικής μάθησης και είναι δισδιάστατο, καθώς αφορά την προσωπική αυτό- επάρκεια (personal self- efficacy), την κρίση δηλαδή για την ικανότητα του ατόμου να οργανώνει και να εκτελεί συγκεκριμένου τύπου πράξεις και το προσδοκώμενο αποτέλεσμα (outcome expectancy), την κρίση του ατόμου σχετικά με τις πιθανές επιπτώσεις που θα παράγουν οι πράξεις του. Η πεποίθηση αυτό-επάρκειας ενός εκπαιδευτικού για διδασκαλία της επιστήμης ευρύτερα μπορεί να οριστεί ως η πεποίθηση ή η εμπιστοσύνη που έχει ο εκπαιδευτικός στο να διδάξει αποτελεσματικά την επιστήμη (Ramey-Gassert & Shroyer, 1992). Η μελέτη των πεποιθήσεων αυτό-επάρκειας των εκπαιδευτικών και η επίδραση αυτών στη διδασκαλία της επιστήμης μέσω διερώτησης έχει απασχολήσει προηγούμενους ερευνητές, οι οποίοι έχουν αναδείξει τη σημασία μιας τέτοιας διερεύνησης (Smolleck & Yoder, 2008). Σε αυτή τη γραμμή έρευνας, έχει φανεί μάλιστα ότι αλλαγές τόσο στις πεποιθήσεις αυτό- επάρκειας των εκπαιδευτικών για διδασκαλία της φύσης της επιστήμης μπορεί να συνδεθούν θετικά με την επιτυχή διδασκαλία της επιστήμης μέσω διερώτησης (Akerson & Donelly, 2008).

2.3.4. Στάδια ανησυχίας εκπαιδευτικών

Στη συγκεκριμένη έρευνα ως ανησυχία θα εννοείται η σειρά σταδίων ανησυχίας (stages of concerns, SOC) μέσω των οποίων προοδεύει ο εκπαιδευτικός κατά την υιοθέτηση μιας νέας παιδαγωγικής πρακτικής (Hord, 1987). Τα στάδια αυτά είναι η επιστημολογική επάρκεια, η πληροφόρηση, η προσωπική διαχείριση, οι συνέπειες, η συνεργασία και η επανασυγκέντρωση και ως εκ τούτου, οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί

μπορεί να διαφέρουν ως προς το βαθμό ανησυχίας τους για την ενσωμάτωση της φύσης της επιστήμης στη διδασκαλία τους (Akerson & Donnelly, 2008).

Ο Hord (1987) χώρισε τις ανησυχίες των εκπαιδευτικών σε τρεις κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία παρατηρούνται τα αρχικά στάδια της προσπάθειας αλλαγής κατά τα οποία οι εκπαιδευτικοί είναι πολύ πιθανό να έχουν προσωπικές ανησυχίες (self- concerns) (στάδιο 1: πληροφόρηση, στάδιο 2: προσωπική διαχείριση). Στη δεύτερη κατηγορία παρατηρείται αύξηση ανησυχιών για τα καθήκοντα (task concerns) (στάδιο 3, διαχείριση), καθώς γίνονται οι τελικές προετοιμασίες για την έναρξη της χρήσης μιας καινοτομίας και κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου χρήσης. Όταν οι πιο έντονες ανησυχίες των εκπαιδευτικών αφορούν τις επιπτώσεις μιας καινοτομίας στους μαθητές και τι μπορεί να γίνει για να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα του προγράμματος, έχουν φτάσει στο επίπεδο των επιπτώσεων, που αποτελεί την τρίτη κατηγορία. Τα στάδια 4 (συνέπειες), 5 (συνεργασία) και 6 (επαναπροσδιορισμός) συνθέτουν την κατηγορία αυτή.

Οι απόψεις των εκπαιδευτικών για τη διερώτηση αλλά και οι αντιλήψεις τους σχετικά με τη φύση της επιστήμης όπως αντανakλώνται σε θέματα αυτό- επάρκειας και ανησυχίας για την εφαρμογή της φύσης της επιστήμης αποτελούν τρία γνωστικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών που πιθανόν να επηρεάζουν έμμεσα ή άμεσα τη διδασκαλία τους (Akerson & Donnelly, 2008) και άρα οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των γνώσεων των εκπαιδευτικών και της διδακτικής τους πρακτικής σχετικά με τη διερώτηση και τη φύση της επιστήμης αποτελούν σημαντικό έδαφος για τη μελέτη της επιστημονικής διδακτικής έρευνας (Capps & Crawford, 2013a).

2.4 Κύριο μέρος ανασκόπησης βιβλιογραφίας

Παρακάτω ανασκοπείται η σχετική βιβλιογραφία. Εκκινώντας από μια σύντομη αναφορά στις διάφορες μεθόδους που έχουν χρησιμοποιηθεί από την αρχή της ένταξης της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στα σχολεία, ανασκοπούνται οι προτάσεις των σύγχρονων μεταρρυθμιστικών εγγράφων για αυτή. Από τις προτάσεις αυτές εντοπίζονται ζητήματα φύσης της επιστήμης, ένταξης κοινωνικό- επιστημονικών ζητημάτων, και διερώτησης και παρουσιάζεται η σημαντικότερη βιβλιογραφία σχετικά με τους τομείς αυτούς.

Έπειτα, γίνεται αναφορά στα εμπόδια στην εφαρμογή της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών γενικά αλλά και ειδικά σχετικά με ζητήματα διερώτησης και φύσης της επιστήμης. Ανάμεσα στα εμπόδια, η ανασκόπηση εστιάζει περεταίρω στις πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών για τη διερώτηση και τη φύση της επιστήμης, κυρίως όπως αυτές αντανakλώνται σε θέματα αυτό-επάρκειας και ανησυχίας για τη φύση της επιστήμης. Με αυτό τον τρόπο αναδεικνύεται η αναγκαιότητα για υποστήριξη των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και προτείνεται ενίσχυση αυτών για την βελτίωση των πρακτικών τους στο δια ζώσης αλλά κυρίως στο εξ' ολοκλήρου εξ' αποστάσεως συγκείμενο, όπως αυτό εντάχθηκε στη σχολική πραγματικότητα κατά την περίοδο της πανδημίας.

2.4.1. Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών παλαιότερα και σήμερα

Από την επιστήμη για «προσωπική ακαδημαϊκή ανάπτυξη», την επιστημονική διερώτηση για «ανεξαρτησία από την ακαδημαϊκή αρχή» και την κατανόηση επιστημονικών εννοιών για την «ευημερία του έθνους», μέχρι τον επιστημονικό γραμματισμό για «ευρεία και λειτουργική κατανόηση της επιστήμης», η διδασκαλία των φυσικών επιστημών, από το 19^ο αιώνα, περίοδο που αυτές εντάχθηκαν στο σχολικό συγκείμενο, έχει αλλάξει δραστικά. Τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες, η εστίαση της διδασκαλίας των θετικών επιστημών μετατοπίστηκε στην παρουσίαση της επιστήμης όχι απλώς ως γνωστικού προϊόντος αλλά και ως μιας ανθρώπινης προσπάθειας (NRC, 2012) που παράγει μια στέρεη, εμπειρικά εγκαθιδρυμένη, εσωτερικά σταθερή, αλλά ταυτόχρονα διαψεύσιμη, κατανόηση τους φυσικού κόσμου (Schwartz & Crawford, 2006, σ. 331). Στόχο αυτής της προσπάθειας αποτέλεσε η αντίληψη του επιστημονικού περιεχομένου, από τους μαθητές, ως πολιτισμικής και πνευματικής οντότητας, εφαρμόσιμης στην καθημερινή λήψη αποφάσεων και την επίλυση προβλημάτων (DeBoer, 2006).

Τα πιο πρόσφατα μεταρρυθμιστικά έγγραφα (NRC, 2012) προτείνουν τη δόμηση των μαθησιακών διαδικασιών για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση γύρω από τρεις παραμέτρους. Οι παράμετροι αυτές περιλαμβάνουν τις επιστημονικές και μηχανικές πρακτικές, τα διατομεακά χαρακτηριστικά που ενοποιούν τη μελέτη των φυσικών επιστημών και της μηχανικής μέσα από την κοινή τους εφαρμογή μεταξύ των κλάδων και τις βασικές ιδέες τεσσάρων τομέων (disciplinary areas) των φυσικών επιστημών,

των επιστημών της ζωής, των επιστημών της Γης και του διαστήματος, και του τομέα της μηχανικής, τεχνολογίας και εφαρμογής της επιστήμης (εφαρμοσμένων επιστημών).

Ακολουθώντας το NRC (2012) ορίστηκαν τα παρακάτω. Με τον όρο «φυσικές επιστήμες» στο πλαίσιο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναφερόμαστε στα πεδία της φυσικής, χημείας, βιολογίας, αστρονομίας και περιβαλλοντικών επιστημών. Ακόμα, ο όρος «μηχανική» χρησιμοποιήθηκε με την πιο ευρεία έννοια της οποιασδήποτε εμπλοκής των μαθητών στη συστηματική πρακτική του σχεδιασμού και της εύρεσης λύσεων σχετικά με καθημερινά προβλήματα. Τέλος, με τον όρο τεχνολογία εννοούνται κάθε είδους ανθρωπογενή συστήματα και διαδικασίες.

Στην παρούσα μελέτη η εστίαση αφορά στις επιστημονικές πρακτικές των φυσικών επιστημών όπως αυτές διέπονται από διατομεακές αξίες και χαρακτηριστικά.

Όπως προκύπτει και από το πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Προώθηση της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας στην διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Promoting Attainment of Responsible Research and Innovation in Science Education, PARRISE) (www.parrise.eu), στόχοι της σύγχρονης εκπαίδευσης είναι η ενσωμάτωση παιδαγωγικών τεχνικών που να συνδυάζουν τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών μέσω διερώτησης (Inquiry Based Science Education - IBSE) και τη μάθηση μέσω κοινωνικό-επιστημονικών ζητημάτων (socioscientific issues- SSI) με την ενσωμάτωση της αγωγής του πολίτη (Citizenship Education- CE) και την ανάπτυξη αυτών των παιδαγωγικών δεξιοτήτων τόσο μεταξύ μαθητών αλλά και μεταξύ εκπαιδευτικών των φυσικών επιστημών (Amos, Knippels & Levinson, 2020).

Σύμφωνα με τους Driver, Leach και Millar (1996) η κατανόηση για την επιστήμη περιλαμβάνει τόσο την κατανόηση του επιστημονικού περιεχομένου (γεγονότα, νόμοι, έννοιες και θεωρίες), την κατανόηση της επιστημονικής φύσης της διερώτησης και την κατανόηση της κοινωνικό-επιστημονικής αλληλεπίδρασης, δεν περιέχει δηλαδή μόνο τη γνώση για την επιστήμη αλλά ενέχει και την έννοια της εφαρμογής αυτής για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με προσωπικές και κοινωνικά προσανατολισμένες καταστάσεις που έχουν επιστημονικές αλλά και μη επιστημονικές συνιστώσες (Lederman et al., 2014; Khishfe, Alshaya, BouJaoude, Mansour & Alrudiyan, 2017).

2.4.2 Φύση της επιστήμης

Για τη βελτίωση της ενσωμάτωσης του επιστημονικού γραμματισμού στη μαθησιακή διαδικασία, ως μέρους της προετοιμασίας του ατόμου ώστε να γίνει υπεύθυνος πολίτης, προτείνεται η εμπλοκή των μαθητών στις φυσικές επιστήμες μέσω της ανάλυσης κοινωνικό-επιστημονικών θεμάτων που αντιμετωπίζουν την επιστήμη υπό την υπόσταση της ως κοινωνικής πρακτικής, συμπεριλαμβάνοντας τα όρια και τις αξίες της τόσο της ίδιας όσο και της κριτικής στάσης απέναντι στον κόσμο γενικότερα. Προτείνεται, έτσι, η εφαρμογή ορισμένων υπερβατικών-περιεχομένου ζητημάτων (content-transcending topics), γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων (Kolstø, 2001) που δεν εστιάζουν στη γνώση της επιστήμης μόνο αλλά και στη γνώση για την επιστήμη, ζητημάτων που αφορούν δηλαδή τη γνωσιολογία (Driver et al., 1996).

Σύμφωνα με τους Driver et al. (1996) η γνωσιολογία ή η επιστημολογία της επιστήμης (epistemology of science), είναι ο κλάδος της φιλοσοφίας που ασχολείται με θεωρίες για τη γνώση. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι η επιστημολογία είναι η γνώση για την επιστημονική γνώση (μεταγνώση), η οποία εντός παιδαγωγικού πλαισίου εντάσσεται ως στόχος για την κατανόηση της φύσης της επιστήμης (Lederman, 1992; Schwartz, Lederman, & Crawford, 2004), η αλλιώς ως στόχος για επιστημολογική επάρκεια.

Ανά τα χρόνια έχουν προκύψει διάφορες διαμάχες σχετικά τόσο με το περιεχόμενο του όρου «Φύση της Επιστήμης» όσο και με τα στοιχεία που είναι ικανά να αναπαραστήσουν τις επιστημονικές διαδικασίες με τρόπο που να είναι αυθεντικός αλλά και κατάλληλος για τα μαθησιακά περιβάλλοντα των φυσικών επιστημών (McComas, 1998), με την επιστημονική κοινότητα να εφιστά την προσοχή στην ανάγκη που υπάρχει για εξειδίκευση, σχετικότητα και προσαρμογή της ποσότητας επιστημονικής γνώσης με την οποία πρέπει να εμπλέκονται οι μαθητές μέσω αυτών (Kolstø, 2001). Ακόμα και σήμερα δεν υπάρχει σύμπνοια της επιστημονικής κοινότητας για το ζήτημα (Abd-El-Khalick, Bell & Lederman, 1998; Lederman & Abd-El-Khalick, 1998; Ayala-Villamil, 2020; McComas & Olson, 1998; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar & Duschl, 2003).

Δύο προσεγγίσεις είναι αυτές που επικρατούν. Η πρώτη προσεγγίζει την επιστήμη ως ένα γενικό τομέα (general domain approach) με κοινά χαρακτηριστικά

μεταξύ των κλάδων (Muis, Bendixen, & Haerle, 2006). Η προσέγγιση αυτή υποστηρίζεται κυρίως από τον Lederman και την ομάδα του (2002) τον McComas (1998) και άλλους. Η δεύτερη προσέγγιση υποστηρίζει πως υπάρχουν επιστημολογικές διαφορές μεταξύ των επιστημονικών κλάδων (specific domain approach) (Hofer, 2000; Paulsen & Wells, 1998; Stodolsky, Salk, & Glaessner, 1991). Ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν, τέλος, πως οι επιστημολογικές πεποιθήσεις μπορεί να έχουν γενική και ειδική φύση (Buehl & Alexander, 2001; Schommer-Aikins, 2002).

Σύμφωνα με την προσέγγιση γενικού τομέα των Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, και Schwartz (2002) υπάρχουν επτά αντιλήψεις σχετικά με στοιχεία της φύσης της επιστήμης που βασίζονται σε ιστορικές, φιλοσοφικές και κοινωνιολογικές μελέτες που είναι σημαντικό και εφικτό να ενσωματωθούν στη διδασκαλία των μαθητών. Αυτές αφορούν την κατανόηση της προσωρινής φύσης της επιστήμης, της μερικής υποκειμενικότητας της όπως αυτή προκύπτει για παράδειγμα από το ότι είναι θεωρητικά φορτισμένη, του γεγονότος ότι είναι βασισμένη στην εμπειρία, της δημιουργικότητας της, του γεγονότος ότι είναι κοινωνικά και πολιτισμικά εγκαθιδρυμένη, βασίζεται σε παρατηρήσεις και συμπεράσματα και τέλος του γεγονότος ότι οι θεωρίες και οι νόμοι αποτελούν διαφορετικές μορφές επιστημονικής γνώσης.

Η προσέγγιση ειδικού τομέα του McComas (2008), βασίζεται θεωρητικά σε μια ανάλυση περιεχομένου μιας ομάδας βιβλίων σχετικά με τη φύση και/ ή τη φιλοσοφία της επιστήμης (McComas, 2005) και τη συσχέτιση αυτής με τις βασικές ιδέες που είναι κατάλληλες για ενσωμάτωση στη διδασκαλία μέχρι τη ΣΤ' δημοτικού (K-12 στο αντίστοιχο αμερικανικό σύστημα) όπως αυτές προέκυψαν από το πρότερο έργο των Lederman και της ομάδας του (1998), McComas (1998) και Osborne και της ομάδας του (2003).

Τέλος, οι Marín-Martínez και Reidl Martínez (2013) συνδυάζουν το έργο των McComas και Olson (1998), της ομάδας του Lederman (2002), του Osborne και της ομάδας του (2003), και άλλων με παραγωγικό και επαγωγικό τρόπο μέσω κατηγοριών που ονομάζουν συστηματικές πλαισίου (context systematics).

Οι διάφορες προσεγγίσεις ειδικού τομέα (Acevedo-Díaz, Vazquez- Alonso, Manassero & Acevedo-Romero, 2007; Allchin, 2011; Erduran & Daughton, 2014;

Hodson, 2009; Irzik & Nola, 2011; Matthews, 2012), αναπτύχθηκαν ως προσπάθεια υπερπήδησης των προβλημάτων της προσέγγισης γενικού τομέα. Η κριτική στην προσέγγιση γενικού τομέα σχετίζεται κυρίως με το ότι αυτή προσπαθεί να χαρακτηρίσει την επιστήμη μόνο μέσω δηλώσεων. Επιπλέον, δεν αναγνωρίζει τις διαφορές της ανάπτυξης της γνώσης από διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους. Σύμφωνα με αυτούς, η επιστήμη δεν μπορεί να χαρακτηριστεί επαρκώς με τις απλές δηλώσεις και τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζονται από την προσέγγιση γενικού τομέα δεν είναι ζητήματα που φορούν αποκλειστικά την επιστήμη αλλά αποτελούν τομείς της ανθρώπινης γνώσης γενικά (Ayala-Villamil & García-Martínez, 2020).

Η προσέγγιση ειδικού τομέα του Matthews (2012), προτείνει τον όρο «Στοιχεία της Επιστήμης» (Features of Science). Με τον όρο αυτό αντιτίθεται των τρόπων με τους οποίους εντάσσονται και εξετάζονται τα στοιχεία της φύσης της επιστήμης μέχρι τώρα και υποδεικνύει ένα συνδυασμό από τα επτά στοιχεία της φύσης της επιστήμης του Lederman με νέα στοιχεία που πρέπει να έρθουν στην επιφάνεια, να συζητηθούν και να αναλυθούν σχετικά με την επιστήμη.

Τα στοιχεία αυτά είναι η εμπειρική φύση της επιστήμης, οι επιστημονικές θεωρίες και νόμοι, η δημιουργικότητα στην επιστήμη, η θεωρητικά εγκαθιδρυμένη φύση της επιστήμης, η πολιτισμική βάση της επιστήμης, ο μύθος της επιστημονικής μεθόδου, η προσωρινή φύση της επιστήμης, αλλά και ο πειραματισμός, η χρήση των πρότυπων συνθηκών (STP), τα επιστημονικά μοντέλα, οι αξίες και τα κοινωνικό-επιστημονικά ζητήματα, η μαθηματοποίηση, η τεχνολογία, η εξήγηση, οι κοσμοθεωρίες και η θρησκεία, η επιλογή θεωρίας και η επιχειρηματολογία, ο φεμινισμός, ο ρεαλισμός και ο εποικοδομητισμός.

Σε αυτή τη μελέτη υιοθετήθηκε ο ορισμός των McComas και Olson (1998), σύμφωνα με τους οποίους, η φύση της επιστήμης συνδέει τις διαδικαστικές και αναλυτικές μεθόδους της επιστήμης με στοιχεία από διάφορες κοινωνικές και γνωστικές μελέτες σχετικά με τις θεμελιώδεις δομές της επιστήμης που συμφύονται με την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης (Akerson & Donnelly, 2008), όπως τα παραπάνω αντιμετωπίζονται και αντικατοπτρίζονται από το έργο του Matthews (2012). Ο λόγος για τις παραπάνω επιλογές είναι γιατί το έργο του Matthews (2012) αντιμετωπίζει πολλά από τα σημεία κριτικής στην προσέγγιση γενικού τομέα ενώ το

έργο του McComas (2008) διευκολύνει στο να τεθεί ένα όριο σχετικά με το τι είναι θεμιτό να γνωρίζουν οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Στη σχολική τάξη, η διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης περιλαμβάνει τη διδασκαλία για ζητήματα που αφορούν τη φιλοσοφία, την ιστορία, την κοινωνιολογία και τη ψυχολογία της επιστήμης (McComas & Olson, 1998), που είναι απαραίτητα για την επίτευξη μαθησιακών στόχων βασισμένων σε ενημερωμένες επιστημολογικές αντιλήψεις για τη δημιουργία και την αξιολόγηση της επιστημονικής γνώσης αλλά και της φύσης αυτής και τελικά την ανάπτυξη πολιτών, και άρα και μελλοντικών εκπαιδευτικών, ικανών να λάβουν ενημερωμένες αποφάσεις πάνω σε ζητήματα που άπτονται κάποιων ή όλων των παραπάνω τομέων (Abd-El-Khalick et al. 1998; Abd-El-Khalick & Lederman 2000a). Ο McComas, Almazroa και Clough (1998) εντοπίζουν τέσσερις προσεγγίσεις για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης σχετικά με το πού εστιάζει η διδασκαλία, αν αφορά δηλαδή μαθήματα μεθοδολογίας της επιστήμης, μαθήματα επιστημονικού περιεχομένου, αυθεντικές επιστημονικές εμπειρίες ή αυτοτελή μαθήματα ή κεφάλαια που να αφορούν τη φύση της επιστήμης. Σύμφωνα με τους Abd-El-Khalick και Lederman (2000) η διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης μπορεί να είναι η ρητή- αναστοχαστική (direct-refletive), η έμμεση (indirect) και η ιστορική.

Η ιστορική προσέγγιση περιλαμβάνει την ενίσχυση της μαθησιακής διαδικασίας σχετικά με ιστορικές πτυχές της επιστήμης μέσω δραματοποίησης, διαλόγων (διαμάχες μεταξύ ατόμων), συγκρούσεων (διαμάχες μεταξύ δύο ή περισσότερων θεωριών), θεματικών αφηγήσεων, χρονογραφημάτων, μελετών περιπτώσεων συγκεκριμένων γεγονότων της ιστορίας της επιστήμης (Stinner, McMillan, Metz, Jilek & Klassen, 2003), αλλά και μέσω συζήτησης ή επανάληψης ιστορικών πειραμάτων (Tolvanen, Jansson, Vesterinen & Aksela, 2014) και επιτρέπει στους μαθητές να ανακαλύψουν ομοιότητες και διαφορές μεταξύ των ιδεών τους και των ιδεών του παρελθόντος (Pekbay & Yilmaz, 2015) αλλά και του παρόντος.

Η έμμεση προσέγγιση υποθέτει ότι με το να «κάνουν» επιστήμη οι μαθητές θα κατανοήσουν σταδιακά τη φύση της επιστημονικής διερώτησης (Lawson, 1982; Rowe, 1974) και για το σκοπό αυτό προτείνει την πραγματοποίηση πρακτικών (hands-on) δραστηριοτήτων διερώτησης και/ή τη διδασκαλία διαδικαστικών δεξιοτήτων χωρίς

όμως ρητή αναφορά στην ίδια τη φύση της επιστήμης (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000).

Τέλος, η ρητή- αναστοχαστική προσέγγιση, η οποία υποστηρίζεται ως η αποτελεσματικότερη από τη σύγχρονη βιβλιογραφία (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000), θεωρεί πως για να βελτιωθούν οι αντιλήψεις των μαθητών για τη φύση της επιστήμης, η αναφορά σε ζητήματα που να την αφορούν πρέπει να είναι σχεδιασμένη στοχευμένα και όχι να αναμένεται να προκύψει ως παραπροϊόν της διαδικασίας για τις φυσικές επιστήμες (Akindehin, 1988, σ. 73).

Μιλώντας για «ρητή διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης», δεν αναφερόμαστε σε κάποιου είδους «ξεκάθαρη» διδασκαλία, αλλά στην ένταξη του ζητήματος στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών και τη σύνδεση του με συγκεκριμένους διδακτικούς στόχους για την απόκτηση γνώσεων των μαθητών για τη φύση της επιστήμης (Abd-El-Khalick, 2013). Αντίθετα, ο όρος «αναστοχαστική» αφορά όντως ζητήματα διδασκαλίας στη μορφή δομημένων ευκαιριών σχεδιασμένων να βοηθούν τους μαθητές να εξετάσουν τις εμπειρίες επιστημονικής μάθησης τους, μέσα από το επιστημολογικό πλαίσιο (Abd-El-Khalick, 2013). Τέτοιου τύπου αναστοχασμός θα μπορούσε, σύμφωνα με τους Abd-El-Khalick και Akerson (2009), να επιτευχθεί με έμφαση σε ερωτήσεις σχετικές με την ανάπτυξη και την επικύρωση της επιστημονικής γνώσης, αλλά και των χαρακτηριστικών της επιστημονικής γνώσης, υπόθεση που έχει αμφισβητηθεί κατά καιρούς από διάφορες μελέτες.

Η Driver και η ομάδα της (1996) παρουσιάζει ορισμένα επιχειρήματα σχετικά με την ένταξη της φύσης της επιστήμης στη μαθησιακή διαδικασία. Σύμφωνα με το επιχείρημα της μάθησης της επιστήμης, η επιτυχής μάθηση του επιστημονικού περιεχομένου στηρίζεται από την κατανόηση της φύσης της επιστήμης. Επιπλέον, σύμφωνα με το ωφελιμιστικό επιχείρημα, η κατανόηση της φύσης της επιστήμης είναι απαραίτητη για τη νοηματοδότηση της επιστήμης και τη διαχείριση των καθημερινών τεχνολογικών εργαλείων και διαδικασιών. Ακόμα, το πολιτισμικό επιχείρημα αφορά το ότι για την εκτίμηση της επιστήμης ως μείζονος στοιχείου της σύγχρονης κουλτούρας είναι απαραίτητο να κατανοηθεί πρώτα η φύση αυτής. Η μάθηση για τη φύση της επιστήμης έχει ηθικές προεκτάσεις καθώς μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη επιστημολογικής επίγνωσης και συγκεκριμένα γνώσης των κανονικότητων της

επιστημονικής κοινότητας όπως αυτή ενσωματώνει ηθικές δεσμεύσεις γενικής αξίας (Driver et al., 1996).

Επίσης, η αντίληψη της φύσης της επιστήμης είναι απαραίτητη για τη νοηματοδότηση των κοινωνικό-επιστημονικών ζητημάτων και τη συμμετοχή στη διαδικασία λήψης αποφάσεων (δημοκρατικό επιχείρημα). Η κατανόηση των κοινωνικό-επιστημονικών ζητημάτων απαιτεί όχι μόνο γνώση του επιστημονικού περιεχομένου αλλά και κατανόηση της φύσης της επιστήμης και της επιστημονικής γνώσης (Driver, et al., 1996; Kolstø, 2001).

2.4.3. Κοινωνικό επιστημονικά ζητήματα

Η σημασία της χρήσης ερωτημάτων σχετικά με κοινωνικό-επιστημονικά ζητήματα στη μαθησιακή διαδικασία προκύπτει από τη θεωρία της εγκαθιδρυμένης μάθησης (Greeno, 1998) και βασίζεται στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ του ατόμου και του περιβάλλοντος του (Greeno, 1998; Khishfe et al., 2017).

Έχει υποστηριχθεί πως το πλαίσιο διδασκαλίας για τη φύση της επιστήμης όπως αυτή προσδιορίζεται από εννοιολογικές και θεωρητικές δομές που κουβαλά το άτομο, είναι αλληλοεξαρτώμενη με τους μηχανισμούς αποδοχής, ελέγχου και αξιολόγησης των ισχυρισμών, που επηρεάζεται και επηρεάζει την επιστήμη ως πολιτισμική ιδέα και μέσω κοινωνικών δεσμεύσεων και αξιών, την κοινωνία (Driver et al., 1996) μπορεί να ενισχυθεί στο επίπεδο της εκτέλεσης μέσω της ενσωμάτωσης των επιστημονικών πρακτικών της διερώτησης (Brown et al., 2006).

Η εμπλοκή των μαθητών σε αυθεντικές επιστημονικές εμπειρίες παρέχει το συγκείμενο για προβληματισμό σχετικά με τη φύση της επιστήμης, αλλά η εμπειρία από μόνη της δεν επαρκεί στην αλλαγή των αντιλήψεων μαθητών και εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης, και γι' αυτό, τα παραπάνω χαρακτηριστικά πρέπει να διδάσκονται ρητά και αναστοχαστικά στην τάξη (Lederman, 1999; Lederman 2004; Schwartz et al. 2004; Schwartz & Crawford, 2006).

2.4.4. Διερώτηση

Η επιστημονική διερώτηση είναι μια μορφή επιστημονικής πρακτικής (Bybee, 2011), η οποία σύμφωνα με το NRC (1996, σελ. 23) αφορά τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους μελετούν οι επιστήμονες τον φυσικό κόσμο και προτείνουν

εξηγήσεις με βάση στοιχεία που προέρχονται από αυτή τους τη δουλειά. Η επιστημονική διερώτηση αφορά τα χαρακτηριστικά του επιστημονικού εγχειρήματος και των διαδικασιών μέσω των οποίων αποκτάται η επιστημονική γνώση, συμπεριλαμβανομένων των συμβάσεων και της ηθικής που εμπλέκονται στην ανάπτυξη, αποδοχή και χρησιμότητα των επιστημονικών γνώσεων (Schwartz et al., 2004).

Το μεγαλύτερο μέρος των ερευνών προτείνει τη χρήση της διερώτησης ως διδακτικής προσέγγισης, καθώς έχει παρατηρηθεί πως παράγει θετικά αποτελέσματα (Brown et al., 2006) στις επιδόσεις των μαθητών από άποψη δεξιοτήτων, στην απόκτηση επιστημονικού γραμματισμού και την κατανόηση των επιστημονικών διαδικασιών, στην κριτική σκέψη και επιχειρηματολογία και στην ανάπτυξη θετικών στάσεων απέναντι στην επιστήμη, στη λεξιλογική οικοδόμηση και γνωστική κατανόηση των ζητημάτων των φυσικών επιστημών, στην διαδικαστική γνώση, και τέλος στην λογικό- μαθηματική σκέψη των μαθητών (Haury, 1993). Τέλος, υποστηρίζεται πως σε τάξεις που εφαρμόζονται διδασκαλίες βασισμένες στη διερώτηση, οι εκπαιδευτικοί αναπτύσσουν βαθύτερη κατανόηση των προσωπικοτήτων και των αναγκών των μαθητών τους (Flick, 2006).

Δεδομένου ότι η ένταξη της διερώτησης μπορεί να παράσχει πλούσιο συγκείμενο για τη διδασκαλία σχετικά με τη φύση της επιστήμης (Schwartz et al., 2004), μπορεί να υποτεθεί πως η αύξηση της υιοθέτησης της διερώτησης, ως πρότυπο διδασκαλίας και μάθησης στην τάξη, μπορεί να οδηγήσει και σε πιο στοχευόμενη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.

Η μάθηση μέσω διερώτησης (Inquiry- based Learning - IBL) έχει στοιχεία από την επιστημονική διερώτηση, καθώς οι μαθητές καλούνται να εμπλακούν ενεργά, σε διαδικασίες οικοδόμησης νοήματος και επιστημονικής γνώσης (Olson & Loucks-Horsley, 2000) που μοιάζουν σε θεμιτό βαθμό με το έργο των επιστημόνων (Capps & Crawford, 2013b), στοχεύοντας στην εννοιολογική (conceptual) και τη διαδικαστική (procedural) κατανόηση της επιστήμης (Osbourne, σ.190, 2014) μέσω της μελέτης διερευνήσιμων ερωτημάτων (Chu et al., 2021).

Σύμφωνα με το NRC (1996, 2000) η ένταξη της διερώτησης στο σχολικό πλαίσιο έχει τρεις εκφάνσεις: οι δύο αφορούν μαθησιακά αποτελέσματα και η τρίτη αποτελεί

διδασκτική στρατηγική. Αρχικά, η διερώτηση μπορεί να κατανοηθεί ως γνωστική περιοχή. Με αυτή την έννοια, οι μαθητές ξεκινούν να κατανοούν τους τρόπους με τους οποίους λειτουργούν οι επιστήμονες. Αυτές οι μορφές κατανόησης της διερώτησης αντανακλούν φιλοσοφικές και κοινωνικό- ιστορικές πτυχές της επιστημονικής διερώτησης και της φύσης της επιστήμης και για αυτό υπάρχει κάποια αλληλοεπικάλυψη μεταξύ των κατανοήσεων για τη διερώτηση και για τη φύση της επιστήμης.

Ένα δεύτερο στοιχείο της διερώτησης, όπως αυτή εφαρμόζεται στο πλαίσιο της σχολικής τάξης, σχετίζεται με την ικανότητα των μαθητών να διεξάγουν επιστημονική διερώτηση (NRC, 1996). Οι ικανότητες για τη διεξαγωγή διερώτησης περιλαμβάνουν τις ικανότητες των μαθητών να απευθύνουν και να αναγνωρίζουν διερευνησίμα ερωτήματα, να οργανώνουν και να σχεδιάζουν πειράματα, να συλλέγουν δεδομένα, να χρησιμοποιούν δεδομένα, και να συνδέουν δεδομένα που αποτελούν στοιχεία με εξηγήσεις.

Τρίτον, η διερώτηση στην μαθησιακή διαδικασία μπορεί να αντιμετωπιστεί ως μια παιδαγωγική προσέγγιση, δηλαδή ως η μεθοδολογία που θα ακολουθήσει ο εκπαιδευτικός προκειμένου να διενεργήσει διδασκαλία βασισμένη στη διερώτηση, έτσι ώστε να θέσει βασικές επιστημονικές αρχές και έννοιες (NRC 2000, 2012).

Η διδασκαλία μέσω διερώτησης (Inquiry- based Teaching - IBT) αποτελεί την παιδαγωγική προσέγγιση που περιέχει την εφαρμογή της διερώτησης στο σχολικό συγκείμενο μιας διδασκαλίας μέσω διερώτησης. Η διδασκαλία μέσω διερώτησης εμπεριέχει κονστρουκτιβιστικά στοιχεία αλλά δεν περιορίζεται σε αυτά (Constantinou et al., 2018). Οι εκπαιδευτικοί διαφέρουν σημαντικά ως προς τον τρόπο με τον οποίο προσπαθούν να προσελκύσουν μαθητές στην ενεργή αναζήτηση για γνώση (Haury, 1993), στον τρόπο, δηλαδή που εντάσσουν τη διερώτηση στη διδασκαλία τους όσον αφορά την ανάπτυξη βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων μαθησιακών στόχων, την επιλογή του επιστημονικού περιεχομένου και την προσαρμογή του ώστε να συμβαδίζει με τα ενδιαφέροντα, τις γνώσεις, την κατανόηση, τις ικανότητες και την εμπειρία των μαθητών και τέλος την διαλογή διδακτικών και αξιολογικών στρατηγικών που να υποστηρίζουν την ανάπτυξη της μαθητικής κατανόησης και τον σχηματισμό μιας επιστημονικής μαθητικής κοινότητας.

Σύμφωνα με τον Haury (1993), ορισμένοι εκπαιδευτικοί επιστρατεύουν δομημένες μεθόδους καθοδηγούμενης διερώτησης, οι οποίες έχει υποστηριχθεί πως είναι οι πιο αποτελεσματικές (Capps & Crawford, 2013), άλλοι υποστηρίζουν την παροχή περιορισμένων οδηγιών στους μαθητές και άλλοι προωθούν τη χρήση ευρετικών συσκευών για την ενίσχυση των δεξιοτήτων ανάπτυξης.

Η διερώτηση δεν είναι η μόνη προσέγγιση στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Anderson, 2002), αλλά είναι μια ιδιαίτερα σημαντική προσέγγιση γιατί εγκαθιδρύεται στις σύγχρονες θεωρίες μάθησης (current education theory) και είναι σύμφωνη με τους τρόπους που πιστεύουμε πως μαθαίνουν οι άνθρωποι (NRC 1996, 2000). Όλα τα παραπάνω, βέβαια, πρέπει να υποστηρίζονται από τη συνεργασία των εκπαιδευτικών τόσο μεταξύ των υπό διδασκαλία αρχών όσο και μεταξύ των τάξεων (NRC, 1996).

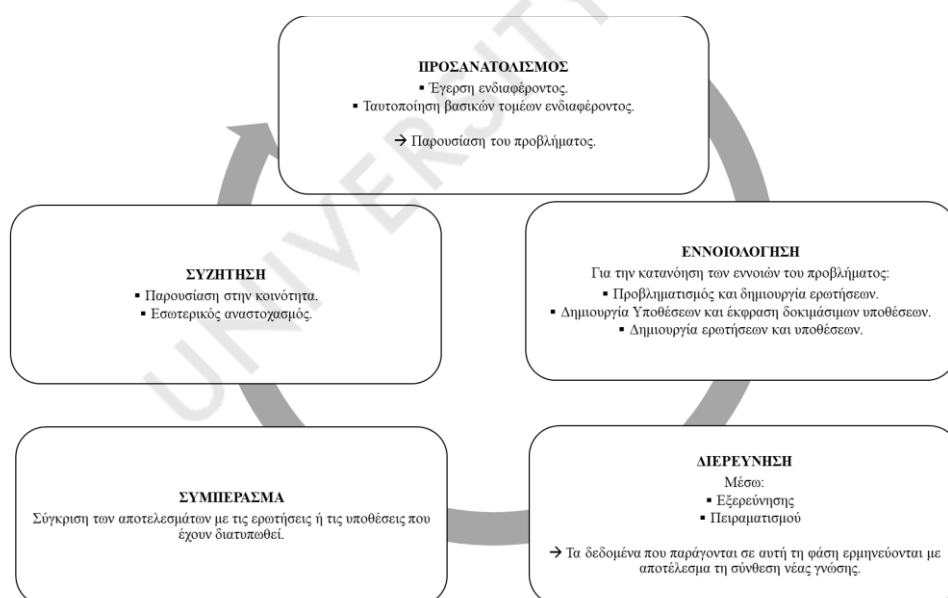
Ερευνητικά, εντοπίζονται διάφορα μοντέλα που αντικατοπτρίζουν την εφαρμογή της διερώτησης στη σχολική τάξη, τα οποία οργανώνουν τις ποικίλες διαδικασίες της διερώτησης σε φάσεις, ο συνδυασμός των οποίων δημιουργεί έναν κύκλο διερώτησης (Chu et al., 2021).

