



UNIVERSITY *of* NICOSIA

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ»

Οι Αντιλήψεις των Μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για τη ΦτΕ και τη Χρησιμότητα της Επιστημονικής Γνώσης στην Καθημερινή Ζωή: ποιες είναι, πως διαμορφώνονται από το επάγγελμα των γονιών και πως διαμορφώνουν τις επαγγελματικές βλέψεις των μαθητών.

Από τη Νικολάου Μαρία

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Δρ. Ευαγόρου Μαρία

EDUC-699DL

Μεταπτυχιακή Εργασία

Εγώ, η Νικολάου Μαρία, γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «Οι Αντιλήψεις των Μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για τη ΦτΕ και τη Χρησιμότητα της Επιστημονικής Γνώσης στην Καθημερινή Ζωή: ποιες είναι, πως διαμορφώνονται από το επάγγελμα των γονιών και πως διαμορφώνουν τις επαγγελματικές βλέψεις των μαθητών», 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.

Νικολάου Μαρία,

Μαρία Νικολάου

UNIVERSITY of NICOSIA

Περίληψη

Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη ΦτΕ αποτελούν πεδίο έντονου ερευνητικού ενδιαφέροντος αφού διαμορφώνουν τις στάσεις που διατηρούν οι μαθητές, ενώ φαίνονται να συνδέονται και με την επιλογή επαγγελματικού προσανατολισμού. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις αντιλήψεις αποτελούν χρήσιμο εργαλείο στα χέρια των ερευνητών για την χάραξη εκπαιδευτικών πολιτικών και διαμόρφωση διδακτικών προσεγγίσεων.

Σκοπός της έρευνας ήταν η διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την επιστήμη και τη φύση της καθώς και η διερεύνηση των αντιλήψεων τους για τον ρόλο της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινή ζωή. Επιπρόσθετοι στόχοι της έρευνας ήταν η διερεύνηση του ρόλου των γονιών, συγκεκριμένα του επαγγέλματος τους, στην διαμόρφωση αντιλήψεων καθώς και η συσχέτιση των αντιλήψεων των μαθητών για τη ΦτΕ με τις επαγγελματικές τους βλέψεις. Στην έρευνα συμμετείχαν 163 μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης οι οποίοι φοιτούσαν σε σχολεία της Λεμεσού, κατά τη σχολική χρονιά 2021-2022. Για την προσέγγιση των ερωτημάτων χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου και οι απαντήσεις των μαθητών έτυχαν στατιστικής ανάλυσης.

Μέσα από τα αποτελέσματα της έρευνας, φάνηκε πως οι αντιλήψεις των μαθητών για τη ΦτΕ είναι ανεπτυγμένες σχετικά με τη θεωρητικά εξαρτημένη βάση της και τον δυναμικό χαρακτήρα της, αφού αναγνώρισαν ότι το υπόβαθρο των επιστημόνων επηρεάζει την ερμηνεία των αποτελεσμάτων και εξέφρασαν το ενδεχόμενο η επιστημονική γνώση να υποστεί αλλαγές. Παρά την κατανόηση σημαντικών πτυχών της ΦτΕ, οι μαθητές υποστήριξαν την ύπαρξη μίας καθολικής επιστημονικής διαδικασίας, η οποία στηρίζεται σε συγκεκριμένα βήματα, από τα οποία οι επιστήμονες δεν παρεκκλίνουν.

Αναφορικά με τη χρησιμότητα της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινή ζωή, οι μαθητές αναγνωρίζουν τον σημαντικό ρόλο που διαδραματίζει η επιστημονική γνώση στη δραστηριοποίηση του σύγχρονου πολίτη, όμως δεν εντοπίζουν σύνδεση της σχολικής γνώσης με πτυχές της καθημερινότητας τους.

Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη ΦτΕ, δεν επηρεάζονται από το επάγγελμα των γονιών αφού μέσα από τα αποτελέσματα δεν προέκυψε διαφοροποίηση των αντιλήψεων. Τέλος, οι επαγγελματικές βλέψεις των μαθητών προσανατολίζονται σε επαγγέλματα STEM, όταν κατέχουν ανεπτυγμένες αντιλήψεις σχετικά με τον δημιουργικό χαρακτήρα της επιστήμης.

Λέξεις Κλειδιά: Φύση της Επιστήμης, αντιλήψεις, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, επάγγελμα γονιών, επαγγελματικές βλέψεις



Abstract

The assessment of students' perceptions regarding Nature of Science (NoS) has been gaining momentum worldwide over the last decades since adequate views of science and its nature has been recognized as a vital component of scientific literacy. Students' perceptions about nature of science are shaping their attitudes towards science and has a great impact on their career aspirations. Given its importance, knowing students' views of the NoS can be an asset for curriculum developers and teaching professionals to accordingly shape instructional approaches.

The main purpose of the current research is to examine Cypriot students' perceptions regarding certain aspects of NoS as well as to determine the role of scientific knowledge during their daily function. Furthermore, secondary aim is to investigate the impact of parents' occupation in shaping students' perceptions and the correlation between the views that students held regarding NoS and their career aspirations. For the fulfillment of the research aims, the study employs a Likert-scale questionnaire to quantitatively examine the perceptions of 163 high school students during school year 2021-2022.

The results indicate that high school students generally held adequate views regarding the theory-laden nature of scientific knowledge since they recognized scientists' background factors, such as prior knowledge and experiences, as being influential. On the other hand, they considered scientific knowledge as a product generated from a strict procedure, the scientific method. Regarding the role of scientific knowledge in their daily life, participants recognized its importance, but they were not able to consider school science as relevant in a social context. In addition, findings suggested that parents' occupation do not influence participants' epistemological beliefs and students tend to choose science careers when they hold informed conceptions regarding the creative nature of science.

Key Words: Nature of Science, perceptions, high school, relevance of scientific knowledge, parents' occupation, career aspirations

Περιεχόμενα

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
2	ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	11
2.1	Επιστημονικός Γραμματισμός	11
2.2	Η Επιστήμη και η Φύση της.....	14
2.2.1	Επιστήμη	14
2.2.2	Η Φύση της Επιστήμης	16
2.2.3	Η έννοια της Φύσης της Επιστήμης	16
2.3	Ο Ρόλος της Φύσης της Επιστήμης στη Σχολική Επιστήμη	18
2.3.1	Οι πτυχές της Φύσης της Επιστήμης στη Σχολική Επιστήμη	20
2.3.2	Η Προσέγγιση των Συναινετικών Απόψεων (Consensus View)	21
2.3.3	Η Κριτική Απέναντι στην Προσέγγιση των Συναινετικών Απόψεων	27
2.4	Οι Αντιλήψεις των Μαθητών για τη Φύση της Επιστήμης	30
2.4.1	Η Έννοια της Αντίληψης.....	31
2.4.2	Σύγχρονες Αντιλήψεις για τη Φύση της Επιστήμης	31
3	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	34
3.1	Αντιλήψεις των Μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για τη Φύση της Επιστήμης	34
3.2	Η Διαμόρφωση Αντιλήψεων και η Σύνδεση της με το Επάγγελμα των Γονιών	39
3.3	Οι Αντιλήψεις των Μαθητών και πως Διαμορφώνουν τις Επαγγελματικές τους Βλέψεις .	40
3.4	Η Συσχέτιση Επιστήμης και Καθημερινότητας.....	43
4	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	46
4.1	Σκοπός της Έρευνας	46
4.2	Ερευνητικά Ερωτήματα.....	46
4.3	Οριοθέτηση του προβλήματος.....	47
4.4	Δείγμα της Έρευνας.....	47
4.5	Εργαλείο Συλλογής Δεδομένων - Το ερωτηματολόγιο	47
4.6	Λειτουργικοί Ορισμοί Μεταβλητών	49
4.7	Εγκυρότητα και Αξιοπιστία του Ερωτηματολογίου	50
4.8	Διαδικασία Εκτέλεσης της Έρευνας	51
4.9	Στατιστικές Τεχνικές	51
5	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	52
5.1	Αποτελέσματα Πρώτου Ερευνητικού Ερωτήματος	52
5.2	Αποτελέσματα Δεύτερου Ερευνητικού Ερωτήματος	56
5.3	Αποτελέσματα Τρίτου Ερευνητικού Ερωτήματος	58

5.4	Αποτελέσματα Τέταρτου Ερευνητικού Ερωτήματος	60
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	62
7	Βιβλιογραφία	68



1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι μαθητές μέσα στα χρόνια, ολοένα και απομακρύνονται από τις θετικές επιστήμες (OECD, 2007) με σημαντικές επιπτώσεις στην παγκόσμια αγορά εργασίας. Η Ευρώπη στο κοντινό μέλλον θα βρεθεί αντιμέτωπη με τεράστιες ενεργειακές και περιβαλλοντικές προκλήσεις, γεγονός που θα ενισχύσει την ανάγκη για εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό ώστε να μπορέσει να ανταποκριθεί στις αυξανόμενες προκλήσεις του σύγχρονου κόσμου (Kiljunen, 2013; National Science Board, 2014).

Κύριο μέλημα της επιστημονικής κοινότητας είναι να εντοπίσει τις αιτίες που οδηγούν στην πτώση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τις φυσικές επιστήμες (ΦΕ) και να αναδομήσει το χαμένο τους κύρος με τη συνειδητοποίηση της αξίας που η επιστημονική γνώση μπορεί να προσδώσει στην καθημερινότητα των πολιτών, μέσα από την καλλιέργεια επιστημονικού γραμματισμού. Η σχολική επιστήμη ορίζεται πλέον μέσα σε νέα πλαίσια τα οποία τίθενται από την ίδια την πορεία του σύγχρονου κόσμου. Μέσα στον καταιγισμό των επιστημονικών και τεχνολογικών εξελίξεων, η διδασκαλία φυσικών επιστημών οφείλει να ανταποκριθεί στον σημαντικό ρόλο που της αντιστοιχεί.

Η κατανόηση των πτυχών της φύσης της επιστήμης (ΦτΕ) αναγνωρίζεται ευρέως ως σημαντικός παράγοντας του επιστημονικού γραμματισμού και τοποθετείται πλέον ως κύριο μέλημα της σύγχρονης διδασκαλίας των ΦΕ (Cofré et al., 2019). Για τον λόγο αυτό, τις τελευταίες δύο δεκαετίες εντείνεται συνεχώς η αναδιαμόρφωση της εκπαίδευσης ανά το παγκόσμιο, για να μπορέσει να ενσωματώσει τον κρίσιμο αυτό παράγοντα της ουσιαστικής κατανόησης των πτυχών που χαρακτηρίζουν την επιστημονική γνώση (Akerson & Donnelly 2008; Kampourakis, 2016; NGSS, 2013; Schwartz & Crawford, 2004). Μέσα από την ανάπτυξη ορθών και σύγχρονων αντιλήψεων για την ΦτΕ, οι μαθητές εφοδιάζονται με τα απαραίτητα εργαλεία, ώστε να μπορέσουν να κατανοήσουν ουσιαστικά την επιστημονική γνώση και τελικά να την αξιοποιήσουν σε διάφορες πτυχές της καθημερινής τους δραστηριοποίησης (Khishfe et al., 2017; Lederman & Lederman, 2014; NGSS, 2013). Όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν οι Osborne κ.συν. (2003), πλέον μέσα στα σύγχρονα πλαίσια η ουσία της επιστήμης θα αναδειχθεί μόνο όταν η διδασκαλία των ΦΕ μπορέσει να προσδώσει ουσιαστική αξία σε όλους τους μαθητές ανεξαιρέτως και όχι αποκλειστικά στη μειοψηφία που θα ακολουθήσει επιστημονική καριέρα.

Η έννοια της φύσης της επιστήμης είναι αρκετά ευρεία ώστε να μπορέσει μέσα της να χωρέσει τις εγγενείς αξίες και αρχές που οδηγούν στην απόκτηση επιστημονικής γνώσης, αλλά και τον τρόπο μέσα από τον οποίο η σύγχρονη επιστήμη οικοδομείται (Lederman, 2007; Osborne et al., 2003). Λόγω του πλουραλιστικού χαρακτήρα της ΦτΕ, υπάρχει έντονη συζήτηση ανάμεσα στους ερευνητές της διδασκαλίας των ΦΕ ως προς τις πτυχές της ΦτΕ που μπορούν να ενσωματωθούν στη σχολική επιστήμη. Οι ερευνητές για να μπορέσουν να στηριχθούν σε κοινό έδαφος επιχειρούν να επιτύχουν τη μέγιστη δυνατή σύγκλιση ως προς τις επιστημολογικές πτυχές της επιστημονικής γνώσης που αποτελούν κατάλληλο πλαίσιο για εισαγωγή στη σχολική επιστήμη (Kamprourakis, 2016; Khishfe, 2013; Schizas et al., 2016).

Στα πλαίσια αυτά, η ανάγκη να διερευνηθούν οι αντιλήψεις των μαθητών για την επιστήμη και τη ΦτΕ καθίσταται πιο κρίσιμη από ποτέ αφού οι αντιλήψεις τους φαίνεται να σχετίζονται με τις στάσεις των μαθητών απέναντι στις επιστήμες καθώς και την επιλογή επαγγελματικού προσανατολισμού. Η ερευνητική κοινότητα ανά το παγκόσμιο, τις τελευταίες δεκαετίες, επιχειρεί να αναπτύξει τα κατάλληλα εργαλεία μέσα από τα οποία θα ξεδιπλωθούν οι αντιλήψεις των μαθητών για τη φύση της επιστήμης και την πραγματική εικόνα που έχουν σχηματίσει για αυτήν (Akçay & Akçay, 2015; Khishfe, 2013; Salter & Atkins, 2014; Tsybulsky, 2018).

Στον κυπριακό εκπαιδευτικό χώρο, παρά τις προσπάθειες για εντοπισμό αντίστοιχων ερευνών, φαίνεται πως δεν υπάρχει προσπάθεια για καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Από παγκόσμιες έρευνες καθίσταται σαφές πως οι μαθητές στην Κύπρο διατηρούν χαμηλές επιδόσεις και χαμηλή αντίληψη στις φυσικές επιστήμες (OECD, 2018). Μέσα σε αυτές τις συνθήκες, η απουσία παρόμοιων ερευνών αποτελεί την αχίλλειο πτέρνα της εκπαιδευτικής έρευνας στη διδασκαλία των ΦΕ στο κυπριακό συγκείμενο, αφού δεν υπάρχει ξεκάθαρη εικόνα για τις αντιλήψεις των μαθητών και ιδιαίτερα για το πως αυτές διαμορφώθηκαν μετά από τις πρόσφατες μεταρρυθμίσεις του Υπουργείου Παιδείας στην Κύπρο, τόσο στο εκπαιδευτικό περιεχόμενο, όσο και στη δομή με την εισαγωγή της αξιολόγησης τετραμήνων.

Σκοπός λοιπόν της παρούσας έρευνας είναι να καλύψει το ερευνητικό κενό στον κυπριακό εκπαιδευτικό χώρο, καταγράφοντας τις αντιλήψεις των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για την επιστήμη και τη ΦτΕ καθώς και το πως αντιλαμβάνονται τη σύνδεση της επιστημονικής γνώσης με την καθημερινότητά τους. Ακόμα επιδιώκεται η συσχέτιση

αντιλήψεων με το επάγγελμα των γονιών καθώς και η συσχέτιση των αντιλήψεων με την επιλογή επαγγέλματος.

Επιπρόσθετη αξία στην παρούσα έρευνα προσδίδει το γεγονός πως το δείγμα αποτελείται αμιγώς από μαθητές που έχουν επιλέξει τον πρακτικό κλάδο, άρα έχουν τις επιστήμες και τα μαθηματικά ως μαθήματα κατεύθυνσης. Οι μαθητές αυτοί αποτελούν εν δυνάμει το μελλοντικό εργατικό δυναμικό σε επαγγέλματα STEM, συνεπώς ο εντοπισμός των αντιλήψεων τους για την επιστήμη αλλά και η θέλησή τους να επιχειρήσουν καριέρα στις ΦΕ θα έπρεπε να αποτελεί για τον κυπριακό εκπαιδευτικό χώρο βασική και ασταμάτητη επιδίωξη. Μέσα στα νέα παγκόσμια πλαίσια η Κύπρος οφείλει να παραμείνει ανταγωνιστική, γεγονός που θα επιτευχθεί μέσα από το μελλοντικό ανθρώπινο δυναμικό.

Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας έρευνας, διατυπώνονται ως ακολούθως:

1. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Κύπρο για την επιστήμη και τη ΦτΕ;
2. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Κύπρο για την αξιοποίηση της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινότητα τους;
3. Υπάρχει διαφοροποίηση στις αντιλήψεις των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την επιστήμη και τη ΦτΕ ανάλογα με το επάγγελμα των γονιών;
4. Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των αντιλήψεων των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για την επιστήμη και τη ΦτΕ με τις επαγγελματικές τους βλέψεις σε επαγγέλματα STEM;

2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Επιστημονικός Γραμματισμός

Στη ραγδαία αναπτυσσόμενη κοινωνία, βασική επιδίωξη της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών καθίσταται ο επιστημονικός γραμματισμός ως ο βασικός τρόπος για διαμόρφωση ατόμων με καίριες δεξιότητες που θα αποτελέσουν τον ενεργό μελλοντικό πολίτη σε συνθήκες όπου επιβάλλεται να γνωρίζει και να αναγνωρίζει την άρρηκτη σχέση κοινωνίας και επιστήμης (Eurydice Network, 2011; National Research Council, 2012; NGSS, 2013).

Σύμφωνα με τον DeBoer (2000), με την έννοια του επιστημονικού γραμματισμού αναφερόμαστε στις γνώσεις που οι άνθρωποι πρέπει να κατέχουν ώστε να είναι σε θέση να ζουν πιο αποτελεσματικά στον φυσικό κόσμο. Ως βασική προϋπόθεση του επιστημονικού γραμματισμού καθίσταται η ικανότητα εφαρμογής της επιστημονικής γνώσης σε πραγματικές συνθήκες μέσα στην καθημερινότητα του ατόμου (Bybee & McCrae, 2011). Βασικό πλεονέκτημα του όρου «επιστημονικός γραμματισμός», είναι η ικανότητα του να περικλείει όλες τις βασικές επιδιώξεις της διδασκαλίας των ΦΕ (Holbrook & Rannikmae, 2009).

Μία ακόμη απόδοση του όρου «επιστημονικός γραμματισμός» δίνεται από τους Holbrook και Rannikmae (1997) κατά την οποία περιγράφεται ως η ανάπτυξη της ικανότητας για δημιουργική αξιοποίηση της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινότητα με στόχο την επίλυση προβλημάτων, τη λήψη αποφάσεων και συνεπώς τη βελτίωση της ποιότητας ζωής.

Ο επιστημονικός γραμματισμός φαίνεται να συνδέεται με δύο επιμέρους ικανότητες: την ικανότητα καθείς να αντιλαμβάνεται πως διεξάγεται η επιστημονική έρευνα, το είδος της γνώσης που παράγεται καθώς και την ικανότητα για βέλτιστη χρήση της επιστημονικής γνώσης. Η δεύτερη αναφερόμενη πτυχή στηρίζεται στην ανάπτυξη λογικών επιχειρημάτων για τη λήψη αποφάσεων που αφορούν κοινωνικό-επιστημονικά θέματα (Roberts, 2007).

Η διδασκαλία των ΦΕ για να μπορέσει να θεωρηθεί ως επιτυχημένη και ουσιαστικά ωφέλιμη, οφείλει να τύχει αναπροσαρμογής ώστε να εξυπηρετεί τους στόχους του επιστημονικού γραμματισμού. Η καλλιέργεια της ικανότητας για τη λήψη αποφάσεων που αφορούν κοινωνικό-επιστημονικά ζητήματα μέσω της επίκλησης επιστημονικών επιχειρημάτων καθώς και η ικανότητα αξιοποίησης της επιστημονικής γνώσης με σκοπό την

επίλυση προβλημάτων υπερτερούν σε σχέση με την υποτυπώδη και στεία απομνημόνευση πληροφοριών (AAAS, 1993; NRC, 1996).

Με την προσκόλληση σε αναχρονιστικές μεθόδους και χωρίς την υιοθέτηση σύγχρονης ολιστικής προσέγγισης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, οι μαθητές δεν θα αντιληφθούν ποτέ την αλληλεπίδραση και αλληλεξάρτηση κοινωνίας και επιστήμης, τον ρόλο με τον οποίο οι επιστημονικές εξελίξεις καθορίζουν την πορεία και τις αποφάσεις μας, αφού δεν θα κατέχουν το απαιτούμενο γνωστικό υπόβαθρο ώστε να κάνουν τις απαραίτητες συνδέσεις.