2.4.4.1 Κύκλος διερώτησης του Pedaste και της ομάδας του

Σύμφωνα με τον Pedaste και την ομάδα του (2015), ο κύκλος διερώτησης ξεκινάει με τη φάση του Προσανατολισμού (Orientation), η οποία περιλαμβάνει τη διέγερση του ενδιαφέροντος και της περιέργειας και τον προσδιορισμό των περιοχών που παρουσιάζουν ενδιαφέρον. Η φάση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την παρουσίαση του προβλήματος (problem statement). Η δεύτερη φάση του κύκλου των Pedaste et al. (2015) είναι αυτή της Εννοιολόγησης (Conceptualization), η οποία αφορά την κατανόηση των εννοιών του προβλήματος είτε μέσω του Προβληματισμού (Questioning) και τη δημιουργία ερωτήσεων, ερευνητικών και μη, είτε μέσω της Δημιουργίας Υποθέσεων (Hypothesis Generation) και την έκφραση δοκιμάσιμων υποθέσεων. Υπάρχουν και περιπτώσεις όπου διενεργείται και η φάση του Προβληματισμού και εκείνη της Δημιουργίας Υποθέσεων. Αυτή η φάση είναι ιδιαίτερα

σημαντική καθώς η εμπλοκή των μαθητών σε ερωτήσεις διερώτησης (inquiry-questions), ειδικά όταν αυτές αφορούν θέματα που έχουν τόσο επιστημονικές όσο και κοινωνικές διαστάσεις, τους επιτρέπει να οικοδομούν τις δικές τους σημαντικές ερωτήσεις, να τις προσδιορίζουν και να τις βελτιώνουν, να διαμορφώνουν στρατηγικές σχετικά με το σχεδιασμό και την παραγωγή απαντήσεων, και να επικοινωνούν, να μοιράζονται και να ασκούν αυτοκριτική σχετικά με τη διαδικασία, τα αποτελέσματα, τις επιρροές και τις επιπτώσεις αυτών (Chu et al., 2021) στα επόμενα στάδια του κύκλου.

Στη συνέχεια έπεται η φάση της Διερεύνησης (Investigation) η οποία διενεργείται είτε μέσω της Εξερεύνησης (Exploration), δηλαδή της συστηματικής και σχεδιασμένης παραγωγής δεδομένων σχετικά με τα ερωτήματα, είτε του Πειραματισμού (Experimentation), δηλαδή του σχεδιασμού και της διενέργειας πειραμάτων σχετικά με τις υποθέσεις. Τα δεδομένα που παράγονται σε αυτή τη φάση ερμηνεύονται με αποτέλεσμα τη σύνθεση νέας γνώσης (data interpretation). Στη συνέχεια στη φάση του Συμπεράσματος (Conclusion) συγκρίνονται τα αποτελέσματα με τις ερωτήσεις ή τις υποθέσεις που έχουν διατυπωθεί, με σκοπό τελικά το στάδιο της Συζήτησης (Discussion). Αυτή η φάση χαρακτηρίζεται είτε από παρουσίαση των αποτελεσμάτων στην κοινότητα (Communication) είτε από την κριτική ανασκόπηση τους, ως εσωτερικής διαδικασίας του ερευνητή (Reflection). (Pedaste et al., 2015).



Εικόνα 2. Κύκλος Διερώτησης του Pedaste και της ομάδας του (2015)

Συγκεντρωτικά, έχει παρατηρηθεί πως ο συνδυασμός μαθησιακών πρακτικών που είναι ενεργοποιητικές, μαθητοκεντρικές, συνεργατικές και προσανατολισμένες γύρω από την επιστημονική διερώτηση (Abd-El-Khalick, 2013) με κοινωνικό-επιστημονικά θέματα, διαμέσου της εφαρμογής μιας διδασκαλίας για τη φύση της επιστήμης, αυξάνει την κατανόηση των μαθητών για τα θέματα αυτά, προάγει τον επιστημονικό γραμματισμό και μπορεί εν δυνάμει να βελτιώσει τόσο την αποτελεσματικότητα των μαθητών όσο και την εμπλοκή τους στην επιστήμη (American Association for the Advancement of Science, 1989, 1993; NRC, 1996; Schwartz & Crawford, 2006). Με αυτό τον τρόπο ενισχύονται οι μαθητές στην ανάληψη των ευθυνών τους ως πολίτες αλλά και στην πρόταση υπόλογων λύσεων σε θέματα επιστημονικής θεωρίας και γνώσης (Kolstø, 2001; Levinson & PARRISE-Consortium 2017).

Μια εμπειρία προσομοίωσης της επιστημονικής διερώτησης, στο βαθμό που αυτή είναι δυνατή, σε συνδυασμό με τη ρητή και αναστοχαστική αναφορά στη φύση της επιστήμης και ευκαιρίες για αυτό- αξιολόγηση γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ της επιστημονικής γνώσης και της γνώσης για την επιστημονική γνώση (Schwartz et al., 2004) φέρνει τους μαθητές σε επαφή με την επιστήμη με τρόπο ολιστικό (Capps & Crawford, 2013a, 2013b) βοηθώντας έτσι στην ανάπτυξη κινήτρων και προσωπικού ενδιαφέροντος και τελικά ενισχύοντας την εννοιολογική αλλαγή.

Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης είναι κρίσιμες για την υλοποίηση αυθεντικών περιβαλλόντων μάθησης με διερώτηση. Αυτά περιλαμβάνουν την καθιέρωση της συζήτησης των υποκείμενων επιστημολογικών δεσμεύσεων των μαθητών ως ρητό συστατικό της διδακτικής πράξης, την ενίσχυση των μαθητών στην ανάπτυξη ειδικών γνώσεις υποβάθρου που επιτρέπουν τον ουσιαστικό εντοπισμό, τη συλλογή και την ερμηνεία των σχετικών δεδομένων και προωθούν την αναστοχαστική αναθεώρηση της θεωρίας και τη δυνατότητα ανοιχτής μελέτης ιδεών και θεωριών χωρίς την ανάγκη να καταλήξουν σε προκαθορισμένα συμπεράσματα (Chinn & Brewer, 1993).

2.4.5. Εμπόδια στην εφαρμογή διδασκαλιών για τις φυσικές επιστήμες

Έχει παρατηρηθεί πως ο αυθεντικός επιστημονικός κόσμος συνήθως δεν αντικατοπτρίζεται μέσα στην σχολική τάξη (Chinn & Malhotra, 2002; Driver et al.,

1996; Popa et al., 2020; Tan, 2021; Schwartz & Crawford, 2006). Γενικότερα, τα εμπόδια στην εφαρμογή νέων ιδεών στη μαθησιακή διαδικασία ομαδοποιούνται σε τρεις κατηγορίες σύμφωνα με τον Anderson (2002) σχετικά με το αν είναι τεχνικής, πολιτικής ή πολιτισμικής φύσης.

Τα τεχνικά εμπόδια, περιέχουν, μεταξύ άλλων, τη δέσμευση των εκπαιδευτικών σε παλαιότερα εγχειρίδια, τις προκλήσεις σχετικά με την αξιολόγηση, και τη δυσκολία διαχείρισης της ομαδικής δουλειάς. Τα πολιτικά εμπόδια αφορούν την αντίσταση των γονιών, τις ανεπύλιντες διαφορές μεταξύ εκπαιδευτικών και την έλλειψη πόρων. Τέλος, τα πολιτισμικά συνδέονται με τις πεποιθήσεις, τις αξίες και την δέσμευση των εκπαιδευτικών για την προετοιμασία των μαθητών για το επόμενο στάδιο.

Συγκεκριμένα για την εφαρμογή της διερώτησης σημειώνεται πως η αυθεντική επιστημονική διερώτηση είναι μια περίπλοκη διαδικασία που περιέχει ακριβό εξοπλισμό, περίτεχνες διαδικασίες και θεωρίες, μεγάλη πραγματογνωμοσύνη και εξελιγμένες τεχνικές ανάλυσης δεδομένων και μοντελοποίησης (Schwartz et al., 2004). Ακόμα, τα σχολεία δεν διαθέτουν ούτε τον χρόνο ούτε τις υποδομές ώστε να αναπαράγουν τέτοιες διερευνητικές δραστηριότητες (Chinn & Malhotra, 2001; Chu et al., 2021), με αποτέλεσμα οι εκπαιδευτικοί, στους οποίους πέφτει το βάρος της μεσολάβησής τους (Lederman, 1992), να μην έχουν στη διάθεσή τους τα επαρκή μέσα ώστε να βοηθήσουν τους μαθητές να συμμετάσχουν σε πραγματικά ανοιχτές διαπραγματεύσεις για να αντλήσουν νόημα, από την αναπαράσταση της διερώτησης, σχετικά με το τι πραγματικά είναι η επιστήμη (Amos et al., 2020; Schwartz & Lederman, 2008). Αλλά και από άποψη Αναλυτικών Προγραμμάτων Σπουδών (ΑΠΣ), υπάρχουν ελάχιστες δραστηριότητες διερώτησης στα εγχειρίδια ακόμα και αυτές παρέχουν μάλλον στρεβλή εννοιολογική κατανόηση και γνωσιολογία (Chinn & Malhotra, 2001).

Σύμφωνα με τις Schwartz και Crawford (2006), το απλουστευμένο επίπεδο διερώτησης των δραστηριοτήτων που εισάγονται στη σχολική τάξη αποτελεί έναν από τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη διενέργεια διαδικασιών διερώτησης στο πλαίσιο της φύσης της επιστήμης. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τους Chinn και Malhotra (2001), οι δραστηριότητες διερώτησης που συνήθως χρησιμοποιούνται στα σχολεία εισάγουν εννοιολογικές διαδικασίες διαφορετικές, ποιοτικά, των διαδικασιών που επιστρατεύονται στην επιστημονική διερώτηση, στις οποίες απουσιάζει η συσχέτιση

της θεωρίας με περίπλοκα μερικώς αντικρουόμενα δεδομένα, δεν αντικατοπτρίζεται η θεωρητικά εγκαθιδρυμένη φύση των μεθόδων και οι μαθητές δεν ενισχύονται στην ανάπτυξη εναλλακτικών ερμηνειών των δεδομένων που παράγονται και αναπτύσσουν ένα είδος αλγοριθμικού συλλογισμού όπως προκύπτει από το γεγονός ότι συνάγουν εμφανή συμπεράσματα διερώτησης από απλά πειράματα και παρατηρήσεις.

Η στρεβλή εικόνα που παρέχουν τα εγχειρίδια για τη διαδικασία της διερώτησης έχει ως αποτέλεσμα την παρουσίαση μιας επιστημολογίας διαφορετικής, πολλές φορές ακόμα και αντίθετης, από αυτή της αυθεντικής επιστήμης, και τελικά την προώθηση μη επιστημονικών γνωσιολογιών στις οποίες ο επιστημονικός συλλογισμός (scientific reasoning) αντιμετωπίζεται ως απλός, σίγουρος, αλγοριθμικός και εστιασμένος στην επιφανειακή παρατήρηση, η οποία πιθανώς να αποτύχει να οδηγήσει τους μαθητές στην εκμάθηση των ευρετικών (heuristics) που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες για να επιχειρηματολογήσουν σε συνθήκες αβεβαιότητας (Chinn & Malhotra, 2001).

Η βελτίωση των προγραμμάτων σπουδών με τρόπο που να παρέχεται περισσότερος χρόνος για διερώτηση μέσω δραστηριοτήτων ενεργού διερώτησης (hands-on inquiry), αξιολόγησης στοιχείων, βάσεων δεδομένων και πειραμάτων μέσω υπολογιστή, πιθανώς να έχει ως αποτέλεσμα οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί να γίνουν πιο πρόθυμοι να εισάγουν δραστηριότητες αυθεντικής διερώτησης στο μάθημα τους (Chinn & Malhotra, 2001). Ακόμα και σε αυτή την περίπτωση όμως είναι απαραίτητο οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί να έχουν το κατάλληλο υπόβαθρο για την αποτελεσματική εφαρμογή των στρατηγικών της διερώτησης στο πλαίσιο της φύσης της επιστήμης (Schwartz & Crawford, 2006), όπως προκύπτει και από έρευνα των Brown και των συνεργατών του (2006), σύμφωνα με τους οποίους ο βασικότερος περιορισμός για την εισαγωγή του προτύπου της διερώτησης είναι οι κατανοήσεις, οι αξίες και οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικού για την ίδια την επιστημονική διερώτηση και τη φύση αυτής.

2.4.6. Πεποιθήσεις εκπαιδευτικών για τη διερώτηση και τη φύση της επιστήμης και διδασκαλία των φυσικών επιστημών

Αντλώντας από τη θεωρία του Shulman (1987) σε συνδυασμό με το σχολιασμό αυτής από τον Anderson (1987), για την διεκπεραίωση ενός επιτυχούς μαθήματος φυσικών επιστημών για τη φύση της επιστήμης, στο πλαίσιο της διερώτησης, οι

εκπαιδευτικοί θα πρέπει αρχικά να γνωρίζουν το βασικό επιστημονικό περιεχόμενο, αλλά και να κατέχουν παιδαγωγικές και διδακτικές γνώσεις, και να είναι οικείοι με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών.

Ακόμα, σημαντικά εφόδια για την αύξηση της παραγωγικότητας της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών αποτελούν η παιδαγωγική γνώση περιεχομένου, η γνώση του ίδιου του γνωστικού αντικειμένου αλλά και η κατανόηση των μαθητικών χαρακτηριστικών και αναγκών. Τέλος, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να έχουν εξ αρχής συνείδηση όχι μόνο των επιδιωκόμενων αποτελεσμάτων και σκοπών της, βασισμένης στη διερώτηση, διδασκαλίας τους αλλά και των αξιών και του φιλοσοφικού και ιστορικού υποβάθρου που αυτή εμπεριέχει (φύση της επιστήμης) (Anderson, 1987).

Στα παραπάνω, έχει προστεθεί και η ανάγκη ο εκπαιδευτικός να κατέχει πεποιθήσεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση που να είναι συνεπείς με τα παρόντα μεταρρυθμιστικά έγγραφα (Crawford, 2007) (π.χ. AAAS 1993; NRC 1996, 2012; PARRISE 2014-2017). Η έρευνα έχει δείξει πως οι αντιλήψεις μερίδας των εκπαιδευτικών δε συνάδουν με το παρόν πλαίσιο που αποδέχεται η πλειοψηφία του επιστημονικού κόσμου σχετικά με τη φύση της επιστήμης (Kuhn, 1970; Abd-El-Khalick & Akerson, 2004; Abd-El-Khalick et al., 1998; Anderson, 2007; Gallagher, 1991; Lederman, 1992; Sevim & Pekbay, 2012) αλλά και με τη διερώτηση (Capps & Crawford, 2013).

Έχει παρατηρηθεί, συγκεκριμένα, πως οι εκπαιδευτικοί μπορεί να φέρουν ανεπαρκείς γνώσεις σχετικά με το ρόλο της δημιουργικότητας στην επιστήμη, τη λειτουργία των επιστημονικών μοντέλων, τους ρόλους των θεωριών και της σχέσης τους με την έρευνα, του διαχωρισμού μεταξύ υποθέσεων, νόμων και θεωριών, τη σχέση μεταξύ πειραματισμού, μοντέλων και θεωριών, και της απόλυτης αλήθειας, του γεγονότος ότι η επιστήμη δεν αφορά μόνο τη συλλογή και ταξινόμηση γεγονότων, του τι αποτελεί επιστημονική εξήγηση και τέλος των διασυνδέσεων και των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ διαφορετικών επιστημονικών κλάδων (Lederman, 1992).

Στην περίπτωση των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι δεν έχουν ειδίκευση στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, αλλά ούτε και ιδιαίτερη εμπειρία στο ζήτημα, έχει παρατηρηθεί περιορισμένη γνώση του επιστημονικού περιεχομένου και της φύσης της επιστήμης (Schwartz & Crawford, 2006), με

αποτέλεσμα μειωμένη αυτοπεποίθηση για τις δεξιότητες τους στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Akerson & Donnelly, 2008).

Οι απόψεις των εκπαιδευτικών για τη διερώτηση αλλά και οι αντιλήψεις τους σχετικά με τη φύση της επιστήμης όπως αντανακλώνται σε θέματα αυτό- επάρκειας και ανησυχίας για την εφαρμογή της φύσης της επιστήμης αποτελούν τρία γνωστικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών που πιθανόν να επηρεάζουν έμμεσα ή άμεσα τη διδασκαλία τους (Akerson & Donnelly, 2008) και άρα οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των γνώσεων των εκπαιδευτικών και της διδακτικής τους πρακτικής σχετικά με τη διερώτηση και τη φύση της επιστήμης αποτελούν σημαντικό έδαφος για τη μελέτη της επιστημονικής διδακτικής έρευνας (Capps & Crawford, 2013a).

Αν θεωρήσουμε πως η διδακτική πρακτική των εκπαιδευτικών σχετίζεται με τις γνώσεις και τις αντιλήψεις τους σχετικά με τη διερώτηση και τη φύση της επιστήμης, είναι σημαντική η κατανόηση των τρόπων με των οποίων επηρεάζουν οι πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών τις διδακτικές τους αποφάσεις, ώστε τελικά να γίνει δυνατή η υποστήριξη των εκπαιδευτικών στο διδακτικό τους έργο όπως αυτό αφορά αυτούς τους τομείς (Akerson & Hanuscin, 2007).

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών μέσω σύγχρονων μεθόδων, οι οποίοι μπορεί να σχετίζονται με τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για την ενσωμάτωση της φύσης της επιστήμης στη διδασκαλία και τη μάθηση των φυσικών επιστημών. Αυτοί οι παράγοντες, προτείνεται από τους Akerson και Donnelly (2008) πως είναι, το επίπεδο της μεταγνωστικής τους επίγνωσης, το επίπεδο ηθικής και διανοητικής ανάπτυξης, οι πολιτισμικές αξίες, οι απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την επιστημονική διερώτηση, οι πεποιθήσεις απέναντι στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, η αυτό- επάρκεια τους για τη φύση της επιστήμης και τέλος οι ανησυχίες απέναντι στη διδασκαλία με τη χρήση της φύσης της επιστήμης.

Η αυτοπεποίθηση του ατόμου για ενασχόληση με ακατανόητο υλικό και την αναζήτηση απαντήσεων σε επιστημονικές ερωτήσεις μπορεί να σχετίζεται με την επιστημονική μάθηση. Στο πλαίσιο των εννοιολογιών των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης, η αυτοεικόνα τους περιλαμβάνει τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τον εαυτό τους ως ικανών ατόμων που αναζητούν επιστημονικές πληροφορίες, ένα

συστατικό της αυτό- επάρκειάς τους (Akerson & Donnelly, 2008). Σύμφωνα με τον Hanson (2006) υπάρχει έμμεση σχέση μεταξύ αυτό- επάρκειας και αντιλήψεων για τη φύση της επιστήμης.

Στην παρούσα εργασία υιοθετείται η προσέγγιση του Bandura (1997) για την έννοια της αυτό- επάρκειας. Σύμφωνα με τον Bandura (1997), το οικοδόμημα της αυτό-επάρκειας είναι θεμελιωμένο στη θεωρία της κοινωνικής μάθησης και είναι δισδιάστατο. Αρχικά, εντοπίζει την Προσωπική Αυτό- επάρκεια (personal self-efficacy), την κρίση δηλαδή για την ικανότητα του ατόμου να οργανώνει και να εκτελεί συγκεκριμένου τύπου πράξεις. Δεύτερον, εντοπίζει το Προσδοκώμενο Αποτέλεσμα (outcome expectancy), το οποίο σχετίζεται με την κρίση του ατόμου όσον αφορά τις πιθανές επιπτώσεις που θα παράγουν οι πράξεις του. Και οι δύο διαστάσεις αναμένεται να επηρεάσουν την συμπεριφορά των εκπαιδευτικών και την ανησυχία τους για το μαθησιακό αποτέλεσμα και για αυτό ο εντοπισμός των σχέσεων τους με τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών είναι χρήσιμος για τον προσδιορισμό των διδακτικών αποφάσεων που θα πάρουν οι εκπαιδευτικοί σχετικά με τη μάθηση και τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Bandura, 1986; Smolleck & Yoder, 2008).

Οι ανησυχίες προοδεύει μέσω μιας σειράς σταδίων ανησυχίας (stages of concerns, SOC) τα οποία περιλαμβάνουν την επιστημολογική επάρκεια, την πληροφόρηση, την προσωπική διαχείριση, συνέπειες, συνεργασία και επανασυγκέντρωση και ως εκ τούτου, οι ενεργειακοί εκπαιδευτικοί μπορεί να διαφέρουν ως προς το βαθμό ανησυχίας τους για την ενσωμάτωση της φύσης της επιστήμης στη διδασκαλία τους (Akerson & Donnelly, 2008).

Ο Hord (1987) χώρισε τις ανησυχίες των εκπαιδευτικών σε τρεις κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία παρατηρούνται τα αρχικά στάδια της προσπάθειας αλλαγής κατά τα οποία οι εκπαιδευτικοί είναι πολύ πιθανό να έχουν προσωπικές ανησυχίες (self-concerns) (στάδιο 1: πληροφόρηση, στάδιο 2: προσωπική διαχείριση). Οι εκπαιδευτικοί αυτοί θα θελήσουν να μάθουν περισσότερα για την καινοτομία, τι είναι αυτή, πώς μοιάζει και πώς διαφέρει με αυτά που ήδη εφαρμόζουν, αλλά και σχετικά με το πότε θα ξεκινήσει το νέο πρόγραμμα, το είδος προετοιμασίας που θα λάβουν, την πηγή του νέου προγράμματος, ποιος το υποστηρίζει και γιατί και πώς αναμένεται να λειτουργήσει. Οι προσωπικές ανησυχίες είναι επίσης πιθανό να είναι έντονες κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, αν και μπορεί να μην εκφράζονται τόσο ανοιχτά. Οι

εκπαιδευτικοί μπορεί επίσης να ανησυχούν για την ικανότητά τους να εκτελέσουν το νέο πρόγραμμα όπως αναμένεται και για το αν θα κάνουν λάθη που θα τους κάνουν να φανούν «ανόητοι». Ένας άλλος τρόπος με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί εκφράζουν προσωπικές ανησυχίες σχετικά με μια αλλαγή είναι να χαρακτηρίσουν την καινοτομία ως κάτι που δεν είναι καινούριο, αλλά ως κάτι που έκαναν πάντα ή συνήθιζαν να κάνουν. Με αυτή την πεποίθηση, μπορεί να πείσουν τον εαυτό τους ότι πραγματικά δεν χρειάζεται να αλλάξουν.

Στη δεύτερη κατηγορία παρατηρείται αύξηση ανησυχιών για τα καθήκοντα (task concerns) (στάδιο 3: διαχείριση), καθώς γίνονται οι τελικές προετοιμασίες για την έναρξη της χρήσης μιας καινοτομίας και κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου χρήσης. Οι εκπαιδευτικοί αυτοί συχνά εκφράζουν απορίες σχετικά με το πώς να εξισορροπήσουν την ανάγκη επαναδιδασκαλίας με την ανάγκη κάλυψης όλων των στόχων αλλά και τη διαχείριση του χρόνου και της διαφορετικότητας των μαθητών. Οι εκφράσεις που σχετίζονται με τη διαχείριση του χρόνου είναι συχνές όταν οι ανησυχίες αυτού του σταδίου είναι έντονες. Οι εκπαιδευτικοί που υποστηρίζουν ότι αντιμετώπισαν προβλήματα στην ετοιμασία και την οργάνωση του απαραίτητου διδακτικού υλικού εκφράζουν, επίσης, ανησυχίες για τη διαχείριση.

Όταν οι πιο έντονες ανησυχίες των εκπαιδευτικών αφορούν τις επιπτώσεις μιας καινοτομίας στους μαθητές και τι μπορεί να γίνει για να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα του προγράμματος, τότε, σύμφωνα με τον Hord (1987), έχουν φτάσει στο επίπεδο των επιπτώσεων, το οποίο αποτελεί την τρίτη κατηγορία. Τα στάδια 4 (συνέπειες), 5 (συνεργασία) και 6 (επαναπροσδιορισμός) συνθέτουν την κατηγορία αυτή. Υποστηρίζεται, όμως, πως πολλοί εκπαιδευτικοί δεν θα έχουν ποτέ έντονες ανησυχίες στα στάδια 5 (ανησυχίες σχετικά με τη συνεργασία με άλλους για τη βελτίωση των αποτελεσμάτων της καινοτομίας) ή 6. Συγκεκριμένα για τις ανησυχίες του σταδίου 5, οι εκπαιδευτικοί που δεν έχουν καμία ευκαιρία ή ανάγκη για συνεργασία μπορεί να μην τις εμφανίσουν ποτέ. Όταν οι εκπαιδευτικοί έχουν χρησιμοποιήσει μια καινοτομία με αποτελεσματικότητα για κάποιο χρονικό διάστημα, αρχίζουν να ανησυχούν για την εξεύρεση ακόμη καλύτερων τρόπων προσέγγισης και διδασκαλίας των μαθητών τους με αυτή. Μόνο λίγοι εκπαιδευτικοί έχουν ανησυχίες τέτοιου είδους, οι οποίες είναι ενδεικτικές του σταδίου 6, αφορούν δηλαδή τον επαναπροσδιορισμό της εστίασης.

Αν και εντοπίζονται έρευνες που υποστηρίζουν πως δεν υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ των απόψεων των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης και των πρακτικών τους στο διδακτικό συγκείμενο (Abd-El-Khalick et al., 1998; Abd-El-Khalick & Lederman, 1998; Brickhouse, 1990; Lederman, 1992; Lederman & Zeidler, 1986), άλλες θεωρούν πως η κατανόηση ενός εκπαιδευτικού για τη φύση της επιστήμης σχετίζεται με τις αντιλήψεις των μαθητών του και πως οι εκπαιδευτικές συμπεριφορές και αποφάσεις του τόσο για τη φύση της επιστήμης όσο και για τη διερώτηση επηρεάζονται σημαντικά από τις αντιλήψεις του για τη φύση της επιστήμης (Schwartz & Crawford, 2006, Capps & Crawford, 2013a; 2013b).

Συγκεκριμένα σχετικά με τη διερώτηση, έχει υποστηριχθεί πως η έλλειψη γνώσεων και εμπειριών σχετικά με την επιστημονική διερώτηση μπορεί να λειτουργήσει ως εμπόδιο στην διδασκαλία μέσω διερώτησης (Blanchard, Southerland & Granger, 2009). Αυτό συμβαίνει καθώς, για τη διδασκαλία μέσω διερώτησης, ο δάσκαλος αντλεί παραλληλισμούς μεταξύ των δύο πλαισίων, του σχολικού και του επιστημονικού, και ιδανικά είναι σε θέση να αναφερθεί ρητά στην επιστημονική διερώτηση και τη φύση αυτής προκειμένου να παρουσιάσει μια πιο αυθεντική εικόνα της επιστημονικής προσπάθειας μέσα στα όρια και τα δυνατά σημεία του περιβάλλοντος της τάξης και των συμμετεχόντων (Schwartz & Lederman, 2008).

Έτσι, από τη μια, αντλώντας από τη θεωρία του Bandura (1997), αφελείς αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης, μπορεί να μειώσουν τη συχνότητα και την αποδοτικότητα της διδασκαλία για αυτή αλλά και για τη διερώτηση ενώ από την άλλη ενισχυμένες αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης μπορεί να επηρεάσουν το γεγονός ότι οι εκπαιδευτικοί αισθάνονται την προσδοκία να διδάξουν τη διερώτηση στο σχολείο ως αυθεντική επιστημονική διερώτηση ενώ κατανοούν την πολυπλοκότητα της αυθεντικής επιστημονικής διερώτησης σε σχέση με το πλαίσιο της τάξης, μια εργασία που μπορεί να φανεί, και πιθανότατα είναι, ανέφικτη και δύσκολη (Schwartz & Crawford, 2006).

Η βιβλιογραφία υποθέτει πως ενίσχυση της κατανόηση της φύσης της επιστήμης μπορεί να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να βελτιώσουν την αυτοπεποίθησή τους και τις δεξιότητες τους με στόχο την αποτελεσματική διενέργεια της διδασκαλίας σε παραλληλία με τα μεταρρυθμιστικά έγγραφα (Akerson & Hanuscin, 2007). Επιπλέον, η προφανής σχέση μεταξύ αντιλήψεων για τη διερώτηση και των αποτελεσμάτων

σχετικά με τη φύση της επιστήμης υπονοούν ότι πιο εξελιγμένες αντιλήψεις σχετικά με το ένα μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα πιο εξελιγμένες απόψεις σχετικά με το άλλο (Capps & Crawford, 2013a). Δεν είναι, λοιπόν, λίγες οι πηγές που προτείνουν τη βελτίωση αντιλήψεων των εκπαιδευτικών σχετικά με τη Φύση της Επιστήμης, μέσω της ενσωμάτωσης της στη διδασκαλία μέσω διερώτησης (AAAS, 1993; NRC, 1996; Schwartz et al., 2004).

2.4.7. Υποστήριξη εκπαιδευτικών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών

Το οικοδόμημα, λοιπόν, που θεωρείται πως αποτελεί τη βάση για τις διδακτικές πρακτικές του ατόμου, περιλαμβάνει γνώσεις και αντιλήψεις (Capps & Crawford, 2013a), κίνητρα, κοσμοθεωρίες, εννοιολογικές επιδράσεις αλλά και ζητήματα προσωπικής σημασίας και αναμενόμενης χρησιμότητας για το μέλλον του εκπαιδευτικού (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004), και αναπτύσσεται με τον καιρό ως αποτέλεσμα της προηγούμενης εκπαίδευσής του, της κατάρτισης (ongoing schooling) και της προσωπικής (van Driel et al., 1998) και διδακτικής εμπειρίας του (Lederman, 1992).

Οι γνώσεις που δίνονται στους εκπαιδευτικούς, όμως, τόσο από το πανεπιστήμιο όσο και σε επίπεδο επιμορφώσεων, εστιάζουν στο «πώς» και όχι στο «τι» της διδασκαλίας (Shulman, 1987) παρέχοντας τους ιδιαίτερα περιορισμένη γνωστική κατανόηση των επιστημονικών αρχών (Schwartz et al., 2004). Αποτυγχάνουν, έτσι, να προκαλέσουν τις προϋπάρχουσες γνώσεις εκπαιδευτικών σχετικά με τη φύση της επιστήμης σε βαθμό που να ενισχύεται η μεταβίβαση στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Abd-El-Khalick & Boujaoude, 1997).

Οι νέοι εκπαιδευτικοί αποφοιτούν με περιορισμένη κατανόηση της δομής, της λειτουργίας και της ανάπτυξης της επιστημονικής γνώσης και άρα με αναπτυσσόμενες γνώσεις για τη φύση αυτής (Duschl, 1987). Έτσι, συχνά παρουσιάζουν εξίσου αφελείς αντιλήψεις με τους μαθητές τους, οι οποίες όταν συνδυάζονται με παραδοσιακές παιδαγωγικές πρακτικές παρουσιάζουν όχι και τόσο ενθαρρυντικά μαθησιακά αποτελέσματα (Abd-El-Khalick & Boujaoude, 1997). Και αργότερα όμως πολλοί εκπαιδευτικοί διαθέτουν και εμμένουν σε ανεπαρκείς αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης (Abd-El-Khalick & Boujaoude, 1997; Akerson & Donnelly, 2008; Carey & Stauss, 1970; Lederman, 1992; Schwartz & Crawford, 2006).

Οι Capps και Crawford (2013a) υποστήριξαν πως για την διεκπεραίωση ενός μαθήματος σύμφωνα με τα μεταρρυθμιστικά έγγραφα (NRC, 1996; 2000) και ευθυγραμμισμένου με τους παρόντες στόχους για τον επιστημονικό γραμματισμό, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να αναπτύξουν επαρκή κατανόηση για τη φύση της επιστήμης, προσωπικές ικανότητες διενέργειας επιστημονικών διερωτήσεων, τις παιδαγωγικές δεξιότητες που είναι απαραίτητες για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης μέσω της διερώτησης όπως επίσης και την πρόθεση να διδάξουν με βάση αυτά.

Για την επίτευξη των παραπάνω, προτείνεται βελτίωση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών μέσω επιμορφώσεων με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Αρχικά, το συγκεκριμένο είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς η επιστήμη και η επιστημονική κοινότητα γίνονται προσβάσιμες μέσω της ανάπτυξης προσωπικής σημασίας για το άτομο και την τοποθέτηση τους σε αληθινά συγκεκριμένα (Schwartz & Crawford, 2006). Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο κρίνεται απαραίτητη η εμπλοκή των εκπαιδευτικών σε διαδικασίες επιστημονικής πρακτικής στο πλαίσιο της διδασκαλίας για θέματα φύσης της επιστήμης. Η εμπλοκή των ίδιων των εκπαιδευτικών στις πρακτικές της επιστήμης μέσω της διερώτησης παρέχει παραγωγικό συγκεκριμένο για τη μάθηση σχετικά τόσο με την ίδια την επιστημονική γνώση όσο και με τη φύση της επιστήμης (Schwartz et al., 2004).

Σύμφωνα και με το NRC (1996), οι γνωστικές εμπειρίες των εκπαιδευτικών σχετικά με τις φυσικές επιστήμες πρέπει να περιλαμβάνουν την ενεργό διερεύνηση φαινομένων που μπορούν να μελετηθούν επιστημονικά, την ερμηνεία αποτελεσμάτων, και την κατανόηση των ευρημάτων που είναι συνεπή με την παρούσα επιστημονική κατανόηση- γνώση. Επίσης, η επιμόρφωση πρέπει να στηρίζεται στην κατανόηση, τις ικανότητες και τις στάσεις των εκπαιδευτικών. Είναι πολύ σημαντικό σε αυτές τις διαδικασίες οι εκπαιδευτικοί να εμπλέκονται με επιστημονικά ζητήματα, γεγονότα ή προβλήματα που να έχουν προσωπική σημασία για αυτούς.

Τέλος, είναι θεμιτό, οι επιμορφούμενοι στο πλαίσιο της εκπαίδευσης τους να εξοικειώνονται με την επιστημονική βιβλιογραφία και τις ψηφιακές- τεχνολογικές πηγές με σκοπό να επεκτείνουν τις επιστημονικές τους γνώσεις αλλά και την προσβασιμότητα τους σε περαιτέρω γνώσεις, να αναπτύσσουν δεξιότητες αυτοαξιολόγησης σχετικά με τη διαδικασία και τα αποτελέσματα της κατανόησης

μέσω της διερώτησης αλλά και να ενθαρρύνονται και να υποστηρίζονται σε προσπάθειες συνεργασίας.

Η χρήση πλούσιων, σε τεχνολογία, μαθησιακών περιβαλλόντων που βασίζονται σε σενάρια δεδομένων που σχετίζονται με επιστημονικά προβλήματα πραγματικού κόσμου, θεωρείται κατάλληλη για την παροχή ελαττούμενης στήριξης (scaffolding) σε επιστημονικές διερωτήσεις και δημιουργούν το απαραίτητο πλαίσιο για προβληματισμό σχετικά με πτυχές της φύσης της επιστήμης, παρέχοντας ένα πλαίσιο για αυθεντικές εμπειρίες, για υποψήφιους εκπαιδευτικούς, που χαρακτηρίζεται από ρητές και αναστοχαστικές συζητήσεις για τη φύση της επιστήμης και ευκαιρία για τους υποψήφιους δασκάλους να οραματιστούν πώς να μεταφράσουν τις εμπειρίες τους στις μελλοντικές αίθουσες διδασκαλίας τους (Schwartz & Lederman, 2008).

Το κομμάτι του αναστοχασμού είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς αντλώντας περιεχόμενο από τη θεωρία ότι οι δυσκολίες των επιμορφουμένων στην κατάκτηση νέων γνώσεων δεν περιορίζονται στο επίπεδο της εκτέλεσης των δραστηριοτήτων αλλά επεκτείνεται και σε περιοχές μεταγνωστικής κατανόησης των δραστηριοτήτων, ο Keselman (2003) υποστήριξε πως για τη βελτίωση της μάθησης μέσω διερώτησης, τα άτομα χρειάζονται υποστήριξη τόσο στο επίπεδο της εκτέλεσης όσο και στο μεταγνωστικό επίπεδο, όπως αυτό αφορά την μετα- δραστηριοτική κατανόηση (metatask understanding) και την μετά- στρατηγική ικανότητα.

Μελέτες εκπαιδευτικών παρεμβάσεων σε διάφορους τομείς υποδηλώνουν ότι η έμφαση στη μεταγνωστική ανασκόπηση για δεξιότητες και πρακτικές, και η ενθάρρυνση των ατόμων να αφαιρέσουν τι κοινές- πρόημες ιδέες (common principles) και να καθορίσουν τους όρους εφαρμογής τους, προωθούν τη μεταβίβαση (Anderson, 1987).