Μέσα από όσα έχουν ήδη αναφερθεί καθίς αντιλαμβάνεται πως η ανάπτυξη ατομικών και κοινωνικών δεξιοτήτων κρίνεται αναγκαία. Για τον επιστημονικά εγγράμματο πολίτη κάποιες από αυτές είναι η καλλιέργεια κοινωνικών αξιών ώστε το άτομο να μπορεί να δρα υπεύθυνα μέσα στην κοινότητα, να αποκτήσει τις απαραίτητες ικανότητες ώστε να είναι σε θέση να δραστηριοποιείται με επιτυχία στο εργασιακό του περιβάλλον και να κατέχει το επιστημονικό και τεχνολογικό γνωστικό υπόβαθρο για να αντεπεξέρχεται στις ανάγκες της αναπτυσσόμενης κοινωνίας (Bybee, 1997).

Όπως αναφέρουν οι McCain και Segal (1982), *«αφού η επιστήμη επηρεάζει όλες τις πτυχές της ζωής μας, οι μορφωμένοι άνθρωποι πρέπει να κατέχουν επαρκή γνώση για τη δομή και τη λειτουργία της»*. Η εκπαίδευση πρέπει να προωθεί την κατανόηση των διεργασιών μέσα από τις οποίες προκύπτει η επιστημονική γνώση παράλληλα με το γνωστικό περιεχόμενο, ώστε οι μαθητές να καταστούν ικανοί να την αξιοποιήσουν (Eurydice Network 2011; OECD, 2013). Μέσα από την αναφορά των Yacoubian και BouJaoude (2010) κατά την οποία υποστηρίζεται πως ο επιστημονικός γραμματισμός προϋποθέτει την κατανόηση της φύσης του επιστημονικού εγχειρήματος, αρχίζει να φανερώνεται η σύνδεση του με τη φύση της επιστήμης.

Σύμφωνα με τον Harlen (2012), ο επιστημονικός γραμματισμός δεν σχετίζεται με το αν ο μαθητής κατέχει την επιστημονική γνώση ή με την ικανότητα του να αναγνωρίζει επιστημονικούς όρους. Πρόκειται για την κατοχή βαθύτερης γνώσης και αναγνώρισης όλων των πτυχών που διέπουν τις διεργασίες της επιστήμης, η οποία θα καλλιεργήσει ολοκληρωμένη επιστημονική αντίληψη. Με τον τρόπο αυτό, η εκπαίδευση στοχεύει στην διαμόρφωση ενημερωμένων πολιτών (OECD, 2013).

Για να επιτευχθούν οι στόχοι του επιστημονικού γραμματισμού μέσα από τη σχολική επιστήμη, είναι αναγκαία η κατανόηση της φύσης της επιστήμης (Holbrook & Rannikmae,

2007) αφού οι επιστημονικά εγγράμματοι πολίτες πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με την επιστημονική γνώση, να κατανοούν τις επιστημονικές διεργασίες, να αντιλαμβάνονται τη σύνδεση επιστήμης και κοινωνίας (Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997).

Αφού, λοιπόν, βασικός στόχος της εκπαίδευσης είναι ο επιστημονικός γραμματισμός, η κατανόηση των επιστημολογικών και κοινωνιολογικών πτυχών της επιστήμης δεν μπορεί να παραγκωνιστεί, διότι μέσα από αυτές οι μαθητές συσχετίζουν τη σχολική επιστήμη με την καθημερινή τους δραστηριοποίηση (Holbrook, 2008). Έτσι, η φύση της επιστήμης τίθεται ως σημείο-κλειδί για την επίτευξη επιστημονικού γραμματισμού (Roth & Lee, 2004).

Βασικό μέλημα κάθε σύγχρονου εκπαιδευτικού συστήματος πρέπει να είναι η διαμόρφωση αναλυτικών προγραμμάτων μέσα από τα οποία προάγεται η ουσιαστική εννοιολογική κατανόηση αλλά και η ανάπτυξη δεξιοτήτων. Η ΦτΕ αποτελεί το κατάλληλο πλαίσιο για να επιτευχθεί η διαμόρφωση επιστημονικά εγγράμπτων πολιτών (Holbrook & Rannikmae, 2009).

Το εκπαιδευτικό σύστημα στη σημερινή του μορφή αποτυγχάνει οικτρά να φέρει εις πέρας τις επιδιώξεις που πραγματικά αρμόζουν στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Μέσα από την υιοθέτηση ανεπαρκών αναλυτικών προγραμμάτων ακυρώνεται το βασικό μέλημα για ολιστική μόρφωση, ενώ παράλληλα υπονομεύεται και η επίτευξη επιστημονικού γραμματισμού για υπεύθυνη πολιτότητα, αφού οι φυσικές επιστήμες μετατρέπονται σε απεχθές μάθημα, χωρίς ενδιαφέρον για τους μαθητές (European Commission, 2004).

Η αναπροσαρμογή και υιοθέτηση αναλυτικών προγραμμάτων που να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις τίθεται ως επιτακτική ανάγκη. Η σημαντικότητα και ο ρόλος της φύσης της επιστήμης δεν μπορεί να υποτιμηθεί αλλά ούτε και να λείπει από ένα τέτοιο εγχείρημα. Στο σημείο αυτό όμως, τίθεται το καίριο ερώτημα: τι πραγματικά εκφράζει η έννοια της φύσης της επιστήμης και ποιες είναι οι πτυχές της που πρέπει να ενσωματωθούν μέσα στη διδασκαλία;

2.2 Η Επιστήμη και η Φύση της

2.2.1 Επιστήμη

Στο σημείο αυτό επιδιώκεται η αποσαφήνιση της έννοιας της επιστήμης, αφού λόγω του δυναμικού και ευμετάβλητου χαρακτήρα της δεν μπορεί να αποδοθεί μέσα από ένα καθολικά αποδεκτό ορισμό (Ziman, 2000). Η κατανόηση της έννοιας της επιστήμης, θα κάνει πιο ομαλή την αποσαφήνιση του επίμαχου, για την παρούσα έρευνα, όρου «φύση της επιστήμης».

Μέσα από την επιστημολογική προσέγγιση του Popper, και την ιδέα του εμπειρισμού, η επιστήμη περιγράφεται ως η προσπάθεια αναζήτησης μίας απόλυτης, αντικειμενικής αλήθειας η οποία προκύπτει αποκλειστικά μέσα από την παρατήρηση και το πείραμα. Στην αντίπερα όχθη, σύγχρονες προσεγγίσεις θέλουν την επιστήμη να μην μπορεί να αποκοπεί από τα πολιτισμικά και κοινωνικά πλαίσια, μέσα στα οποία διαμορφώνεται.

Ο αντικειμενικός και απόλυτος χαρακτήρας που ο λογικός θετικισμός προσδίδει στην επιστήμη κλονίζεται, ενώ αναδεικνύεται πλέον ο κοινωνικός και δημιουργικός της χαρακτήρας. Οι κοινωνικές πρακτικές και πολιτισμικές επιρροές επηρεάζουν τόσο το περιεχόμενο όσο και τη μορφή που η επιστήμη λαμβάνει (Collins & Pinch, 1993; Latour & Woolgar, 1986; Longino, 1990).

Η επιστήμη αποτελεί ανθρώπινο εγχείρημα το οποίο αποβλέπει στην εξερεύνηση του φυσικού κόσμου για να κατασκευάσει έγκυρη και αξιόπιστη γνώση, η οποία να επιτρέπει τις εξηγήσεις και τις γενικεύσεις. Η γνώση ως προϊόν της επιστήμης πρέπει να υποστηρίζεται από αποδείξεις και συλλογισμούς, οι οποίοι να είναι στη διάθεση του οποιουδήποτε για περαιτέρω έλεγχο και κριτική (McComas & Clough, 2020).

Ο Richard Feynman το 1970 όρισε την επιστήμη με ένα ριζοσπαστικό τρόπο ως εξής: *«επιστήμη είναι η πίστη στην άγνοια των ειδημόνων»* (Feynman & Cashman, 2013). Μέσα από αυτή του την απόδοση για την έννοια της επιστήμης, φανερώνεται η εικόνα που αποδίδεται σε αυτήν μέσα από τις σύγχρονες προσεγγίσεις (Achieve, 2013; NRC, 1996). Η αναφορά της λέξης άγνοια παρουσιάζει ενδιαφέρον και θα μπορούσε να αναφέρεται σε όλες τις διεργασίες μέσα από τις οποίες οι επιστήμονες οδηγούνται στη γνώση, διαδικασία κατά την οποία δεν υπάρχουν καλά καθορισμένα βήματα που να οδηγούν με βεβαιότητα στο πολυπόθητο αποτέλεσμα. Δηλαδή, δεν υφίσταται μία μοναδική επιστημονική μέθοδος.

Επιπρόσθετα, η επιστημονική γνώση δεν μπορεί να θεωρηθεί μονοσήμαντη καθώς επιδέχεται κριτικής και αλλαγών. Στην εκπαίδευση η έννοια της επιστήμης περιγράφεται μέσα από τρεις διαφορετικές πτυχές, σε μία προσπάθεια να αποδοθεί στην ολότητα της (Lederman & Lederman, 2019). Αρχικά η επιστήμη είναι ένα σώμα γνώσης, το οποίο εμπεριέχει τους νόμους, τα θεωρήματα και ότι άλλο διδάσκεται στα μαθήματα των φυσικών επιστημών. Το δεύτερο κομμάτι της αφορά στον τρόπο με τον οποίο η γνώση αναπτύσσεται (επιστημονική έρευνα) και η τελευταία πτυχή απαντά στο ερώτημα «τί είναι επιστήμη;», δηλαδή αποτελεί τη φύση της επιστημονικής γνώσης. Οι τρεις αυτές πτυχές αποδίδουν την έννοια της επιστήμης με τρόπο που την καθιστούν κατανοητή στους μαθητές ώστε να μπορεί με επιτυχία να εισαχθεί στη σχολική επιστήμη (Lederman & Lederman, 2019).

Εδώ και αρκετά χρόνια, πέρα από τη γνώση και τον πειραματισμό, ως επιδίωξη της σχολικής επιστήμης τέθηκε και η αναγνώριση των διαστάσεων της επιστημονικής γνώσης από τους μαθητές (CASMT, 1907). Το γεγονός αυτό όμως εγείρει ερωτήματα για τα χαρακτηριστικά που κρίνονται ως σημαντικά και πως πρέπει να διδάσκονται ώστε να αποτελούν κομμάτι αποδοτικής διδασκαλίας (Kamprourakis, 2016).

Η σχολική επιστήμη αναδιαμορφώνεται και από μοναδική επιδίωξη τη μεταφορά γνώσης αποκτά πιο σύνθετο χαρακτήρα και θέτει πολλαπλούς στόχους. Το ενδιαφέρον ερευνητών, εκπαιδευτικών, φιλοσόφων στρέφεται στους τρόπους με τους οποίους η διδασκαλία των φυσικών επιστημών θα προσεγγίσει ολιστικά την έννοια της επιστήμης και θα την αποδώσει σε πιο ρεαλιστικά πλαίσια.

2.2.2 Η Φύση της Επιστήμης

Οι μαθητές απαρτίζουν τη νέα γενιά πολιτών. Θα αποτελέσουν το εργατικό δυναμικό, τη μελλοντική επιστημονική κοινότητα, θα είναι ψηφοφόροι και καταναλωτές μέσα σε ένα πλουραλιστικό περιβάλλον το οποίο διαμορφώνεται από τις επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις. Μέσα στα πλαίσια αυτά, ο ρόλος και η αξία της διδασκαλίας ΦΕ προάγεται και παύει να περιλαμβάνει πλέον μόνο το γνωστικό κομμάτι της επιστήμης αλλά αποσκοπεί στη διαμόρφωση του ενεργού, ενημερωμένου πολίτη.

Οι σύγχρονες ανάγκες θέτουν ως βασική επιδίωξη της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, τη γνώση όχι μόνο του περιεχομένου της επιστήμης αλλά και των επιστημολογικών και κοινωνιολογικών πτυχών της, δηλαδή τη φύση της επιστήμης (ΦτΕ). Η ΦτΕ εκφράζει τα επιστημολογικά και οντολογικά θεμέλια πάνω στα οποία η γνώση στηρίζεται, καθορίζει την πορεία που ακολουθεί η επιστημονική ανάπτυξη και επιδρά τόσο στη σύσταση όσο και στην αξιολόγηση των επιστημονικών ισχυρισμών (McComas 2004). Μέσα από αυτή την ολιστική προσέγγιση της επιστήμης, καλλιεργούνται στους μαθητές ατομικές και κοινωνικές δεξιότητες απαραίτητες για να προαχθεί η ενεργός συμμετοχή και δραστηριοποίηση τους στην κοινωνία. Η ΦτΕ είναι σημαντικό κομμάτι για την διάπλαση επιστημονικά εγγράμματων πολιτών (Holbrook & Rannikmae, 2009).

2.2.3 Η έννοια της Φύσης της Επιστήμης

Ο μονοδιάστατος και απόλυτος ορισμός της έννοιας της ΦτΕ καθίσταται αδύνατος, εφόσον είναι ευρέως αποδεκτό από τους ερευνητές ότι δεν υφίσταται ένας καθολικά αποδεκτός ορισμός της έννοιας (Lederman & Lederman, 2019). Η ίδια η επιστήμη αποτελεί περίπλοκη και δυναμική έννοια η οποία συνεχώς επιδέχεται αλλαγών, με αποτέλεσμα ούτε και η ΦτΕ να μπορεί να προσδιοριστεί μονοδιάστατα με τους εμπλεκόμενους να μην έχουν καταφέρει να συγκλίνουν προς ένα και μόνο ορισμό. Στα πλαίσια αυτά οι Abd-El-Khalick και Lederman (2000) τονίζουν την αδυναμία τους να πιστέψουν πως υπάρχει συμφωνία και πλήρης επίγνωση ως προς το τί περιλαμβάνει η έννοια φύση της επιστήμης, ανάμεσα στους ερευνητές και φιλοσόφους των επιστημών.

Στις αρχές του 1900, με τον όρο φύση της επιστήμης εννοούσαν απλά την επιστημονική μέθοδο (CASMT, 1907), ενώ τη δεκαετία του 1960, ο όρος διευρύνεται για να

συμπεριλάβει τις ικανότητες που διέπουν την επιστημονική μέθοδο. Μέσα στην επόμενη δεκαετία, στη ΦτΕ συμπεριλήφθηκαν κάποια χαρακτηριστικά της επιστημονικής γνώσης (Centre of Unified Science Education, 1974). Από το 1980 και έπειτα η προσέγγιση στον όρο μεταποιείται περαιτέρω, ώστε να συμπεριλάβει τόσο ψυχολογικούς όσο και κοινωνικό-πολιτισμικούς παράγοντες όπως η κοινωνική αλληλεπίδραση για την παραγωγή επιστημονικής γνώσης, η φαντασία και η δημιουργικότητα αλλά και οι προσωπικές εμπειρίες και το υπόβαθρο των επιστημόνων (AAAS, 1993; NSTA, 1982; NRC, 1996).

Σε μία προσπάθεια προσέγγισης της έννοιας κάποιοι ερευνητές χρησιμοποιούν τον όρο φύση της επιστήμης, για να αναφερθούν στη φύση της επιστημονικής γνώσης καθώς και στην επιστημολογία της επιστήμης (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Lederman, 1992). Για τους McComas, Clough και Almazroa (1998) η ΦτΕ ορίζεται γενικά ως *«μία πλούσια περιγραφή του τι είναι η επιστήμη, ποιες είναι οι επιστημολογικές βάσεις στις οποίες στηρίζεται η λειτουργία της, τον τρόπο με τον οποίο οι επιστήμονες λειτουργούν ως κοινωνική ομάδα και πώς η ίδια η κοινωνία κατευθύνει τις επιστημονικές προσπάθειες και αντιδρά σε αυτές»*. Η ΦτΕ περιγράφει όλα τα θέματα που άπτονται της φιλοσοφικής, ιστορικής, κοινωνιολογικής και ψυχολογικής πτυχής της επιστήμης τα οποία κατευθύνουν τη διδασκαλία και επηρεάζουν την κατανόηση των φυσικών επιστημών (McComas et al., 1998).

Κατά τον Clough (2006), η φύση της επιστήμης εμπεριέχει την κατανόηση του μηχανισμού μέσα από τον οποίο παράγεται η επιστημονική γνώση, των βασικών στοιχείων της επιστήμης, καθώς και της αλληλεπίδρασης μεταξύ κοινωνίας - επιστήμης και το ρόλο που διαδραματίζει ο επιστήμονας. Ο Rai (2012), ισχυρίζεται πως: *«μία από τις πιο σημαντικές επιδιώξεις, η οποία τονίζεται μέσα από όλες τις αποδόσεις της έννοιας του επιστημονικού γραμματισμού, είναι η γνώση και κατανόηση της επιστημολογίας της επιστήμης, ο οποία είναι ευρέως γνωστή ως φύση της επιστήμης»*.

Οι Vesterinen και Aksela (2013) θεωρούν τη φύση της επιστήμης, ως ένα σύστημα μέσα από το οποίο διερευνάται η έννοια της επιστήμης, ο τρόπος με τον οποίο οι επιστήμονες εργάζονται και οργανώνονται, πως οι πολίτες αντιμετωπίζουν την επιστημονική έρευνα και κατευθύνονται από αυτή αλλά και την αμοιβαία επίδραση μεταξύ επιστήμης και κοινωνίας.

Η ακριβής απόδοση της έννοιας *«φύση της επιστήμης»* εξακολουθεί να αποτελεί το αντικείμενο έντονης συζήτησης στη διεθνή βιβλιογραφία (Ince & Özgelen, 2015; Lederman, Antink, & Bartos, 2014; Matthews, 1994). Παρόλα αυτά, η ασυμβατότητα ως προς τον ακριβή

ορισμό της έννοιας η οποία εντοπίζεται ανάμεσα στους φιλοσόφους, ιστορικούς και εκπαιδευτικούς των φυσικών επιστημών, αποτελεί εξειδικευμένο και σύνθετο ζήτημα το οποίο δεν αρμόζει στη σχολική επιστήμη (Abd-El-Khalick, Bell & Lederman, 1998).

2.3 Ο Ρόλος της Φύσης της Επιστήμης στη Σχολική Επιστήμη

Οι πρώτες νύξεις για τη σημαντικότητα της κατανόησης των επιστημολογικών και κοινωνιολογικών πτυχών της επιστήμης φαίνεται να εμφανίζονται από τις αρχές του 1900 (Hurd, 1960), όπου γίνεται λόγος για έμφαση της επιστημονικής μεθόδου και των επιστημονικών διεργασιών μέσα από τη διδασκαλία. Κοντά στο 1990, η κατανόηση της φύσης της επιστήμης τοποθετείται πλέον ως σημαντικό κομμάτι του επιστημονικού γραμματισμού (AAAS, 1989). Με την παρέλευση των χρόνων, η ανάγκη για κατανόηση από πλευράς μαθητών εντείνεται, γεγονός που οδηγεί τον Saunders (1955) να χαρακτηρίσει την κατανόηση της ΦΤΕ ως τον βασικό στόχο της διδασκαλίας των ΦΕ και τον Kimball (1968), να τον χαρακτηρίσει ως τον πιο πολυαναφερόμενο στόχο.

Η θέση αυτή υποστηρίζεται και μέσα από πρόσφατες μελέτες καθιστώντας πλέον την επαρκή κατανόηση από μέρους των μαθητών ένα από τους κυριότερους σκοπούς της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών (Millar & Osborne, 1998; Osborne et al., 2003; Wahbeh & Abd-El-Khalick, 2014; Lederman & Lederman, 2015; Kampourakis, 2016; Cofré et al., 2014). Η ενσωμάτωση των επιστημολογικών χαρακτηριστικών της επιστήμης πρέπει να αποτελεί κομμάτι κάθε μαθήματος φυσικών επιστημών (Mesci, 2016; Lederman & Lederman, 2014; Olson, 2018) σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης (Akerson, Elcan-Kaynak & Avsar-Erunit, 2019; Murphy, Smith & Broderick, 2019).