Έχει υποστηριχθεί, επίσης, ότι λόγω παραγόντων που σχετίζονται με τη διδασκαλία, τα κίνητρα την κοινωνία και την κουλτούρα τους, οι εκπαιδευτικοί δεν φτάνουν με την ίδια ευκολία στην εννοιολογική αλλαγή για όλους τους τομείς της φύσης της επιστήμης, παρουσιάζοντας μεγαλύτερη δυσκολία σε θέματα διαχωρισμού νόμων και θεωριών αλλά και σε θέματα προσωρινής και κοινωνικά εγκαθιδρυμένης φύσης της επιστήμης (Mesci & Schwartz, 2017), και άρα είναι θεμιτή η ανάλυση του

ποιες είναι οι εμπειρίες που πρέπει να έχουν οι εκπαιδευτικοί σχετικά με το κάθε ζήτημα.

Η εμπειρία όμως από μόνη της δεν είναι αρκετή για να αλλάξει τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη φύση της επιστήμης (Schwartz et al., 2004). Γι' αυτό και προτείνεται (Abd El Khalick & Akerson, 2004; Schwartz et al. 2004; Capps & Crawford, 2013a, 2013b) η ανάπτυξη επιστημονικής εμπειρίας (Schwartz et al., 2004) σε συνδυασμό με την κατάκτηση της φιλοσοφικής (Schwartz & Lederman, 2008), κοινωνικής, ιστορικής και ψυχολογικής φύσης της επιστήμης (Schwartz, Lederman & Crawford, 2004) μέσω της δόμησης προγραμμάτων που εξομοιώνουν ή να αποτελούν, σε όποιο βαθμό είναι εφικτό, συνθήκες αυθεντικής επιστημονικής δραστηριότητας εμπριέχοντας ρητή- αναστοχαστική αναφορά σε ζητήματα διερώτησης και φύσης της επιστήμης (Capps & Crawford, 2013), παρέχοντας αρκετό χρόνο για την απόκτηση νέων γνώσεων, σε συνδυασμό με πρακτική και συνεχή ανατροφοδότηση. Αλλά και μετά το πέρας του προγράμματος είναι αναγκαία η συνέχεια της κατάρτισης με στόχο τη διατήρηση της νέας δεξιότητας ή ιδέας, παρέχοντας τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να παρακολουθήσει την πρακτική εφαρμογή της νέας δεξιότητας ή στρατηγικής του (Akerson & Hanuscin, 2007).

Οι εκπαιδευτικοί που εκπαιδεύονται με αυτό τον τρόπο έχουν περισσότερες πιθανότητες να δομήσουν προσεκτικά εμπειρίες διερώτησης με τις οποίες οι μαθητές μπορούν να λειτουργήσουν όσο το δυνατόν πιο αυτόνομα (Abd-El-Khalick, 2013), γεγονός που σε συνδυασμό με την υπόθεση ότι οι ενημερωμένες αντιλήψεις θα οδηγήσουν σε συχνότερη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης (Bandura, 1986), δημιουργεί μια υποσχόμενη πρακτική για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (AAAS 1990; Crawford 2007; NRC 1996).

2.4.8. Το νέο πλαίσιο της εξ' αποστάσεως διδασκαλίας κατά την πανδημία COVID-19

Κατά την περίοδο της μελέτης αναδύθηκε ένα σημαίνον κοινωνικό-επιστημονικό ζήτημα, αυτό της πανδημίας COVID-19. Ο COVID- 19 είναι μια μολυσματική ασθένεια που προκαλείται από μια κατηγορία κορωνοϊών και εμφανίστηκε για πρώτη φορά στη Wuhan την Κίνας τον Δεκέμβριο του 2019. Η ασθένεια χαρακτηρίστηκε ως «πανδημία» από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας στις

11 Μαρτίου του 2020 (WHO, 2020), με αποτέλεσμα πολλές χώρες, συμπεριλαμβανομένων της Ελλάδας και της Κύπρου, να αναγκαστούν να αναστείλουν τη λειτουργία των σχολικών μονάδων, ως αποτέλεσμα γενικών οδηγιών για την εφαρμογή καραντίνας και παραμονής την πολιτών στο σπίτι. Εφόσον οι μαθητές δεν είχαν τη δυνατότητα να παρακολουθούν δια ζώσης μαθήματα δημιουργήθηκε η ανάγκη επιστράτευσης διαφορετικών μέσων με στόχο την αλλαγή από παραδοσιακές εκπαιδευτικές μεθόδους στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση (Tan, 2020). Αυτή η ουσιαστική αλλαγή φαίνεται να επηρέασε σε μεγάλο βαθμό διάφορα γνωστικά αντικείμενα συμπεριλαμβανομένων και των φυσικών επιστημών και μας έδωσε την ευκαιρία να μάθουμε για το ρόλο της χρήσης της τεχνολογίας στη διδασκαλία όταν οι εκπαιδευτικοί δεν διαθέτουν καμία άλλη επιλογή.

Ήδη τα τελευταία χρόνια στο πλαίσιο για τη βελτίωση της μαθησιακής πραγματικότητας της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, έχει παρατηρηθεί πως η χρήση της διερώτησης, διευκολύνεται (Pedaste et al., 2015) και διευρύνεται (Keselman, 2003) με τη χρήση εργαλείων του τεχνολογικού γραμματισμού καθώς η μάθηση της πληροφορίας αποτελεί αρωγό της ανάπτυξης ικανοτήτων αποτελεσματικής και ηθικής επιλογής, αξιολόγησης και χρήσης πληροφοριών για τη συγκέντρωση, την εφαρμογή και την επικοινωνία της γνώσης (Chu et al., 2021). Με τον όρο τεχνολογικός γραμματισμός εννοούμε τη συνισταμένη τριών στοιχείων: του πληροφοριακού εγγραμματισμού/ γραμματισμού (information literacy, IL), των πληροφοριακών και επικοινωνιακών δεξιοτήτων (information and communication technology skills, ICT), και της μάθησης των μέσων (media literacy, ML).

Η βασική λειτουργία της μετα- ακαδημαϊκής επιστημονικής διερώτησης φαίνεται να σχετίζεται άμεσα με τον τεχνολογικό γραμματισμό σε μια πιο εργαλειακή της προσέγγιση, μέσω της οποίας έχει προσδώσει στην κοινωνία την προοπτική για παραγωγή γνώσης με στρατηγική, και οικονομική αξία (Bungum, 2018).

Επιπλέον, οι στόχοι του συνδετισμού, όπως παρουσιάζονται από τον Siemens (2004) αλλά και οι αρχές της διαδικτυακής μάθησης (συνεργασία, συνδεσιμότητα, επικέντρωση στους μαθητές, εικονική πραγματικότητα, κοινότητα, εξερεύνηση, κοινή γνώση, πολυαισθητικές εμπειρίες και αυθεντικότητα) φαίνεται να κινούνται παράλληλα με τους στόχους και τις αρχές του επιστημονικού γραμματισμού.

Συγκεκριμένα, η μαθησιακή πρόοδος των μαθητών στο πλαίσιο της διερώτησης φαίνεται να βελτιώνεται αισθητά με τη χρήση των νέων τεχνολογιών (Pedaste et al., 2015). Αυτό προκύπτει μεταξύ άλλων και από τη θεωρία της εγκαθιδρυμένης μάθησης, σύμφωνα με την οποία, η μάθηση είναι πιο αποτελεσματική όταν λαμβάνει χώρα στο ίδιο πλαίσιο που εμφανίζεται (Schwartz & Lederman, 2008). Θα μπορούσε να υποτεθεί πως ο συνδυασμός της διδασκαλίας της φύσης της επιστήμης και άλλων επιστημονικών ζητημάτων κάτω από εξ ολοκλήρου τεχνολογικά συγκείμενα, έχει πολλές πιθανότητες να δώσει στους μαθητές μια καλύτερη εικόνα του τι σημαίνει να δουλεύεις με την επιστήμη και την τεχνολογία στη σύγχρονη κοινωνία, αλλά και ότι η εφαρμογή σχολικής διερώτησης μπορεί να αναδείξει τον ρόλο της επιστημονικής διερώτησης στην επίλυση των επιστημονικών κρίσεων σε αλληλεπίδραση με την κοινωνία (Khishfe et al., 2017).

Πλήθος ερευνών προτείνουν την ενίσχυση της εμπλοκής και των αναλυτικών δεξιοτήτων των μαθητών με τη χρήση της τεχνολογίας γενικά (Al-Omari & Salameh, 2012; Saini, Wahid & Purohit, 2014), αλλά και την εναλλακτική της εξ' αποστάσεως διδασκαλίας (Korkmaz & Toraman, 2020; Popa et al, 2020). Στην καρδιά των θεωριών του ανοικοδομητισμού (reconstructionism) και του ανθρωπισμού, η εξ' αποστάσεως διδασκαλία, όπως αυτή εφαρμόζεται μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών, βασίζεται κυρίως στον συνδετισμό (connectivism) και επιχειρεί να απομακρύνει τα εμπόδια με στόχο τη διασφάλιση ίσων ευκαιριών για τους μανθάνοντες (Korkmaz & Toraman, 2020).

Ο όρος «εξ' αποστάσεως εκπαίδευση» αφορά ένα είδος μαθησιακής διαδικασίας που διεξάγεται διαδικτυακά μέσω εικονικών μαθησιακών περιβαλλόντων (Korkmaz & Toraman, 2020). Το είδος αυτό φαίνεται να καλύπτει πολλά κριτήρια όπως η ανάπτυξη διδακτικού υλικού και η καινοτομία, υπό το πρίσμα και των συνεχών προσπαθειών για την αύξηση της βιωσιμότητας (viability) του εργαλείου μέσω αξιολόγησης και ανάπτυξης των τεχνολογικών δεξιοτήτων των εκπαιδευτικών (Popa et al, 2020). Ως αποτέλεσμα της εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης, οι εκπαιδευτικοί χρειάζεται να αλλάξουν τις προσεγγίσεις τους στη διδασκαλία και τις πεποιθήσεις τους για τη διδασκαλία και τη μάθηση, και να παρουσιάσουν το περιεχόμενο με διαφορετικούς τρόπους, χρησιμοποιώντας κείμενο και πολυμέσα για να προσφέρουν ευκαιρίες στους μαθητές να αλληλοεπιδράσουν με το περιεχόμενο του μαθήματος (DiPietro, 2010).

Σύμφωνα με τους Popa et al. (2020), η διενέργεια της εκπαίδευσης εξ ολοκλήρου από απόσταση μπορεί να έχει σημαντικά θετικά όπως τα ελαστικά ωράρια, ο μηδενισμός του χρόνου αλλαγής τοποθεσίας, η βελτίωση της αλληλεπίδρασης μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών, και η μείωση του άγχους. Έχει προταθεί, επιπλέον, ότι η διαδικτυακή καθοδηγούμενη μάθηση μέσω διερώτησης μπορεί να βελτιώσει διαφορετικές δεξιότητες διερώτησης, όπως ο εντοπισμός προβλημάτων, η διατύπωση ερωτήσεων και υποθέσεων, ο σχεδιασμός και η εκτέλεση πειραμάτων, η συλλογή και ανάλυση δεδομένων, η παρουσίαση των αποτελεσμάτων και η διεξαγωγή συμπερασμάτων (Pedaste et al., 2015).

Σε μελέτη τους οι Kormkaz και Toraman (2020), παρουσιάζουν τα προβλήματα που φαίνεται να αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διάρκεια της εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης κατά τον COVID-19 στην Τουρκία. Αυτά αφορούν κυρίως την ποιότητα της σύνδεσης των μαθητών στο ίντερνετ, την έλλειψη επαφής μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών, την αναξιόπιστη αξιολόγηση της μάθησης, την έλλειψη γνώσης για το πώς να αξιολογήσουν τις γνώσεις και τις δεξιότητες των μαθητών, τη δυσκολία παροχής διδασκαλίας για δεξιότητες, την ανικανότητα ικανοποίησης όλων των επιθυμητών μαθησιακών αποτελεσμάτων, τη δυσκολία παροχής ανατροφοδότησης στους μαθητές, τις δυσκολίες στη διδασκαλία ανάλογα με τα προσωπικά ενδιαφέροντα και τις ικανότητες των μαθητών, την απουσία κινήτρων, αλλά και προβλήματα με τις συμπεριφορές των σχολικών διευθυντών. Από την άλλη οι εκπαιδευτικοί δε φαίνεται να αντιμετωπίσαν πρόβλημα με τη μειωμένη διάρκεια των μαθημάτων, ούτε με την ώρα κατά την οποία διενεργούνται τα μαθήματα αλλά ούτε και με τον αριθμό των τηλεδιασκέψεων (Kormkaz & Toraman, 2020).

Παρόμοια προβλήματα στην εφαρμογή της εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης κατά την πανδημία COVID-19, εντοπίστηκαν και από τον Tan (2020). Σημειώθηκαν λοιπόν η ύπαρξη περιορισμένου χρόνου αλλά και από η αποδυνάμωση της σχέσης μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών και η αναξιόπιστία της αξιολόγηση των εξ' αποστάσεως μαθησιακών περιβαλλόντων, τα μειωμένων μαθησιακών κινήτρων και άλλα. Συγκεκριμένα σχετικά με την εξ' αποστάσεως εκπαίδευση οι Barak, Hussein-Farraaj και Dori (2016) υπογράμμισαν ορισμένα μειονεκτήματα της εφαρμογής της όπως το αίσθημα της αποξένωσης, οι δυσκολίες προσαρμογής, και η αυτοπειθαρχία που είναι απαραίτητη για τη διεκπεραίωση των εργασιών. Σημαντικό εμπόδιο αποτελεί και η μη

επαρκής διερεύνηση της εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης ως μόνης εναλλακτικής (Bungum, 2018) όπως αυτή αντικατοπτρίζεται και στην ελλιπή προετοιμασία των εκπαιδευτικών για εξ αποστάσεως διδασκαλία αλλά και τις μειωμένες ικανότητες τους στην προετοιμασία υλικού για αυτό τον τύπο διδασκαλίας (Evagorou & Nisiforou, 2020; Pora et al., 2020) που είχαν ως αποτέλεσμα περαιτέρω δυσκολίες στην εφαρμογή εξ' αποστάσεως διδασκαλίας κατά το πρώτο κύμα του COVID- 19 (Tan, 2021) και πιθανόν αντίστοιχα και κατά το δεύτερο.

Συγκεκριμένα στη διεξαγωγή μαθημάτων σχετικά με τις φυσικές επιστήμες, ξενόγλωσσες έρευνες ανέδειξαν πως οι κύριες προκλήσεις για τους εκπαιδευτικούς φυσικών επιστημών κατά τη διάρκεια του COVID-19 ήταν ζητήματα χρόνου, η αξιολόγηση, η διαχείριση της συμπεριφοράς των μαθητών (al Darayseh, 2020), η προώθηση της αλληλεπίδρασης στην ηλεκτρονική τάξη η απουσία πρακτικών δραστηριοτήτων, η μη διεξαγωγή πειραμάτων σε κανονικές συνθήκες αλλά και η ανεπαρκής επικοινωνία μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών (Callaghan et al., 2021).

Σε έρευνα των Tanik-Önal και Önal (2020) σε γονείς μαθητών που συμμετείχαν σε εξ' αποστάσεως μαθήματα φυσικών επιστημών σημειώθηκαν θετικά όπως: το ότι οι εικόνες και τα βίντεο είναι εντυπωσιακά, η ύπαρξη δραστηριοτήτων για ενίσχυση, η αποτελεσματικότητα για την προετοιμασία των εξετάσεων, αλλά και αρνητικά όπως η περιορισμένη διάρκεια των μαθημάτων, η χρήση πιο παραδοσιακών τεχνικών, η ανεπαρκής ανατροφοδότηση αλλά και προβλήματα λόγω της συνεχούς επαφής των παιδιών με την οθόνη του υπολογιστή.

Παρά τα παραπάνω, άξιο είναι να σημειωθεί η επιτυχής προσπάθεια των Hossain, et al. (2018), για την εφαρμογή εξ ολοκλήρου εξ' αποστάσεως διδασκαλίας για το μάθημα της βιολογίας, η οποία ανέδειξε πλούσια προς συζήτηση αποτελέσματα, γενικεύσιμα και σε άλλα μαθήματα φυσικών επιστημών. Συγκεκριμένα, η ομάδα υποστήριξε πως η εφαρμογή της διδασκαλίας στο πλαίσιο της εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης μπορεί να είναι αποτελεσματική αν οι μαθητές αισθάνονται μέρος ενός πραγματικού περιβάλλοντος πειραματισμού (π.χ. οι οργανισμοί είναι πραγματικοί), έχουν μέσα για να αλληλοεπιδρούν αρχικά με τα φαινόμενα με παιγνιώδη τρόπο για διαισθητική κατανόηση, είναι σε θέση να εκτελούν ελεγχόμενα πειράματα σε ομάδες, ερμηνεύουν τα πειραματικά αποτελέσματα μέσω οπτικοποίησης και αναλύουν τα δεδομένα με προσिता και οικεία εργαλεία, κατανοούν τον μηχανισμό των φαινομένων

σε ένα περιβάλλον προσομοίωσης χωρίς θόρυβο, αν μπορούν να αντιπαραβάλλουν τα ευρήματα με αυτά κάποιου πραγματικού πειράματος και τέλος αν είναι σε θέση να ελέγξουν διάφορες υποθέσεις χρησιμοποιώντας το σύστημα με αυτοκαθοδηγούμενο διερευνητικό τρόπο.

Παρά τα εμπόδια, ο συνδυασμός διερώτησης, φύσης της επιστήμης και τεχνολογικού γραμματισμού θεωρείται καταλληλότερος των παραδοσιακών τεχνικών στην υπογράμμιση πολιτισμικών, ηθικών, οικονομικών και πολιτικών προεκτάσεων, με αποτέλεσμα να υπογραμμίζει την κοινωνικά εγκαθιδρυμένη φύση της επιστημονικής διαδικασίας (Cohen, Zafrani & Yarden, 2020), ενώ ιδιαίτερα σε περιόδους κρίσης, όπως η περίπτωση του COVID- 19, υπογραμμίζεται ότι η εξ' αποστάσεως διδασκαλία είναι απαραίτητη για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων (Callaghan et al., 2021).

Το έργο των Kormaz και Torman (2020), παρουσιάζει μια λίστα προτάσεων σχετικά με το μέλλον της εκπαίδευσης μετά το πέρας του COVID- 19. Τα στοιχεία της λίστας μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις κατηγορίες σχετικά με το αν αφορούν την παιδεία ως θεσμό, τα θέματα τεχνικής φύσης, τις προτάσεις για τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (ΑΠΣ) αλλά και όσες προτάσεις αφορούν την υποβοήθηση των εκπαιδευτικών. Στη συγκεκριμένη μελέτη επιχειρείται να τεθούν κυρίως τα ζητήματα της τελευταίας κατηγορίας.

Γενικότερα, σχετικά με το θέμα της παιδείας ως θεσμού, προτείνεται η διενέργεια πιο αποτελεσματικών σχεδίων για αντίστοιχες καταστάσεις του μέλλοντος, η αναθεώρηση όλων των πρακτικών ξεκινώντας από την ίδια την ιδέα της εκπαίδευσης και τη δημιουργία ενός νέου δομικού προγράμματος, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη τις επιπλοκές που μπορεί να παρουσιαστούν στην επιστροφή στην κανονικότητα. Σχετικά με τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών προτείνεται η αναθεώρηση τους, κάνοντας τα πιο αποτελεσματικά μέσω της τοποθέτησης μεγαλύτερης έμφασης στη διδασκαλία για δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων της καθημερινότητας, με την ενσωμάτωση θεμάτων που σχετίζονται με κοινωνικό- επιστημονικά θέματα (Kormaz & Torman, 2020). Τα ζητήματα τεχνικής φύσεως προς διευθέτηση αφορούν την αύξηση της χωρητικότητας του δικτύου, την ταχύτητα του ίντερνετ, ζητήματα της τεχνολογίας της πληροφορίας, αλλά και την εγγύηση πρόσβασης όλων των μαθητών στο ίντερνετ αλλά και σε οποιουδήποτε είδους αναγκαίο εξοπλισμό.

Συγκεφαλαιωτικά, ορισμένες από τις δυσκολίες στην εφαρμογή εξ' αποστάσεως διδασκαλίας κατά τον COVID- 19 (Tan, 2021) σχετίζονται τόσο με την ελλιπή προετοιμασία των εκπαιδευτικών για εξ αποστάσεως διδασκαλία αλλά και με τις περιορισμένες ικανότητες τους στην προετοιμασία υλικού για αυτό τον τύπο διδασκαλίας (Evagorou & Nisiforou, 2020; Pora et al., 2020), ενώ άξια διερεύνησης είναι και η σχέση των νέων αυτών διδασκαλιών με τις πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών για τη διερώτηση και τη φύση της επιστήμης, ώστε να καταδειχτεί, αν υπάρχει, ανάγκη για στήριξη των εκπαιδευτικών στην διδασκαλία των φυσικών επιστημών τόσο γενικά, όσο και ειδικά, για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης μέσω της διερώτησης, όπως αυτή εφαρμόζεται δια ζώσης αλλά και στο νέο πλαίσιο της εξ' αποστάσεως διδασκαλίας. Η κατανόηση των εμπειριών των εκπαιδευτικών, μας δίνει την ευκαιρία να αποκτήσουμε μια βαθύτερη γνώση για το ποιες πτυχές των στάσεων και των εμπειριών πρέπει να αντιμετωπιστούν αν στοχεύουμε στην υποστήριξη της σκόπιμης χρήσης της τεχνολογίας από τους εκπαιδευτικούς που έχουν διαφορετικά επίπεδα εμπειρίας και προθυμίας σχετικά με την τεχνολογία, και μετά την πανδημία.

Όλα τα παραπάνω αποκτούν επιπλέον σημασία, αν λάβουμε υπόψη την έλλειψη πρόσφατων εμπειρικών δεδομένων σχετικά με τη δια ζώσης μαθησιακή πραγματικότητα για την εφαρμογή της διδασκαλίας μέσω διερώτησης για τη φύση της επιστήμης στην ελληνική βιβλιογραφία. Αλλά και παγκόσμια, οι περισσότερες έρευνες αντλούν από τις νοηματοδοτήσεις των ίδιων των εκπαιδευτικών για τα μαθήματα τους. Επίσης, δεν είναι ξεκάθαρο το κατά πόσο οι εκπαιδευτικοί έχουν την ευκαιρία να έρθουν σε επαφή με μεταρρυθμιστικά έγγραφα, να βρουν δηλαδή και να κατανοήσουν την ξενόγλωσση βιβλιογραφία πάνω στο ζήτημα δεδομένων των εμποδίων της γλώσσας και της απουσίας ενημέρωσης για την ύπαρξη τους.

Η παρούσα μελέτη, επιχειρεί να θέσει θέματα αυτό- επάρκειας και ανησυχίας των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης, όπως αυτά παρουσιάζονται στην εφαρμογή της διερώτησης στην εξ' αποστάσεως διδασκαλία (και τις δύο περιόδους) κατά τον COVID- 19 με σκοπό τις βελτιωμένες πρακτικές στο πλαίσιο της διερώτησης (Capps & Crawford, 2013b) αλλά και την ενίσχυση της ένταξης της φύσης της επιστήμης στη μαθησιακή διαδικασία (Lederman, 1999), δια ζώσης και εξ' αποστάσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Διαδικασία εκτέλεσης έρευνας

Η προετοιμασία και η διεκπεραίωση της έρευνας διήρκησε σχεδόν ένα χρόνο και ο σχεδιασμός περιέλαβε τα παρακάτω στάδια. Αρχικά, έγινε ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας πάνω στο θέμα, μέσω της οποίας οριστικοποιήθηκαν τα μέσα συλλογής δεδομένων (ερωτηματολόγιο και συνεντεύξεις). Μέσω επιλεκτικής δειγματοληψίας προσδιορίστηκε το δείγμα της παρούσας έρευνας, το οποίο αποτελείται από 73 εκπαιδευτικούς που διδάσκουν ή έχουν διδάξει Φυσικές Επιστήμες κατά την περίοδο της εφαρμογής εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης λόγω της πανδημίας COVID- 19, σε σχολεία πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης της Ελλάδας και της Κύπρου. Οι εκπαιδευτικοί που επιλέχθηκαν ανήκουν σε οικεία σχολεία, είτε είναι μέλη ομάδων των κοινωνικών δικτύων, στις οποίες δημοσιεύτηκε το ερωτηματολόγιο. Στο επιλεγμένο δείγμα, αποστάλθηκε ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο της έρευνας μέσω του Google Forms. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε ανώνυμα και έχοντας λάβει τη συγκατάθεση των συμμετεχόντων για χρήση των απαντήσεων στο πλαίσιο της έρευνας. Κατά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, οι εκπαιδευτικοί είχαν την επιλογή να δηλώσουν ενδιαφέρον και συμμετοχή σε συνέντευξη. Κατόπιν δήλωσης ενδιαφέροντος, η ερευνήτρια ήρθε σε επικοινωνία με 10 ενδιαφερόμενους εκπαιδευτικούς για τη διευθέτηση διαδικτυακής συνάντησης. Οι συνεντεύξεις διενεργήθηκαν κυρίως εξ' αποστάσεως και διαδικτυακά και η διάρκειά τους κυμαινόταν μεταξύ 40 λεπτών και μιας ώρας. Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν για σκοπούς τριγωνοποίησης των αποτελεσμάτων, αλλά και για περαιτέρω ανάλυση και εμβάθυνση με σκοπό την έγκυρη ερμηνεία των αποτελεσμάτων, μέσω των νοηματοδοτήσεων που προσέδωσαν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί. Η διαδικασία συλλογής δεδομένων ολοκληρώθηκε τον Νοέμβριο του 2021.

3.2 Μέσα συλλογής δεδομένων

3.2.1 Ερωτηματολόγιο

Η συλλογή ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χορήγηση ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου και τη διενέργεια συνεντεύξεων. Τόσο το ερωτηματολόγιο όσο και το πρωτόκολλο της συνέντευξης επισυνάπτονται στο παράρτημα. Το ερωτηματολόγιο δηλώσεων σε πενταβάθμια κλίμακα Likert προέκυψε από τη μετάφραση, την ανασκευή και το συνδυασμό αξιόπιστων και έγκυρων πηγών και ερωτηματολογίων τα οποία έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία (Παράρτημα 1).

Για τη μελέτη των «αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία μέσω διερώτησης» διενεργήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση με βάση τα ανοιχτού τύπου ερωτήματα των Capps και Crawford (2013), από την οποία προέκυψαν 23 δηλώσεις. Ο δείκτης αξιοπιστίας Cronbach's alpha βρέθηκε να είναι 0.851.

Για τη μέτρηση της μεταβλητής «αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη φύση της επιστήμης» διενεργήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση με βάση τη λίστα θεμελιωδών ιδεών για τη φύση της επιστήμης, απαραίτητων για την σύσταση ενημερωμένων αναλυτικών προγραμμάτων, διδασκαλιών και καταρτίσεων εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, όπως αυτή παρουσιάζεται από τον McComas (2008, σελ. 251), και προκύπτει κυρίως στην προσέγγιση γενικού τομέα των εργαλείων VNOS (Views of Nature of Science) (Lederman et al., 2002). Η ανασκόπηση επικεντρώθηκε στην προσέγγιση του McComas (2008), η οποία είναι πιο συναφής με τα παρόντα μεταρρυθμιστικά έγγραφα σχετικά με τους τομείς στους οποίους πρέπει να επικεντρώνεται η διδασκαλία των φυσικών επιστημών (NRC, 2012). Επιπλέον, τα εργαλεία της ομάδας του Lederman (Views of Nature of Science Instruments) περιέχουν γενικεύσεις οι οποίες επιλύονται σε κάποιο βαθμό από τη λίστα του McComas (2008). Ερωτήματα, δηλαδή, που εστιάζουν σε γνώσεις που να είναι απαραίτητες για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών με βάση τα παρόντα μεταρρυθμιστικά έγγραφα. Συνεπώς, η ανασκόπηση είχε σαν στόχο τη σύνθεση ενός ερωτηματολογίου για τη φύση της επιστήμης που να αποτελεί συνδυασμό της προσέγγισης γενικού τομέα και της προσέγγισης ειδικού τομέα, με σκοπό την εστίαση σε ερωτήματα που να διερευνούν μεν πεποιθήσεις για τους τομείς της φύσης της επιστήμης που να αφορούν αυθεντικές αναπαραστάσεις των

επιστημονικών διαδικασιών αλλά να είναι δε και του επιπέδου των εκπαιδευτικών. Μεταξύ των VNOS (Views of Nature of Science), που αποτελούν το κύριο εργαλείο αξιολόγησης των πεποιθήσεων των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης, το καταλληλότερο για μετάφραση και προσαρμογή ήταν το VNOS- D+. Αυτό συνέβη καθώς, παρόλο που δεν είναι τόσο γενικό όσο το VNOS- C, περιλαμβάνει τις περισσότερες ρητές ερωτήσεις σχετικά με τη φύση της επιστήμης, χρειάζεται λιγότερη από μια ώρα για να συμπληρωθεί από εκπαιδευτικούς, ενδείκνυται και προτείνεται για περιστάσεις πρώτης επαφής με τη μελέτη του αντικειμένου, μεταξύ άλλων, λόγω και του ότι είναι πιο εύκολο να χαρακτηριστούν τα αποτελέσματα του (Ayala-Villamil & García-Martínez, 2020). Από το συγκεκριμένο εργαλείο μεταφράστηκαν και υιοθετήθηκαν όλες οι δηλώσεις εκτός από εκείνες που αφορούν τη μοντελοποίηση, καθώς το συγκεκριμένο ζήτημα θεωρείται εκτός του πλαισίου της παρούσας έρευνας μας. Επιπρόσθετα, έγινε ανασκόπηση βιβλιογραφίας για την ένταξη ειδικότερων ζητημάτων της φύσης της επιστήμης. Μεταξύ των διαφόρων απόψεων για την προσέγγιση ειδικού τομέα υιοθετήθηκαν κυρίως τα «Στοιχεία της Επιστήμης» (Features of Science, FOS) του Matthews (2012). Σε αυτό το σημείο στόχο αποτέλεσε η προσπάθεια για επίλυση ζητημάτων της κριτικής που γίνεται στην προσέγγιση γενικού τομέα όπως η έμμεση αναφορά στην εμπειρική φύση της επιστημονικής γνώσης, των συμπερασμάτων και της υποκειμενικότητας (θεωρητικής εγκαθίδρυσης) της επιστήμης. Επιπλέον, επιχειρήθηκε η ανάδειξη των διαφορετικών χαρακτηριστικών μεταξύ των επιστημονικών τομέων. Ακόμα θεωρήθηκε σημαντική η αναφορά στη διαφορά γνώσης και άποψης (που σταμάτησε να υπάρχει μετά το VNOS-B). Με την παραπάνω διαδικασία δημιουργήθηκε μια λίστα δηλώσεων σχετικά με το τι είναι η επιστήμη, ποιες νοητικές (και όχι μηχανιστικές) διαδικασίες περιλαμβάνει, πώς λειτουργεί, τι την επηρεάζει ή τι την έχει επηρεάσει παλαιότερα αλλά και αναφορικά με ζητήματα δημιουργίας της γνώσης. Τελικά, υπό το πρίσμα της δημιουργίας ενός ερωτηματολογίου σε ιδιαίτερα απλή γλώσσα, που να είναι και σχετικά σύντομο και να κινείται εντός πλαισίου σχετικά με το ποιες γνώσεις είναι αυτές που πρέπει να έχουν οι εκπαιδευτικοί για να διδάξουν για τη φύση της επιστήμης, έγινε αναθεώρηση και περιορισμός των δηλώσεων, χρησιμοποιώντας τη λίστα του McComas (2008) καταλήγοντας τελικά σε 38 δηλώσεις. Με σκοπό τον περιορισμό του εύρους του ερωτηματολογίου, αφαιρέθηκαν ερωτήματα που αναφέρονταν σε ζητήματα εφαρμογής προτύπων συνθηκών στην επιστήμη (STP), μαθηματοποίησης της

επιστήμης, διάκρισης εξηγήσεων και επιστημονικών εξηγήσεων, φεμινισμού και άμεσης αναφοράς στο ρεαλισμό και τον εποικοδομητισμό. Συμπερασματικά, για τη μέτρηση της μεταβλητής «αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη φύση της επιστήμης» κατασκευάστηκαν 38 δηλώσεις με βάση τη λίστα θεμελιωδών ιδεών για τη φύση της επιστήμης. Ο δείκτης αξιοπιστίας Cronbach's alpha βρέθηκε να είναι από 0.609 μέχρι 0.801, υποδηλώνοντας ότι όλες οι υπό-κλίμακες που μετρούσαν αντιλήψεις για NOS διαθέτουν ικανοποιητική εσωτερική συνέπεια. Το τέταρτο ερώτημα που αφορά τη δυναμική της επιστήμης (*Μια επιστημονική θεωρία δεν μπορεί ποτέ να αποδειχθεί*) αφαιρέθηκε διότι μείωνε την εσωτερική συνέπεια.

Η μεταβλητή «πεποιθήσεις αυτό-επάρκειας» για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης όπως προκύπτει από το προσδοκώμενο αποτέλεσμα (Outcome Expectancy, STOE) και την προσωπική επιστημονική διδακτική επάρκεια (Personal Science Teaching Efficacy, PSTE), έχει μετρηθεί μέσω της μετάφρασης των 23 δηλώσεων του εργαλείου 'Science Teaching Efficacy Belief Instrument- Preservice' (STEBI-B) σύμφωνα με την αναθεώρηση του Bleicher (2004) ($\alpha = 0.87$). Ο δείκτης αξιοπιστίας Cronbach's alpha για τις μεταφρασμένες στα ελληνικά δηλώσεις βρέθηκε να είναι 0.610 για τις δηλώσεις που μετρούν το προσδοκώμενο αποτέλεσμα (Outcome Expectancy, STOE) και 0.797 για τις δηλώσεις που μετρούν την προσωπική επιστημονική διδακτική επάρκεια (Personal Science Teaching Efficacy, PSTE).

Η μεταβλητή «ανησυχία για τη φύση της επιστήμης» ερευνάται μέσω 33 δηλώσεων σε σχέση με το σημείο που βρίσκεται ο εκπαιδευτικός στα στάδια ανησυχίας κατά την υιοθέτηση μιας νέας παρέμβασης μέσω της μετάφρασης του ερωτηματολογίου Stages of Concern, (SOC) Questionnaire (Hord et al., 1987), του οποίου η εσωτερική συνοχή κυμαίνεται από 0.64 έως 0.83. Ο δείκτης αξιοπιστίας Cronbach's alpha για τις μεταφρασμένες στα ελληνικά δηλώσεις βρέθηκε να κυμαίνεται μεταξύ 0.551 και 0.850. Το δωδέκατο ερώτημα (*Δε μου προκαλεί ανησυχία η διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης στα μαθήματα των φυσικών επιστημών*) αφαιρέθηκε διότι μείωνε την εσωτερική συνέπεια.

Για την ανάλυση των δεδομένων ακολουθήθηκε μια ποσοτική προσέγγιση, με τον υπολογισμό αρχικά περιγραφικών στοιχείων, και έπειτα στατιστικών ελέγχων για τη διερεύνηση πιθανών συσχετίσεων των υπό μελέτη μεταβλητών (Pearson R

correlations), την ανάλυση ταξινόμησης k-means των εκπαιδευτικών με βάση τις αντιλήψεις τους για τη φύση της επιστήμης και τον έλεγχο independent sample t-test για διερεύνηση πιθανών διαφορών στις απαντήσεις των εκπαιδευτικών ομάδων που προέκυψαν από την ανάλυση ταξινόμησης.

3.2.2. Συνεντεύξεις

Για την πραγματοποίηση των συνεντεύξεων δημιουργήθηκε πρωτόκολλο ημιδομημένης συνέντευξης με 19 ερωτήσεις (Παράρτημα 2). Οι πεποιθήσεις για τη σχολική διερώτηση εξετάστηκαν μέσω ερωτήσεων που υιοθετήθηκαν από το ερωτηματολόγιο των Capps και Crawford (2013, σελ. 1977):

«Περιγράψτε μου τον τρόπο με τον οποίο διενεργείτε το μάθημα των φυσικών επιστημών κατά την εξ' αποστάσεως διδασκαλία, τόσο όσον αφορά τις δικές σας ενέργειες, τις στρατηγικές που χρησιμοποιείτε αλλά και το ρόλο των μαθητών.»

Η εξέταση των πεποιθήσεων για τη φύση της επιστήμης έγινε με ερωτήματα που προέκυψαν από τα ανοιχτά ερωτήματα του VNOS- D+ (Lederman & Khishfe 2002). Συγκεκριμένα εδώ τα περισσότερα ερωτήματα χρησιμοποιήθηκαν αυτούσια. Εξαιρέθηκαν ερωτήματα σχετικά με τα επιστημονικά μοντέλα και διατυπώθηκε εκ νέου η ερώτηση (9) σχετικά με την σχέση επιστήμης, κοινωνίας και κουλτούρας, ώστε να μην γίνεται άμεση αναφορά στο ζήτημα της κουλτούρας αλλά να εξετάζεται ξεκάθαρα η κοινωνική φύση και η θεωρητική εγκαθίδρυση της επιστήμης:

«Επηρεάζεται το έργο του επιστήμονα από την κοινωνία; Και αν ναι, με ποιον τρόπο; Εξηγήστε την απάντησή σας χρησιμοποιώντας ένα παράδειγμα.»

«Είναι δυνατόν δύο διαφορετικοί επιστήμονες να καταλήξουν σε διαφορετικά συμπεράσματα με τη χρήση των ίδιων δεδομένων;»

Η ερώτηση: «Πώς αντιλαμβάνεστε τον όρο "φύση της επιστήμης";» εξυπηρέτησε και στην ανάλυση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης αλλά και ως στοιχείο για τις πεποιθήσεις αυτό- επάρκειάς τους.

Οι υπόλοιπες δύο ερωτήσεις για τη μεταβλητή «πεποιθήσεις αυτό- επάρκειας» δημιουργήθηκαν για τις ανάγκες της συγκεκριμένης μελέτης, στη βάση των αντίστοιχων δηλώσεων του ερωτηματολογίου τη έρευνας και αφορούσαν τα δύο

χαρακτηριστικά της δηλαδή το προσδοκώμενο αποτέλεσμα και την προσωπική επιστημονική διδακτική επάρκεια.

Αντίστοιχα και για την «ανησυχία για τη φύση της επιστήμης» τέθηκαν δύο ερωτήματα, το ένα αφορούσε ξεκάθαρα το αίσθημα ανησυχίας ενώ το δεύτερο ερευνούσε κατά πόσο ο εκπαιδευτικός είχε επιτύχει την μετάβαση στο δεύτερο στάδιο, την ενημέρωση, προοδεύοντας στα στάδια ανησυχίας για την καινούρια παρέμβαση:

«Θα θέλατε να μάθετε περισσότερα σχετικά με τη διδασκαλία για τη φύσης της επιστήμης; Αν ναι, με ποιους τρόπους πιστεύετε ότι θα ήταν πιο αποτελεσματική μια τέτοια ενημέρωση για εσάς;»

3.3 Λειτουργικοί ορισμοί

Για τους σκοπούς αυτής της έρευνας, οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη φύση της επιστήμης έχουν οριστεί, όπως εισήχθη από τους Lederman et al. (2002, σ. 7), ως: *«NOS refers to an understanding of science as a way of knowing, including the values and beliefs fundamental to the development of scientific knowledge»*. Δηλαδή ως ιδέες σχετικά με την προσωρινή, εμπειρική, επαγωγική, δημιουργική και θεωρητικά εγκαθιδρυμένη φύση της επιστήμης, και των λειτουργιών και σχέσεων μεταξύ θεωριών και νόμων. Οι εκπαιδευτικοί ταξινομήθηκαν με βάση τις αντιλήψεις τους για δοθέντα χαρακτηριστικά της φύσης της επιστήμης, ως άτομα με αναπτυγμένες αντιλήψεις (υποδηλώνοντας μια πλήρως αναπτυγμένη κατανόηση της φύσης της επιστήμης, συνεπή με τις πιο πρόσφατες αντιλήψεις για το ζήτημα) και άτομα με αναπτυσσόμενες αντιλήψεις (υποδηλώνοντας παρανοήσεις σχετικά με τη φύση της επιστήμης ή/και αντιλήψεις συναφείς με εκείνες του λογικού εμπειρισμού).

Σύμφωνα με τους εμπειριστές τα αισθητηριακά δεδομένα παρέχουν τη βάση για τη δημιουργία αξιόπιστης επιστημονικής γνώσης, επαγωγική λογική μπορεί να βασίσει απόλυτα ορθολογικά επιστημονικά συμπεράσματα σε αντικειμενικές παρατηρήσεις (Lakatos, 1970). Τέλος, αν και οι εμπειριστές αναγνωρίζουν ότι η παραγόμενη γνώση θα ενσωματωθεί με βάση κάποιες αντιλήψεις θεωρούν πως αυτό μπορεί να είναι κακό αλλά όχι πάντα, ανάλογα με την καθαρότητα του τρόπου που αντιμετωπίζεται η νέα γνώση (Lakatos, 1970, σ. 15).

Η μεταβλητή «πεποιθήσεις αυτό- επάρκειας» για διδασκαλία της φύσης της επιστήμης εξετάστηκε όπως προκύπτει από το «προσδοκώμενο αποτέλεσμα» (Outcome Expectancy, STOE) και την «προσωπική επιστημονική διδακτική επάρκεια» (Personal Science Teaching Efficacy, PSTE) του εργαλείου STEBI-A (Enochs & Riggs, 1990).

Η μεταβλητή «ανησυχία για τη φύση της επιστήμης» εξετάστηκε σε σχέση με το πού βρίσκεται ο εκπαιδευτικός στα στάδια ανησυχίας (Stages of Concern, SOC) κατά την υιοθέτηση μιας νέας παρέμβασης τα οποία περιλαμβάνουν: την επίγνωση για το είδος της παρέμβασης, την ενημέρωση, την προσωπική διαχείριση, τη συνέπεια, τη συνεργασία και την επανεστίαση. Αυτά τα στάδια είναι γενικά ως προς τον τύπο ανησυχίας που μετριέται και συνεπώς τροποποιήθηκαν κατάλληλα έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις ανησυχίες των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης στο σχολικό πλαίσιο.

Με βάση το είδος των ανησυχιών τους στην εφαρμογή μιας νέα παρέμβασης, ο Hord (1987) χώρισε τις ανησυχίες των εκπαιδευτικών σε τρεις κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία παρατηρούνται τα αρχικά στάδια της προσπάθειας αλλαγής κατά τα οποία οι εκπαιδευτικοί είναι πολύ πιθανό να έχουν προσωπικές ανησυχίες (στάδια 1: πληροφόρηση και 2: προσωπική διαχείριση). Στη δεύτερη κατηγορία παρατηρείται η αύξηση ανησυχιών για τα καθήκοντα (στάδιο 3: διαχείριση), καθώς γίνονται οι τελικές προετοιμασίες για την έναρξη χρήσης μιας καινοτομίας και κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου. Τελικά, στο επίπεδο των επιπτώσεων, που αποτελεί την τρίτη κατηγορία, παρατηρούνται πιο έντονες ανησυχίες των εκπαιδευτικών για τις επιπτώσεις μιας καινοτομίας στους μαθητές και τι μπορεί να γίνει για να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα του προγράμματος (στάδιο 4: συνέπειες, στάδιο 5: συνεργασία και στάδιο 6: επαναπροσδιορισμός).

Τέλος, για τη μελέτη των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία μέσω διερώτησης αναλύθηκαν οι απαντήσεις τους σχετικά με την εμπλοκή των μαθητών μέσω επιστημονικά προσανατολισμένων ερωτήσεων, προτεραιότητα των μαθητών στα δεδομένα με τρόπο που να τους επιτρέπει να αναπτύξουν και να αξιολογήσουν εξηγήσεις που αφορούν επιστημονικά προσανατολισμένες ερωτήσεις, σχηματισμό εξηγήσεων από στοιχεία για επιστημονικά προσανατολισμένες ερωτήσεις, αξιολόγηση των εξηγήσεων υπό το φως εναλλακτικών εξηγήσεων, ειδικά αυτών που

αντανakλούν επιστημονική κατανόηση (NRC 2000, σ. 27) στο πλαίσιο της εξ' αποστάσεως εφαρμογής της διερώτησης. Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία μέσω διερώτησης χρησιμοποιήθηκαν για τον χαρακτηρισμό των μαθημάτων τους ως μαθήματα με χαμηλή, μέτρια και υψηλή προτεραιότητα στη διερώτηση (Smolleck & Yoder, 2008).

3.4 Δείγμα

Η μέθοδος που επιλέχθηκε είναι η επιλεκτική δειγματοληψία μέσω της οποίας συντέθηκε το δείγμα της παρούσας έρευνας το οποίο αποτελείται από εκπαιδευτικούς δίδαξαν Φυσικές Επιστήμες κατά την περίοδο της εφαρμογής εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης λόγω της πανδημίας COVID- 19, σε σχολεία πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης της Ελλάδας και της Κύπρου. Μετά το πέρας της διαδικασίας επιλέχθηκαν 10 εξ αυτών και εφόσον δήλωσαν ενδιαφέρον για συμμετοχή σε συνεντεύξεις, ώστε να νοηματοδοτήσουν τις απαντήσεις που δόθηκαν στα ερωτηματολόγια.

Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από 73 εκπαιδευτικούς, εκ των οποίων οι 49 ήταν γυναίκες (67,7%), οι 21 άντρες (29.2%) και 3 δεν επιθυμούσαν να δηλώσουν το φύλο τους (3.1%). Επίσης, 61 από τους εκπαιδευτικούς εργάζονταν σε ελληνικά σχολεία, 11 σε κυπριακά και 1 προτίμησε να μην αναφέρει την περιοχή στην οποία εργάζεται. Στις συνεντεύξεις συμμετείχαν 10 εκπαιδευτικοί από ελληνικά σχολεία. Από αυτούς οι 2 ήταν άντρες και οι 8 γυναίκες.

3.5 Ανάλυση δεδομένων

Για την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων ακολουθήθηκε μεικτή μεθοδολογική προσέγγιση, η οποία περιέλαβε τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές αναλύσεις. Τα δεδομένα που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια αναλύθηκαν ποσοτικά με τη χρήση του λογισμικού IBM SPSS Statistics 25. Αφού έγιναν οι απαραίτητες κωδικοποιήσεις, αντιστράφηκαν τα αποτελέσματα των απαντήσεων σε όσα ερωτήματα ήταν απαραίτητο (Πίνακας 1).

Έπειτα, υπολογίστηκαν κάποια περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών. Στη συνέχεια, τα ερωτήματα ομαδοποιήθηκαν με βάση το περιεχόμενο και υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι των μεταβλητών υψηλότερης τάξης (Πίνακας 2) και διενεργήθηκε ανάλυση ταξινόμησης k-means των εκπαιδευτικών με

βάση τις αντιλήψεις τους για τη φύση της επιστήμης, και έλεγχος independent sample t-test για τη διερεύνηση πιθανών διαφορών στις απαντήσεις των εκπαιδευτικών ομάδων που προέκυψαν από την ανάλυση ταξινόμησης. Επιπλέον, διενεργήθηκαν στατιστικοί έλεγχοι αξιοπιστίας των διατακτικών μεταβλητών του ερωτηματολογίου, με υπολογισμό του δείκτη Cronbach's alpha, όπως σημειώθηκε και παραπάνω.

Πίνακας 1. Ερωτήματα με αντεστραμμένες κλίμακες

Πεποιθήσεις για την υιοθέτηση πρακτικών της σχολικής διερώτησης	Αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης	Αυτό- επάρκεια για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης
INQ_ROLE_Q2	NOS_SCIENCE_Q2	NOS_SELF EF_Q3
INQ_ROLE_Q5	NOS_SCIENCE_Q6	NOS_SELF EF_Q6
INQ_ROLE_Q9	NOS_SCIENCE_Q8	NOS_SELF EF_Q8
INQ_ROLE_Q11	NOS_SCIENCE_Q10	NOS_SELF EF_Q10
	NOS_SCIENCE_Q13	NOS_SELF EF_Q13
	NOS_SCDYNAMIC_Q5	NOS_SELF EF_Q17
	NOS_SCDYNAMIC_Q6	NOS_SELF EF_Q19
		NOS_SELF EF_Q20
		NOS_SELF EF_Q21
		NOS_SELF EF_Q23

Πίνακας 2: Μεταβλητές υψηλότερης τάξης

Περιεχόμενο μεταβλητής υψηλότερης τάξης	Όνομα	
Πεποιθήσεις για την υιοθέτηση των πρακτικών της σχολικής διερώτησης	INQUIRY	
Κατηγορίες Ανησυχίας για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης	KATHGOPIA 1	SOC_0_ΕΠΙΓΝΩΣΗ
	KATHGOPIA 2	SOC_1_ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ
	KATHGOPIA 3	SOC_2_ΠΡΟΣΩΠ_ΥΙΟΘ
		SOC_3_ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
Αυτό- επάρκεια για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης	NOS_SELF EFFICACY	SOC_4_ΣΥΝΕΠΕΙΑ
Αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης	NOS	SOC_5_ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ
		SOC_6_ΕΠΑΝΕΣΤΙΑΣΗ
		STOE
		PSTE
		NOS_SCIENCE
		NOS_THEORIES
		NOS_SCDYNAMIC

Οι συνεντεύξεις απομαγνητοφωνήθηκαν και έπειτα αναλύθηκαν ποιοτικά μέσω ανοικτής κωδικοποίησης (Khandkar, 2009). Μετά την οριστικοποίηση της λίστας των κωδικών (codes), όλες οι κωδικοποιημένες απομαγνητοφωνήσεις αναθεωρήθηκαν, προκειμένου να γίνει έλεγχος συνέπειας στους κωδικούς που εφαρμόστηκαν. Μετά την κωδικοποίηση των δεδομένων για κάθε μια από τις ερωτήσεις του πρωτοκόλλου της συνέντευξης χρησιμοποιήθηκε κωδικοποίηση σε άξονες (axial coding) για τη δημιουργία κατηγοριών.

Οι εκπαιδευτικοί ταξινομήθηκαν με βάση τις αντιλήψεις τους για δοθέντα χαρακτηριστικά της φύσης της επιστήμης, ως άτομα με αναπτυγμένες αντιλήψεις

Οι εκπαιδευτικοί χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Αντλώντας από το έργο των Abd-El- Khalick και BouJaoude (1997) η πρώτη ομάδα αφορά εκείνους των οποίων οι αντιλήψεις κατηγοριοποιήθηκαν ως αναπτυγμένες (υποδηλώνοντας μια πλήρως αναπτυγμένη κατανόηση της φύσης της επιστήμης, συνεπή με τις πιο πρόσφατες αντιλήψεις για το ζήτημα) ενώ η δεύτερη αφορά άτομα με αναπτυσσόμενες αντιλήψεις (υποδηλώνοντας παρανοήσεις σχετικά με τη φύση της επιστήμης ή/και αντιλήψεις συναφείς με εκείνες του λογικού εμπειρισμού).

Οι λογικοί εμπειριστές υποστηρίζουν την ύπαρξη αντικειμενικών παρατηρήσεων που προέρχονται από αισθητηριακά, ανεξάρτητα θεωρίας, δεδομένα, τα οποία είναι ανεξάρτητα από τις δεσμεύσεις των επιστημόνων και τα προσωπικά, κοινωνικά και πολιτισμικά χαρακτηριστικά τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. Πρώτο ερευνητικό ερώτημα

Αρχικά εξετάστηκαν οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την υιοθέτηση της διερώτησης ως πρότυπου διδασκαλίας και μάθησης στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση κατά την περίοδο της πανδημίας μέσα από ερωτήματα σχετικά με τον ορισμό, τις στρατηγικές, τον ρόλο του μαθητή και τον ρόλο του εκπαιδευτικού, τα θετικά και τους περιορισμούς της εξ' αποστάσεως εφαρμογής, τις διαφορές εξ' αποστάσεως και δια ζώσης εκπαίδευσης αλλά και τις διαφορές μεταξύ σχολικής και επιστημονικής διερώτησης.

4.1.1. Αποτελέσματα ερωτηματολογίων για τη διερώτηση

Τα αποτελέσματα από τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου όσον αφορά τις πεποιθήσεις για την υιοθέτηση των πρακτικών της σχολικής διερώτησης, κατέδειξαν πως οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να έχουν κάποια κατανόηση σχετικά με τη σχολική διερώτηση (Mean=3.69; SD=0.47). Αυτό το εύρημα υποστηρίχθηκε και από τις συνεντεύξεις.

4.1.2. Αποτελέσματα συνεντεύξεων για τη διερώτηση

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των συνεντεύξεων που παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί έδωσαν μέτρια και υψηλή προτεραιότητα στη διερώτηση κατά τη διεξαγωγή των εξ' αποστάσεως μαθημάτων τους. Επιπλέον, αν και πολλοί εκπαιδευτικοί εμφάνισαν αφελείς αντιλήψεις κατά την περιγραφή των χαρακτηριστικών της σχολικής διερώτησης, η πλειοψηφία ήταν επιτυχής στο να αναφέρει διαφορές μεταξύ σχολικής και επιστημονικής διερώτησης. Τέλος, αν και ανέφεραν κάποια θετικά της εφαρμογής της σχολικής διερώτησης στην εξ' αποστάσεως διδασκαλία, όπως η κατανόηση επιστημονικών διαδικασιών και η απόκτηση επιστημονικού γραμματισμού από τους μαθητές, η ενεργοποίηση των

μαθητών, η πρόκληση θετικών συναισθημάτων και κινήτρων, η ενίσχυση του τεχνολογικού γραμματισμού, η ευελιξία του χώρου και η κατανόηση της θέσης της τεχνολογίας στην επιστημονική διερώτηση, οι εκπαιδευτικοί υποστήριξαν ότι προτιμούν τη δια ζώσης εφαρμογή της διερώτησης. Στους περιορισμούς της εξ' αποστάσεως διερώτησης σημειώθηκαν ζητήματα χρόνου, έλλειψης προσωπικής επαφής, το άγχος λόγω ηλεκτρονικού περιβάλλοντος, τα μειωμένα κίνητρα και η περιορισμένη συμμετοχικότητα των μαθητών λόγω καραντίνας, η χαμηλή λειτουργικότητα των ομάδων κατά τις ομαδοσυνεργατικές προσεγγίσεις, και η έλλειψη αμεσότητας. Στα υπό-κεφάλαια που ακολουθούν παρουσιάζονται σε μεγαλύτερη λεπτομέρεια τα αποτελέσματα από τις συνεντεύξεις.

4.1.2.1. Προτεραιότητα στη διερώτηση

Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί σημειώνουν πως έδωσαν κάποιου βαθμού προτεραιότητα στη σχολική διερώτηση κατά τις εξ' αποστάσεως διδασκαλίες τους (E1, E3, E4, E5, E6, E7, E9, E10). Ακόμα, το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος θεωρεί πως τα χαρακτηριστικά που ανέφερε αφορούν διαδικασίες διερώτησης (E1, E3, E4, E5, E6, E9, E10) με την πλειοψηφία αυτών να εξηγεί αυτή την ταξινόμηση λόγω της ένταξης στο μάθημα επιστημονικών πρακτικών (E1, E4, E5, E9).

Πολλοί εκπαιδευτικοί θεώρησαν ότι οτιδήποτε δεν είναι παθητικό αποτελεί διερώτηση (E3) ή ότι η διενέργεια πειραμάτων σηματοδοτεί διερώτηση (E4). Ο E7 υποστήριξε ότι η ενεργητική μάθηση δεν είναι κατ' ανάγκη διερώτηση. Πιο κάτω δίνονται ενδεικτικά αποσπάσματα από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών.

«Δεν είναι ότι παπαγαλίζαμε κιόλας αλλά δεν κάναμε και τρομερά πρωτοπόρες διδασκαλίες. Σε κάποιο βαθμό κάναμε της όσα θα έκαναν και οι επιστήμονες στη θέση μας, πιστεύω. Με της πηγές και τα μέσα που είχαμε.» (E5)

«(διερώτηση το έκανε) Το ότι προσπαθούσαμε να λειτουργήσουμε όσο πιο επιστημονικά γίνεται. Να μεταφέρουμε τις επιστημονικές μεθόδους στην τάξη, στο βαθμό που ήταν δυνατό ξαναλέω.»

«Οι επιστήμονες δεν ερευνούν πάντα υπό της καλύτερες συνθήκες. Πρόπερσι ο κορονοϊός έφερε στο προσκήνιο και της συζητήσεις. Εγώ το χρησιμοποίησα δηλαδή ως

βάση συζήτησης για το πως εργάζονται οι επιστήμονες, και για το ότι πλέον πολλά γίνονται μέσω υπολογιστή. Έτσι για να ενισχύσω και το πνεύμα των μαθητών μου.»

Με βάση τις περιγραφές τους για τα εξ' αποστάσεως μαθήματα τους κρίθηκε ότι δύο εκ των εκπαιδευτικών περιέγραψαν διδασκαλίες με χαμηλή προτεραιότητα στη διερώτηση (E2, E8).

«Η διδασκαλία ήταν τύπου διάλεξη, δηλαδή παρουσίαση των νέων γνώσεων και η εκτέλεση των πειραμάτων σε βίντεο! Δεν υπήρχε χώρος για διερεύνηση προϋπάρχουσας γνώσης ή για υποθέσεις και ο ρόλος των μαθητών ήταν να είναι παθητικοί αποδέκτες... δεν ήταν καθόλου ενεργητικός!» (E2)

Πέντε από τους εκπαιδευτικούς (E3, E4, E6, E9, E10) σημείωσαν μέτρια προτεραιότητα στη διερώτηση.

«Στους μεγάλους έδειχνα βίντεο με πειράματα και μοίραζα φυλλάδια για σημειώσεις...Να το παρατηρήσουν και να το ερμηνεύσουν.» (E4)

Τέλος, τρεις εκπαιδευτικοί θεωρήθηκε πως έδωσαν υψηλή προτεραιότητα στη διερώτηση (E1, E5, E7).

«(χρησιμοποίησα) συζητήσεις, βίντεο και προσομοιώσεις. Εγώ έκανα την εισαγωγή στην νέα γνώση με ελεγχόμενη συζήτηση. Σχηματίζαμε ερωτήσεις μαιευτικά, δηλαδή τους καθοδηγούσα εγώ στο να απορήσουν και όταν συχνά δεν πετύχαινε τις έθετα μόνος μου, και μετά παρατηρούσαμε το βίντεο ή τα πειράματα με αυτές της ερωτήσεις. Όταν τελείωνε η παρατήρηση ξανασυζητούσαμε και φτάναμε σε γενικεύσεις. (τα παιδιά) συμμετείχαν αλλά πολύ καθοδηγούμενα». (E5)

Πίνακας 3. Αποτελέσματα συνεντεύξεων για την προτεραιότητα στη διερώτηση κατά τα εξ' αποστάσεως μαθήματα

Ομάδα 1 (N=3)	E1, E5, E7	Υψηλή προτεραιότητα στη διερώτηση
Ομάδα 2 (N= 5)	E3, E4, E6, E9, 10	Μέση προτεραιότητα στη διερώτηση
Ομάδα 3 (N=2)	E2, 28	Χαμηλή προτεραιότητα στη διερώτηση

4.1.2.2. Περιορισμοί και θετικά στη διενέργεια της εξ' αποστάσεως σχολικής διερώτησης

Οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν περιορισμούς για τη διενέργεια διερώτησης στο εξ' αποστάσεως μάθημά τους. Αυτοί αφορούσαν το χρόνο (E2, E3, E4, E6 E8), την έλλειψη προσωπικής επαφής (E2, E7), το άγχος λόγω ηλεκτρονικού περιβάλλοντος (E3, E4, E5, E7) αλλά και τα μειωμένα κίνητρα των μαθητών λόγω καραντίνας (E8). Επίσης, υποστήριξαν πως η εξ' αποστάσεως εκπαίδευση εμφανίζει περιορισμούς σχετικά με την ομαδικότητα (E1, E2, E4, E6), την αμεσότητα (E4, E6, E7, E8, E9, E10) και τη συμμετοχικότητα (E8, E9, E5) των μαθητών.

Δύο ήταν οι εκπαιδευτικοί που αναφέρθηκαν ρητά και στην έλλειψη προετοιμασίας για τη διενέργεια εξ' αποστάσεως μαθήματος γενικότερα (E5, E7).

«Θεωρώ ότι δεν υπάρχει αμεσότητα στο WebEx. Και γενικά δεν έχουμε όμως ούτε την κατάρτιση ούτε τον χρόνο για προετοιμασία.» (E7)

Όταν ερωτήθηκαν για τα θετικά της διερώτησης στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση, οι εκπαιδευτικοί αναφέρθηκαν στην κατανόηση επιστημονικών διαδικασιών και απόκτηση επιστημονικού γραμματισμού από τους μαθητές (E1, E5, E6, E9), με έναν εκπαιδευτικό να αναφέρει ότι μπορεί πιο εύκολα «να γίνουν επιστήμονες» (E1). Από πολλούς αναφέρθηκε και η ενεργοποίηση των μαθητών και η πρόκληση θετικών συναισθημάτων (E3, E4, E6, E7), η ενίσχυση του τεχνολογικού γραμματισμού (E5) αλλά και η ευελιξία του χώρου σχετικά με όλη την εξ' αποστάσεως εκπαίδευση (E10). Από δύο συνεντευξιαζόμενους (E5, E9) αναφέρθηκε η σημασία της τεχνολογίας στη σύγχρονη επιστημονική διερώτηση και η σύνδεση της με τη σχολική διερώτηση. Συγκεκριμένα ο E9, ανέφερε:

«Υπάρχουν οφέλη καθώς εκπαιδεύουν τα παιδιά στο να κάνουν πιο στοχευμένη αναζήτηση μέσω του διαδικτύου και να προσπαθούν να αυτονομηθούν ανακαλύπτοντας πληροφορίες χωρίς την πλήρη καθοδήγηση του διδάσκοντα ο οποίος παίρνει επικουρικό η και καθοδηγητικό ρόλο.» (E9)

Συγκεφαλαιωτικά όλοι όσοι ερωτήθηκαν υποστήριξαν ότι η διερώτηση έχει θετικά αποτελέσματα αλλά υπάρχουν πολλοί περιορισμοί.

4.1.2.3. Εξ' αποστάσεως και δια ζώσης εφαρμογή μας διερώτησης

Όλοι οι εκπαιδευτικοί δήλωσαν ότι προτιμούν τη δια ζώσης διδασκαλία. Μια εκπαιδευτικός (E5) ανέφερε, επιπλέον, πως:

«... το εξ' αποστάσεως σε περιορίζει στην εφαρμογή ενεργοποιητικών και μαθητοκεντρικών διδασκαλιών. Πάλι μπορεί να φταίει η κατάρτιση μας και όχι η ίδια η μορφή.» (E5)

4.1.2.4. Σχολική- επιστημονική διερώτηση

Η συντριπτική πλειοψηφία των εκπαιδευτικών (9/10) κατάφερε να εντοπίσει διαφορές μεταξύ της εξ' αποστάσεως σχολικής, της σχολικής και της επιστημονικής διερώτησης. Αρχικά, σημειώθηκε η εξ' αποστάσεως σχολική διερώτηση ως λιγότερο λειτουργική της δια ζώσης σχολικής διερώτησης, όπως φάνηκε και από τα προηγούμενα.

Σχετικά με τη σχολική διερώτηση οι περισσότεροι αναγνώρισαν είτε άμεσα είτε έμμεσα πως η σχολική διερώτηση είναι πιο απλή από την επιστημονική (E2, E3, E4, E5, E8, E9, E10), είτε λόγω του επιπέδου των εκπαιδευτικών είτε λόγω του επιπέδου των μαθητών.

Ένας από τους συνεντευξιζόμενους (E7) προχώρησε σε ορισμό της σχολικής διερώτησης: *«Είναι διαφορετικές. Η διδακτική πρόκειται για την εφαρμογή της επιστημονικής διερώτησης σε γνωστικό στάδιο μέσα στην τάξη.»* (E7)

Ενδιαφέρον προκαλεί η απάντηση της E6, η οποία θεωρώντας τη σχολική και την επιστημονική διερώτηση ως δύο είδη διδακτικών μοντέλων απάντησε:

«Διαφέρουν, γιατί η πρώτη διερώτηση (σχολική) προσπαθεί να παρακινήσει το ενδιαφέρον για την συμμετοχή των παιδιών ενώ στην επιστημονική διερώτηση συνδέουν συνειδητά και άμεσα τη γνώση που αποκτήσαν με τη διδασκαλία με την παλαιότερη γνώση της.» (E6)

4.2. Δεύτερο ερευνητικό ερώτημα

Ακολούθως εξετάστηκαν οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη φύση της επιστήμης. Συγκεκριμένα οι εκπαιδευτικοί ερωτήθηκαν σχετικά με την επιστήμη, τις διεργασίες και τα χαρακτηριστικά της, τις επιστημονικές θεωρίες, νόμους και μοντέλα, το δυναμικό χαρακτήρα της επιστημονικής διερώτησης,

και τη σύνδεση της επιστήμης με την κοινωνία, την τεχνολογία και τον πολιτισμό. Ακόμα, ερωτήθηκαν για το περιεχόμενο του όρου «φύση της επιστήμης» αλλά και το κατά πόσο την εφαρμόζουν στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

4.2.1. Αποτελέσματα ερωτηματολογίων για τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης

Τα αποτελέσματα από τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου όσον αφορά τη φύση της επιστήμης, κατέδειξαν πως οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να έχουν κάποια κατανόηση σχετικά με την επιστήμη και τις διεργασίες που εμπρικλείει και τα χαρακτηριστικά της επιστήμης (Mean=3.55; SD=0.44), τις επιστημονικές θεωρίες, νόμους και μοντέλα (Mean=3.54; SD=0.65), το δυναμικό χαρακτήρα της επιστήμης (Mean=3.95; SD=0.62), και τη σύνδεση της επιστήμης με την κοινωνία, την τεχνολογία και τον πολιτισμό (Mean=3.72; SD=0.68). Πραγματοποιήθηκε ανάλυση ταξινόμησης k-means για τη διερεύνηση μοτίβων απαντήσεων στο δείγμα. Η ανάλυση έδωσε δύο ομάδες, οι οποίες διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ως προς τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης (Πίνακας 4), συγκεκριμένα ως προς τις αντιλήψεις τους για την επιστήμη και τις επιστημονικές διεργασίες ($F_{(1,71)} = 26.656$, $p < 0.001$), τις επιστημονικές θεωρίες ($F_{(1,71)} = 34.978$, $p < 0.001$), τη δυναμική φύση της επιστήμης ($F_{(1,71)} = 105.599$, $p < 0.001$) και την κοινωνική φύση της επιστήμης ($F_{(1,71)} = 66.550$, $p < 0.001$). Οι δύο ομάδες χρησιμοποιήθηκαν στην απάντηση του τέταρτου ερευνητικού ερωτήματος.

Πίνακας 4. Αποτελέσματα της ανάλυσης ταξινόμησης (k-means clustering) των εκπαιδευτικών με βάση τις αντιλήψεις τους για τη φύση της επιστήμης

Αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης (NOS)	Ομάδα 1 (N=52)		Ομάδα 2 (N= 21)		F
	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	
Επιστήμη και επιστημονικές διεργασίες	3.71	0.394	3.20	0.347	26.656***
Επιστημονικές θεωρίες	3.79	0.390	2.96	0.812	34.978***
Δυναμική φύση	4.26	0.398	3.21	0.393	105.599***
Κοινωνική φύση	4.02	0.468	2.97	0.568	66.550***

ns = non significant; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

4.2.2. Αποτελέσματα συνεντεύξεων για τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης.

Σε γενικές γραμμές σύμφωνα ήταν και τα αποτελέσματα των συνεντεύξεων με μόνη σημαντική διαφοροποίηση αυτή στο ζήτημα θεωριών και νόμων. Συγκεκριμένα, οι περισσότεροι συνεντευξιζόμενοι σημείωσαν αναπτυσσόμενες αντιλήψεις σχετικά με το τι είναι η επιστήμη (6/10), τις επιστημονικές μεθόδους (5/10), τον τρόπο που μπορεί να αλλάξει μια θεωρία (8/10), τη φαντασία και τη δημιουργικότητα στις επιστήμες (8/9), τη σχέση κοινωνίας και επιστήμης (8/10) αναπτυγμένες πεποιθήσεις για τον πειραματισμό στις επιστήμες (5/10), τις έννοιες παρατήρηση- ερμηνεία (7/10), την προσωρινή φύση της επιστήμης (10/10) αλλά μόνο όσον αφορά τη θεωρία, και για το γεγονός ότι διαφορετικές ερευνητικές ομάδες που έχουν τα ίδια δεδομένα μπορεί να καταλήξουν σε διαφορετικά συμπεράσματα (9/10). Σχετικά με το ζήτημα του διαχωρισμού νόμων και θεωριών, ενώ όλοι οι εκπαιδευτικοί εντόπισαν ότι είναι διαφορετικές δομές, η συντριπτική πλειοψηφία των εκπαιδευτικών (9/10) νοηματοδότησε αυτή τη διαφορά λανθασμένα.

Επιπλέον οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί (8/10) υποστήριζαν ότι εφαρμόζουν ή έχουν εφαρμόσει τη φύση της επιστήμης στη μαθησιακή διαδικασία.

Ακόμα, αν λάβουμε υπόψη την αντιλογία σχετικά με τον ορισμό για τη φύση της επιστήμης μεταξύ των επιστημόνων που ασχολούνται με το θέμα αλλά και συγκεκριμένα για τη στόχευση του επαγγέλματος των εκπαιδευτικών, φαίνεται πως η πλειοψηφία κατέχει αρκετά ενημερωμένη αντίληψη σχετικά με το περιεχόμενο του όρου, και άρα οι ιδέες 8 από τους 10 εκπαιδευτικούς εντάχθηκαν στην κατηγορία «αναπτυσσόμενες ιδέες».

Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών χωρίστηκαν σε αφελείς, αναπτυσσόμενες ή ανεπτυγμένες σχετικά με το αν περιέγραφαν απαντήσεις σύμφωνες με τα παρόντα μεταρρυθμιστικά έγγραφα.

Οι εκπαιδευτικοί χωρίστηκαν και εδώ σε δύο ομάδες με βάση το πλήθος των φορών που περιέγραψαν αναπτυγμένες πεποιθήσεις για τη φύση της επιστήμης. Οι ερωτώμενοι που κατατάχθηκαν στην ομάδα 1 εμφάνισαν κυρίως αναπτυγμένες αντιλήψεις ενώ εκείνοι της ομάδας 2 κυρίως αναπτυσσόμενες και αφελείς αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης.

Πίνακας 5. Αποτελέσματα συνεντεύξεων για τη φύση της επιστήμης

Ομάδα 1 (N=7)	E1, E2, E5, E6, E8, E9, E10	Κυρίως αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης
Ομάδα 2 (N= 3)	E3, E4, E7	Κυρίως αναπτυσσόμενες και αφελείς αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης

4.2.2.1. Τι είναι η επιστήμη;

Σχετικά με το τι είναι η επιστήμη και τι όχι οι περισσότεροι εντόπισαν ότι η επιστήμη έχει ως στόχο την επιστημονική γνώση (E1, E2, E3, E5, E7) και βασίζεται σε επιστημονική έρευνα (E1, E2, E4, E5, E6, E7).

«Ο επιστήμονας ψάχνει οργανωμένα να βρει απαντήσεις για το πώς λειτουργεί ο κόσμος.» (E5)

Σε κάποιες περιπτώσεις διαχωρίστηκε από άλλους τομείς είτε λόγω αντικειμενικότητας (E2, E4) είτε επειδή η επιστήμη θεωρήθηκε «πρακτικός κλάδος» (E8, E9) είτε επειδή μόνο εκείνη μπορεί να αποδειχθεί (E7).

«Πως όλα είναι αποδεδειγμένα και παρόλο που υπάρχουν υποθέσεις οδηγούμαστε πάντα στην πιο διεξοδική ανάλυση και εύρεση στοιχείων ώστε να τα αποδείξουμε» (E7)

Ενώ το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος της συνέντευξης φαίνεται να αντιλαμβάνεται κάποια από τα στοιχεία που διαφοροποιούν την επιστήμη από τους άλλους κλάδους, υπάρχει ένα μέρος που εμφανίζει παρανοήσεις σχετικά με το ζήτημα.

Οι εκπαιδευτικοί χωρίστηκαν σε έχοντες αφελείς, αναπτυσσόμενες ή ανεπτυγμένες πεποιθήσεις σχετικά με το αν κατάφεραν να απαντήσουν σχετικά με τη στόχευση της επιστήμης για ανακάλυψη της επιστημονικής γνώσης και του γεγονότος ότι αυτό που την ξεχωρίζει από τους άλλους τομείς είναι η μεθοδολογία.

Έτσι προκύπτει πως αφελείς αντιλήψεις σημειώθηκαν από τον E4 (1/10).

«Η επιστήμη είναι πιο λογική, εργάζεται αντικειμενικά.» (E4)

Αναπτυσσόμενες αντιλήψεις σημειώθηκαν από τους E2, E3, E6, E7, E9 και E10 (6/10).

«Επιστήμες είναι όλοι οι κλάδοι που αναζητούν τη γνώση Η φυσική για τη φύση, η βιολογία για τη ζωή κ.ο.κ...» (E2)

«Ωραία φαντάζομαι ότι η επιστήμη είναι κάτι το οποίο μας εξηγεί κάποια πράγματα τα οποία βρίσκονται γύρω μας όπως φυσικά φαινόμενα όπως γιατί κάτι είναι πιο βαρύ απ' ότι κάτι άλλοΗ επιστήμη έχει τον τομέα της εμπειρίας, της πρακτικότητας να το πω; Της πράξης...» (E8)

Τέλος, αναπτυγμένες αντιλήψεις σημειώθηκαν από τους E1, E5 (2/10).

«Επιστήμη κατά τη γνώμη μου είναι η προσπάθεια γνωριμίας με τον κόσμο που βασίζεται στην τεκμηρίωση και τα τεκμηριωμένα αποτελέσματα. Εκείνο που τη διαφοροποιεί είναι η μεθοδολογία, ο τρόπος προσέγγισης...» (E1)

Άρα οι περισσότεροι συνεντευξιαζόμενοι σημείωσαν αναπτυσσόμενες αντιλήψεις σχετικά με το τι είναι η επιστήμη.

Πίνακας 6. Ορισμοί των ερωτώμενων για την επιστήμη

Ομάδα 1 (N=2)	E1, E5	Αναπτυγμένες αντιλήψεις για την επιστήμη.
Ομάδα 2 (N=7)	E2, E3, E6, E7, E8, E9, E10	Αναπτυσσόμενες αντιλήψεις για την επιστήμη.
Ομάδα 3 (N=1)	E4	Αφελείς αντιλήψεις για την επιστήμη.

4.2.2.2. Εμπειρική φύση της επιστήμης

Η παραπάνω κατανομή των εκπαιδευτικών επιβεβαιώνεται και από τα ευρήματα για τα πειράματα στις επιστήμες, μιας και σημείωσαν πιο ανεπτυγμένες αντιλήψεις σχετικά με τα πειράματα στις επιστήμες (E1, E2, E3, E5, E8, E10), και άρα σχετικά με το γεγονός ότι η επιστήμη δεν περιλαμβάνει πάντα άμεσα παρατηρησιακά δεδομένα.