Η διδασκαλία των επιστημών μέσα από τα παραδοσιακά αναλυτικά προγράμματα, τα οποία προσδίδουν στην επιστήμη και την επιστημονική γνώση ένα μονοδιάστατο και απόλυτο χαρακτήρα δημιουργεί στους μαθητές την ιδέα πως πρέπει να αποδέχονται τα όσα διδάσκονται χωρίς να εκφράζουν δυσπιστία ή να εμπλέκονται σε οποιαδήποτε συζήτηση (Claxton, 1991). Αυτή η υπόσταση της εκπαίδευσης αγνοεί την αναγκαιότητα να έρθουν οι μαθητές σε επαφή με τα ρεαλιστικά χαρακτηριστικά της επιστημονικής γνώσης και της καθημερινότητας του επιστήμονα, στερώντας τους την ευκαιρία να καλλιεργήσουν δεξιότητες κριτικής σκέψης απέναντι στις πληροφορίες που λαμβάνουν (Osborne et al., 2003).

Σήμερα, η ενσωμάτωση της ΦτΕ στη διδασκαλία κρίνεται πιο επίκαιρη από ποτέ, αφού μέσα από την εκπαίδευση, παράλληλα με την επιστημονική γνώση, πρέπει να καλλιεργούνται και δεξιότητες που οι μαθητές πρέπει να κατέχουν για να μπορέσουν ομαλά να ενσωματωθούν και με επιτυχία να δραστηριοποιηθούν μέσα στα σύγχρονα πολιτισμικά και κοινωνικά πλαίσια. Μέσα από τη διδασκαλία πρέπει να παρέχονται στους μαθητές τα κατάλληλα εφόδια για να δρουν ως υπεύθυνοι και ενεργοί πολίτες. Η κατανόηση των πτυχών που διέπουν τη ΦτΕ από τους μαθητές θεωρείται κρίσιμη για την εκπαίδευση των μελλοντικών πολιτών (Fuller, 1997; Irwin, 1995; Jenkins, 1997; Millar, 1996; Ziman, 2000) και δεν μπορεί να απουσιάζει από ένα σύγχρονο αναλυτικό πρόγραμμα φυσικών επιστημών.

Η ουσιαστική κατανόηση των χαρακτηριστικών της φύσης της επιστήμης, φαίνεται να δημιουργεί στους μαθητές ρεαλιστική αντίληψη για την επίδραση της επιστήμης στην καθημερινότητα, ενώ ταυτόχρονα θέτει τα θεμέλια για λήψη έγκυρων αποφάσεων. Επιπρόσθετα, βελτιώνει την εκμάθηση του επιστημονικού περιεχομένου, εντείνει το ενδιαφέρον των μαθητών για τις ΦΕ και βελτιώνει τη συμμετοχή και δραστηριοποίηση τους στην κοινότητα (Buarapan, 2013).

Προηγούμενες έρευνες, δείχνουν πως η εφαρμογή των πτυχών της ΦτΕ στη σχολική επιστήμη ενισχύει την αντίληψη πως η επιστήμη είναι ανθρώπινη δραστηριότητα και έχει δυναμικό χαρακτήρα αφού επιδέχεται αλλαγών και προεκτάσεων καθιστώντας την πιο προσιτή και ενδιαφέρουσα στους μαθητές (Abd-El-Khalick, 2012a; Driver et al., 1996; Mc Comas et al., 1998). Επιπλέον, φαίνεται πως οι μαθητές που κατέχουν πιο αναπτυγμένες αντιλήψεις για τη ΦτΕ τείνουν να αναπτύσσουν καλύτερη κατανόηση για τα κοινωνικό-επιστημονικά θέματα (Driver et al., 1996; Khishfe, 2012; Lederman et al., 2014; Lederman & Lederman, 2014).

Ανάμεσα στα κυριότερα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την βαθύτερη κατανόηση των επιστημολογικών πτυχών της επιστήμης, είναι και η καλλιέργεια θετικών στάσεων από την πλευρά των μαθητών απέναντι στις ΦΕ και η ενίσχυση των κινήτρων κατά τη διδασκαλία (McComas, Clough & Almazroa, 1998), αφού αντιλαμβάνονται και αναγνωρίζουν τον σημαντικό ρόλο που πλέον οι επιστήμες διαδραματίζουν τόσο στην καθημερινότητα τους όσο και στην κοινωνία (Hand et al., 1999).

Μέσα από όλα όσα έχουν αναφερθεί, καθίς αντιλαμβάνεται πως η ενσωμάτωση των πτυχών της ΦτΕ δεν μπορεί να απουσιάζει από κάθε σύγχρονο αναλυτικό πρόγραμμα.

Τίθεται όμως το εύστοχο ερώτημα, ποιες πτυχές της ΦΤΕ αρμόζουν ώστε να ενσωματωθούν στη σχολική επιστήμη;

2.3.1 Οι πτυχές της Φύσης της Επιστήμης στη Σχολική Επιστήμη

Παρόλη την κοινή πεποίθηση για την ανάγκη ενσωμάτωσης της ΦΤΕ κατά τη διδασκαλία, εντούτοις δεν ισχύει το ίδιο και σε θέματα που άπτονται των πτυχών που πρέπει να συμπεριλαμβάνονται σε ένα σύγχρονο αναλυτικό πρόγραμμα. Οι Stanley και Brickhouse (2001, p. 47) αναφέρουν πως, *«παρόλο που όλοι συμφωνούν πως οφείλεται να διδάσκεται στους μαθητές η φύση της επιστήμης, ωστόσο υφίσταται μία σημαντική απόκλιση ως προς την εκδοχή της φύσης της επιστήμης που πρέπει να διδάσκεται»*.

Μέσα σε αυτές τις συνθήκες έχουν γίνει διαχρονικά πολλές απόπειρες για να βρεθεί κοινό έδαφος ανάμεσα σε όλους τους εμπλεκόμενους. Μία σχετική σύγκλιση απόψεων εντοπίζεται ως προς τις θεμελιώδεις πτυχές που αποτελούν τη φύση της επιστήμης και αυτές είναι: τα χαρακτηριστικά της επιστημονικής έρευνας (στάδια έρευνας και μέθοδοι), οι αρχές που διαμορφώνουν τη δουλειά του επιστήμονα, τον τρόπο που οι επιστήμονες δραστηριοποιούνται ως κοινωνικό σύνολο και τον τρόπο με τον οποίο η επιστήμη επηρεάζεται από το κοινωνικό πλαίσιο μέσα στο οποίο διεξάγεται (Clough & Olson, 2008; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, & Duschl, 2003; Wong & Hodson, 2009).

Για τους εκπαιδευτικούς η φράση «φύση της επιστήμης», περιγράφει θέματα που άπτονται της της φιλοσοφίας, ιστορίας, κοινωνιολογίας και ψυχολογίας των επιστημών και τα οποία ενδέχεται να επηρεάσουν τη διδασκαλία και εκμάθηση φυσικών επιστημών. Η ΦΤΕ αποτελεί το κατάλληλο πλαίσιο ώστε να τεθούν οι κατευθυντήριες γραμμές ως προς το περιεχόμενο των μαθημάτων, για αποτελεσματική διδασκαλία (McComas, Almazroa & Clough, 1998).

Σύμφωνα με τους Hollon, Roth και Anderson (1991), οι εκπαιδευτικοί πρέπει να αναπτύξουν τη γνώση σε τέτοιο βαθμό, ώστε να τους επιτρέπει να λαμβάνουν δύο ειδών αποφάσεις: αποφάσεις που αφορούν το αναλυτικό πρόγραμμα αλλά και αποφάσεις για τις κατάλληλες διδακτικές μεθόδους. Έτσι λοιπόν, η ανάγκη για συμφωνία ως προς τα σημεία της ΦΤΕ που πρέπει να υπάρχουν στα αναλυτικά προγράμματα, κρίνεται αναγκαία για να τεθούν οι βάσεις πάνω στις οποίες οι εκπαιδευτικοί θα στηρίξουν τις διδακτικές τους αποφάσεις.

Χωρίς ξεκάθαρο πλαίσιο, κάθε προσπάθεια για ουσιαστική αναβάθμιση της διδασκαλίας κρίνεται μάταιη. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίσουν τις πτυχές της ΦτΕ, να τις ενσωματώσουν σε δραστηριότητες και εποικοδομητικές συζητήσεις μέσα από τις οποίες και οι ίδιοι οι μαθητές θα μπορέσουν να αντιληφθούν τις διεργασίες που διέπουν την επιστημονική δραστηριότητα, παρέχοντας τους μία ρεαλιστική εικόνα για την επιστήμη.

2.3.2 Η Προσέγγιση των Συναινετικών Απόψεων (Consensus View)

Το πλαίσιο που περιγράφει τις πτυχές της ΦτΕ, που μπορούν να διδάσκονται σε σχολικό επίπεδο και που χρησιμοποιείται πιο εκτεταμένα στην εκπαιδευτική έρευνα, αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως «η προσέγγιση των συναινετικών απόψεων» (consensus view) (Lederman et al., 2002; McComas et al., 1998; Osborne et al., 2003). Ο Kampourakis (2016), αναφέρεται στο πλαίσιο αυτό ως η θεώρηση των «γενικών χαρακτηριστικών» της ΦτΕ (general aspects of NoS) και αποτελεί μία λίστα των πτυχών της φύσης της επιστήμης, για τις οποίες παρατηρείται η μεγαλύτερη σύγκλιση.

Η διαμόρφωση της προσέγγισης των συναινετικών απόψεων προέκυψε από την έρευνα πολλών ομάδων όταν επιχείρησαν να προσεγγίσουν την έννοια της φύσης της επιστήμης με σκοπό να αναδείξουν τυχόν ομοφωνία ως προς τις βασικές πτυχές της. Ακολουθώντας διαφορετικές ερευνητικές προσεγγίσεις κατέληξαν σε συμπεράσματα που μοιράζονται κοινές θέσεις σχετικά με τα επιστημολογικά και κοινωνιολογικά θέματα τα οποία άπτονται της έννοιας της επιστήμης.

Η προσέγγιση των 14 πτυχών της ΦτΕ από τους McComas, Almazroa & Clough (1998)

Οι McComas, Almazroa & Clough (1998), έστρεψαν την προσοχή τους στην εξεύρεση των πτυχών αυτών, παρέχοντας μια απλουστευμένη εκδοχή τους, αφού όπως αναφέρεται από τους ίδιους τους ερευνητές είναι κρίσιμο να αναγνωρίζει κανείς το κοινό στο οποίο απευθύνεται ώστε να προσαρμόζει σε αυτό, τον βαθμό πολυπλοκότητας. Οι ίδιοι θεώρησαν πως βασικός εκπαιδευτικός στόχος είναι οι μαθητές να κατανοήσουν τις λειτουργίες, τις διαδικασίες και τα όρια της επιστήμης και όχι να εμπλακούν σε περίπλοκους διαλόγους που άπτονται της φιλοσοφίας των επιστημών.