«Όχι με τη σθένη έννοια του όρου, γίνονται υποθέσεις και προσπαθούμε να τις επιβεβαιώσουμε. Πολλές φορές όμως έχουμε την εμφάνιση μιας φωτεινής ιδέας χωρίς να υπάρχουν συγκεκριμένα δεδομένα.» (E1)

«Ανάλογα και το τι εννοεί ο καθένας πείραμα. Μπορεί να είναι νοητικό πείραμα.» (E3)

Σε αυτή την ερώτηση ορισμένοι εκπαιδευτικοί (E4, E6, E7, E9) φαίνεται να έχουν ακόμα πρώιμες αντιλήψεις, σύμφωνα με τις οποίες όλες οι επιστήμες περιλαμβάνουν πειράματα.

«Ναι, χωρίς πειράματα δεν υπάρχει επιστήμη.» (E4)

Πολλοί (E1, E2, E5) είναι οι εκπαιδευτικοί που ως πειράματα φαίνεται να εννοούν τις επιστημονικές μεθόδους, και τις διακρίνουν μεταξύ των επιστημών:

«Όχι πάντα. Υπάρχουν κλάδοι της οποίους δεν είναι δυνατή η πραγματοποίηση πειραμάτων. Ο πειραματισμός σίγουρα υπάρχει παντού, αλλά όχι το πείραμα με τη στενή έννοια του όρου.» (E5)

Με βάση τις πεποιθήσεις τους για τον πειραματισμό στις επιστήμες οι E4, E6, E7 και E9 (4/10) έχουν αφελείς πεποιθήσεις ενώ οι E1, E2, E3, E5, E8, E10 φαίνεται να έχουν αναπτυγμένες αντιλήψεις για το θέμα (6/10).

Πίνακας 7. Αντιλήψεις των ερωτώμενων για την εμπειρική φύση της επιστήμης

Ομάδα 1 (N=6)	E1, E2, E3, E5, E8, E10	Αναπτυγμένες αντιλήψεις για την εμπειρική φύση της επιστήμης
Ομάδα 2 (N=4)	E4, E6, E7, E9	Αφελείς αντιλήψεις για την επιστήμη.

4.2.2.3. Επιστημονικές μέθοδοι

Σχετικά με τις επιστημονικές μεθόδους, πολλοί ήταν οι συνεντευξιαζόμενοι (6/10: E3, E4, E6, E7, E8, E9) των οποίων οι απαντήσεις παρέπεμπαν ή αναφέρονταν ξεκάθαρα στην επιστημονική μέθοδο ως μια κοινή για όλες τις επιστήμες μεθοδολογία. Ένας εκ των παραπάνω προχώρησε στο να ορίσει ακριβώς και τα βήματα που αυτή περιλαμβάνει:

«Είναι η κατανόηση του προβλήματος, η αναζήτηση για τη λύση του, η δοκιμή για την απόδειξη της προτεινόμενης λύσης και η επανάληψη αναζήτησης για την βελτιστοποίησή της.» (E9)

Ένας από τους συνεντευξιαζόμενους (E1) θεώρησε πως:

«Η επιστημονική μέθοδος είναι η οργανωμένη διαδικασία που έχει ως αποτέλεσμα την τεκμηρίωση μιας ιδέας.» (E1)

Αυτή η άποψη είναι πιο κοντά στη βιβλιογραφική τοποθέτηση από τις απαντήσεις της προηγούμενης ομάδας αλλά δεν είναι απολύτως σωστή γιατί δεν καταφέρνει να θέσει τις διαφορετικές επιδιώξεις των επιστημονικών μεθόδων διαφόρων τομέων.

Από το σύνολο τρεις (E2, E5, E10) ήταν οι συνεντευζιαζόμενοι που δήλωσαν έμμεσα ή άμεσα ότι ο όρος αφορά την μεθοδολογική επιλογή του κάθε ερευνητή.

«Επιστημονική μέθοδος θεωρώ ότι είναι ο τρόπος που επιλέγει ο ερευνητής για να καταλήξει σε αξιόπιστα συμπεράσματα.. Ανάλογα με το θέμα που ερευνά επιλέγει και τη μέθοδο... όπως εσύ πχ τώρα κάνεις τη συνέντευξη!» (E2)

Συγκεφαλαιωτικά από τις απαντήσεις τους στην ερώτηση για τον πειραματισμό και εκείνες στο ζήτημα των επιστημονικών μεθόδων θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι E1, E2 και E5 και E10 αντιλαμβάνονται ότι η επιστημονική μέθοδος διαφέρει από τομέα σε τομέα και δεν αφορά αυτό που διδάσκεται στα σχολεία (4/10). Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί (E3,E6,E7,E8,E9) (5/10) έχουν αναπτυσσόμενες πεποιθήσεις για τις επιστημονικές μεθόδους ενώ ένας συνεντευζιαζόμενος, ο E1 (1/10) έχει αφελείς αντιλήψεις σχετικά με το ζήτημα.

Πίνακας 8. Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τις επιστημονικές μεθόδους

Ομάδα 1 (N=4)	E1, E2, E5, E10	Αναπτυγμένες αντιλήψεις για τις επιστημονικές μεθόδους
Ομάδα 2 (N=5)	E3, E6, E7, E8, E9	Αναπτυσσόμενες αντιλήψεις για τις επιστημονικές μεθόδους.
Ομάδα 3 (N=1)	E4	Αφελείς αντιλήψεις για τις επιστημονικές μεθόδους.

4.2.2.4. Παρατήρηση-ερμηνεία

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία οι παρατηρήσεις είναι περιγραφικές δηλώσεις για φυσικά φαινόμενα που είναι «άμεσα» προσβάσιμα στις αισθήσεις (ή προεκτάσεις των αισθήσεων). Αντίθετα, τα συμπεράσματα είναι δηλώσεις για φαινόμενα που δεν είναι «άμεσα» προσβάσιμα στις αισθήσεις. Συντριπτικά (10/10) το δείγμα εντόπισε ότι υπάρχουν διαφορές μεταξύ των εννοιών ερμηνεία και παρατήρηση.

«Οι έννοιες είναι διαφορετικές. Παρατηρώ σημαίνει συλλέγω στοιχεία τα οποία τα ταξινομώ, τα αναλύω και εκείνα θα με οδηγήσουν αργότερα σε ένα λογικό συμπέρασμα και κατόπιν στην ερμηνεία του.» (E1)

«Ναι η παρατήρηση, στην παρατήρηση δεν είναι υποχρεωτική η κατανόηση αυτού που παρατηρούμε ενώ στην ερμηνεία θα πρέπει να γίνει και κατανόηση αυτού που παρατηρούμε για να γίνει σωστά η ερμηνεία.» (E9)

Η έννοια της ερμηνείας νοηματοδοτήθηκε ως το αποτέλεσμα της παρατήρησης (E1, E2, E5, E6, E9, E10), συχνά συνδέθηκε με το συμπέρασμα, και θεωρήθηκε ως μια διαδικασία που περιλαμβάνει τις αναλυτικές δεξιότητες του επιστήμονα όπως αυτές προκύπτουν από τις προσωπικές του πεποιθήσεις (E1, E2, E4, E5, E7, E8, E9). Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για την έννοια της παρατήρησης φαίνεται να είναι κατά πλειοψηφία ανεπτυγμένες.

«Παρατηρώ το πείραμα για να φτάσω στο συμπέρασμα και την ερμηνεία.» (E6)

Σχετικά με την έννοια της παρατήρησης, αρκετοί (4/10) εκπαιδευτικοί θεώρησαν πως από την παρατήρηση μπορεί να εκλείψει το προσωπικό στοιχείο του ερευνητή, δηλαδή ότι αποτελεί μια διαδικασία που ο ερευνητής λειτουργεί ως αποδέκτης των πληροφοριών που συλλέγει (E4, E7, E8, E9).

«Πιστεύω πως η παρατήρηση είναι πιο στατική δεν έχει μέσα τον ρόλο του επιστήμονα. Δηλαδή παρατηρούμε αυτό που συμβαίνει αμέτοχα. Ενώ η ερμηνεία περιέχει δράση του επιστήμονα στην παρατήρηση. Παρατηρώ και σκέφτομαι, εξηγώ.» (E4)

Ο E3 αν και υποστήριξε πως υπάρχουν διαφορές δεν κατάφερε να τις προσδιορίσει και άρα κατατάχθηκε αυτή του η αντίληψη στις αναπτυσσόμενες.

4.2.2.5. Θεωρία- νόμος

Οι νόμοι είναι δηλώσεις ή περιγραφές των σχέσεων μεταξύ παρατηρήσιμων φαινομένων. Οι θεωρίες, αντίθετα, είναι συναγόμενες εξηγήσεις για παρατηρήσιμα φαινόμενα. Συντριπτικά (10/10) το δείγμα εντόπισε διαφορές μεταξύ των εννοιών θεωρία και νόμος.

Παρ' όλα αυτά οι περισσότεροι (8/10) θεώρησαν ότι η διαφορά έγκειται στο ποσοστό «επαλήθευσης», δηλαδή πως ο νόμος αποτελεί μια αποδεδειγμένη θεωρία που δεχόμαστε απaráκλητα (E1, E2, E3, E4, E6, E8, E9, E10),

«Επιστημονική θεωρία είναι κάτι που βρίσκεται υπό αίρεση. Μπορεί να επιβεβαιωθεί ή όχι. Επιστημονικός νόμος είναι οτιδήποτε δεχόμαστε απaráκλητα.» (E1)

ή στο εύρος στο οποίο μπορεί να εφαρμοστεί (E7).

«Στην επιστημονική θεωρία βασιζόμαστε σε γεγονότα και πειράματα, ενώ στον νόμο είναι μια συγκεκριμένη θεωρία η οποία ισχύει σε συγκεκριμένες καταστάσεις και με συγκεκριμένες μεταβλητές.» (E7)

Ένας ήταν ο συνεντευξιαζόμενος που παρουσίασε αναπτυγμένη αντίληψη σχετικά με τους επιστημονικούς νόμους και τις θεωρίες σύμφωνα με τον οποίο:

«...ο νόμος είναι μια κατασκευή που περιγράφει μια παρατήρηση. Η θεωρία είναι αυτό που λέει και το όνομα της: γιατί θεωρώ ότι συμβαίνει αυτό που παρατηρώ. Τι το προκαλεί.» (E5)

Πίνακας 9. Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τις θεωρίες και τους νόμους

Ομάδα 1 (N=1)	E5	Αναπτυγμένες αντιλήψεις για τις θεωρίες και τους νόμους.
Ομάδα 2 (N=9)	E1, E2, E3, E4, E6, E7, E8, E9, E10	Αφελείς αντιλήψεις για τις θεωρίες και τους νόμους.

Συμπεραίνουμε, λοιπόν, πως αν και οι εκπαιδευτικοί γνωρίζουν ότι ο νόμος διαφέρει από τη θεωρία δεν είναι συνήθως επιτυχείς στο να ερμηνεύσουν τον τομέα στον οποίο υπάρχει η διαφορά.

4.2.2.6. Προσωρινή φύση της επιστήμης

Οι επιστημονικοί ισχυρισμοί αλλάζουν καθώς νέα στοιχεία, που κατέστησαν δυνατά μέσω της προόδου στη θεωρία και την τεχνολογία, στηρίζονται σε υπάρχουσες θεωρίες ή νόμους, ή καθώς παλιά στοιχεία ερμηνεύονται εκ νέου υπό το φως των νέων

θεωρητικών προόδων ή αλλαγών στις κατευθύνσεις των καθιερωμένων ερευνητικών προγραμμάτων.

Όλοι οι συνεντευξιαζόμενοι θεώρησαν ότι η θεωρία είναι κάτι προσωρινό το οποίο μπορεί να αλλάξει σε κάποιο βαθμό.

«Η ιστορία της επιστήμης συνεχώς αυτό το πράγμα δείχνει, ότι οι θεωρίες αναθεωρούνται και έτσι με αυτό τον τρόπο επιτελείται και η πρόοδος στην επιστήμη!» (E2)

Ο E3 να σημειώνει ότι δεν μπορεί να καταρριφθεί ολοκληρωτικά.

«Μάλλον δεν αλλάζει 100%... ίσως και να αλλάζει... αλλά στο παράδειγμα που έδωσα παραπάνω και σε κάποια άλλα παραδείγματα, κυρίως από την πρόσφατη ιστορία της επιστήμης δεν καταρρίπτεται ολοκληρωτικά.» (E3)

Αυτή η απάντηση κατατάχθηκε στις αναπτυσσόμενες αντιλήψεις καθώς αν και αντιλαμβάνεται την αλλαγή δεν θεωρεί ότι μπορεί να είναι ολοκληρωτική.

4.2.2.7. Διαδικασίες με τις οποίες αλλάζει μια θεωρία

Όλοι οι συνεντευξιαζόμενοι απάντησαν ότι η θεωρία μπορεί να αλλάξει με την εμφάνιση νέων δεδομένων (E1,E10) είτε λόγω της ανάπτυξης των ερευνητικών μας εργαλείων (E2, E3, E4, E5, E6, , E7, E8), είτε μέσω εμβάθυνσης σε όσα έχουμε ήδη παρατηρήσει, είτε μέσα από τις διεργασίες της επιστημονικής κοινότητας (E9). Άρα δεν υπάρχουν συνεντευξιαζόμενοι με αφελείς αντιλήψεις σε αυτή την ερώτηση.

«Η διαδικασία είναι η συλλογή νέων δεδομένων που θα θέσουν υπό αίρεση τα προϋπάρχοντα στοιχεία και τις προϋπάρχουσες θεωρίες.» (E1)

Παρ' όλα αυτά μόνο μια από τους ερωτώμενους (E6) έκανε κάποια έμμεση αναφορά για το ρόλο τη επιστημονικής κοινότητας, και άρα θεωρούμε οι υπόλοιποι εκπαιδευτικοί (9/10) έχουν αναπτυσσόμενες αντιλήψεις.

«...μια θεωρία μπορεί να σχετίζεται με ένα συγκεκριμένο δείγμα, για συγκεκριμένες συνθήκες με συγκεκριμένες παραμέτρους, ενώ μια άλλη θεωρία για το ίδιο θέμα μπορεί να έχει τα αντίθετα συμπεράσματα γιατί έγινε σε διαφορετικές συνθήκες με άλλο δείγμα ανθρώπων... και διαφορετικές παραμέτρους πάλι... Της πούμε μια έρευνα ξέρω γω που

μπορεί να γίνει σε συνθήκες μη κρίσεις σε ένα θέμα μπορεί να είναι αντιδιαμετρική με την ίδια έρευνα που μπορεί να γίνεται σε ανθρώπους που βιώνουν μια κρίση... να είναι αντίθετα τα συμπεράσματα τελείως.» (E6)

4.2.2.8. Φαντασία και δημιουργικότητα στην επιστήμη

Σχετικά με την φαντασία στην επιστήμη, δύο συνεντευξιαζόμενοι απάντησαν ότι δεν υπάρχει (E4, E7) με τον ένα να υποστηρίζει ότι αν υπήρχε θα υποβίβαζε την αντικειμενικότητα του ερευνητή:

«Όχι! Και δεν θα έπρεπε κιόλας. Για να μπορούμε να είμαστε αντικειμενικοί πρέπει να αφήνουμε τον εαυτό μας απ' έξω.» (E4)

Παρ' όλα αυτά η πλειοψηφία του δείγματος (8/10) κατάφερε να αναγνωρίσει την ύπαρξη φαντασίας στις επιστημονικές διαδικασίες με πολλούς (5/8) να υποστηρίζουν πώς είναι απαραίτητο συστατικό (E1, E3, E5, E6, E8).

«Απαραίτητο στοιχείο είναι η φαντασία και η δημιουργικότητα.» (E1)

Σχετικά με τη δημιουργικότητα, εκτός από έναν συνεντευξιαζόμενο (E4) που κρίνει τη δημιουργικότητα ως ανασταλτικό παράγοντα για την αντικειμενικότητα, όλοι οι υπόλοιποι αναγνωρίζουν τον ρόλο της, με αρκετούς (8/9) (E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8) να τη θεωρούν κύριο χαρακτηριστικό της επιστημονικής διερώτησης.

«Δημιουργικότητα μόνο αν θεωρήσουμε ότι βρίσκονται νέα μέσα για ανακάλυψη δεδομένων, φαντασία πιστεύω πως όχι.» (E7)

Δύο από τους συνεντευξιαζόμενους που υποστήριξαν την ύπαρξη δημιουργικότητας και φαντασίας, σημείωσαν τα όρια των δύο εννοιών είτε σχετικά με τη θεωρητική αφετηρία των παρατηρήσεων (E9), είτε θέτοντας έμμεσα ζητήματα αντικειμενικότητας:

«Ναι πώς δεν υπάρχει. Σίγουρα με κάποια όρια, δεν μπορούμε να αφήσουμε τη φαντασία μας να οργιάσει ούτε μπορούμε να είμαστε δημιουργικοί σε πολύ μεγάλο βαθμό γιατί μπορεί να φύγουμε εκτός αυτού που θέλουμε να παρατηρήσουμε να θεωρήσουμε να, να, να...» (E10)

Συγκεφαλαιωτικά, το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος έχει αναπτυγμένες (E1, E2, E3, E5, E6, E8) και αναπτυσσόμενες αντιλήψεις (E7, E9, E10) σχετικά με το ρόλο της φαντασίας και της δημιουργικότητας στην επιστήμη. Ως σημείωση, δύο από τους συνεντευξιζόμενους φάνηκε να συσχετίζουν ζητήματα φαντασίας και δημιουργικότητας με την αντικειμενικότητα ή μη του ερευνητή.

Τέλος, παρατηρείται πως γίνεται διαχωρισμός μεταξύ δημιουργικότητας και φαντασίας, με τη δημιουργικότητα να θεωρείται θεμιτή από μεγαλύτερο μέρος του δείγματος από ό,τι η φαντασία.

Πίνακας 10. Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη δημιουργικότητα και τη φαντασία στην επιστήμη

Ομάδα 1 (N=6)	E1, E2, E3, E5, E6, E8	Αναπτυγμένες αντιλήψεις για τη δημιουργικότητα και τη φαντασία στην επιστήμη.
Ομάδα 2 (N=3)	E7, E9, E10	Αναπτυσσόμενες αντιλήψεις για τη δημιουργικότητα και τη φαντασία στην επιστήμη.
Ομάδα (N=1)	E4	Αφελείς αντιλήψεις για τη δημιουργικότητα και τη φαντασία στην επιστήμη

4.2.2.9. Κοινωνία και επιστήμη

Αναφορικά με τη σχέση κοινωνίας- επιστήμης όλοι οι εκπαιδευτικοί εντόπισαν σχέση μεταξύ των δύο, με τους περισσότερους (8/10) να εστιάζουν στη σχέση κοινωνίας- επιστήμονα γενικότερα.

«Σίγουρα, αναμφισβήτητα, γιατί και ο επιστήμονας είναι μέλος της κοινωνίας... μπορεί να περνάει πολλές ώρες στο εργαστήριο ή απομονωμένος στα πειράματα του, αλλά και αυτός ζει μέσα σε αυτό ο σύστημα και δέχεται επιρροές και πάντα η σύγχρονη κοινωνική πραγματικότητα δείχνει τις προτεραιότητες... πχ η στροφή των μεγάλων ερευνητικών ιδρυμάτων.. ή η ενασχόληση ας πούμε, με την παραγωγή του εμβολίου για τον covid, σταμάτησαν ό,τι άλλες έρευνες έκαναν και το έριξαν στο κορωνοεμβόλιο...Αλλά και στις

κοινωνικές επιστήμες φαίνεται αυτό διότι με την εισροή των μεταναστών αυξήθηκαν οι σχετικές έρευνες για την ένταξη πχ των μεταναστών στην εκπαίδευση.» (E2)

Ο ρόλος της επιστημονικής κοινότητας ως κοινωνικής δομής με συγκεκριμένη χρονική και θεωρητική εγκαθίδρυση υπογραμμίστηκε από έναν συνεντευξιαζόμενο (E5) και υπονοήθηκε από ένα δεύτερο (E8). Ο E8 παρόλο που αναφέρθηκε στην επιστημονική κοινότητα δεν αναφέρθηκε στις σχέσεις κοινωνίας- επιστήμονα, και άρα οι αντιλήψεις του κρίθηκαν αναπτυσσόμενες.

«Εννοείται γιατί φοβούνται τι θα πει ο άλλος (επιστήμονας)...Ο επιστήμονας μπορεί να λέει ότι δεν μπορώ να το κάνω δεν έχω τα χρήματα... δεν είναι μόνο τα χρήματα αυτά είναι για μεγάλα προτζεκτ.. μπορεί να μην νιώθει αποτελεσματικός... πχ αν εγώ σκεφτώ μια μέθοδο να διδάξω που να μην την έχω δει αλλού μπορεί να μην την εφαρμόσω για να μην φανεί χαζή και πουν όλοι ποπο τι έκανε.» (E8)

Ο E5, μάλιστα, συνδέει την επιστημονική εξέλιξη με την ύπαρξη διαφόρων επιστημονικών κοινοτήτων που εργάζονται ταυτόχρονα και φτάνουν σε διαφορετικά συμπεράσματα .

Επίσης, αναφορά έγινε και στον ρόλο της κοινωνίας στη διαμόρφωση νέων στόχων στην έρευνα (E2, E5).

«Ο επιστήμονας είναι θεωρητικά δεσμευμένος όσο και αν προσπαθεί να μην είναι. Όλοι οι επιστήμονες ανήκουν σε κάποια σχολή σκέψης, διαμορφώνονται από την κοινωνία της εποχής τους και διαμορφώνουν το κοινωνικό γίνεσθε. Τρανό παράδειγμα η πανδημία! Η κοινωνία είχε ένα πρόβλημα, οι επιστήμονες έτρεξαν να το λύσουν (σχολιάζει: ένας τρόπος που φαίνεται η σχέση αυτή) κάποιοι αρνήθηκαν τη λύση παρά την επιστημοσύνη της.» (E5)

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι και ο E9 εντοπίζει τις σχέσεις που αναπτύσσει ο επιστήμονας με την επιστημονική κοινότητα, καθώς αν και εδώ εστιάζει περισσότερο σε ζητήματα ανάπτυξης της κοινωνίας ευρύτερα, στην ερώτηση σχετικά με την προσωρινή φύση της επιστήμης, αναφέρθηκε και αυτός σε ζητήματα επικύρωσης και απόρριψης από την κοινότητα, απαντώντας πως οι θεωρίες αλλάζουν:

«είτε μέσω εμβάθυνσης σε όσα έχουμε ήδη παρατηρήσει, είτε μέσα από τις διεργασίες της επιστημονικής κοινότητας.» (E9)

Επίσης, σημειώθηκε το επίπεδο ανάπτυξης της κοινωνίας στην οποία εργάζεται ο κάθε επιστήμονα τόσο γενικά (E9) όσο και ειδικά όσον αφορά την τεχνολογική εξέλιξη (E3, E5, E9).

«Η κοινωνία λειτουργεί με εντελώς διαφορετικούς νόμους από ό,τι λειτουργεί ο επιστήμονας, ο επιστήμονας λειτουργεί με εντελώς επιστημονικούς όρους και νόμους ενώ η κοινωνία με ήθη έθιμα παραδόσεις και ανθρωποκοινωνικά ερεθίσματα. Επηρεάζει αρνητικά γιατί δεν έχουν την ίδια στόχευση και πάλι όμως εξαρτάται από την κοινωνία. Μια κοινωνία που είναι ανώτερου επιπέδου μπορεί πιο εύκολα να αφομοιώσει μια επιστημονική έρευνα από μια άλλη που δεν έχει τόσο ανεπτυγμένο επίπεδο.» (E9)

Οι περισσότεροι (6/10) εστίασαν στα αρνητικά της σχέσης κοινωνίας επιστήμονα (E1, E4, E7, E8, E9, E10), και ορισμένοι από αυτούς προχώρησαν στο να συνδέσουν τον όρο «επιρροή» με την «υπακοή» σε κοινωνικές, πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες (E1, E4, E6, E8). Αυτή η κατηγορία εντάχθηκε στις ομάδες με τις αναπτυσσόμενες (αν κατάφερνε να αντιληφθεί κάποιο άλλο στοιχείο της σχέσης κοινωνίας και επιστήμονα) και τις αφελείς αντιλήψεις (αν κατάφερε μόνο να αναγνωρίσει την αρνητική σχέση) καθώς δεν κατάφερε να εντοπίσει όλο το φάσμα των σχέσεων κοινωνίας- επιστήμης.

Επιπλέον, η επιρροή της κοινωνίας στη διαμόρφωση των προσωπικών αντιλήψεων του επιστήμονα αναφέρθηκε όπως αυτή προκύπτει γενικά από τις πεποιθήσεις του κοινωνικού συνόλου αλλά και ειδικά μέσα από την οικογένεια (E9) και τη σχολική τάξη (E3) και όπως αυτή οδηγεί σε αντιπαραθέσεις θρησκευτικού (E4) και σε ζητήματα προκαταλήψεων (πχ η θέση της γυναίκας) (E10).

«Ένα παράδειγμα θα μπορούσε να είναι η θρησκεία... Δεν μπορείς να πιστεύεις και στο Δαρβίνο και να είσαι και χριστιανός λέει η κοινωνία, και ο επιστήμονας αφήνει ένα από τα δύο.» (E4)

Η περίπτωση του covid- 19 αναφέρθηκε ως παράδειγμα από τρεις από τους δέκα εκπαιδευτικούς είτε σχετικά με το ρόλο του στην επιστράτευση των επιστημόνων στην επίλυση ενός κοινωνικό- επιστημονικού ζητήματος (E2, E5) είτε σχετικά με το ρόλο των πολιτικών συμφερόντων στην επιστήμη (E1).

«Κανονικά δεν θα έπρεπε, ο επιστήμονας πρέπει να είναι επιστήμονας αλλά επηρεάζεται κατά τη γνώμη μου... εεε να πω κάτι τώρα... δεν ξέρω κιόλας (παύση).... Στην Ελλάδα διέρρευσαν στοιχεία από πρακτικά συνεδριάσεων όπου οι πολιτικοί επέβαλαν τις δικές τους απόψεις στους επιστήμονες και εκείνοι με τη σειρά τους μετέφεραν τις απόψεις των πολιτικών... το οποίο είναι απαράδεκτο!» (E1)

Συγκεφαλαιωτικά, οι εκπαιδευτικοί κατάφεραν να αναφέρουν πολλές από τις πτυχές της σχέσης κοινωνίας- επιστήμης, αν και ο προσανατολισμός ήταν κυρίως προς τις αρνητικές παρά προς τις θετικές πτυχές, και περισσότερο όσον αφορά τις αλληλεπιδράσεις εκτός επιστημονικής κοινότητας.

Πίνακας 11. Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη σχέση κοινωνίας- επιστήμονα

Ομάδα 1 (N=2)	E5, E9	Αναπτυγμένες αντιλήψεις για τη σχέση κοινωνίας-επιστήμονα.
Ομάδα 2 (N=6)	E1, E2, E3, E6, E8, E10	Αναπτυσσόμενες αντιλήψεις για τη σχέση κοινωνίας- επιστήμονα.
Ομάδα (N=1)	E4, E7	Αφελείς αντιλήψεις για τη σχέση κοινωνίας-επιστήμονα.

4.2.2.10. Συμπεράσματα- Δεδομένα

Η επιστημονική γνώση είναι υποκειμενική. Οι θεωρητικές δεσμεύσεις, οι πεποιθήσεις, οι προηγούμενες γνώσεις, η εκπαίδευση, οι εμπειρίες και οι προσδοκίες των επιστημόνων επηρεάζουν την επιστημονική διερώτηση. Οι παρατηρήσεις (και οι έρευνες) των επιστημόνων έχουν πάντα κίνητρα και καθοδηγούνται από, και αποκτούν νόημα σε σχέση με ερωτήσεις ή προβλήματα. Αυτά τα ερωτήματα ή προβλήματα, με τη σειρά τους, προέρχονται από ορισμένες θεωρητικές προοπτικές (θεωρητική εγκαθίδρυση).

Όλοι οι ερωτώμενοι (9/10) απάντησαν θετικά στο ότι μπορεί διαφορετικοί επιστήμονες ή επιστημονικές ομάδες να καταλήξουν σε διαφορετικά συμπεράσματα με τα ίδια δεδομένα.

«Ναι είναι δυνατό γιατί έχει να κάνει και με την κοσμοθεωρία τους, την εμπειρία τους και τον τρόπο συσχετισμού των δεδομένων που έχει ο καθένας, πώς συσχετίζει τα δεδομένα. Τα δεδομένα μπορεί να είναι κοινά αλλά κάποιος να τα συσχετίσει με διαφορετικό τρόπο.» (E1)

Σημειώνεται ότι ο E4 δεν απάντησε στην ερώτηση αυτή.

Από αυτούς, όλοι θεώρησαν έμμεσα ή άμεσα ότι αυτό γίνεται λόγω των προσωπικοτήτων του κάθε επιστήμονα και της κάθε επιστημονικής ομάδας. Ένας εκπαιδευτικός προχώρησε και στο να νοηματοδοτήσει τον τρόπο με τον οποίο προκύπτουν αυτές οι αντιλήψεις (E9), συνδέοντας τες με την κοινωνία.

«Ναι, γιατί σημαντικό ρόλο στην έρευνα παίζει το υπόβαθρο κάθε αναλυτή το οποίο είναι εντελώς διαφορετικό και τα ερεθίσματα που έχει ο καθένας στη ζωή του τον κάνει να τα βλέπει διαφορετικά. Πχ αν δύο παιδιά τα μαλώσεις και του λες ότι το ένα είναι πράσινο και το άλλο είναι λαχανί ο καθένας μεγαλώνοντας θα το ερμηνεύσει με τα δικά του ερεθίσματα.» (E9)

Ένας εκπαιδευτικός σημείωσε την πιθανότητα λάθους ως πιθανό λόγο διαφοροποίησης:

«Ειδικά αν η μια ομάδα το δούλεψε παλιά και η άλλη το δουλεύει τώρα που έχει προχωρήσει η τεχνολογία... Αλλά ίσως και στην ίδια περίοδο... Το πιστεύω αυτό δεν μπορώ να το εξηγήσω ακριβώς.... Αααανννν και, ΝΑΙ, σε όσες περιπτώσεις γίνονται λάθη πχ σίγουρα κάπως έτσι λειτουργεί.» (E3)

Τα αποτελέσματα των ερωτήσεων σχετικά με την ερμηνεία, την προσωρινή φύση της επιστήμης, τη δημιουργικότητα και τη φαντασία στην επιστήμη, την κοινωνία και την επιστήμη αλλά και την ανάπτυξη διαφορετικών συμπερασμάτων από τα ίδια δεδομένα κάνουν αντιληπτό ότι η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών του δείγματος αναγνωρίζει έμμεσα ή άμεσα την υποκειμενικότητα του επιστήμονα ενώ ταυτόχρονα υποστηρίζει την αντικειμενική φύση της επιστήμης. Αν και αυτός ο διαχωρισμός χρήζει περισσότερης και πιο ρητής διερεύνησης.

4.2.2.11. Ορισμός του όρου «φύση της επιστήμης»

Παρόλο που η φύση της επιστήμης οριζόταν και στο ερωτηματολόγιο, κανένας από τους εκπαιδευτικούς δεν μπόρεσε να δώσει λεπτομερή ορισμό. Ταυτόχρονα, όμως, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών κατάφερε να δώσει έναν ορισμό που να είναι σε κάποιο βαθμό κοντά στο βιβλιογραφικό.

Ορισμένοι εκπαιδευτικοί είπαν πως η φύση της επιστήμης αφορά τον τρόπο προσέγγισης των φυσικών φαινομένων (E1) και των επιστημονικών διαδικασιών (E9) γενικά και ειδικά μέσα στη σχολική τάξη (E8).

Οι περισσότεροι μίλησαν για αντιλήψεις (E7), τρόπους οργάνωσης (E6) χαρακτηριστικά και ιδιότητες σχετικά με τις επιστήμες (E2, E4, E5, E10).

«Η φύση της επιστήμης... έτσι όπως το ακούω κάνω σύνδεση στο μυαλό μου με τη φύση του ανθρώπου... και θεωρώ ότι έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και ιδιότητες σαν βάση είναι αυτό για όλες τις επιστήμες... και διαφοροποιούνται ή εξειδικεύονται ανάλογα αν είναι ξέρω γω αν είναι θετικές επιστήμες όπως λέμε ή κοινωνικές.. .Δηλαδή η επιστήμη με λίγα λόγια έχει μια βάση με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και ιδιότητες αλλά από εκεί και πέρα διαφοροποιούνται σε αυτά τα δύο, θετικές και κοινωνικές!» (E2)

Ενώ ένας συνεντευξιαζόμενος απάντησε πως η φύση της επιστήμης είναι: *«Ό,τι αφορά η εργασία» (E3).*

Συγκεφαλαιωτικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι, αν λάβουμε υπόψη την αντιλογία σχετικά με τον ορισμό για τη φύση της επιστήμης μεταξύ των επιστημόνων που ασχολούνται με το θέμα αλλά και συγκεκριμένα για τη στόχευση του επαγγέλματος των εκπαιδευτικών, φαίνεται πως η πλειοψηφία κατέχει αρκετά ενημερωμένη αντίληψη σχετικά με το περιεχόμενο του όρου, και άρα οι 8 από τους 10 εκπαιδευτικούς θα ενταχθούν στην κατηγορία «αναπτυσσόμενες ιδέες», καθώς δεν φαίνεται να είχαν ξεκάθαρη γνώση για το περιεχόμενο του κλάδου. Μόνο η E8 θα ενταχθεί στις αφελείς αντιλήψεις καθώς δεν κατάφερε να προσδιορίσει κάποιο χαρακτηριστικό της φύσης της επιστήμης:

«Φύση της επιστήμης... πώς την αντιλαμβάνομαι... Πάλι σκέφτομαι τρόπους με τους οποίους μπορούμε να διδάξουμε κάτι σχετικό με τις επιστήμες.» (E8)

Εδώ σημειώνεται πως ορισμένοι εκπαιδευτικοί φαίνεται να θεωρούν ότι όλες οι επιστήμες διέπονται από τα ίδια χαρακτηριστικά (E4, E5, E6, E7, E9) ενώ άλλοι διαφοροποιούν θετικές με κοινωνικές επιστήμες άμεσα ή έμμεσα (E1, E2, E8, E10).

Τέλος, αναφέρεται από ορισμένους ότι δεν γνώριζαν τι σημαίνει φύση της επιστήμης πριν να έρθουν σε επαφή με το αντικείμενο είτε μέσω του ερωτηματολογίου είτε μέσω προσωπικής συνομιλίας με την ερευνήτρια (E2, E3, E4).

4.2.2.12. Προτεραιότητα στην διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης στη σχολική τάξη.

Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί (8/10) υποστήριξαν ότι εφαρμόζουν ή έχουν εφαρμόσει τη φύση της επιστήμης στη μαθησιακή διαδικασία (E1, E2, E3, E4, E5, E6, E9, E10). Ενώ ακόμα και οι δύο που σημείωσαν ότι δεν την έχουν εφαρμόσει επιθυμούν να την εφαρμόσουν στο μέλλον (E7, E8).

Από αυτούς που την εφαρμόζουν οι περισσότεροι υποστήριξαν ότι ο βαθμός στον οποίο το κάνουν είναι περιορισμένος, ορισμένοι προχώρησαν στο να αναφερθούν σε συγκεκριμένους παράγοντες που τους περιορίζουν όπως αυτοί που αφορούν το ΑΠΣ (E5, E6) και το χρόνο (E6) και από το επίπεδο και τις προσωπικότητες των μαθητών (E3, E9) αλλά και σχετικά με τις αντιλήψεις και τις γνώσεις των ίδιων (E1, E2, E4, E6). Ενώ το ζήτημα των προσωπικών γνώσεων και αντιλήψεων τέθηκε και από τον E8.

Μια εκπαιδευτικός αναφέρθηκε στη σχέση της χρήσης της φύσης της επιστήμης στη μαθησιακή διαδικασία με τις συνθήκες που επικρατούν (E6) χρησιμοποιώντας ένα παράδειγμα που χρησιμοποιήθηκε για το σχολιασμό οικονομικών, κοινωνικών και πολιτικών παραμέτρων της επιστήμης:

«.... Εδώ η Κοζάνη έχει της πούμε εργοστάσια της ΔΕΗ.. εκεί φαίνεται και η ανήθικη πλευρά της επιστήμης.. από την άλλη η ΔΕΗ έχει προσπαθήσει να κάνει κάποια ανταπόδοση... αλλά εντάξει.. εκεί της πούμε συζητήσαμε και για τα ποσοστά παιδικής λευχαιμίας στην Κοζάνη που είναι αυξημένα λόγω αυτού... Σε αυτό το θέμα επειδή με βοηθούσε το περιβάλλον μπόρεσα και επεκτάθηκα στην ίδια τη φύση της επιστήμης, της επιπτώσεις στο περιβάλλον θετικές και αρνητικές, οικονομικές και κοινωνικές γιατί παλαιότερα εδώ δεν είχαμε ανεργία λόγω της ΔΕΗ ενώ με τη μετάβαση της ανανεώσιμες

πηγές και ενέργειας και το κλείσιμο των εργοστασίων ανέβασαν τα ποσοστά ανεργίας... είναι οι επιστημονικές παράμετροι που έχουν επιπτώσεις στη ζωή των ανθρώπων.» (Ε6)

Συγκεφαλαιωτικά, σε γενικές γραμμές μάλλον η φύση της επιστήμης δεν εφαρμόζεται στις σχολικές τάξεις με τον τρόπο που προτείνεται από τα διεθνή μεταρρυθμιστικά έγγραφα. Βέβαια, τα δεδομένα μας εδώ δεν καταγράφηκαν απευθείας από τις σχολικές τάξεις, αλλά προέκυψαν από τις νοηματοδοτήσεις των εκπαιδευτικών, και άρα θα χρειαστεί περαιτέρω έρευνα σχετικά με το ζήτημα.

Πίνακας 12. Κατάταξη των απαντήσεων των εκπαιδευτικών σχετικά με την προτεραιότητα που φαίνεται να δίνουν στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.

Ομάδα 1 (N=0)		Υψηλή προτεραιότητα στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.
Ομάδα 2 (N=7)	E1, E2, E3, E5, E6, E9, E10	Μέση προτεραιότητα στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.
Ομάδα (N=3)	E4, E7, E8	Χαμηλή προτεραιότητα στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.

4.3. Τρίτο ερευνητικό ερώτημα

Αρχικά, αναλύθηκαν οι πεποιθήσεις ανησυχίας και αυτό-επάρκειας των εκπαιδευτικών και ακολούθως αναζητήθηκαν συσχετισμοί των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την υιοθέτηση της διερώτησης, ως πρότυπου διδασκαλίας και μάθησης στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση εν καιρώ πανδημίας, με τις ανησυχίες τους και με τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειά τους όσο αφορά τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης;

4.3.1. Αποτελέσματα ερωτηματολογίων για τις ανησυχίες και τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειας των εκπαιδευτικών

Για την απάντηση αυτού του ερωτήματος πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις για διερεύνηση πιθανών συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών «αντιλήψεις για διερώτηση» με τις «ανησυχίες» και τις «πεποιθήσεις αυτό-επάρκειας» των

εκπαιδευτικών. Αρχικά παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά για τις ανησυχίες των εκπαιδευτικών και τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειά τους όσο αφορά τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης. Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των απαντήσεων των εκπαιδευτικών όσον αφορά τις ανησυχίες τους παρουσιάζονται στον πίνακα 11 και για τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειά τους στον πίνακα 12.

Πίνακας 13. Περιγραφικά στοιχεία απαντήσεων για τις ανησυχίες των εκπαιδευτικών

Στάδια ανησυχίας	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
SOC_0_ΕΠΙΓΝΩΣΗ	2.62	0.71
SOC_1_ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ	3.66	0.66
SOC_2_ΠΡΟΣΩΠ_ΥΙΟΘ	3.88	0.73
SOC_3_ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ	3.24	0.76
SOC_4_ΣΥΝΕΠΕΙΑ	3.37	0.65
SOC_5_ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ	3.71	0.85
SOC_6_ΕΠΑΝΕΣΤΙΑΣΗ	3.30	0.65

Πίνακας 14. Περιγραφικά στοιχεία απαντήσεων για τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειας των εκπαιδευτικών

Πεποιθήσεις αυτό-επάρκειας	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Προσδοκώμενο αποτέλεσμα (STOE)	3.20	0.439
Προσωπική επιστημονική διδακτική επάρκεια (PSTE)	3.53	0.57

4.3.2. Αποτελέσματα συνεντεύξεων για τις ανησυχίες και τις πεποιθήσεις αυτό - επάρκειας των εκπαιδευτικών

Όλοι οι εκπαιδευτικοί που ερωτήθηκαν σημείωσαν προσωπικές ανησυχίες για την εφαρμογή διδασκαλιών για τη φύση της επιστήμης, ενώ ορισμένοι σημείωσαν και ανησυχίες για τα καθήκοντα και τις επιπτώσεις της ένταξης αυτών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Επιπλέον οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί σημείωσαν χαμηλή και μέση αυτό-επάρκεια, αλλά μέση και υψηλή αποτελεσματικότητα σχετικά με την εφαρμογή διδασκαλιών για τη φύση της επιστήμης.

4.3.2.1. Ανησυχία των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης

Όλοι οι εκπαιδευτικοί φάνηκε να έχουν προσωπικές ανησυχίες για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης, καθώς σημείωσαν άγχος και θέληση να μάθουν περισσότερα για το πως να δουλέψουν με τη φύση της επιστήμης:

«Η ανησυχία μου έχει να κάνει περισσότερο με τη δική μου αγωνία για το πως θα προσεγγίσω γενικότερα τη γνώση και όχι με τα παιδιά. Δηλαδή, έχω αγωνία για τον τρόπο που θα βρω να προσεγγίσω αυτό που θέλω να κάνω κάθε φορά.» (E1)

Πέντε εκπαιδευτικοί φάνηκε να έχουν και ανησυχίες για τα καθήκοντα που απαιτείται να συνδυαστούν με τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης (E2, E3, E4, E5, E6), καθώς σημείωσαν ζητήματα κάλυψης στόχων, χρόνου, προετοιμασίας, οργάνωσης και διαχείρισης για την ένταξη της φύσης της επιστήμης.

«Μου προκαλεί πάντα ανησυχία η φυσική. Γιατί είναι ένα αντικείμενο που πρέπει να είσαι άρτια προετοιμασμένος, να έχεις το χρόνο να επεκταθείς της πούμε κοινωνιολογικά, ανθρωπιστικά και της να βρεις και το υλικό για να μπορέσεις να κάνεις αυτή τη σύνδεση... φυσικά και με αγχώνει... Αλλά οφείλω να σου πω ότι γενικά το πρόγραμμα το αναλυτικό σε περιορίζει απίστευτα....» (E6)

Μόνο δύο εκπαιδευτικοί εξέφρασαν και ανησυχίες για τις επιπτώσεις (E8, E9), δηλαδή ανησυχίες σχετικά με το ποιοι μπορεί να είναι καλύτεροι τρόποι για την ένταξη διδασκαλιών για τη φύση της επιστήμης.

«Ανησυχία μου προκαλεί το επίπεδο των μαθητών καθώς όταν υπάρχουν μεγάλες διαφοροποιήσεις και έχουν διαφορετική προσέγγιση σε πολλά θέματα μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την πρόοδο των μαθητών.» (E9)

Από αυτούς οι περισσότεροι αναφέρθηκαν σε ζητήματα προσωπικής ανεπάρκειας (E1, E2, E3, E8, E10), ορισμένοι επισήμαναν ζητήματα χρόνου (E3, E4, E5), οργάνωσης (E5), προσδοκιών των γονέων (E3), ΑΠΣ (E6) και διαθεσιμότητας τόσο πηγών γενικά (E6) όσο και συγκεκριμένα στα ελληνικά (E4). Τέλος, ένας εκπαιδευτικός αναφέρθηκε στο επίπεδο των μαθητών (E9).

Να σημειωθεί εδώ ότι οι κατηγορίες δεν είναι αλληλοαποκλειόμενες και άρα ένας εκπαιδευτικός μπορεί να ανήκει ταυτόχρονα σε περισσότερες από μια.

Πίνακας 15. Κατάταξη των απαντήσεων των εκπαιδευτικών σχετικά με την προτεραιότητα που φαίνεται να δίνουν στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.

Κατηγορία 1 (N=10)		Προσωπικές ανησυχίες για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.
Κατηγορία 2 (N=5)	E2, E3, E4, E5, E6	Ανησυχίες για τα καθήκοντα που αφορούν την εφαρμογή διδασκαλιών για τη φύση της επιστήμης.
Ομάδα (N=2)	E8, E9	Ανησυχίες για τις επιπτώσεις της διδασκαλίας για τη φύση της επιστήμης.

4.3.2.2. Προσωπική επάρκεια για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης

Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί δηλώνουν χαμηλή προσωπική επάρκεια για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης (E2, E3, E4, E6, E8)(5/10).

«Όχι... γιατί αισθάνομαι πολύ περιορισμένη από το ΑΠΣ, πολύ αγχωμένη από τη διαδικασία που πρέπει να παρουσιάσω για να φτάσουν τα παιδιά σε ένα επιστημονικό συμπέρασμα και αυτό έχει να κάνει με την επιτυχία της διαδικασίας που παρουσιάζω κάθε φορά και Ο χρόνος ποτέ δεν είναι επαρκής για το συγκεκριμένο αντικείμενο ...» (E6)

Παρ' όλα αυτά δεν είναι λίγοι και εκείνοι που δηλώνουν μέση προσωπική επάρκεια (E1, E5, E7, E9) (4/10).

«Ναι έχω, αλλά σίγουρα υπάρχει περιθώριο βελτίωσης.» (E7)

Τέλος, μόνο ένας εκπαιδευτικός δήλωσε υψηλή προσωπική επάρκεια (E10).

«Ναι γιατί να μην έχω.» (E10)

Πίνακας 16. Πεποιθήσεις προσωπικής επάρκειας των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.

Ομάδα 1 (N=1)	E10	Υψηλή προσωπική επάρκεια για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.
----------------------	-----	---

Ομάδα 2 (N=4)	E1, E5, E7, E9	Μέση προσωπική επάρκεια για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.
Ομάδα (N=5)	E2, E3, E4, E6, E8	Χαμηλή προσωπική επάρκεια για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.

4.3.2.3. Αποτελεσματικότητα για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης

Οι περισσότεροι (6/10) εκπαιδευτικοί υποστήριξαν ότι είναι αποτελεσματικοί στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης (E2, E5, E6, E7, E9, E10).

«Ναι γιατί κεντρίζω πολύ το ενδιαφέρον των παιδιών γιατί συνδέεται και με άλλα σημεία γνώσης... συνδέοντας την επιστήμη με όλο το φάσμα μπορείς να διευρύνεις όχι μόνο το γνωστικό επίπεδο... το γνωστικό πεδίο που θέλεις αλλά και τη δημιουργία ενδιαφέροντος των μαθητών για να επεκταθούν σε πεδία τα οποία μέσα από τη διαδικασία της διδασκαλίας πολύ δύσκολα μπορείς να ξεφύγεις... είναι το πλαίσιο ασφυκτικό.» (E6)

Δύο εξ αυτών υποστήριξαν ότι είναι μεν αποτελεσματικοί αλλά σε ελάχιστο βαθμό (E1, E3).

«Δεν είναι ότι δεν κάνω καθόλου δουλειά... Αλλά σε ένα πολύ βασικό επίπεδο.» (E3)

Τέλος, δύο από τους εκπαιδευτικούς σημείωσαν χαμηλή αποτελεσματικότητα των διδασκαλιών τους για τη φύση της επιστήμης (E4, E8).

«Είμαι αναποτελεσματική στα της φυσικής.. δηλαδή δεν τα πολυξέρω για να τα μεταλαμπαδεύσω στα παιδιά όπως πρέπει!» (E8)

Ορισμένοι εκπαιδευτικοί προχώρησαν και στο να νοηματοδοτήσουν την αποτελεσματικότητα είτε συνδέοντας την με το επίπεδο των μαθητών (E9) είτε με την προσωπικότητα του εκπαιδευτικού (E1, E8, E10):

«Νομίζω ότι ένα μίνιμουμ αυτού που θα μπορούσα να κάνω, το κάνω στη σχολική τάξη. Αυτό έχει να κάνει βέβαια και με την κλίση που έχει ο κάθε δάσκαλος και με το τι εχέγγυα υπάρχουν στα σχολεία που να μπορούν να σε κάνουν να αισθανθείς ότι

μπορείς να κάνεις καλά τη δουλειά σου. Βλέπεις είμαι και της θεωρητικής κατεύθυνσης οπότε αυτό επηρεάζει τη στάση μου απέναντι στο συγκεκριμένο κομμάτι.» (E1)

Ορισμένοι συνεντευξιαζόμενοι προχώρησαν στο να νοηματοδοτήσουν τον όρο «αποτελεσματικότητα» ως ένα μάθημα που δίνει κίνητρο στους μαθητές (E6, E5, E10), ως ένα μάθημα που εφοδιάζει τους μαθητές γενικότερα (E6) αλλά και συγκεκριμένα για μαθητικούς διαγωνισμούς (E2), και τέλος ως επιτυχία των μαθητών στην αντιμετώπιση μια πειραματικής διαδικασίας επιστημονικά (E6).

Συμπερασματικά οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να θεωρούν πως είναι αποτελεσματικοί στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης, με τα παραδείγματα τους να δείχνουν αυξημένη πρόοδο των μαθητών λόγω της χρήσης του αντικειμένου στη διδασκαλία. Και εδώ οι νοηματοδοτήσεις των εκπαιδευτικών δεν αρκούν για την άντληση αξιόπιστων συμπερασμάτων, και προτείνεται εφαρμοσμένη έρευνα.

Πίνακας 17. Πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών για την αποτελεσματικότητά τους στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.

Ομάδα 1 (N=6)	E2, E5, E6, E7, E9, E10	Υψηλή αποτελεσματικότητά στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.
Ομάδα 2 (N=2)	E1, E3	Μέση αποτελεσματικότητά στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.
Ομάδα (N=2)	E4, E8	Χαμηλή αποτελεσματικότητά στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.

4.3.3.1. Σχέσεις μεταξύ αντιλήψεων για τη διερώτηση, της αυτό-επάρκειας και της ανησυχίας όπως καταδεικνύονται από τα ερωτηματολόγια και τις συνεντεύξεις

Οι αντιλήψεις που έχουν οι εκπαιδευτικοί για τη διερώτηση συσχετίζονται στατιστικά σημαντικά και θετικά με τις ανησυχίες των εκπαιδευτικών και συγκεκριμένα με το στάδιο 1 - ενημέρωση ($r=0.475$, $p<0.01$), με τα στάδια 2 – προσωπική υιοθέτηση ($r=0.432$, $p<0.01$), στάδιο 5 – συνεργασία ($r=0.531$, $p<0.01$),

καθώς και με το στάδιο 6 – επανεστίαση ($r=0.373$, $p<0.01$). Τα αποτελέσματα των συνεντεύξεων για το ζήτημα δεν κατέδειξαν μεγάλες διαφορές μεταξύ των ομάδων των εκπαιδευτικών για την εφαρμογή της διερώτησης. Επίσης οι αντιλήψεις που έχουν οι εκπαιδευτικοί για τη διερώτηση συσχετίζονται στατιστικά σημαντικά και θετικά με την «προσωπική επιστημονική διδακτική επάρκεια» (Personal Science Teaching Efficacy, PSTE) του εργαλείου STEBI-A ($r=0.286$, $p<0.05$). Αυτό το εύρημα υποστηρίζεται και από το γεγονός ότι στις συνεντεύξεις, οι ερωτώμενοι που σημείωσαν αυξημένη προτεραιότητα στη διερώτηση δεν σημείωσαν χαμηλή προσωπική επιστημονική διδακτική επάρκεια, αλλά ούτε και χαμηλή αποτελεσματικότητα για τη φύση της επιστήμης.

4.4. Τέταρτο ερευνητικό ερώτημα

Για τη διερεύνηση των σχέσεων των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη φύση της επιστήμης με τις ανησυχίες τους και με τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειά τους για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης στο σχολείο πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις για διερεύνηση πιθανών συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών «αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης» με τις «πεποιθήσεις αυτό-επάρκειας» και την «ανησυχία» των εκπαιδευτικών.

Ο έλεγχος independent sample t-test μεταξύ των δύο ομάδων που προέκυψαν από την ανάλυση k-means (βλ. ερώτημα 1), έδειξε ότι η ομάδα των εκπαιδευτικών με πιο ενημερωμένες αντιλήψεις για NOS ($N=52$) φαίνεται να έχει μεγαλύτερες ανησυχίες για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης ως προς το στάδιο 1 – ενημέρωση ($t_{(71)}=5.590$, $p<0.001$), το στάδιο 2– προσωπική υιοθέτηση ($t_{(71)}=5.405$, $p<0.001$), το στάδιο 3– διαχείριση ($t_{(71)}=2.173$, $p<0.05$), το στάδιο 4– συνέπεια ($t_{(71)}=2.371$, $p<0.05$), το στάδιο 5 – συνεργασία ($t_{(71)}=4.091$, $p<0.001$) καθώς και το στάδιο 6– επανεστίαση ($t_{(71)}=2.678$, $p<0.01$). Ως προς τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειά τους για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης στο σχολείο, οι δύο ομάδες εκπαιδευτικών φάνηκε να έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο ως προς την προσωπική επιστημονική διδακτική επάρκεια (PSTE) ($t_{(54.621)}=3.430$, $p<0.01$), ενώ δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς το προσδοκώμενο αποτέλεσμα (STOE) ($t_{(71)}=0.650$, $p>0.05$). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα .

Πίνακας 18. Αποτελέσματα independent sample t-test μεταξύ των δύο ομάδων με διαφορετικές αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης

Αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης (NOS)	Ομάδα 1 (N=52)		Ομάδα 2 (N= 21)		t
	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	
SOC_0_ΕΠΙΓΝΩΣΗ	2.570	0.673	2.760	0.807	-1.029 ^{ns}
SOC_1_ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ	3.900	0.548	3.095	0.578	5.590 ^{***}
SOC_2_ΠΡΟΣΩΠ_ΥΙΟΘ	4.138	0.629	3.271	0.598	5.405 ^{***}
SOC_3_ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ	3.361	0.771	2.943	0.675	2.173 [*]
SOC_4_ΣΥΝΕΠΕΙΑ	3.485	0.632	3.095	0.644	2.371 [*]
SOC_5_ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ	3.954	0.809	3.133	0.682	4.091 ^{***}
SOC_6_ΕΠΑΝΕΣΤΙΑΣΗ	3.427	0.595	2.990	0.711	2.678 ^{**}
Προσδοκώμενο αποτέλεσμα (STOE)	3.254	0.455	3.096	0.386	1.400 ^{ns}
Προσωπική επιστημονική διδακτική επάρκεια (PSTE)	3.650	0.600	3.235	0.403	3.430 ^{**}

ns = non significant; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Από τις συνεντεύξεις δεν παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές μεταξύ των αποτελεσμάτων των δύο ομάδων σχετικά με την ανησυχία και την αυτό- επάρκεια, αν και ερωτώμενοι της ομάδας 1 φάνηκε να εκφράζουν πιο συχνά ανησυχίες υψηλότερης κατηγορίας για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης αλλά και χαμηλότερη αποτελεσματικότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα όσον αφορά τη διερώτηση, κατέδειξαν πως οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να έχουν κάποια κατανόηση σχετικά με τη σχολική διερώτηση, παρόλο που υπήρξαν εκπαιδευτικοί που εφάρμοσαν περιορισμένα τη διερώτηση κατά τις εξ' αποστάσεως διδασκαλίες για τον COVID- 19, γεγονός που έχει παρατηρηθεί και στο δια ζώσης συγκείμενο (Capps & Crawford, 2013a). Ταυτόχρονα, αν και αρκετοί εκπαιδευτικοί έχουν αναπτυσσόμενες ή ανεπτυγμένες αντιλήψεις σχετικά με τους τομείς της φύσης της επιστήμης που εξετάστηκαν, υπήρξε μερίδα των εκπαιδευτικών της οποίας η αντιλήψεις ήταν μάλλον πρώιμες, γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες (Abd- El- Khalick & Akerson, 2004; Gallagher, 1991; Lederman, 1992; Mesci & Schwartz, 2017; Sevim & Pekbay, 2012).

Επιπλέον, φάνηκε πως εκπαιδευτικοί με πιο ενημερωμένες αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης και τη σχολική διερώτηση έχουν μεγαλύτερες ανησυχίες για τη χρησιμότητα ή τη σημαντικότητα της επιστράτευσής της φύσης της επιστήμης για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Akerson & Donnelly, 2008). Ως προς τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειά τους για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης στο σχολείο, τόσο οι ομάδες για τις αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης όσο και εκείνες για τη σχολική διερώτηση φάνηκε να έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο ως προς την προσωπική επιστημονική διδακτική επάρκεια, ενώ δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς το προσδοκώμενο αποτέλεσμα . Η απουσία συσχέτισης των αντιλήψεων για τη φύση της επιστήμης και τη διερώτηση με το προσδοκώμενο αποτέλεσμα έχει υπογραμμιστεί ξανά σε έρευνες του παρελθόντος (π.χ. Akerson & Donnelly, 2008).

5.1. Πρώτο ερευνητικό ερώτημα: Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για την εφαρμογή της διερώτησης στην εξ' αποστάσεως διδασκαλία

Παρατηρήθηκε, όπως έχει σημειωθεί και από τον Haury (1993), ότι ορισμένοι εκπαιδευτικοί επιστρατεύουν δομημένες μεθόδους καθοδηγούμενης διερώτησης, άλλοι υποστηρίζουν την παροχή περιορισμένων οδηγιών στους μαθητές και άλλοι προωθούν τη χρήση ευρετικών συσκευών για την ενίσχυση των δεξιοτήτων τους. Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί πιστεύουν ότι τα χαρακτηριστικά που ανέφεραν αφορούν διαδικασίες διερώτησης με την πλειοψηφία αυτών να εξηγεί αυτή την ταξινόμηση λόγω της ένταξης στο μάθημα επιστημονικών πρακτικών. Έχει φανεί και από προηγούμενες έρευνες η αφελής αντίληψη ότι οποιαδήποτε ενεργοποιητική διδασκαλία αποτελεί διερώτηση (π.χ. Capps & Crawford, 2013). Οι εκπαιδευτικοί που ερωτήθηκαν φαίνεται να περιέγραψαν δραστηριότητες που απαντώνται στην κατηγορία των δραστηριοτήτων διερώτησης απλού τύπου (απλά πειράματα, απλές παρατηρήσεις, απλά παραδείγματα) (Chinn & Malhotra, 2002). Άλλη μια πρόιμη αντίληψη αναδύθηκε και από τις απαντήσεις για τη φύση της επιστήμης, σύμφωνα με την οποία η αποτελεσματικότητα τέτοιου τύπου διδασκαλιών επηρεάζεται από το επίπεδο των μαθητών, γεγονός που έχει υποστηριχθεί και στο παρελθόν (Colburn, 2000).

Παρ' όλα αυτά, με βάση τη βιβλιογραφία (NRC, 2000) σημειώθηκε πως οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί έδωσαν μέτρια και υψηλή προτεραιότητα στη διερώτηση. Συγκεκριμένα, οι νοηματοδοτήσεις δύο εκ των εκπαιδευτικών κρίθηκε ότι αφορούσαν διδασκαλίες με χαμηλή προτεραιότητα στη διερώτηση, πέντε από τους εκπαιδευτικούς σημείωσαν μέτρια προτεραιότητα στη διερώτηση, ενώ οι υπόλοιποι τρεις θεωρήθηκε πως έδωσαν υψηλή προτεραιότητα στη διερώτηση.

Οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν περιορισμούς για τη διενέργεια διερώτησης στο εξ' αποστάσεως μάθημά τους. Αυτοί αφορούσαν το χρόνο, την έλλειψη προσωπικής επαφής, η δυσκολία για την τέλεση ενεργοποιητικών και ομαδικών εργασιών, το άγχος λόγω ηλεκτρονικού περιβάλλοντος αλλά και τα μειωμένα κίνητρα των μαθητών λόγω καραντίνας, παράγοντες που έχουν υποστηριχθεί και από άλλες έρευνες της περιόδου (al Darayseh, 2020; Gallagher et al., 2021; Kormkaz & Toraman, 2020, Tan, 2020; Tanik-Önal & Önal, 2020). Δύο οι εκπαιδευτικοί που αναφέρθηκαν ρητά και στην έλλειψη προετοιμασίας για τη διενέργεια εξ' αποστάσεως μαθήματος γενικότερα,

παράγοντας που έχει αναφερθεί και από τους Enagorou και Nisiforou, (2020) και Pora και άλλοι (2020) .

Ακόμα, όλοι όσοι ερωτήθηκαν υποστήριξαν ότι η εφαρμογή της διερώτησης τόσο γενικά όσο και στην εξ' αποστάσεως διδασκαλία έχει θετικά αποτελέσματα καθώς όπως αναφέρεται και από την βιβλιογραφία, υπογραμμίζει την κοινωνικά εγκαθιδρυμένη φύση της επιστημονικής διαδικασίας (Cohen et al, 2020) και είναι απαραίτητη για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων (Gallaghan et al., 2021). Η συντριπτική πλειοψηφία των εκπαιδευτικών κατάφερε να εντοπίσει διαφορές μεταξύ της επιστημονικής διερώτησης και της σχολικής (Chinn & Malhotra, 2002) αλλά και της δια ζώσης σχολικής με την εξ' αποστάσεως σχολική.

5.2. Δεύτερο ερευνητικό ερώτημα: Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης κατά την εξ' αποστάσεως διδασκαλία

Παρόλο που το μεγαλύτερο κομμάτι του δείγματος είχε αναπτυσσόμενες και αναπτυγμένες αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης, υπηρξε μερίδα των εκπαιδευτικών με αφελείς αντιλήψεις για αυτή (Abd- El- Khalick & Akerson, 2004; Gallagher, 1991; Lederman, 1992; Sevim & Pekbay, 2012). Σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες, αν και εντοπίζονται διαφόρων ειδών αφελείς αντιλήψεις δεν υπάρχει ένδειξη ότι οι εκπαιδευτικοί εναντιώνονται στην ίδια την επιστήμη (π.χ. Cobern & Loving, 2002). Παρατηρείται, λοιπόν, και εδώ, όπως και σε προηγούμενη βιβλιογραφία σύνδεση της αυξημένης ανησυχίας για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης και της διερώτησης με ενισχυμένες πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρησιμότητα ή τη σημαντικότητα της επιστράτευσής της για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (π.χ. Akerson & Donnelly, 2008).

5.2.1. Εμπειρική φύση της επιστήμης

Συγκεκριμένα, όπως αντικατοπτρίζεται και στις συνεντεύξεις, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος φαίνεται να αντιλαμβάνεται κάποιο ή όλα τα στοιχεία που διαφοροποιούν την επιστήμη από τους άλλους κλάδους (φυσικά φαινόμενα, τεκμήρια, δεδομένα, παρατήρηση, λογική, έλλειψη αισθητικών κρίσεων) υπάρχει ένα μέρος που εμφανίζει παρανοήσεις σχετικά με το θέμα, οι οποίες αφορούν είτε τους στόχους της επιστημονικής διερώτησης, είτε ζητήματα αντικειμενικότητας είτε

ζητήματα αποδειξιμότητας. Τα παραπάνω είναι σύμφωνα με άλλες έρευνες που εντόπισαν παρανοήσεις των εκπαιδευτικών στο θέμα (π.χ. Abd- El- Khalick & Akerson, 2004; Lederman, Abd-El-Khalick et al., 2002). Επιπλέον, η έννοια της ερμηνείας νοηματοδοτήθηκε από τους περισσότερους ως αποτέλεσμα της παρατήρησης και συνδέθηκε με το συμπέρασμα γεγονός που είναι συναφές με τον κύκλο διερώτησης που προτείνεται από τη βιβλιογραφία (Pedaste et al., 2015). Άξιος αναφοράς είναι εδώ ο διαχωρισμός, από πολλούς εκπαιδευτικούς, μεταξύ θεωρητικών και θετικών επιστημών.

Σχετικά με τα πειράματα στις επιστήμες ορισμένοι εκπαιδευτικοί φαίνεται να έχουν ακόμα πρώιμες αντιλήψεις, σύμφωνα με τις οποίες όλες οι επιστήμες περιλαμβάνουν πειράματα και άρα άμεσα παρατηρησιακά δεδομένα (π.χ. Lederman et al., 2002). Από τους εκπαιδευτικούς που έχουν πιο ανεπτυγμένες αντιλήψεις σχετικά με τα πειράματα στις επιστήμες πολλοί είναι οι εκπαιδευτικοί που ως πειράματα φαίνεται να εννοούν τις επιστημονικές μεθόδους, και τις διακρίνουν μεταξύ των επιστημών.

Βέβαια διαφορετικοί εκπαιδευτικοί ανέφεραν ως επιστημονικές διαδικασίες διαφορετικά πράγματα.

E4: *«Ναι θεωρώ ότι την εφάρμοσα. Πειράματα κάνουν και οι επιστήμονες και παρατηρούν και ερμηνεύουν, πειράματα κάναμε και εμείς, σαν μικροί επιστήμονες!»*

E6: *«Η σύνδεση των προσωπικών κινήτρων με τη μαθησιακή διαδικασία.»*

E9: *«Σε κάποιο βαθμό ναι καθώς γινόταν ανάλυση του προβλήματος, η ζήτησα από τους μαθητές να αναζητήσουν λύσεις και να τις δοκιμάσουν και η συζήτηση πάνω στις προτεινόμενες λύσεις και η ανατροφοδότηση με βελτιώσεις και επιπλέον δοκιμές.»*

Μέσω της ανάλυσης των τελευταίων τριών απαντήσεων αναδεικνύεται εκ νέου το ζήτημα των προσωπικών πεποιθήσεων των εκπαιδευτικών. Εκπαιδευτικοί, δηλαδή, με περιορισμένες γνώσεις για το τι περιλαμβάνουν οι επιστημονικές έρευνες μπορεί πιο εύκολα να θεωρήσουν ότι εφαρμόζουν διερώτηση. Συγκεκριμένα, όλοι οι παραπάνω εκπαιδευτικοί εκδήλωσαν πρώιμες αντιλήψεις σε ζητήματα επιστημονικών μεθόδων (επιστημονική μέθοδος ως μια κοινή για όλες τις επιστήμες σειρά βημάτων) αλλά και σχετικά με το ρόλο των πειραμάτων στην επιστήμη.

5.2.2. Επιστημονικές μέθοδοι

Αν και πολλοί εκπαιδευτικοί εντόπισαν έμμεσα ή άμεσα διαφορετικές επιστημονικές μεθόδους υπήρξαν εκπαιδευτικοί με αναπτυσσόμενες και αφελείς αντιλήψεις για το ζήτημα γεγονός που σημειώνεται συχνά σε προηγούμενες έρευνες (π.χ. Abd- El- Khalick& Akerson, 2004; Abd- El- Khalick& BouJaoude,1997; Mesci & Schwartz, 2017; Lederman, 1999).

5.2.3. Νόμοι και θεωρίες

Συντριπτικά το δείγμα εντόπισε διαφορές μεταξύ των εννοιών ερμηνεία και παρατήρηση, αλλά και μεταξύ των εννοιών νόμος και θεωρία.

Αυτό που εμφανίζει ενδιαφέρον είναι το ότι αν και οι εκπαιδευτικοί γνωρίζουν ότι ο νόμος διαφέρει από τη θεωρία δεν είναι συνήθως επιτυχείς στο να ερμηνεύσουν τον τομέα στον οποίο υπάρχει η διαφορά, με τους περισσότερους να θεωρούν ότι η διαφορά είναι ζήτημα «επικύρωσης», γεγονός που παρατηρείται σε πολλές έρευνες σχετικά με το ζήτημα (π.χ. Abd- El- Khalick& Akerson, 2004). Όπως και σε άλλες έρευνες (π.χ. Abd- El- Khalick& Akerson, 2004; Abd- El- Khalick& BouJaoude,1997) έτσι και εδώ οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών αποκαλύπτουν και την πρώιμη αντίληψη ότι η επιστήμη αποδεικνύεται, αλλά και ότι η θεωρία είναι απλώς αποκύημα της σκέψης του ερευνητή που δεν υποστηρίζεται απαραίτητα από δεδομένα. Επίσης, αν και οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί κατάφεραν να σημειώσουν ως αίτια αλλαγής τα νέα δεδομένα και την ανάπτυξη της τεχνολογίας, αλλά και την θεωρητική εγκαθίδρυση του ερευνητή δεν σημειώθηκε από κανέναν ερωτώμενο ο ρόλος της θεωρίας στη δημιουργία νέων ερευνητικών ερωτημάτων, γεγονός που έχει παρατηρηθεί και στο παρελθόν (π.χ. Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002). Οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τον πειραματισμό, την ερμηνεία και την παρατήρηση, τους νόμους και τις θεωρίες αναδύει την αφελή αντίληψη ότι τα φυσικά δεδομένα είναι αυτά που καθορίζουν την αποδοχή μιας θεωρίας σε σχέση με μια άλλη (π.χ. Akerson & Abd-El-Khalick, 2000).

Ακόμα, όλοι οι συνεντευξαζόμενοι θεώρησαν ότι η θεωρία είναι κάτι προσωρινό το οποίο μπορεί να αλλάξει σε κάποιο βαθμό. Είναι άξιο διερεύνησης, παρ' όλα αυτά το πώς θα απαντούσαν αντίστοιχα αν είχαν ενημερωμένες αντιλήψεις για την

προηγούμενη ερώτηση. Σε κάθε περίπτωση, εδώ υποστηρίζεται το εύρημα προηγούμενων ερευνών ότι οι εκπαιδευτικοί θεωρούν μεν ότι η επιστήμη είναι προσωρινή αλλά όχι ως ολότητα, παρά μόνο όσον αφορά τις θεωρίες (π.χ. Lederman, 1999), ενώ οι νόμοι για παράδειγμα θεωρείται πως είναι κάτι σταθερό και अपαραάλλαχτο (π.χ. Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002).

5.2.4. Φαντασία και δημιουργικότητα

Το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος έχει αναπτυγμένες αντιλήψεις σχετικά με το ρόλο της φαντασίας και της δημιουργικότητας στην επιστήμη, γεγονός που συνδέεται πιθανόν και με το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος εμφάνισε αναπτυσσόμενες και αναπτυγμένες αντιλήψεις για τις επιστημονικές μεθόδους, όπως υποστηρίζεται και από άλλες έρευνες (π.χ. Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002; Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997). Επιπλέον, σε συμφωνία με τη βιβλιογραφία, δύο από τους συνεντευξιζόμενους φάνηκε να συσχετίζουν ζητήματα φαντασίας και δημιουργικότητας με την αντικειμενικότητα ή μη του ερευνητή (π.χ. Abd-El-Khalick & Akerson, 2004; Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997). Η μια από αυτούς συνεντευξιζόμενους φαίνεται να έχει υποστηρίξει ταυτόχρονα και την ύπαρξη μιας επιστημονικής μεθόδου.

5.2.5. Η επιστήμη ως κοινωνικό εγχείρημα

Οι εκπαιδευτικοί κατάφεραν να αναφέρουν πολλές από τις πτυχές της σχέσης κοινωνίας-επιστήμης, αν και ο προσανατολισμός ήταν κυρίως προς τις αρνητικές παρά προς τις θετικές πτυχές. Οι αρνητικές πτυχές αυτές, όπως και σε προηγούμενες έρευνες (π.χ. Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002) περιλάμβαναν πολιτικές, οικονομικές και κοινωνικές σκοπιμότητες. Παρ' όλα αυτά λίγοι ήταν οι εκπαιδευτικοί που συνέδεσαν την κοινωνία με την υποκειμενικότητα του ερευνητή, γεγονός που έχει σημειωθεί ξανά στο παρελθόν (π.χ. Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997), και πιθανόν συνδέεται και με την υποστήριξη της δημιουργικότητας ως θεμιτού χαρακτηριστικού του ερευνητή από ό,τι της φαντασίας, από περισσότερους ερωτώμενους. Ακόμα, είναι εύκολα παρατηρήσιμο το γεγονός ότι, όπως και σε άλλες μελέτες (π.χ. Abd-El-Khalick & Akerson 2004; Lederman 2007; Mesci & Schwartz, 2017), υπάρχουν εκπαιδευτικοί που δεν αντιλαμβάνονται την κοινωνική φύση της επιστήμης όπως αυτή σχετίζεται με την επιστημονική κοινότητα εντός της οποίας εργάζεται ο επιστήμονας, και άρα κατ' επέκταση το γεγονός ότι η επιστήμη αποτελεί κοινωνικό εγχείρημα.

Τέλος, εδώ εντοπίστηκε μια αντίληψη που σημειώθηκε και από τους Abd- El- Khalick και Akerson (2004) η οποία υπονοεί ασυμβατότητα μεταξύ της θεωρίας της εξέλιξης και της θρησκείας.

Τα αποτελέσματα των ερωτήσεων σχετικά με την ερμηνεία, την προσωρινή φύση της επιστήμης, τη δημιουργικότητα και τη φαντασία στην επιστήμη, την κοινωνία και την επιστήμη αλλά και την ανάπτυξη διαφορετικών συμπερασμάτων από τα ίδια δεδομένα κάνουν αντιληπτό ότι η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών του δείγματος αναγνωρίζει έμμεσα ή άμεσα την υποκειμενικότητα του επιστήμονα ενώ ταυτόχρονα υποστηρίζει την αντικειμενική φύση της επιστήμης, όπως προτάθηκε και από άλλες έρευνες (π.χ. Mesci & Schwartz, 2017). Αυτός ο διαχωρισμός χρήζει περισσότερης και πιο ρητής διερεύνησης, καθώς δεν είναι ξεκάθαρο το αν η αναγνώριση της αντικειμενικότητας της επιστήμης σημαίνει αφελείς αντιλήψεις σχετικά με την θεωρητική εγκαθίδρυση των μελών της.

Συμπερασματικά, σημειώνεται συμφωνία της μελέτης με προηγούμενες έρευνες που υποστήριξαν πως αν και οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών ενέχουν στερεότυπα (π.χ. Guerra- Ramos, 2012), κινούνται σε κατεύθυνση σχετικά συνεπή με τα επιστημονικά μεταρρυθμιστικά έγγραφα (Cobern & Loving, 2002; Levitt, 2001). Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι θεωρείται και εδώ πως ο ρόλος του εκπαιδευτικού δεν είναι να αντιμετωπίζει την επιστήμη σαν επιστήμονας ή σαν φιλόσοφος, ιστορικός και κοινωνιολόγος της επιστήμης, αλλά σαν εκπαιδευτικός ορμώμενος της προσωπικής ακαδημαϊκής και επαγγελματικής εμπειρίας του (Nott & Wellington, 1996).