Μέσα από αυτό το πρίσμα, και μετά από μελέτη οκτώ διεθνών εκπαιδευτικών αναλυτικών προγραμμάτων κατέληξαν στα σημεία σύγκλισης που παρουσιάζονται στον πίνακα 2.3.1.

1. Η επιστημονική γνώση αν και σε ένα βαθμό βέβαιη επιδέχεται αλλαγών.
2. Η επιστημονική γνώση βασίζεται κυρίως, αλλά όχι απόλυτα, στην παρατήρηση, στα πειραματικά δεδομένα, στα λογικά επιχειρήματα και στον συνεχή έλεγχο.
3. Δεν υπάρχει μία καθολική επιστημονική μέθοδος.
4. Η επιστήμη αποτελεί εγχείρημα κατανόησης του φυσικού κόσμου.
5. Οι νόμοι και οι θεωρίες αποτελούν διακριτές έννοιες στην επιστήμη. Οι μαθητές πρέπει να αντιλαμβάνονται πως οι θεωρίες δεν μετατρέπονται σε νόμους μέσα από την πειραματική τους επιβεβαίωση.
6. Άνθρωποι ανεξαρτήτως πολιτισμικού υποβάθρου μπορούν να συνεισφέρουν στην επιστήμη.
7. Η νέα επιστημονική γνώση πρέπει να επικοινωνείται ξεκάθαρα και ανοιχτά.
8. Οι επιστήμονες χρειάζονται ακριβή αρχειοθέτηση τους εργασίας τους, να επιδέχονται ισότιμη αξιολόγηση και επανεξέταση.
9. Οι παρατηρήσεις των επιστημόνων είναι θεωρητικά εξαρτημένες.
10. Οι επιστήμονες είναι δημιουργικοί.
11. Η ιστορία της επιστήμης φανερώνει τον εξελικτικό και ανατρεπτικό χαρακτήρα της.
12. Η επιστήμη αποτελεί κομμάτι των κοινωνικών και πολιτισμικών παραδόσεων.
13. Η επιστήμη και η τεχνολογία έχουν αλληλεπίδραση η μία στην άλλη.
14. Οι επιστημονικές ιδέες επιδέχονται ιστορικών και κοινωνικών επιρροών.

Πίνακας 2.3.1: Οι 14 πτυχές της ΦτΕ από τους McComas, Almazroa & Clough (1998)

Παρόλο που οι McComas, Almazroa & Clough κατάφεραν να εντοπίσουν κοινές πτυχές σε ένα πεδίο που η επιστημονική κοινότητα χαρακτήριζε ως αμφισβητούμενο και αναγνώριζε την μη ύπαρξη ουσιαστικής συμφωνίας (Alters, 1997; Labinger & Collins, 2001; Laudan, 1990; Taylor, 1996), οι Osborne και συνεργάτες θα εκφράσουν τον προβληματισμό τους για το κατά πόσο η σύγκλιση έχει πραγματικά επιτευχθεί ή πρόκειται για μία μορφή συγκατάβασης. Θεώρησαν τη συγκεκριμένη προσέγγιση ως την πιο βασική μορφή σύγκλισης, η οποία επιτεύχθηκε, υπό την απουσία εμπειρικών δεδομένων.

Η προσέγγιση των 9 πτυχών από τους Osborne και Συνεργάτες (2003)

Το 2003 ο Osborne μαζί με την ομάδα συνεργατών του, διεξήγαγαν έρευνα με κύριο μέλημα να δώσουν απάντηση στο ερώτημα, «*Τί πρέπει να διδάσκεται σε σχολικό επίπεδο αναφορικά με τη φύση της επιστήμης;*». Η ολοένα και αυξανόμενη ανάγκη για προετοιμασία των μαθητών για τη μελλοντική τους δραστηριοποίηση στο ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο, μέσα από τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, ενέτεινε την προσπάθεια για την εξεύρεση των ευρέως αποδεκτών πτυχών μέσα από τις οποίες η έννοια της ΦτΕ θα αντικατοπτρίζεται μέσα στη σχολική επιστήμη (AAAS, 1993, 1998; Millar & Osborne, 1998). Ο τρόπος που η επιστήμη διδάσκεται σε σχολικό επίπεδο, όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στην εν λόγω έρευνα, αποτελεί τον χειρότερο εχθρό των φυσικών επιστημών. Στον εκπαιδευτικό χώρο, η επαφή των μαθητών με τις ΦΕ έχει χαρακτήρα μονοδιάστατο και καθολικό αφού οι εκπαιδευτικοί παρέχουν τη γνώση χωρίς να αφήνεται περιθώριο στους μαθητές για αμφιβολία και κριτική στάση απέναντι της. Το γεγονός αυτό έρχεται σε πλήρη αντιπαράθεση με την ιδέα πίσω από τη ΦτΕ. Η μη ωφέλιμη εμπλοκή με τις ΦΕ δημιουργεί στους μαθητές απλοϊκές και λανθασμένες εντυπώσεις για την επιστήμη γεγονός που εντείνει την αρνητική στάση απέναντι τους (Driver et al., 1996). Θα μπορούσε να ειπωθεί πως οι συνέπειες αυτές είναι ανεπιθύμητες και έρχονται σε σύγκρουση με την βασική επιδίωξη που είναι ο επιστημονικός γραμματισμός ώστε οι μαθητές να μπορέσουν να διατηρήσουν κριτική στάση απέναντι στα ερεθίσματα που λαμβάνουν μέσα στη σύγχρονη κοινωνία.

Βασικός στόχος της έρευνας των Osborne και των συνεργατών του ήταν να αποκτηθεί κοινό έδαφος ως προς τις πτυχές της φύσης της επιστήμης μέσα από ουσιαστική σύγκλιση και όχι συγκαταβατικά, λαμβάνοντας υπόψη τις απόψεις της ευρύτερης κοινότητας που ασχολείται με τις φυσικές επιστήμες, δηλαδή, φιλοσόφους, ιστορικούς, κοινωνιολόγους, εκπαιδευτικούς και ερευνητές. Πάνω στις θέσεις αυτές θεώρησαν πως θα μπορούσαν να στηριχθούν μελλοντικές μεταρρυθμίσεις ώστε η διδασκαλία των ΦΕ να αποκτήσει πιο σύγχρονο χαρακτήρα.

Ως καταλληλότερη μέθοδος επιλέχθηκε η ερευνητική μεθοδολογία Delphi, και ως ερευνητικό εργαλείο ερωτηματολόγιο αποτελούμενο από ανοικτού τύπου ερωτήσεις, τα οποία χορηγήθηκαν στην ομάδα των εμπειρογνομόνων. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων, φάνερωσε εννέα πτυχές οι οποίες παρουσίασαν έντονη συμφωνία ανάμεσα στους συμμετέχοντες. Τα πορίσματα της εμπειρικής έρευνας μοιράζονταν πολλά κοινά

χαρακτηριστικά με τις πτυχές που προέκυψαν από την ανάλυση των αναλυτικών προγραμμάτων στην έρευνα των McComas and Olson, γεγονός που όπως αναφέρουν οι Osborne κ.συν. (2003) τοποθέτησε τη φύση της επιστήμης σε νέο πλαίσιο μέσα στο οποίο δεν μπορεί πλέον να θεωρείται ως σημείο έντονης απόκλισης απόψεων σε σχέση με το τι πρέπει να διδάσκεται.

1. Επιστήμη και Βεβαιότητα
2. Ανάλυση και Ερμηνεία Δεδομένων
3. Επιστημονική Μέθοδος και Κριτικός Έλεγχος
4. Υπόθεση και Πρόβλεψη
5. Δημιουργικότητα
6. Επιστήμη και Αμφισβήτηση
7. Συνεργασία κατά την Ανάπτυξη Επιστημονικής Γνώσης
8. Ιστορική Εξέλιξη της Επιστημονικής Γνώσης
9. Πολυμορφία της Επιστημονικής Σκέψης

Πίνακας 2.3.2: Οι 9 πτυχές της ΦτΕ από τους Osborne κ.συν. (2003)

Διατηρώντας κριτική στάση απέναντι στα αποτελέσματα της έρευνας τους οι Osborne κ.συν. (2003) παρατηρούν πως από την ομάδα των εμπειρογνομόνων δόθηκε έμφαση στις πτυχές της ΦτΕ που αναφέρονται στις μεθόδους της επιστήμης, γεγονός που φανερώνει την αντίληψη τους πως για τη σχολική επιστήμη οι μέθοδοι παίζουν τον κυριότερο ρόλο. Επίσης προβληματισμό δημιούργησε το γεγονός πως μέσα από τις αναφορές του σώματος των εμπειρογνομόνων απουσίαζαν βασικά στοιχεία όπως η ο ρόλος της θεωρίας, της εξήγησης και η μοντελοποίηση που εμπíπτουν σε πιο σύγχρονες προσεγγίσεις της διδασκαλίας των ΦΕ. Ενδεχομένως να οφείλεται στην άποψη πως οι επιστημονικές μέθοδοι προσφέρουν πιο ομαλό έδαφος για ηλικίες από 5 μέχρι 16 ετών.

Η προσέγγιση των 7 πτυχών της ΦτΕ από τους Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz (2002)

Σκοπός της ομάδας του Lederman, υπήρξε η ανάπτυξη ερευνητικού εργαλείου για την καταγραφή των απόψεων το οποίο είναι ένα ανοιχτού τύπου ερωτηματολόγιο, σε αντίθεση με τα πιο συμβατικά ερευνητικά εργαλεία που είχαν αναπτυχθεί από άλλες ερευνητικές ομάδες μέχρι τότε. Η καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τη φύση της επιστήμης μέχρι τότε παρουσίαζε αδυναμίες (Aikenhead, 1988; Lederman, Wade, & Bell, 1998), καθώς τα εργαλεία για καταγραφή των αντιλήψεων που αναπτύχθηκαν μέχρι τότε δεν μπορούσαν να καταγράψουν την πραγματική εικόνα. Μέσα από την προσπάθεια τους αυτή, η εν λόγω επιστημονική ομάδα κατάφερε να διαμορφώσει το πλαίσιο με τη μεγαλύτερη αποδοχή (Abd-El-Khalick, 2004; Bell, 2004; Cobern & Loving, 2001; Flick & Lederman, 2004; Hanuscin et al., 2006; Khishfe & Lederman, 2006; Lederman, 2004; McComas et al., 1998; McComas & Olson, 1998; Osborne et al., 2003; Smith & Scharmann, 1999; Ziedler et al., 2002).