Σχετικά με την εφαρμογή της, αν και οι ίδιοι υποστηρίζουν ότι εντάσσουν στοιχεία της φύσης της επιστήμης, σε γενικές γραμμές μάλλον αυτή δεν εφαρμόζεται στις σχολικές τάξεις με τον τρόπο που προτείνεται από τα διεθνή μεταρρυθμιστικά έγγραφα (ρητά και αναστοχαστικά), γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες (π.χ. Abd-El-Khalick et al., 1998; Lederman, 1999), αν και θα ήταν καλό να σημειωθεί ότι κανένας από τους συμμετέχοντες στις συνεντεύξεις δεν προχώρησε στο να υποστηρίξει ότι η χρήση μαθητοκεντρικών- ενεργοποιητικών διδασκαλιών είναι αρκετή για την ανάδειξη τέτοιων θεμάτων. Ακόμα, δεν βρέθηκε ευθύγραμμη σχέση μεταξύ της εφαρμογής της φύσης της επιστήμης και των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για αυτή, γεγονός που έχει υποστηριχθεί σε διάφορες έρευνες του παρελθόντος (π.χ. Abd-El-Khalick et al., 1998; Abd-El-Khalick &

Lederman, 1998; Brickhouse, 1990; Lederman, 1992; Lederman, 1999; Lederman & Zeidler, 1987). Βέβαια, τα δεδομένα μας εδώ δεν καταγράφηκαν απευθείας από τις σχολικές τάξεις, αλλά προέκυψαν από τις νοηματοδοτήσεις των εκπαιδευτικών, και άρα θα χρειαστεί περαιτέρω έρευνα σχετικά με το ζήτημα.

5.3. Τρίτο ερευνητικό ερώτημα: Συσχέτιση αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για την εξ' αποστάσεως εφαρμογή της διερώτησης με τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειας και ανησυχίας τους για τη φύση της επιστήμης

Οι πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών για την ανησυχία, την προσωπική επάρκεια και την αποτελεσματικότητα τους σχετικά με τη φύση της επιστήμης είναι κρίσιμες για την υλοποίηση αυθεντικών περιβαλλόντων μάθησης με διερώτηση. Αυτό συμβαίνει καθώς τα περιβάλλοντα μάθησης που εμπλέκουν τη διερώτηση περιλαμβάνουν την καθιέρωση της συζήτησης των υποκείμενων επιστημολογικών δεσμεύσεων των μαθητών ως ρητό συστατικό της διδακτικής πράξης, την ενίσχυση των μαθητών στην ανάπτυξη ειδικών γνώσεις υποβάθρου που επιτρέπουν τον ουσιαστικό εντοπισμό, τη συλλογή και την ερμηνεία των σχετικών δεδομένων και προωθούν την αναστοχαστική αναθεώρηση της θεωρίας και τη δυνατότητα ανοιχτής μελέτης ιδεών και θεωριών χωρίς την ανάγκη να καταλήξουν σε προκαθορισμένα συμπεράσματα (Chinn και Brewer 1993).

Τα αποτελέσματα όσον αφορά τη διερώτηση, κατέδειξαν πως οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να έχουν κάποια κατανόηση σχετικά με τη σχολική διερώτηση, παρ'όλο που υπήρξαν εκπαιδευτικοί που εφάρμοσαν περιορισμένα τη διερώτηση κατά τις εξ' αποστάσεως διδασκαλίες για τον COVID- 19, γεγονός που έχει παρατηρηθεί και στο δια ζώσης συγκείμενο (Capps and Crawford, 2013a). Επιπλέον, εκπαιδευτικοί με πιο ενημερωμένες αντιλήψεις για τη σχολική διερώτηση φάνηκε να έχουν μεγαλύτερες ανησυχίες για την επιστράτευση της επιστράτευσής της φύσης της επιστήμης για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Akerson & Donnelly, 2008).

Θα μπορούσε να υποτεθεί πως το γεγονός ότι η επίγνωση για τα χαρακτηριστικά της διερώτησης κάνει τους εκπαιδευτικούς να νιώθουν ανεπαρκείς σε ζητήματα διδασκαλίας στο εξ' αποστάσεως πλαίσιο καθώς αισθάνονται την προσδοκία να διδάξουν με βάση την αυθεντική επιστημονική διερώτηση ενώ κατανοούν την

πολυπλοκότητα της σε σχέση με το πλαίσιο της τάξης, όπως έχει υποστηριχθεί και στο παρελθόν από τη βιβλιογραφία (Schwartz & Crawford, 2006).

Αυτό το εύρημα, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η ομάδα εκπαιδευτικών που ανέφερε υψηλότερη προτεραιότητα στη διερώτηση φάνηκε να έχει υψηλότερη προσωπική επάρκεια στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης, φαίνεται να υπονοεί πως ενίσχυση της προσωπικής επάρκειας των εκπαιδευτικών και πρόοδος στα στάδια ανησυχίας, όπως τα παραπάνω ίσως επιτυγχάνονται μέσω των ενημερωμένων αντιλήψεων για τη φύση της επιστήμης, μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της προτεραιότητας των εκπαιδευτικών στη διερώτηση, υπογραμμίζοντας εκ νέου τη σχέση που έχει υποτεθεί μεταξύ διερώτησης και φύσης της επιστήμης (π.χ. Carpps & Crawford, 2013). Το παραπάνω εύρημα υποστηρίζεται και από τη θεωρία του Bandura (1986), σύμφωνα με τον οποίο η αυξημένη αυτό-επάρκεια των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης σχετίζεται με αποτελεσματικότερη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και υπονοεί πως μια καλύτερη εικόνα της φύσης της επιστήμης μπορεί να οδηγήσει σε συχνότερη χρήση της διερώτησης στη σχολική τάξη (Bungum, 2018; Chu et al., 2021) τόσο εξ' αποστάσεως όσο και δια ζώσης.

5.4. Τέταρτο ερευνητικό ερώτημα: Συσχέτιση αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για την φύση της επιστήμης με τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειας και ανησυχίας τους για τη φύση της επιστήμης κατά την εξ' αποστάσεως διδασκαλία

5.3.1. Αυτό-επάρκεια για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης

Οι μισοί από τους εκπαιδευτικούς των συνεντεύξεων εξέφρασαν υψηλή και μέση προσωπική επάρκεια για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης. Ταυτόχρονα, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί φαίνεται να δηλώνουν μέτρια και αυξημένη αποτελεσματικότητα στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης, όπως αυτή αφορά το επίπεδο των μαθητών του δημοτικού, με τα παραδείγματα τους να αφορούν κυρίως ζητήματα κινήτρων και να δείχνουν αυξημένη πρόοδο των μαθητών λόγω της χρήσης του αντικειμένου στη διδασκαλία. Όπως και προηγουμένως, στην παρούσα έρευνα αντλούνται αποτελέσματα από τις νοηματοδοτήσεις των ίδιων των εκπαιδευτικών, οι οποίες αν και έχουν χρησιμοποιηθεί και από προηγούμενες έρευνες για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας των διδασκαλιών, θεωρούνται λιγότερο έγκυροι δείκτες από

άλλους τομείς άντληση πληροφοριών, όπως για παράδειγμα οι αξιολογήσεις των μαθητών (Marsh & Roche, 1997).

5.3.2. Ανησυχία για τη φύση της επιστήμης

Σχετικά με τον ορισμό που δόθηκε από τους εκπαιδευτικούς θα μπορούσαμε να πούμε ότι, αν λάβουμε υπόψη την αντιλογία σχετικά με τον ορισμό για τη φύση της επιστήμης μεταξύ των επιστημόνων που ασχολούνται με το θέμα αλλά και συγκεκριμένα για τη στόχευση του επαγγέλματος των εκπαιδευτικών, φαίνεται πως η πλειοψηφία κατέχει αρκετά ενημερωμένη αντίληψη σχετικά με το περιεχόμενο του όρου «φύση της επιστήμης» (Nott & Wellington, 1996).

Σχετικά με την ανησυχία, όλοι οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να εμφανίζουν ανησυχίες που να ανήκουν στην κατηγορία των προσωπικών ανησυχιών, εστιάζουν δηλαδή τις ανησυχίες τους σε προσωπικά γνωστικά κενά ή/ και αναζητούν επιμορφώσεις. Οι εκπαιδευτικοί σε ορισμένες περιπτώσεις συνδύαζαν με τις προσωπικές και ανησυχίες για τα καθήκοντα που προκύπτουν ή θα προκύψουν από την ένταξη της διδασκαλίας για τη φύση της επιστήμης (ζητήματα χρόνου, προετοιμασίας) και ανησυχίες για τις επιπτώσεις αυτής της παρέμβασης.

5.3.3. Συσχέτιση με την φύση της επιστήμης

Εδώ τα ευρήματα συμφωνούν με άλλες έρευνες για το γεγονός ότι μπορεί οι εκπαιδευτικοί να ενδιαφέρονται για τη χρήση της φύσης της επιστήμης, παρ' όλα αυτά εκφράζουν ανησυχία για αυτή (π.χ. Lederman, 1999). Η αναγκαιότητα διερεύνησης των διδασκαλιών των εκπαιδευτικών, λοιπόν, για τα χαρακτηριστικά της διδασκαλίας για τη φύση της επιστήμης προκύπτει άμεσα και από τη σημείωση του Hord (1987) σύμφωνα με τον οποίο, ένας άλλος τρόπος με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί εκφράζουν προσωπικές ανησυχίες σχετικά με μια αλλαγή είναι να την χαρακτηρίσουν ως κάτι που δεν είναι καινούριο και εφαρμόζουν ή συνήθιζαν να εφαρμόζουν παλιότερα.

Επιπλέον, η αυξημένη ανησυχία για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης, που εντοπίστηκε στην πρώτη ομάδα εκπαιδευτικών, έχει συνδεθεί από τη βιβλιογραφία με ενισχυμένες πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρησιμότητα ή τη σημαντικότητα της επιστράτευσής της για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Akerson & Donnelly 2008). Η ίδια ομάδα εμφάνισε υψηλότερες πεποιθήσεις αυτό-επάρκειας σε σχέση με τη δεύτερη. Αντλώντας από τη θεωρία του Bandura (1986),

αυξημένη αυτό- επάρκεια των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης πιθανώς να σχετίζεται με αποτελεσματικότερη διδασκαλία των φυσικών επιστημών μέσω της φύσης της επιστήμης.

Το γεγονός ότι οι εκπαιδευτικοί φέρουν αναπτυσσόμενες και αναπτυγμένες αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης, μπορεί εν δυνάμει να τους κάνει να νιώθουν ανεπαρκείς σε ζητήματα διδασκαλίας για αυτή αλλά στο εξ' αποστάσεως πλαίσιο καθώς αισθάνονται την προσδοκία να διδάξουν με βάση την αυθεντική επιστημονική διερώτηση ενώ κατανοούν την πολυπλοκότητα της σε σχέση με το πλαίσιο της τάξης, όπως έχει υποστηριχθεί και στο παρελθόν από τη βιβλιογραφία (Schwartz & Crawford, 2006). Και εδώ οι νοηματοδοτήσεις των εκπαιδευτικών δεν αρκούν για την άντληση έγκυρων συμπερασμάτων, και προτείνεται εφαρμοσμένη έρευνα σχετικά με τις διδασκαλίες των εκπαιδευτικών μέσα στην τάξη.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1. Συμπεράσματα σχετικά με τα τέσσερα ερευνητικά ερωτήματα

Συγκεφαλαιωτικά, τα αποτελέσματα όσον αφορά τη διερώτηση, κατέδειξαν πως οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να έχουν κάποια κατανόηση σχετικά με τη σχολική διερώτηση, παρόλο που υπήρξαν εκπαιδευτικοί που ανέφεραν ότι εφάρμοσαν περιορισμένα τη διερώτηση κατά τις εξ' αποστάσεως διδασκαλίες για τον COVID- 19. Ταυτόχρονα, αν και αρκετοί εκπαιδευτικοί φάνηκε να έχουν αναπτυσσόμενες ή ανεπτυγμένες αντιλήψεις σχετικά με τους τομείς της φύσης της επιστήμης που εξετάστηκαν, υπήρξε μερίδα των εκπαιδευτικών της οποίας η αντιλήψεις ήταν μάλλον πρώιμες.

Επιπλέον, φάνηκε πως οι εκπαιδευτικοί με πιο ενημερωμένες αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης και τη σχολική διερώτηση έχουν μεγαλύτερες ανησυχίες για τη χρησιμότητα ή τη σημαντικότητα της επιστράτευσής της φύσης της επιστήμης για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Ως προς τις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειά τους για τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης στο σχολείο, τόσο οι ομάδες για τις αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης όσο και εκείνες για τη σχολική διερώτηση φάνηκε να έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο ως προς την προσωπική επιστημονική διδακτική επάρκεια, ενώ δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς το προσδοκώμενο αποτέλεσμα.

Τέλος, αν και δεν αποτελούσε μέρος των στόχων της έρευνας, παρατηρήθηκε πως οι εκπαιδευτικοί με πιο ισχυρές αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης ήταν πιο πιθανό να δώσουν μεγαλύτερη προτεραιότητα στη διερώτηση γεγονός που συμφωνεί με αποτελέσματα παλαιότερων ερευνών (Capps & Crawford, 2013), ενώ αυτό το αποτέλεσμα υποστηρίζει και παλαιότερες έρευνες σύμφωνα με τις οποίες οι ανεπαρκείς γνώσεις και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης (Abd-El-

Khalick & BouJaoude, 1997; Akerson & Donnelly, 2008; Carey & Stauss, 1970; Lederman, 1992; Schwartz & Crawford, 2006) φαίνεται να επηρεάζουν και τις αντιλήψεις τους για τη διερώτηση (Capps & Crawford, 2013a), και τελικά την υιοθέτηση της διερώτησης στη διδακτική πράξη (Lederman, 1992).

Το γεγονός ότι οι εκπαιδευτικοί φέρουν αναπτυσσόμενες και αναπτυγμένες αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης, μπορεί εν δυνάμει να τους κάνει να νιώθουν ανεπαρκείς σε ζητήματα διδασκαλίας για αυτή αλλά και για τη διερώτηση στο εξ' αποστάσεως πλαίσιο καθώς αισθάνονται την προσδοκία να διδάξουν με βάση την αυθεντική επιστημονική διερώτηση ενώ κατανοούν την πολυπλοκότητα της σε σχέση με το πλαίσιο της τάξης, όπως έχει υποστηριχθεί και στο παρελθόν από τη βιβλιογραφία (Schwartz & Crawford, 2006).

Έχει φανεί ότι αλλαγές τόσο στις πεποιθήσεις αυτό-επάρκειας των εκπαιδευτικών για διδασκαλία της φύσης της επιστήμης όσο και στις πεποιθήσεις τους για την εφαρμογή της διερώτησης μπορεί να συνδεθούν θετικά με την επιτυχή διδασκαλία της επιστήμης μέσω διερώτησης (Akerson & Donnelly, 2008).

Εφόσον, λοιπόν, οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης συνδέονται με τη συχνότητα και την ποιότητα της εφαρμογής αυτής αλλά και της διερώτησης στη διδακτική πράξη και υπάρχει μερίδα των εκπαιδευτικών με λιγότερο ενημερωμένες αντιλήψεις για τη φύση της επιστήμης, κρίνεται απαραίτητη η ενίσχυση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών για το ζήτημα αλλά και για τη διερώτηση μιας και είναι προφανές πως η γνωριμία με τη φύση αυτής μπορεί να μην εγγυάται αλλά σίγουρα ενισχύει τη σωστή εφαρμογή της. Για την διεκπεραίωση ενός μαθήματος σύμφωνα με τα μεταρρυθμιστικά έγγραφα (NRC, 1996; 2000) και ευθυγραμμισμένου με τους παρόντες στόχους για τον επιστημονικό γραμματισμό, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να αναπτύξουν επαρκή κατανόηση για τη φύση της επιστήμης, προσωπικές ικανότητες διενέργειας επιστημονικών διερωτήσεων, τις παιδαγωγικές δεξιότητες που είναι απαραίτητες για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης μέσω της διερώτησης όπως επίσης και την πρόθεση να διδάξουν με βάση αυτά (Capps & Crawford, 2013).

Οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί του δείγματος υποστήριξαν πως επιθυμούν να μάθουν περισσότερα για τη φύση της επιστήμης μέσα από σεμινάρια, πολλοί ήταν αυτοί που πρότειναν σεμινάρια με περιβάλλοντα εγκαθιδρυμένης μάθησης ενώ άλλοι

αναφέρθηκαν και σε προσωπική μελέτη μεταξύ άλλων και μέσω επιστημονικών συγγραμμάτων, και μέσα από τα πανεπιστήμια.

Ταυτόχρονα, σημαντική είναι η υποστήριξη των εκπαιδευτικών για την διδασκαλία της φύσης της επιστήμης συγκεκριμένα στο συγκεκριμένο της εξ' αποστάσεως διδασκαλίας των φυσικών επιστημών.

6.2. Περιορισμοί

Ο βασικός περιορισμός αυτής της έρευνας είναι το γεγονός ότι τα αποτελέσματα αντλήθηκαν με βάση της νοηματοδοτήσεις των εκπαιδευτικών για τις διδασκαλίες τους και τις πεποιθήσεις τους και όχι από τη μελέτη των ίδιων των διδασκαλιών. Ένας ακόμα περιορισμός αυτής της μελέτης είναι ότι το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε δεν ήταν αντιπροσωπευτικό του συνόλου του πληθυσμού των Ελλήνων και Κυπρίων δασκάλων φυσικών επιστημών, συνεπώς, δεν είναι δυνατή η γενίκευση. Ένας άλλος, ενδεχομένως ο σημαντικότερος, περιορισμός (θα μπορούσε επίσης να θεωρηθεί ως πλεονέκτημα) είναι ότι παρόμοιες συνθήκες πανδημίας θα είναι δύσκολο να επαναληφθούν, καθώς η κατάσταση θα έχει χάσει την καινοτομία της για τους εκπαιδευτικούς. Κατά τη διάρκεια της μελέτης μας, οι εκπαιδευτικοί δεν ήξεραν τι να περιμένουν και, επιπλέον, δεν είχαν χρόνο να προετοιμαστούν για αλλαγές στη διδασκαλία τους. Ακόμα, εφόσον η συμμετοχή στη μελέτη ήταν εθελοντική, θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι οι εκπαιδευτικοί με θετικές στάσεις απέναντι στο θέμα της μελέτης ήταν πιο επιρρεπείς στη συμμετοχή σε αυτή.

Στην παρούσα μελέτη, δεν δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στα χαρακτηριστικά των σχολείων σε στα οποία εργάζονταν οι συμμετέχοντες. Τα χαρακτηριστικά αυτά θα μπορούσαν να συνδέονται με πιθανά εμπόδια και δυνατότητες των εκπαιδευτικών να ξεπεράσουν αυτά τα εμπόδια.

6.3. Προεκτάσεις έρευνας και εφαρμογές

Τα παραπάνω αποτελέσματα ενισχύουν την πρόταση για στήριξη των ικανοτήτων των εκπαιδευτικών σε ζητήματα φύσης της επιστήμης και διερώτησης στο πλαίσιο της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στη δια ζώσης εκπαίδευση αλλά και σχετικά με τα περιβάλλοντα εξ' αποστάσεως διδασκαλίας, σε θέματα προετοιμασίας για τη χρήση λογισμικών εξ' αποστάσεως διαχείρισης, μέσω της οργάνωσης ειδικών

επιμορφώσεων για να είναι σε ετοιμότητα για μια επόμενη παρόμοια περίπτωση, της ενδυνάμωσης της συνεργασίας τους με τους μαθητές και τους γονείς, της λήψης μέτρων για την προώθηση των δεξιοτήτων δημιουργικής σκέψης των εκπαιδευτικών, και την αντιμετώπιση τους ως επαγγελματίες που μπορούν να διαχειριστούν περίπλοκες διαδικασίες.

Συγκεκριμένα για το ζήτημα της διδασκαλίας μέσω διερώτησης και φύσης της επιστήμης προτείνεται (Abd El Khalick & Akerson, 2004; Schwartz et al., 2004; Capps & Crawford, 2013a, 2013b) η ανάπτυξη επιστημονικής εμπειρίας (Schwartz et al., 2004) σε συνδυασμό με την κατάκτηση της φιλοσοφικής (Schwartz & Lederman, 2008), κοινωνικής, ιστορικής και ψυχολογικής φύσης της επιστήμης (Schwartz, Lederman & Crawford, 2004) μέσω της δόμησης προγραμμάτων επιμορφώσεων, αλλά και μέσω της ένταξης περισσότερων μαθημάτων για αυτά στις παιδαγωγικές σχολές. Στα προγράμματα αυτά, αρχικά, είναι θεμιτή η εμπλοκή των εκπαιδευτικών σε διαδικασίες επιστημονικής πρακτικής στο πλαίσιο της διδασκαλίας για θέματα φύσης της επιστήμης, που να στηρίζεται στην κατανόηση, τις ικανότητες και τις στάσεις των εκπαιδευτικών και να έχει προσωπική σημασία για αυτούς, για τη δημιουργία παραγωγικού συγκειμένου για τη μάθηση σχετικά τόσο με την ίδια την επιστημονική γνώση όσο και με τη φύση της επιστήμης (Schwartz et al., 2004). Ακόμα, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να εξοικειώνονται με την επιστημονική βιβλιογραφία και τις ψηφιακές- τεχνολογικές πηγές με σκοπό να επεκτείνουν τις επιστημονικές τους γνώσεις αλλά και την προσβασιμότητα τους σε περαιτέρω γνώσεις, να αναπτύσσουν δεξιότητες αυτοαξιολόγησης σχετικά με τη διαδικασία και τα αποτελέσματα της κατανόησης μέσω της διερώτησης. Επιπλέον, είναι καίριο οι εκπαιδευτικοί να ενθαρρύνονται και να υποστηρίζονται σε προσπάθειες συνεργασίας με ταυτόχρονη παροχή ελαττούμενης στήριξης (scaffolding) σε επιστημονικές διερωτήσεις που να δημιουργούν το απαραίτητο πλαίσιο για προβληματισμό σχετικά με πτυχές της φύσης της επιστήμης, παρέχοντας ένα πλαίσιο για αυθεντικές εμπειρίες. Το πλαίσιο αυτό, επίσης, είναι θεμιτό να χαρακτηρίζεται από ρητές και αναστοχαστικές συζητήσεις για τη φύση της επιστήμης και να παρέχει ευκαιρίες για τους δασκάλους να οραματιστούν πώς να μεταφράσουν τις εμπειρίες τους στις μελλοντικές αίθουσες διδασκαλίας τους (Schwartz & Lederman, 2008).

Τέλος, οι επιμορφώσεις πρέπει να εστιάζουν σε θέματα διαχωρισμού νόμων και θεωριών αλλά και σε θέματα προσωρινής και κοινωνικά εγκαθιδρυμένης φύσης της επιστήμης, τομείς που θεωρείται πως επιτελείται δυσκολότερα η εννοιολογική αλλαγή των εκπαιδευτικών (Mesci & Schwartz, 2017). Αλλά και μετά το πέρας του προγράμματος είναι αναγκαία η συνέχεια της κατάρτισης με στόχο τη διατήρηση της νέας δεξιότητας ή ιδέας, παρέχοντας τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να παρακολουθήσει την πρακτική εφαρμογή της νέας δεξιότητας ή στρατηγικής του (Akerson & Hanuscin, 2007).

Οι εκπαιδευτικοί που εκπαιδεύονται με αυτό τον τρόπο έχουν περισσότερες πιθανότητες να δομήσουν προσεκτικά εμπειρίες διερώτησης με τις οποίες οι μαθητές μπορούν να λειτουργήσουν όσο το δυνατόν πιο αυτόνομα (Abd-El-Khalick, 2013), γεγονός που σε συνδυασμό με την υπόθεση ότι οι ενημερωμένες αντιλήψεις θα οδηγήσουν σε συχνότερη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης (Bandura, 1986), δημιουργεί μια υποσχόμενη πρακτική για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (AAAS 1990; Crawford 2007; NRC 1996).

6.4. Εισηγήσεις για μελλοντική έρευνα

Η επίτευξη σύμπτωσης στην κοινότητα τόσο σχετικά με το περιεχόμενο του όρου «φύση της επιστήμης» όσο και σχετικά με τα ζητήματα που είναι θεμιτό οι εκπαιδευτικοί να γνωρίζουν για αυτήν αλλά και για τις διαδικασίες της επιστημονικής διερώτησης, κρίνεται αναγκαία. Τέλος, τα μέσα συλλογή δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα, τα οποία δημιουργήθηκαν μετά από ενδελεχή μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας, θα μπορούσαν να αποτελέσουν τη βάση για τη δημιουργία ενός εργαλείου με υψηλή αξιοπιστία που να μελετά τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη φύση της επιστήμης και τη διερώτηση, και που ταυτόχρονα να αποτιμά τις ίδιες τις διδασκαλίες τους, σε συνάρτηση με τα χαρακτηριστικά των σχολείων στα οποία αυτοί εργάζονταν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087-2107.
- 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.
- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. L. (2004). Learning as conceptual change: Factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88(5), 785-810.
- Abd-El-Khalick, F., & BouJaoude, S. (1997). An exploratory study of the knowledge base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 34(7), 673-699.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N.G. (1998). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Diego, CA.*
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science education*, 82(4), 417-436.
- Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M. M., & Acevedo-Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 42-66.

- Akerson, V. L., & Donnelly, L. A. (2008). Relationships among learner characteristics and preservice elementary teachers' views of nature of science. *Journal of Elementary Science Education*, 20(1), 45-58.
- Akerson, V. L., & Hanuscin, D. L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 44(5), 653-680.
- Akindehin, F. (1988). Effect of an instructional package on preservice science teachers' understanding of the nature of science and acquisition of science-related attitudes. *Science Education*, 72(1), 73-82.
- al Darayseh, A. (2020). The Impact of COVID-19 Pandemic on Modes of Teaching Science in UAE Schools. *Journal of Education and Practice*, 11, 110
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518–542. [https://doi.org/ DOI 10.1002/sce.20432](https://doi.org/DOI%2010.1002/sce.20432)
- Al-Omari, A. A., & Salameh, K. M. (2012). E-learning versus traditional learning as perceived by undergraduate students in Jordanian universities. *E-Learning and Digital Media*, 9(2), 223-231.
- American Association for the Advancement of Science (1989). *Science for all Americans*. Washington, DC: AAAS.
- American Association for the Advancement of Science (1993). *Science for all Americans*. Washington, DC: AAAS
- Amos, R., Knippels, M. C., & Levinson, R. (2020). *Socio-scientific inquiry-based learning: Possibilities and challenges for teacher education*. In Science teacher education for responsible citizenship (pp. 41-61). Cham: Springer
- Anderson, C. W. (1987). Teaching science. *Educator's handbook*, 84-111.
- Anderson, C. W., & Roth, K. J. (1989). Teaching for meaningful and selfregulated learning of science. In J. Brophy (Ed.), *Advances in research on teaching*, Vol. 1 (pp. 265–310). Greenwich, CT: JAI Press
- Anderson, D. R. (2007). *Model based inference in the life sciences: a primer on evidence*. Springer Science & Business Media.

- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of science teacher education*, 13(1), 1-12.
- Ayala-Villamil, L. A., & García-Martínez, Á. (2020). VNOS: A Historical Review of an Instrument on the Nature of Science. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(2), e2238.
- Bandura, A. (1986). The explanatory and predictive scope of self-efficacy theory. *Journal of social and clinical psychology*, 4(3), 359-373.
- Bandura, A. (1997). The anatomy of stages of change. *American journal of health promotion: AJHP*, 12(1), 8-10.
- Barak, M., Hussein-Farraj, R., & Dori, Y. J. (2016). On-campus or online: examining self-regulation and cognitive transfer skills in different learning settings. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 13(1), 1-18.
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., & Granger, E. M. (2009). No silver bullet for inquiry: Making sense of teacher change following an inquiry-based research experience for teachers. *Science Education*, 93(2), 322-360.
- Bleicher, R. E. (2004). Revisiting the STEBI-B: Measuring self-efficacy in preservice elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 104(8), 383-391.
- Brickhouse, N. W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of teacher education*, 41(3), 53-62.
- Brown, P. L., Abell, S. K., Demir, A., & Schmidt, F. J. (2006). College science teachers' views of classroom inquiry. *Science education*, 90(5), 784-802.
- Buehl, M. M., & Alexander, P. A. (2001). Beliefs about academic knowledge. *Educational Psychology Review*, 13(4), 385-418.
- Bungum, B. (2018). Science Inquiry as Part of Technological Design: A Case of School-Based Development in Norway. In *Professional Development for Inquiry-Based Science Teaching and Learning* (pp. 27-41). Cham: Springer.

- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K-12 classrooms: Understanding 'a framework for K-12 science education'. *Science Teacher*, 78(9), 34-40.
- Callaghan, N. I., Khaira, S., Ouyang, A., Cadavid, J. L., Chang, H. H., Diep, P., ... & Kilkenny, D. M. (2021). Discovery: virtual implementation of inquiry-based remote learning for secondary STEM students during the COVID-19 pandemic. *Biomedical engineering education*, 1(1), 87-94.
- Capps, D. K., & Crawford, B. A. (2013a). Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening?. *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497-526.
- Capps, D. K., & Crawford, B. A. (2013b). Inquiry-based professional development: What does it take to support teachers in learning about inquiry and nature of science?. *International Journal of Science Education*, 35(12), 1947-1978.
- Carey, R. L., & Stauss, N. G. (1970). An Analysis of Experienced Science Teachers' Understanding of the Nature of Science. *Sch Sci Math*.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of educational research*, 63(1), 1-49.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Chu, S. K. W., Reynolds, R. B., Tavares, N. J., Notari, M., & Lee, C. W. Y. (2021). *21st century skills development through inquiry-based learning from theory to practice*. Springer International Publishing.
- Cobern, W. W., & Loving, C. C. (2002). Investigation of preservice elementary teachers' thinking about science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 1016-1031.
- Cohen, R., Zafrani, E., & Yarden, A. (2020). Science teachers as proponents of socio-scientific inquiry-based learning: From professional development to classroom enactment. *Science teacher education for responsible citizenship*, 117-132.

- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science scope*, 23(6), 42-44.
- Constantinou, C. P., Tsivitanidou, O. E., & Rybska, E. (2018). What is inquiry-based science teaching and learning?. In *Professional development for inquiry-based science teaching and learning* (pp. 1-23). Cham: Springer.
- Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of research in science teaching*, 44(4), 613-642.
- Dipietro, M. (2010). Virtual school pedagogy: The instructional practices of K-12 virtual school teachers. *Journal of Educational Computing Research*, 42(3), 327-354.
- Driver, R., Leach, J., & Millar, R. (1996). *Young people's images of science*. McGraw-Hill Education (UK).
- Duschl, R. S. (1987). Causes of earthquakes: An inquiry into the plausibility of competing explanations. *Science Activities*, 24(3), 8-14.
- Enochs, L. G., & Riggs, I. M. (1990). *Further development of an elementary science teaching efficacy belief instrument: A preservice elementary scale*.
- Evagorou, M., & Nisiforou, E. (2020). Engaging pre-service teachers in an online STEM fair during COVID-19. *Journal of Technology and Teacher Education*, 28(2), 179-186.
- Evans, R., & Dolin, J. (2018). Taking Advantage of the Synergy Between Scientific Literacy Goals, Inquiry-Based Methods and Self-Efficacy to Change Science Teaching. In *Professional Development for Inquiry-Based Science Teaching and Learning* (pp. 105-120). Springer, Cham.
- Flick, L. B. (2006). Developing understanding of scientific inquiry in secondary students. In *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 157-172). Springer, Dordrecht.
- Gallagher, J.J. (1991). Perspective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Science Education*, 75, 121-134.

- Greeno, J. G. (1998). The situativity of knowing, learning, and research. *American psychologist*, 53(1), 5.
- Guerra-Ramos, M. T. (2012). Teachers' ideas about the nature of science: A critical analysis of research approaches and their contribution to pedagogical practice. *Science & Education*, 21(5), 631-655.
- Hanson, D. L. (2006). *Personal definitions of science and the self-efficacy and classroom practice of elementary school teachers*. Unpublished doctoral dissertation, Indiana University, Bloomington.
- Haury, D. L. (1993). *Teaching science through inquiry*. ERIC CSME Digest, March. (ED 359048).
- Hodson, D. (2009). *Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and values*. Brill.
- Hofer, B. K. (2000). Dimensionality and disciplinary differences in personal epistemology. *Contemporary educational psychology*, 25(4), 378-405.
- Hord, S., Rutherford, W., Huling-Austin, L., & Hall, G. (1987). Taking charge of change. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 6(4).
- Hossain, Z., Bumbacher, E., Brauneis, A., Diaz, M., Saltarelli, A., Blikstein, P., & Riedel-Kruse, I. H. (2018). Design guidelines and empirical case study for scaling authentic inquiry-based science learning via open online courses and interactive biology cloud labs. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 28(4), 478-507.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20(7), 591-607.
- Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 898-921.
- Khandkar, S. H. (2009). Open coding. *University of Calgary*, 23, 2009.

- Khishfe, R., Alshaya, F. S., BouJaoude, S., Mansour, N., & Alrudiyan, K. I. (2017). Students' understandings of nature of science and their arguments in the context of four socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 39(3), 299-334.
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science education*, 85(3), 291-310.
- Korkmaz, G. and Toraman, Ç. (2020), "Are we ready for the post-COVID-19 educational practice? An investigation into what educators think as to online learning", *International Journal of Technology in Education and Science*, Vol. 4 No. 4, pp. 293-309.
- Kuhn, M. (1970). A quasi-static technique for MOS CV and surface state measurements. *Solid-State Electronics*, 13(6), 873-885.
- Lakatos, I. (1970, January). History of science and its rational reconstructions. In *PSA: Proceedings of the biennial meeting of the philosophy of science association* (Vol. 1970, pp. 91-136). D. Reidel Publishing.
- Lawson, A. E. (1982). The nature of advanced reasoning and science instruction. *Journal of Research in Science teaching*, 19(9), 743-760.
- Lederman, J. S., & Khishfe, R. (2002). Views of nature of science, Form D. *Unpublished paper. Illinois Institute of Technology, Chicago, IL.*
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of research in science teaching*, 29(4), 331-359.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Lederman, N. G., & Zeidler, D. (1986). Science Teachers' Conceptions of the Nature of Science: Do They Really Influence Teaching Behavior?.

- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N. G., Antink, A., & Bartos, S. (2014). Nature of science, scientific inquiry, and socioscientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry. *Science & Education*, 23, 285–302.
- Lederman, N., & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of the nature of science. In *The nature of science in science education* (pp. 83-126). Springer, Dordrecht.
- Levinson, R., & PARRISE Consortium. (2017). Socio-scientific inquiry-based learning: Taking off from STEPWISE. In *Science and technology education promoting wellbeing for individuals, societies and environments* (pp. 477-502). Springer, Cham.
- Levitt, K. E. (2002). An analysis of elementary teachers' beliefs regarding the teaching and learning of science. *Science education*, 86(1), 1-22.
- Marín-Martínez, A., & Reidl Martínez, L. M. (2013). Validación psicométrica del cuestionario "Así nos llevamos en la escuela" para evaluar el hostigamiento escolar (bullying) en primarias. *Revista mexicana de investigación educativa*, 18(56), 11-36.
- Marsh, H. W., & Roche, L. A. (1997). Making students' evaluations of teaching effectiveness effective: The critical issues of validity, bias, and utility. *American psychologist*, 52(11), 1187.
- Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In *Advances in nature of science research* (pp. 3-26). Springer, Dordrecht.
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In *The nature of science in science education* (pp. 53-70). Springer, Dordrecht.

- McComas, W. F. (2005, April). Seeking NOS standards: What content consensus exists in popular books on the nature of science. In *annual conference of the National Association of Research in Science Teaching, Dallas, TX*.
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17(2), 249-263.
- McComas, W. F., & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In *The nature of science in science education* (pp. 41-52). Springer, Dordrecht.
- McComas, W. F., Almazroa, H., & Clough, M. P. (1998). The nature of science in science education: An introduction. *Science & Education*, 7(6), 511-532.
- Mesci, G., & Schwartz, R. (2017). Changing Preservice Science Teachers' Views of Nature of Science: Why Some Conceptions May be More Easily Altered than Others. *Research in Science Education*, 47(2).
- Muis, K. R., Bendixen, L. D., & Haerle, F. C. (2006). Domain-general and domain-specificity in personal epistemology research: Philosophical and empirical reflections in the development of a theoretical framework. *Educational Psychology Review*, 18(1), 3-54.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press. NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Nott, M., & Wellington, J. (1996). Probing teachers' views of the nature of science: How should we do it and where should we be looking. *Research in science education in Europe*, 283-295.
- Olson, S., & Loucks-Horsley, S. (2000). Inquiry and the National Science Education Standards, 29, Washington, DC, National Research Council.

- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal Of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196. doi: 10.1007/s10972-014-9384-1
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of research in science teaching*, 40(7), 692-720.
- Paulsen, M. B., & Wells, C. T. (1998). Domain differences in the epistemological beliefs of college students. *Research in higher education*, 39(4), 365-384.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, 14, 47-61.
- Pekbay, C., & Yilmaz, S. (2015). The Effect of Explicit-Reflective and Historical Approach on Preservice Elementary Teachers' Views of Nature of Science. *International Journal of Progressive Education*, 11(1).
- Popa, D., Repanovici, A., Lupu, D., Norel, M., & Coman, C. (2020). Using Mixed Methods to Understand Teaching and Learning in COVID 19 Times. *Sustainability*, 12(20), 8726.
- Ramey-Gassert, L., & Shroyer, M. G. (1992). Enhancing science teaching self-efficacy in preservice elementary teachers. *Journal of elementary science education*, 4(1), 26-34.
- Reiss, M. J. (2020). Science Education in the Light of COVID-19. *Science & Education*, 29(4), 1079-1092.
- Roth, M. S. (1995). The effects of culture and socioeconomics on the performance of global brand image strategies. *Journal of Marketing Research*, 32(2), 163-175.
- Rowe, M. B. (1974). Relation of wait-time and rewards to the development of language, logic, and fate control: Part II-Rewards. *Journal of research in science teaching*, 11(4), 291-308.
- Ryder, J., Leach, J., & Driver, R. (1999). Undergraduate science students' images of science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 36(2), 201-219.