Ο όρος φύση της επιστήμης για τον Lederman αφορούσε τόσο τις επιστημολογικές όσο και τις κοινωνιολογικές πτυχές της επιστήμης, καθώς και τις αξίες και πεποιθήσεις οι οποίες είναι εγγενείς τόσο με την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης όσο και με την εξέλιξη της (Lederman, 1992). Η συγκεκριμένη απόδοση του όρου, αποτελεί στην εκπαιδευτική έρευνα (η οποία καταπιάνεται με τη ΦτΕ) τον λειτουργικό ορισμό που χρησιμοποιείται πιο εκτενώς (Deng et al., 2011).

Κάτω από την επιστημολογική διάσταση της ΦτΕ, το μοντέλο αυτό τοποθετεί την προσωρινή φύση της επιστημονικής γνώσης, τη θεωρητικά εξαρτημένη βάση της επιστημονικής γνώσης, την εμπειρική βάση της επιστημονικής γνώσης, τον δημιουργικό και ευρηματικό χαρακτήρα της επιστημονικής γνώσης, την απουσία μίας και μοναδικής μεθόδου για την παραγωγή της επιστημονικής γνώσης καθώς και τη διάκριση μεταξύ επιστημονικής θεωρίας και νόμου. Από την πλευρά της κοινωνιολογίας, αναγνωρίζεται η κοινωνική και πολιτισμική εξάρτηση της επιστημονικής γνώσης (Lederman et al., 2002).

1. Η προσωρινή φύση της επιστημονικής γνώσης.
2. Η θεωρητικά εξαρτημένη βάση της επιστημονικής γνώσης.
3. Ο δημιουργικός και ευρηματικός χαρακτήρας της επιστημονικής γνώσης.
4. Η κοινωνική και πολιτισμική εξάρτηση της επιστημονικής γνώσης.
5. Η διάκριση μεταξύ θεωρίας και νόμου.
6. Η εμπειρική βάση της επιστημονικής γνώσης.
7. Ο μύθος της επιστημονικής μεθόδου.

Πίνακας 2.3.3: Οι 7 πτυχές της ΦτΕ από τους Lederman κ. συν. (2002)

Αναφορικά με την προσωρινή φύση της επιστημονικής γνώσης, παρόλο που η γνώση είναι αξιόπιστη και ανθεκτική σε αλλαγές και οι βασικές επιστημονικές αρχές δεν υπόκεινται εύκολα σε αλλαγές (Chen et al., 2013) εντούτοις δεν μπορεί ποτέ να θεωρηθεί απόλυτη. Οι αλλαγές που ενδεχομένως να υποστεί πηγάζουν από την τεχνολογική πρόοδο, από την εξέλιξη της ίδιας της σκέψης αλλά και από τις αλλαγές στην κοινωνική και πολιτισμική σφαίρα (Lederman et al., 2002). Η προσωρινή της φύση δεν έρχεται για να ισοπεδώσει την αξιοπιστία της επιστήμης παρά μόνο για να τονίσει τον δυναμικό χαρακτήρα που διέπει την επιστημονική γνώση αλλά και την ίδια την ανθρώπινη πορεία.

Η επιστημονική γνώση χαρακτηρίζεται από την θεωρητικά εξαρτημένη φύση της καθώς αποτελεί προϊόν ανθρώπινων διεργασιών, γεγονός που την καθιστά ευαίσθητη στις πεποιθήσεις και το υπόβαθρο των επιστημόνων. Οι επιστήμονες και οι ερευνητές, κουβαλώντας τις προσωπικές τους αξίες, προηγούμενες εμπειρίες και γνώσεις (Chen et al., 2013) δημιουργούν συγκεκριμένες προσδοκίες οι οποίες επηρεάζουν την ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων (Lederman et al., 2014). Επιπροσθέτως, δεν μπορεί να παραγκωνιστεί και η εμπειρικά εξαρτημένη πτυχή της, καθώς η επιστημονική γνώση στηρίζεται, κατά ένα μεγάλο κομμάτι της, σε παρατηρήσεις του φυσικού κόσμου.

Η ευρηματικότητα, ως πνευματική λειτουργία, αναφέρεται στην ικανότητα του ατόμου να σκέφτεται κάτι το οποίο δεν μπορεί άμεσα να παρατηρηθεί και να το μετατρέπει σε δομημένη σκέψη (Fleer, 2013). Δημιουργικότητα, είναι η ικανότητα να δημιουργείς καινούργιο προϊόν ή ιδέα το οποίο τυγχάνει κοινωνικής αναγνώρισης (Hsu et al., 2014). Η διαδικασία μέσα από την οποία οι επιστήμονες οικοδομούν την επιστημονική γνώση απαιτεί δημιουργία μα και ευρηματικότητα. Η επιστήμη, παρά την ευρεία παραδοχή πως πρόκειται για άψυχη δραστηριότητα η οποία προκύπτει από καλά καθορισμένους συλλογισμούς, είναι

αμιγώς δημιουργική αφού η σύσταση μοντέλων, επεξηγήσεων κλπ. απαιτεί από την πλευρά των επιστημόνων μεγάλη δόση φαντασίας.

Η επιστημονική γνώση συντελείται μέσα σε συγκεκριμένα πολιτισμικά και κοινωνικά πλαίσια, συνεπώς δεν μπορεί να θεωρηθεί αποκομμένη από αυτά. Συνεπώς επηρεάζει και επηρεάζεται από τα τεκταινόμενα στο κοινωνικό, πολιτικό, πολιτισμικό και θρησκευτικό περιβάλλον (Lederman et al., 2002).

Ενώ συχνά οι μαθητές δημιουργούν λανθασμένες συσχετίσεις μεταξύ νόμου και θεωρίας, εντούτοις οι δύο αυτές οντότητες είναι διακριτές οι οποίες κατέχουν διαφορετικό ρόλο στο ευρύτερο οικοδόμημα της επιστημονικής γνώσης (Lederman et al., 2002).

Παρά το γεγονός πως η δουλειά των επιστημόνων ακολουθεί κάποιες ευρείες κατευθυντήριες γραμμές, εντούτοις οφείλει να καταστεί σαφές πως δεν υπάρχει μία αυστηρά δομημένη πορεία, η επιστημονική μέθοδος, μέσα από την οποία εξασφαλίζεται αξιόπιστη επιστημονική γνώση (AAAS, 1993; Bauer, 1994; Feyerabend, 1993; NRC, 1996; Shapin, 1996).

2.3.3 Η Κριτική Απέναντι στην Προσέγγιση των Συναινετικών Απόψεων

Η προσέγγιση των συναινετικών απόψεων, αποδίδει τη φύση της επιστήμης μέσα από μία παραθετική λίστα των γενικών της γνωρισμάτων (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002; McComas, 1998; Niaz, 2009; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, & Duschl, 2003) και συνιστά το κυρίαρχο πλαίσιο για την ενσωμάτωση στη σχολική επιστήμη, εντούτοις δέχεται κριτικές για τις αδυναμίες που παρουσιάζει (Allchin, 2011; Duschl & Grandy, 2013; Hodson, 2014; Irzik & Nola, 2011; Matthews, 2012; van Dijk, 2011).

Πρόκειται για ένα κατάλογο ασύνδετων, δηλωτικών προτάσεων οι οποίες όχι μόνο δεν περιγράφουν επαρκώς τη ΦτΕ αλλά δημιουργούν αντιφάσεις για τα χαρακτηριστικά της επιστήμης (Allchin, 2011). Σύμφωνα με τον Matthews (2012), ο τρόπος που παρατίθενται τα χαρακτηριστικά παραπέμπει σε λίστα η οποία μπορεί να θεωρηθεί από τους μαθητές ως ακόμα μία λίστα στη μακρά διδακτέα ύλη με την πιθανότητα να πιστέψουν πως η απομνημόνευση της είναι ικανοποιητική για την κατανόηση της ΦτΕ. Η van Dijk (2011) θεωρεί πως η συγκεκριμένη προσέγγιση δεν μπορεί να προάγει την κατανόηση των μαθητών

παρά μόνο να αντικαταστήσει τις αρχικές τους στερεοτυπικές αντιλήψεις τους με καινούριες στερεοτυπικές δηλώσεις.

Οι Duschl και Grandy (2013), στα ίδια πλαίσια παρουσιάζουν την πεποίθηση πως η κατανόηση της ΦτΕ πρέπει να αποκτηθεί μέσω εμπειριών και όχι από την απλή αποδοχή των δηλώσεων που παρατίθενται στην προσέγγιση των συναινετικών απόψεων. Η αποστήθιση όμως δεν υπήρξε ποτέ η ιδέα πίσω από την παρουσίαση των συγκλινουσών απόψεων. Οι δηλωτικές προτάσεις αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία μπορεί να στηριχθεί η έγχυση των χαρακτηριστικών της ΦτΕ στο διδακτικό πλαίσιο, μέσα από κατάλληλες δραστηριότητες και συζητήσεις (McComas, 2020).

Ο Hodson (2014), υποστηρίζει πως οι πτυχές της ΦτΕ που αναφέρονται δεν αποτελούν κριτήριο που διαχωρίζει την έννοια της επιστήμης από άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες, αφού τα γενικά γνωρίσματα στην προσέγγιση των συναινετικών απόψεων δεν μπορούν να θεωρηθούν σημεία που χαρακτηρίζουν μόνο την επιστήμη. Η ανθρώπινη γνώση είναι γενικά αβέβαιη και ο δημιουργικός χαρακτήρας δεν αποτελεί προνόμιο μονάχα της επιστημονικής γνώσης αλλά της γνώσης γενικότερα. Σύμφωνα όμως με τον Kampourakis (2016) κανένας από τους υποστηρικτές της συναινετικής προσέγγισης δεν ισχυρίσθηκε ποτέ πως το εν λόγω πλαίσιο αποσκοπεί στο να διαχωρίσει το τί είναι επιστήμη και τι όχι και τα εν λόγω χαρακτηριστικά δεν αποτελούν κριτήριο για το τι εμπίπτει στην επιστήμη.