- Saini, K., Wahid, A., & Purohit, G. N. (2014). Traditional learning versus web based learning: performance analysis. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 5(4), 5182-5184.
- Schommer-Aikins, M. (2002). Epistemological belief system. *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*, 105-118.
- Schroeder, C., Scott, T., Tolson, H., Huang, T., & Lee, Y. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(10), 1436–1460.
- Schwartz, R. S., & Crawford, B. A. (2006). Authentic scientific inquiry as context for teaching nature of science: Identifying critical element. In *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 331-355). Springer, Dordrecht.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science education*, 88(4), 610-645.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2008). 1 An Instrument To Assess Views Of Scientific Inquiry: The VOSI Questionnaire.
- Schwartz, R., & Lederman, N. (2008). What scientists say: Scientists' views of nature of science and relation to science context. *International Journal of Science Education*, 30(6), 727-771.
- Sevim, S., & Pekbay, C. A. (2012). A study toward teaching the nature of science to pre-service teachers. *Journal of Turkish Science Education*, 9(3), 207-227.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1-23.
- Siemens, G. (2004). Instructional design in E. *Learning*.
- Silm, G., Tiitsaar, K., Pedaste, M., Zacharia, Z. C., & Papaevripidou, M. (2017). Teachers' Readiness to Use Inquiry-Based Learning: An Investigation of Teachers' Sense of Efficacy and Attitudes toward Inquiry-Based Learning. *Science Education International*, 28(4), 315-325.

- Smolleck, L. A., & Yoder, E. P. (2008). Further development and validation of the teaching science as inquiry (TSI) instrument. *School Science and Mathematics*, 108(7), 291-297.
- Southerland, S. A., Johnston, A., & Sowell, S. (2006). Describing teachers' conceptual ecologies for the nature of science. *Science Education*, 90(5), 874-906.
- Stinner, A., Mcmillan, B. A., Metz, D., Jilek, J. M., & Klassen, S. (2003). The renewal of case studies in science education. *Science & Education*, 12(7), 617-643.
- Stodolsky, S. S., Salk, S., & Glaessner, B. (1991). Student views about learning math and social studies. *American educational research journal*, 28(1), 89-116.
- Tan, C. (2020). *The impact of COVID-19 on student motivation, community of inquiry and learning performance*. Asian Education and Development Studies.
- Tan, C. (2021). *The impact of COVID-19 pandemic on student learning performance from the perspectives of community of inquiry*. Corporate Governance: The International Journal of Business in Society.
- Tanik-Önal, N., & Önal, N. (2020). Teaching Science through Distance Education during the COVID-19 Pandemic. *International Online Journal of Education and Teaching*, 7(4), 1898-1911.
- Tolvanen, S., Jansson, J., Vesterinen, V. M., & Aksela, M. (2014). How to use historical approach to teach nature of science in chemistry education?. *Science & Education*, 23(8), 1605-1636.
- Van Driel, J. H., Verloop, N., & De Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 35(6), 673-695.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Αξιολόγηση αντιλήψεων των εκπαιδευτικών

Το ερωτηματολόγιο αυτό περιέχει μια σειρά δηλώσεων που αφορούν στην αξιολόγηση των προσωπικών σας αντιλήψεων σε ότι αφορά: (α) τη διδασκαλία και μάθηση μέσω διερώτησης, κατά την εφαρμογή της εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης, (β) τη φύση της επιστήμης, (γ) πιθανή ανησυχία σχετικά με τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης καθώς και (δ) το αίσθημα αυτό-επάρκειας σας για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.

Με τον όρο διερώτηση όπως εφαρμόζεται στην επιστήμη εννοούμε τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους μελετούν οι επιστήμονες τον φυσικό κόσμο και προτείνουν εξηγήσεις με βάση στοιχεία που προέρχονται από αυτή τους τη δουλειά (NRC, 1996, σελ. 23). Αντίστοιχα η σχολική διερώτηση αφορά διδακτικές στρατηγικές μεταφοράς των πρακτικών αυτών στη σχολική τάξη.

Με τον όρο επιστημονική γνώση εννοούμε τη γνώση για τα φαινόμενα που εξετάζει η επιστήμη, ενώ ο όρος «φύση της επιστήμης» σχετίζεται με τη γνώση για την επιστήμη και τις σημαντικότερες πτυχές αυτής (γνώση για την επιστημονική γνώση) (Driver, Leach, Millar & Scott, 1996).

Μέρος Α: Οι αντιλήψεις μου για το ρόλο μου ως εκπαιδευτικός κατά την εξ' αποστάσεως διδασκαλία μέσω διερώτησης

	Διαφο νώ απόλυτα	Διαφο νώ	Δεν έχω άποψη	Συμφ ωνώ	Συμφ ωνώ απόλυτα
1	1	2	3	4	5
2	1	2	3	4	5
3	1	2	3	4	5
4	1	2	3	4	5

		Διαφο νώ απόλυτα	Διαφο νώ	Δεν έχω άποψη	Συμφ ωνώ	Συμφ ωνώ απόλυτα
5	Παρέχω στους μαθητές πειραματικά δεδομένα και τους ζητώ να τα αναλύσουν.	1	2	3	4	5
6	Κατευθύνω τους μαθητές στο να συλλέξουν οι ίδιοι πειραματικά δεδομένα κατά τη μελέτη ενός φυσικού φαινομένου.	1	2	3	4	5
7	Κατευθύνω τους μαθητές στη διαδικασία διαμόρφωσης επιστημονικών εξηγήσεων με βάση τεκμήρια/ δεδομένα που έχουν συλλέξει.	1	2	3	4	5
8	Καθοδηγώ τους μαθητές μου στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επικοινωνίας των γνώσεών τους.	1	2	3	4	5
9	Δίνω στους μαθητές μου πιθανούς τρόπους χρήσης των τεκμηρίων/δεδομένων για τη διαμόρφωση επιστημονικής εξήγησης.	1	2	3	4	5
10	Κατευθύνω στους μαθητές μου στο πώς να διεκπεραιώσουν μια διερεύνηση δίνοντάς τους χώρο να κάνουν τις δικές τους επιλογές.	1	2	3	4	5
11	Καθορίζω επ' ακριβώς τις ερωτήσεις που πρέπει να διερευνηθούν από τους μαθητές και τον τρόπο που θεωρώ πως πρέπει να διερευνηθούν.	1	2	3	4	5
12	Διευκολύνω τη διενέργεια συζητήσεων μεταξύ των μαθητών μου.	1	2	3	4	5
13	Ενθαρρύνω τους μαθητές μου να έχουν ενεργό εμπλοκή στο μάθημα.	1	2	3	4	5
14	Ενθαρρύνω τους μαθητές μου στο να εμπλέκονται με τη διερεύνηση επιστημονικά προσανατολισμένων ερωτήσεων.	1	2	3	4	5
15	Ενθαρρύνω τους μαθητές μου στο να δημιουργούν επιστημονικές εξηγήσεις με βάση τεκμήρια και δεδομένα που συλλέγουν κατά το μάθημα για να απαντήσουν σε επιστημονικά προσανατολισμένες ερωτήσεις.	1	2	3	4	5
16	Όταν οι μαθητές μου έρχονται αντιμέτωποι με εναλλακτικές εξηγήσεις κατά τη μελέτη ενός φυσικού φαινομένου, τους ενθαρρύνω να αξιολογήσουν τις εξηγήσεις τους.	1	2	3	4	5
17	Δίνω στους μαθητές την ευκαιρία να επικοινωνούν με τους συμμαθητές τους και να αιτιολογούν τις εξηγήσεις που προτείνουν.	1	2	3	4	5
18	Πριν τη διδασκαλία μιας έννοιας λαμβάνω υπόψη τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών μου.	1	2	3	4	5
19	Παροτρύνω τους μαθητές μου να διατυπώνουν υποθέσεις για συγκεκριμένα διερευνήσιμα ερωτήματα.	1	2	3	4	5
20	Παροτρύνω τους μαθητές μου να συλλέγουν δεδομένα που προκύπτουν από δικές τους παρατηρήσεις κατά τη διερεύνηση ενός ερωτήματος.	1	2	3	4	5
21	Παροτρύνω τους μαθητές μου να ερμηνεύουν πειρατικά δεδομένα και να διατυπώνουν εξηγήσεις.	1	2	3	4	5

		Διαφο νώ απόλυτα	Διαφο νώ	Δεν έχω άποψη	Συμφ ωνώ	Συμφ ωνώ απόλυτα
22	Παροτρύνω τους μαθητές μου να συνθέτουν εναλλακτικές εξηγήσεις για τα ίδια πειραματικά δεδομένα.	1	2	3	4	5
23	Παροτρύνω τους μαθητές μου επικοινωνούν και να συζητούν με τους συμμαθητές τους τα αποτελέσματα στα οποία έχουν καταλήξει μετά από μια διερεύνηση.	1	2	3	4	5

Μέρος Β: Οι αντιλήψεις μου για τη φύση της επιστήμης

		Διαφο νώ απόλυτα	Διαφο νώ	Δεν έχω άποψη	Συμφ ωνώ	Συμφ ωνώ απόλυτα
1	Η επιστήμη παράγεται, απαιτεί και βασίζεται σε εμπειρικά δεδομένα.	1	2	3	4	5
2	Οι όροι «παρατήρηση» και «ερμηνεία» είναι ταυτόσημες.	1	2	3	4	5
3	Οι διαδικασίες παρατήρησης δεν είναι ίδιες για όλες τις επιστήμες.	1	2	3	4	5
4	Ορισμένα επιστημονικά αποτελέσματα ενδέχεται να μην προκύπτουν από άμεσες παρατηρήσεις αλλά από την εφαρμογή μαθηματικών/ υπολογιστικών μοντέλων.	1	2	3	4	5
5	Τα πειράματα δεν είναι ο μόνος ασφαλής δρόμος για να φτάσουμε στην αξιόπιστη επιστημονική γνώση.	1	2	3	4	5
6	Τα συμπεράσματα των επιστημόνων προέρχονται άμεσα και αποκλειστικά από τα δεδομένα που λαμβάνουν από τα πειράματά τους.	1	2	3	4	5
7	Η επιστήμη χρησιμοποιεί τόσο επαγωγικό (από το ειδικό στο γενικό) όσο και υποθετικό- παραγωγικό συλλογισμό (από το γενικό στο ειδικό).	1	2	3	4	5
8	Η επιστήμη δεν περιέχει διαδικασίες που να χρησιμοποιούν τον παραγωγικό συλλογισμό.	1	2	3	4	5
9	Δεν υπάρχει μια ενιαία επιστημονική μέθοδος με τα βήματα της οποίας συντελείται η επιστήμη.	1	2	3	4	5
10	Όλοι οι επιστήμονες χρησιμοποιούν την ίδια επιστημονική μέθοδο.	1	2	3	4	5
11	Τα επιστημονικά "δεδομένα" αποτελούν διαφορετική έννοια από τα επιστημονικά "τεκμήρια".	1	2	3	4	5
12	Οι επιστημονικές πρακτικές όπως η παρατήρηση, η ταξινόμηση και ο πειραματισμός χρησιμοποιούν μια ποικιλία μεθόδων για τη συλλογή παρατηρητικών, ιστορικών ή πειραματικών δεδομένων.	1	2	3	4	5

		Διαφο νώ απόλυτα	Διαφο νώ	Δεν έχω άποψη	Συμφ ωνώ	Συμφ ωνώ απόλυτα
13	Όλες οι επιστήμες επιχειρούν να κάνουν προβλέψεις.	1	2	3	4	5
14	Αν δύο επιστημονικές θεωρίες είναι ίσες σε όλα τα στοιχεία τους, τότε οι επιστήμονες επιλέγουν την απλούστερη.	1	2	3	4	5
15	Οι νόμοι και οι θεωρίες σχετίζονται μεταξύ τους αλλά είναι διακριτά είδη επιστημονικής γνώσης.	1	2	3	4	5
16	Ένας επιστημονικός νόμος διαφέρει από μια θεωρία στο ότι μόνο περιγράφει ένα φυσικό φαινόμενο και δεν επιχειρεί να το εξηγήσει.	1	2	3	4	5
17	Η επιστήμη έχει δημιουργικό χαρακτήρα.	1	2	3	4	5
18	Η επιστήμη περιλαμβάνει την επινόηση επιστημονικών εξηγήσεων και θεωριών και αυτό απαιτεί ιδιαίτερη δημιουργικότητα.	1	2	3	4	5
19	Η επιστήμη έχει στοιχεία υποκειμενικότητας.	1	2	3	4	5
20	Τα επιστημονικά μοντέλα διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην επιστήμη.	1	2	3	4	5
21	Τα επιστημονικά μοντέλα αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου και την πρόοδο της γνώσης μας.	1	2	3	4	5
22	Μια επιστημονική θεωρία πρέπει να εξηγεί τα δεδομένα αλλά και να προβλέπει νέα.	1	2	3	4	5
23	Η δημιουργία επιστημονικών θεωριών είναι μια διαδικασία επινόησης.	1	2	3	4	5
24	Η επιστήμη δουλεύει μόνο με θεωρίες που μπορούν να ελεγχθούν.	1	2	3	4	5
25	Η επιστημονική γνώση είναι προσωρινή, διαρκής και αυτό-διορθώνεται.	1	2	3	4	5
26	Οι εξελίξεις στην επιστήμη εξετάζονται κριτικά και επικυρώνονται από μέλη της ευρύτερης επιστημονικής κοινότητας.	1	2	3	4	5
27	Στην επιστήμη, εάν μια επιστημονική θεωρία δεν εξηγεί ικανοποιητικά μια νέα παρατήρηση, τότε αυτή η θεωρία είτε απορρίπτεται είτε αναθεωρείται.	1	2	3	4	5
28	Μια επιστημονική θεωρία δεν μπορεί ποτέ να αποδειχθεί. ¹	1	2	3	4	5
29	Μετά την ανάπτυξη μιας επιστημονικής θεωρίας από τους επιστήμονες, αυτή δεν μπορεί να αλλάξει.	1	2	3	4	5
30	Η επιστήμη έχει φτάσει σε ένα τελικό σημείο, δε θα εξελιχθεί άλλο.	1	2	3	4	5

¹ Αφαιρέθηκε από τους υπολογισμούς καθώς μείωνε τον δείκτη εσωτερικής συνέπειας Cronbach's alpha.

		Διαφο νώ απόλυτα	Διαφο νώ	Δεν έχω άποψη	Συμφ ωνώ	Συμφ ωνώ απόλυτα
31	Οι επιστήμονες εργάζονται συχνά υπό συνθήκες αβεβαιότητας.	1	2	3	4	5
32	Υπάρχουν ιστορικές, πολιτισμικές και κοινωνικές επιδράσεις στην πρακτική και την κατεύθυνση της επιστήμης.	1	2	3	4	5
33	Αν και μπορεί μεμονωμένα άτομα να προσφέρουν πολλά στην επιστήμη, οι επιστημονικές διαδικασίες συχνά διεξάγονται ομαδικά και έχουν συχνά πολυτομεακή και παγκόσμια φύση.	1	2	3	4	5
34	Οι επιστημονικές αντιλήψεις μιας περιόδου συνδέονται με μια συγκεκριμένη παράδοση επιστημονικής πρακτικής	1	2	3	4	5
35	Η επιστήμη και η τεχνολογία αλληλοεπηρεάζονται αλλά δεν αποτελούν κοινό κλάδο.					
36	Η επιστήμη μας βοηθά να περιγράψουμε τον φυσικό κόσμο αλλά δεν κάνει ηθικές κρίσεις.	1	2	3	4	5
37	Η επιστημονική γνώση μας βοηθά να κατανοήσουμε και να εξηγήσουμε φαινόμενα και να ενημερώσουμε τις απόψεις μας και τις αποφάσεις μας.	1	2	3	4	5
38	Η επιστήμη δεν εξάγει συμπεράσματα σχετικά με θέματα προσωπικής πίστης και πνευματικότητας.	1	2	3	4	5

Μέρος Γ: Ανησυχία για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης

		Διαφο νώ απόλυτα	Διαφο νώ	Δεν έχω άποψη	Συμφ ωνώ	Συμφ ωνώ απόλυτα
1	Ανησυχώ για τις στάσεις των μαθητών μου απέναντι στη φύση της επιστήμης.	1	2	3	4	5
2	Γνωρίζω πλέον κάποιες άλλες προσεγγίσεις σχετικά με διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης που μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικές.	1	2	3	4	5
3	Δε γνωρίζω τι σημαίνει ο όρος "φύση της επιστήμης".	1	2	3	4	5
4	Ανησυχώ για το ότι δεν έχω αρκετό χρόνο για να οργανώνομαι κάθε μέρα για διδασκαλία για τη φύσης της επιστήμης.	1	2	3	4	5
5	Θα ήθελα να βοηθήσω άλλους εκπαιδευτικούς στη χρήση θεμάτων που αφορούν τη φύση της επιστήμης κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
6	Έχω πολύ περιορισμένη γνώση σχετικά με τη φύση της επιστήμης.	1	2	3	4	5

		Διαφω νώ απόλυτα	Διαφω νώ	Δεν έχω άποψη	Συμφ ωνώ	Συμφ ωνώ απόλυτα
7	Θα ήθελα να μάθω την επίδραση της αναδιοργάνωσης της διδασκαλίας μου με την ενσωμάτωση θεμάτων που αφορούν της φύσης της επιστήμης, στην επαγγελματική μου κατάσταση.	1	2	3	4	5
8	Ανησυχώ για τη σύγκρουση μεταξύ των ενδιαφερόντων και των ευθυνών μου σχετικά με τη διδασκαλία για τη φύσης της επιστήμης στα μαθήματα των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
9	Μου προκαλεί ανησυχία η ιδέα της αναθεώρησης της χρήσης της φύσης της επιστήμης στο μάθημα μου.	1	2	3	4	5
10	Θα ήθελα να συνεργαστώ με εκπαιδευτικούς εντός και εκτός του σχολείου μου για την ενσωμάτωση της φύσης της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
11	Ανησυχώ σχετικά με το πώς μπορεί να επηρεάσει τους μαθητές η ένταξη θεμάτων που αφορούν τη φύση της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
12	Δε μου προκαλεί ανησυχία η διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης στα μαθήματα των φυσικών επιστημών. ²	1	2	3	4	5
13	Είμαι ανοιχτός/ή σε διάλογο σχετικά με την ενσωμάτωση θεμάτων που αφορούν τη φύση της επιστήμης στα μαθήματα των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
14	Θα ήθελα να γνωρίζω περισσότερα για τη διαθεσιμότητα των πηγών σε περίπτωση ενσωμάτωσης θεμάτων που αφορούν τη φύση της επιστήμης στα μαθήματα των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
15	Θα ήθελα να μάθω πώς πρέπει να αλλάξουν οι πρακτικές διδασκαλίας μου κατά την ενσωμάτωση θεμάτων που αφορούν τη φύση της επιστήμης στα μαθήματα των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
16	Θα ήθελα να ενημερώσω και άλλα σχολεία ή εκπαιδευτικούς σχετικά με διδακτική προσέγγιση ενσωμάτωσης θεμάτων για τη φύση της επιστήμης στο μάθημα των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
17	Θα μου προκαλέσει ανησυχία η αξιολόγηση των επιπτώσεων που επιφέρει η διδασκαλία μου για θέματα της φύσης της επιστήμης, στους μαθητές μου.	1	2	3	4	5
18	Θα ήθελα να αναθεωρήσω την εκπαιδευτική προσέγγιση διδασκαλίας των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
19	Είμαι απασχολημένος με άλλα διδακτικά ζητήματα.	1	2	3	4	5
20	Θα ήθελα να τροποποιήσω τη διδασκαλία μου για τη φύση της επιστήμης βάσει των εμπειριών των μαθητών μου.	1	2	3	4	5

² Αφαιρέθηκε από τους υπολογισμούς καθώς μείωνε τον δείκτη εσωτερικής συνέπειας Cronbach's alpha.

		Διαφο νώ απόλυτα	Διαφο νώ	Δεν έχω άποψη	Συμφ ωνώ	Συμφ ωνώ απόλυτα
21	Παρόλο που δε γνωρίζω πράγματα που αφορούν τη φύση της επιστήμης, ανησυχώ ευρύτερα για ζητήματα διδακτικής των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
22	Θα ήθελα να προκαλέσω ενθουσιασμό τους μαθητές μου σχετικά με το ρόλο τους στη μάθηση των φυσικών επιστημών κατά τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.	1	2	3	4	5
23	Ανησυχώ για το χρόνο που αφιερώνω σε διαδικαστικά/μη ακαδημαϊκά θέματα που σχετίζονται με την ενσωμάτωση της φύσης της επιστήμης στη διδασκαλία μου.	1	2	3	4	5
24	Θα ήθελα να μάθω στο άμεσο μέλλον τι θα απαιτήσει η ενσωμάτωση θεμάτων που αφορούν τη φύση της επιστήμης στη διδασκαλία μου.	1	2	3	4	5
25	Θα ήθελα να συντονίσω την προσπάθεια μου για την ενσωμάτωση θεμάτων που αφορούν τη φύση της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, με άλλους εκπαιδευτικούς, έτσι ώστε για να μεγιστοποιήσω τα αποτελέσματα αυτής της προσπάθειας	1	2	3	4	5
26	Θα ήθελα να έχω περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις δεσμεύσεις χρόνου και ενέργειας που απαιτούνται για την ενσωμάτωση θεμάτων που αφορούν τη φύση της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
27	Θα ήθελα να γνωρίζω πώς άλλα σχολεία ενσωματώνουν θέματα για τη φύση της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
28	Προς το παρόν, δε με ενδιαφέρει να μάθω για τη φύση της επιστήμης και τη διδασκαλία αυτής στα μαθήματα των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
29	Θα ήθελα να καθορίσω τον τρόπο υποστήριξης, βελτίωσης ή αντικατάστασης θεμάτων που αφορούν τη φύση της επιστήμης στα μαθήματα των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
30	Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω σχόλια από μαθητές για να αλλάξω τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
31	Θα ήθελα να μάθω πώς θα αλλάξει ο ρόλος μου κατά την ενσωμάτωση θεμάτων που αφορούν τη φύση της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
32	Ο απαραίτητος συντονισμός των δραστηριοτήτων και των μαθητών, στο πλαίσιο ενσωμάτωσης θεμάτων που αφορούν τη φύση της επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, απαιτεί αφιέρωση μεγάλου μέρους του χρόνου μου.	1	2	3	4	5
33	Θα ήθελα να γνωρίζω γιατί η ενσωμάτωση θεμάτων για τη φύση της επιστήμης θεωρείται προτιμότερη από άλλα θέματα που χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5

Μέρος Δ: Οι αντιλήψεις μου σχετικά με την αυτό- επάρκεια μου για τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης

		Διαφο νώ απόλυτα	Διαφο νώ	Δεν έχω άποψη	Συμφ ωνώ	Συμφ ωνώ απόλυτα
1	Όταν ένας μαθητής έχει καλύτερες επιδόσεις από το συνηθισμένο σε θέματα που αφορούν τη φύση της επιστήμης, είναι συχνά λόγω του ότι ο εκπαιδευτικός έχει καταβάλει επιπρόσθετη προσπάθεια.	1	2	3	4	5
2	Θα βρίσκω συνεχώς καλύτερους τρόπους για να διδάσκω για τη φύση της επιστήμης στα μαθήματα των φυσικών Επιστημών.	1	2	3	4	5
3	Ακόμα και αν προσπαθήσω πολύ σκληρά, δε θα καταφέρω να διδάξω για τη φύσης τη επιστήμης όσο καλά διδάσκω άλλα θέματα.	1	2	3	4	5
4	Η βελτίωση των βαθμών των μαθητών, οφείλεται συχνά στο γεγονός ότι ο εκπαιδευτικός τους έχει εφαρμόσει μια πιο αποτελεσματική προσέγγιση διδακτικής για τη φύση της επιστήμης.	1	2	3	4	5
5	Δε θα είμαι πολύ αποτελεσματικός στον έλεγχο επιστημονικών πειραμάτων.	1	2	3	4	5
6	Πιθανή αποτυχία των μαθητών στις φυσικές επιστήμες, προκύπτει συχνά λόγω αναποτελεσματικής διδασκαλίας για τη φύση της επιστήμης.	1	2	3	4	5
7	Γενικότερα διδάσκω αναποτελεσματικά για τη φύσης της επιστήμης στα μαθήματα των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
8	Οι μαθησιακές αδυναμίες των μαθητών μου στις φυσικές επιστήμες μπορούν να αντιμετωπιστούν με την εφαρμογή ποιοτικής διδασκαλίας για τη φύση της επιστήμης.	1	2	3	4	5
9	Η χαμηλή επίδοση των μαθητών στις φυσικές επιστήμες δε μπορεί γενικότερα να αποδοθεί στους/στις εκπαιδευτικούς τους.	1	2	3	4	5
10	Όταν ένας μαθητής με γενικά χαμηλές επιδόσεις προοδεύει στις φυσικές επιστήμες, αυτό οφείλεται συνήθως στην επιπλέον προσοχή που δίνεται από τον/την εκπαιδευτικό.	1	2	3	4	5
11	Κατανοώ τις επιστημονικές έννοιες αρκετά καλά ώστε να είμαι αποτελεσματικός/ή στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης στα μαθήματα των φυσικών επιστημών στο δημοτικό.	1	2	3	4	5
12	Η αυξημένη προσπάθεια διδασκαλίας ζητημάτων για τη φύση της επιστήμης στα μαθήματα των φυσικών επιστημών, έχει ως αποτέλεσμα περιορισμένη αλλαγή στις επιδόσεις των μαθητών.	1	2	3	4	5
13	Η επιτυχία των μαθητών στις φυσικές επιστήμες σχετίζεται άμεσα με την αποτελεσματικότητα του εκπαιδευτικού τους στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.	1	2	3	4	5
14	Ο/Η εκπαιδευτικός είναι γενικά υπεύθυνος για τις επιδόσεις των μαθητών στις φυσικές επιστήμες.	1	2	3	4	5

		Διαφο νώ απόλυτα	Διαφο νώ	Δεν έχω άποψη	Συμφ ωνώ	Συμφ ωνώ απόλυτα
15	Η επιτυχία των μαθητών στις φυσικές επιστήμες σχετίζεται άμεσα με την αποτελεσματικότητα του/της εκπαιδευτικού τους στη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης.	1	2	3	4	5
16	Εάν οι γονείς σχολιάσουν ότι το παιδί τους δείχνει περισσότερο ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες, αυτό οφείλεται πιθανώς στον/στην εκπαιδευτικό του παιδιού.	1	2	3	4	5
17	Δυσκολεύομαι να εξηγήσω στους μαθητές γιατί λειτουργούν τα επιστημονικά πειράματα, χρησιμοποιώντας στοιχεία από τη φύση της επιστήμης.	1	2	3	4	5
18	Συνήθως μου είναι εύκολο να απαντήσω στις ερωτήσεις των μαθητών μου σχετικά με τη φύση της επιστήμης.	1	2	3	4	5
19	Αναρωτιέμαι αν ποτέ θα έχω τις απαραίτητες δεξιότητες για να διδάξω για τη φύση της επιστήμης στο μάθημα των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
20	Ευκαιρίας δοθείσης, δε θα προσκαλούσα τη διεύθυνση του σχολείου μου να αξιολογήσει τη διδασκαλία μου για τη φύση της επιστήμης στο μάθημα των φυσικών επιστημών.	1	2	3	4	5
21	Όταν ένας μαθητής δυσκολεύεται να κατανοήσει μια έννοια της φύσης της επιστήμης, συνήθως δε είμαι σίγουρος/η σχετικά με το πώς να βοηθήσω τον μαθητή να την καταλάβει.	1	2	3	4	5
22	Όταν διδάσκω για τη φύση της επιστήμης στα μαθήματα των φυσικών επιστημών είμαι συχνά ανοιχτός/ή σε ερωτήσεις των μαθητών.	1	2	3	4	5
23	Δεν ξέρω τι να κάνω ώστε να στρέψω το ενδιαφέρον των μαθητών μου προς τη φύση της επιστήμης.	1	2	3	4	5

Μέρος Ε: Δημογραφικά στοιχεία και συμμετοχή σε συνέντευξη

1	Φύλο
2	Σχολείο
3	Πόλη/ Χώρα
4	Θα θέλατε να συμμετέχετε σε μια 15-λεπτη συνέντευξη με στόχο την περαιτέρω εμβάθυνση σε πτυχές των απαντήσεώς σας που δόθηκαν πιο πάνω;
5	Σε περίπτωση που επιθυμείτε να συμμετάσχετε στη συνέντευξη προσθέστε το email ή/ και τον αριθμό του τηλεφώνου σας. Τα στοιχεία σας θα χρησιμοποιηθούν εμπιστευτικά και είναι απαραίτητα για να επικοινωνήσουμε μαζί σας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Συνοδευτική Επιστολή

Μάιος, 2021

Αγαπητέ/ αγαπητή εκπαιδευτικέ, με την παρούσα επιστολή σας προσκαλούμε να συμμετέχετε στην έρευνα με θέμα «Μελέτη των αντιλήψεων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη φύση της επιστήμης και τη διερώτηση σε συνάρτηση με τις πεποιθήσεις αυτό- επάρκειάς τους και τις ανησυχίες τους για την εξ' αποστάσεως διδασκαλία των φυσικών επιστημών εν μέσω της πανδημίας COVID- 19». Μέσα από τη μελέτη των αντιλήψεων των συμμετεχόντων για τη φύση της επιστήμης και τη διερώτηση, επιχειρούμε να εντοπίσουμε συνδέσεις αυτών των τομέων με θέματα αυτό- επάρκειας και ανησυχίας για τη διενέργεια της εξ' αποστάσεως διδασκαλίας, ώστε να αναδειχθούν εκ νέου ζητήματα στήριξης των εκπαιδευτικών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών τόσο εξ' αποστάσεως όσο και δια ζώσης.

Μετά τις απαντήσεις σας στα ερωτηματολόγια καλείστε να συμμετάσχετε εθελοντικά σε συνεντεύξεις για τα παραπάνω με σκοπό την περαιτέρω ανάλυση των απαντήσεων. Οι συνεντεύξεις, όπως και τα ερωτηματολόγια, θα χαρακτηρίζονται από ανωνυμία και οι απαντήσεις θα αναλυθούν και θα χρησιμοποιηθούν μόνο για ερευνητικούς σκοπούς.

Η συμμετοχή σας είναι εθελοντική και δικαιούστε να αποσυρθείτε από την προσπάθεια ανά πάσα στιγμή χωρίς κυρώσεις. Σε περίπτωση που συμφωνείτε με τα παραπάνω παρακαλείστε να απαντήσετε στο σύνολο των ερωτήσεων. Στην περίπτωση που επιθυμείτε να αποσυρθείτε εξ ολοκλήρου αλλά και αν χρειάζεστε περισσότερες πληροφορίες για την έρευνα επικοινωνήστε με την Παλπάνη Χρυσούλα Αικατερίνη στο τηλέφωνο 6986892941 και στο e- mail: kristapalp@gmail.com.

Ευχαριστώ για τη συνεργασία σας.

Με εκτίμηση

Παλπάνη Χρυσούλα Αικατερίνη

Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Λευκωσίας

Πρωτόκολλο συνέντευξης

Φύση της Επιστήμης (9)

1. Τι είναι η επιστήμη και τι είναι αυτό που τη διαφοροποιεί από άλλα πεδία (π.χ. τέχνη).
2. Η επιστήμη περιλαμβάνει πάντα την πραγματοποίηση πειραμάτων; Εξηγήστε την απάντησή σας.
3. Τι είναι η επιστημονική μέθοδος;
4. Η έννοια «παρατήρηση» είναι διαφορετική ή ταυτόσημη από την έννοια «ερμηνεία»; Εξηγήστε χρησιμοποιώντας παραδείγματα.
5. Τι είναι μια επιστημονική θεωρία; Διαφέρει με κάποιον τρόπο από τον επιστημονικό νόμο;

*Διευκρινιστικό παράδειγμα, σε περίπτωση που αναγνωριστεί η ύπαρξη διαφοράς αλλά δεν μπορεί να εξηγηθεί:

Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι μπορούσαν να προβλέψουν τις περιόδους υπερχειλίσης του Νείλου αλλά όχι να εξηγήσουν τον λόγο για τον οποίο αυτές συνέβαιναν. Αυτό το παράδειγμα περιγράφει έναν νόμο ή μια θεωρία (Dunbar 1995);

6. Αφού οι επιστήμονες αναπτύξουν μια θεωρία, υπάρχει πιθανότητα αυτή να αλλάξει; (α) Εάν ναι, ποια είναι η διαδικασία με την οποία μπορεί να αλλάξει μια επιστημονική θεωρία; (β) Εάν όχι, εξηγήστε γιατί οι επιστημονικές θεωρίες δεν αλλάζουν;
7. Υπάρχει χώρος για δημιουργικότητα ή/και φαντασία στην επιστήμη;
8. Επηρεάζεται το έργο του επιστήμονα από την κοινωνία; Και αν ναι, με ποιον τρόπο; Εξηγήστε την απάντησή σας χρησιμοποιώντας ένα παράδειγμα.
9. Είναι δυνατόν δύο διαφορετικοί επιστήμονες να καταλήξουν σε διαφορετικά συμπεράσματα με τη χρήση των ίδιων δεδομένων;

Αυτό- επάρκεια NOS (2)

10. Πώς αντιλαμβάνεστε τον όρο "φύση της επιστήμης";

Με τον όρο επιστημονική γνώση εννοούμε τη γνώση για τα φαινόμενα που εξετάζει η επιστήμη, ενώ ο όρος «φύση της επιστήμης» σχετίζεται με τη γνώση για την

επιστήμη και τις σημαντικότερες πτυχές αυτής (γνώση για την επιστημονική γνώση) (Driver, Leach, Millar & Scott, 1996). Στη σχολική τάξη, η διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης περιλαμβάνει τη ρητή διδασκαλία για ζητήματα που αφορούν τη φιλοσοφία, την ιστορία, την κοινωνιολογία και τη ψυχολογία της επιστήμης (McComas & Olson, 1998).

11. Έχετε ενσωματώσει ή θα ενδιαφερόσασταν να ενσωματώσετε θέματα που αφορούν τη φύση της επιστήμης στη διδασκαλία σας
12. Έχετε αυτοπεποίθηση στο να διδάξετε για τη φύση της επιστήμης; Ναι, όχι και γιατί;
13. Θεωρείτε ότι είστε/θα ήσασταν αποτελεσματικός στη διδασκαλία για θέματα που αφορούν τη φύση της επιστήμης στα μαθήματα των ΦΕ (ιστορίας, φιλοσοφίας και κοινωνιολογίας των ΦΕ); Αιτιολογήστε την απάντησή σας και δώστε παραδείγματα.

Ανησυχία για NOS (3)

14. Σας προκαλεί ανησυχία η διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης; Αν ναι, ποιο συγκεκριμένο ζήτημα σχετικά με αυτή είναι αυτό που σας προκαλεί ανησυχία;
15. Θα θέλατε να μάθετε περισσότερα σχετικά με τη διδασκαλία για τη φύση της επιστήμης; Αν ναι, με ποιους τρόπους πιστεύετε ότι θα ήταν πιο αποτελεσματική μια τέτοια ενημέρωση για εσάς;

Διερώτηση (5)

16. Περιγράψτε μου τον τρόπο με τον οποίο διενεργείτε το μάθημα των φυσικών επιστημών κατά την εξ' αποστάσεως διδασκαλία, τόσο όσον αφορά τις δικές σας ενέργειες, τις στρατηγικές που χρησιμοποιείτε αλλά και το ρόλο των μαθητών.

Με τον όρο επιστημονική διερώτηση εννοούμε τους διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους μελετούν οι επιστήμονες τον φυσικό κόσμο και προτείνουν εξηγήσεις με βάση στοιχεία που προέρχονται από αυτή τους τη δουλειά (NRC, 1996, σελ. 23), τις επιστημονικές πρακτικές, δηλαδή. Αντίστοιχα η σχολική διερώτηση αφορά διδακτικές στρατηγικές μεταφοράς των πρακτικών αυτών στη σχολική τάξη, ως μέσου διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

17. Εφαρμόζετε διερώτηση στα μαθήματα που γίνονται εξ' αποστάσεως; Εάν ναι, απαντήστε στο ερώτημα 18. Εάν όχι, απαντήστε στο ερώτημα 19.
18. Ποιες είναι οι πτυχές του εξ' αποστάσεως μαθήματός σας που το κάνουν να χαρακτηρίζεται ως διδασκαλία μέσω διερώτησης (Τι το κάνει διερώτηση);
19. Ποιοι περιορισμοί αισθάνεστε ότι υπάρχουν στη διδασκαλία των ΦΕ μέσω διερώτησης στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση;
20. Πιστεύετε ότι υπάρχουν οφέλη από την εφαρμογή της διερώτησης στη διδασκαλία των ΦΕ κατά την εξ αποστάσεως εκπαίδευση; Εάν ναι, γιατί και ποια είναι τα οφέλη; Εάν όχι, γιατί όχι;
21. Πώς μπορεί να συγκριθεί η διδακτική εφαρμογή της διερώτησης στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση με την εφαρμογή της στη δια ζώσης εκπαίδευση;
22. Πώς μπορεί να συγκριθεί η διδακτική εφαρμογή της διερώτησης στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση με την επιστημονική διερώτηση; Δώστε ένα συγκεκριμένο παράδειγμα.