Ενδεχομένως η εντονότερη κριτική που δέχτηκε, στηρίζεται στην πεποίθηση πως το εν λόγω πλαίσιο είναι περιορισμένο και ανεπαρκές σε σημείο που δεν μπορεί να περιγράψει σε ικανοποιητικό βαθμό την έννοια της φύσης της επιστήμης (Allchin, 2011). Αποτελεί μία παράθεση χαρακτηριστικών η οποία δεν μπορεί να συλλάβει και να αποδώσει την πολυδιάστατη ταυτότητα των διαφορετικών επιστημονικών κλάδων (Erduran & Dagher, 2014a; Irzik & Nola, 2014). Οι van Dijk (2011, 2012) και Duschl και Grandy (2012) επισημαίνουν ότι πολλές από τις διεργασίες που πραγματοποιούνται σε διακριτούς επιστημονικούς κλάδους, καθώς και τα επιστημονικά ευρήματα έχουν ουσιώδεις διαφορές και δεν μπορούν να αποδοθούν επαρκώς από τις πτυχές του πλαισίου των συναινετικών απόψεων. Στην ιδέα αυτή, κάποιοι ερευνητές (π.χ. Samarapungavan et al., 2006; Schizas et al., 2016) στήριξαν την άποψη πως ο όρος «φύση των επιστημών» (NoSs) θα έπρεπε να αντικαταστήσει τη «φύση της επιστήμης» (NoS). Μάλιστα η κριτική που προήλθε από την van Dijk (2011), τονίζει πως το συγκεκριμένο πλαίσιο αποκρύπτει την ετερογένεια που χαρακτηρίζει την επιστήμη.

Στην αναζήτηση μίας προσέγγισης για τη ΦτΕ που να ξεπερνά τις αδυναμίες της προσέγγισης των συναινετικών απόψεων, οι Irzik και Nola (2011), προτείνουν την προσέγγιση της «οικογενειακής ομοιότητας» η οποία στηρίζεται στην πρόταση του Wittgenstein (1958) και επεκτείνεται ώστε να μπορέσει να εφαρμοστεί στην περίπτωση των επιστημών. Θεωρούν ότι υπερτερεί έναντι της προσέγγισης των συναινετικών απόψεων γιατί καθίσταται ικανή να αποδώσει τον πολυδιάστατο χαρακτήρα της επιστήμης.

Όπως τα μέλη μίας οικογένειας παρουσιάζουν ομοιότητες ως προς κάποια χαρακτηριστικά και όχι ως προς άλλα, έτσι και οι επιστημονικοί κλάδοι παρόλο που μοιράζονται κάποια κοινά στοιχεία εντούτοις δεν μπορούν να θεωρηθούν ίδιοι. Υποστηρίζουν όμως πως οι εν λόγω κλάδοι έχουν ομοιότητες ικανές να τους τοποθετήσουν κάτω από την ευρύτερη κατηγορία των επιστημών (Irzik & Nola, 2014). Παρόλα αυτά, τα κοινά χαρακτηριστικά που μοιράζονται οι επιστημονικοί κλάδοι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ορίσουν την έννοια της επιστήμης.

Στο πλαίσιο της οικογενειακής ομοιότητας, οι Irzik και Nola (2014), προσεγγίζουν την επιστήμη ως αποτελούμενη από δύο επιμέρους πτυχές: ένα γνωστικό-επιστημικό σύστημα σκέψης και πρακτικής από τη μία και ένα κοινωνικό-θεσμικό σύστημα από την άλλη. Οι γνωστικό-επιστημικές κατηγορίες είναι: οι διαδικασίες διερώτησης, σκοποί και αξίες, επιστημονικές μέθοδοι και μεθοδολογικοί κανόνες και επιστημονική γνώση. Οι κατηγορίες που τοποθετούν κάτω από το κοινωνικό-θεσμικό σύστημα είναι: οι επαγγελματικές δραστηριότητες, το επιστημονικό ήθος, οι διαδικασίες πιστοποίησης της γνώσης από την επιστημονική κοινότητα και η διάχυση της καθώς και οι κοινωνικές αξίες που τη διέπουν. Το βασικό πλεονέκτημα έναντι της προσέγγισης συναινετικών απόψεων είναι ο βαθμός ελευθερίας που επιτρέπει η συγκεκριμένη προσέγγιση, καθώς σε σχολικό επίπεδο παρέχει την δυνατότητα εμβάθυνσης τόσο στα κοινά χαρακτηριστικά όσο και στις διαφορές μεταξύ επιστημονικών πεδίων (Dagher & Erduran, 2016).

Βασικό μέλημα της προσέγγισης των συναινετικών απόψεων υπήρξε η αντιμετώπιση των παρανοήσεων των μαθητών σχετικά με τη ΦτΕ και όχι η απόδοση του πολυδιάστατου χαρακτήρα της μέσα από την αναφορά στα χαρακτηριστικά των επιμέρους επιστημονικών κλάδων (Kamprourakis, 2016). Άλλωστε τίθεται το ερώτημα αν υπάρχει νόημα για εισχώρηση σε βαθύτερες και πιο σύνθετες έννοιες αν απουσιάζει η απαραίτητη βάση. Ο Kamprourakis (2016), υποστηρίζει πως είναι πιο στωικό να διδαχθούν οι μαθητές πρώτα τα κοινά χαρακτηριστικά που μοιράζονται οι επιστημονικοί κλάδοι και στη συνέχεια να εμβαθύνουν

στις διαφορές τους. Το επίπεδο εμβάθυνσης πρέπει να προσαρμόζεται για να ανταποκρίνεται κάθε φορά στο γνωστικό επίπεδο και τις δυνατότητες των μαθητών (Smith & Scharmann, 1999).

Από τη μία η προσέγγιση της οικογενειακής ομοιότητας αποτελεί ένα πιο σύνθετο πλαίσιο για εφαρμογή στην εκπαίδευση (Erduran & Dagher, 2014), ενώ από την άλλη η προσέγγιση των συναινετικών απόψεων θέτει το κατάλληλο πλαίσιο για την εισαγωγή των μαθητών στις πτυχές της ΦΤΕ, αφού μέσα από έρευνες προκύπτει πως μπορεί με επιτυχία να αντιμετωπίσει τις πρώιμες αντιλήψεις των μαθητών (Lederman, 2007). Οι Kampourakis (2016) και Abd-El-Khalick (2012a, 2012b) προτείνουν τη διδασκαλία των πτυχών της ΦΤΕ μέσα από διαδικασία κλιμάκωσης, όπου το επίπεδο εμβάθυνσης οφείλει να προσαρμόζεται ανάλογα με το επίπεδο στο οποίο διδάσκεται. Με τη θεώρηση αυτή, το ένα πλαίσιο τίθεται ως συνέχεια του άλλου. Συνεπώς στην πραγματικότητα δεν είναι πλαίσια αλληλοαποκλειόμενα αλλά καθορίζουν μαζί ένα συνεχές φάσμα στο οποίο μπορεί να στηριχθεί η εισαγωγή των γνωρισμάτων της ΦΤΕ στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Kampourakis, 2016).

2.4 Οι Αντιλήψεις των Μαθητών για τη Φύση της Επιστήμης

Μέσα από πολλές έρευνες, φανερώνεται η αρνητική στάση των μαθητών απέναντι στις ΦΕ (Tytler et al., 2008). Παρόλο που οι μαθητές μεγαλώνουν σε σύγχρονα κοινωνικά πλαίσια, όπου οι επιστημονικές εξελίξεις διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο, εντούτοις η εκπαίδευση δεν έχει καταστεί ικανή να τονίσει τη σημαντικότητα των φυσικών επιστημών και να βοηθήσει στο σχηματισμό θετικών στάσεων. Οι αρνητικές στάσεις των μαθητών, φαίνεται να διαμορφώνονται μέσα από τις εμπειρίες, τις αντιλήψεις και τη γνώση που λαμβάνουν κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας (Yoon et al., 2014). Ο εντοπισμός των λανθασμένων αντιλήψεων και η αντιμετώπιση τους μέσα από στοχευμένες διδακτικές παρεμβάσεις, μπορεί να βοηθήσει στη διαμόρφωση ρεαλιστικών εικόνων και συνεπώς να οδηγήσει στη βελτίωση των στάσεων που διατηρούν οι μαθητές απέναντι στις επιστήμες (McComas, 1998).

2.4.1 Η Έννοια της Αντίληψης

Η έννοια της αντίληψης αποτελεί αντικείμενο μελέτης σε πολλούς τομείς (Moore, 2007), με αποτέλεσμα να έχουν αποδοθεί στον όρο πολλαπλοί ορισμοί. Ανάλογα με το πεδίο και τον τομέα η έννοια της αντίληψης έχει συνδεθεί με πεποιθήσεις, εμπειρίες, αξίες, στερεότυπα, γνώση, νοητικές εικόνες. Σύμφωνα με τον Da Silva (2005), ο όρος «αντίληψη», αναφέρεται στις φυσικές και νοητικές ικανότητες που διέπουν τις ψυχολογικές διεργασίες μέσω των οποίων το άτομο αναγνωρίζει, επεξεργάζεται και αντιλαμβάνεται τα γεγονότα. Οι Evans, Fox, Cremasco και McKinnon (2004), αναφέρουν πως «η ευρεία έννοια της αντίληψης, περιγράφει τις γνώσεις ή τις ιδέες που γίνονται αποδεκτές από ένα άτομο ως αληθινές ή πιθανές».

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας η έννοια της αντίληψης θα στηριχθεί στον ορισμό που δόθηκε από τους Lloyd και Wilson (1998), οι οποίοι με τον όρο αντίληψη, αναφέρθηκαν στις νοητικές δομές του ατόμου οι οποίες περιλαμβάνουν τις γνώσεις, πεποιθήσεις, την κατανόηση, τις προτιμήσεις και θεωρήσεις οι οποίες διέπουν ένα επιστημονικό πεδίο. Η επιλογή στηρίχθηκε στη στενή εννοιολογική σχέση μεταξύ των πεποιθήσεων, θεωρήσεων και αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τη φύση της επιστήμης που προέκυψε μέσα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, έννοιες με τις οποίες οι ερευνητές αναφέρονται στην κατανόηση των επιστημολογικών πτυχών της επιστημονικής γνώσης (Liu & Tsai, 2008).

2.4.2 Σύγχρονες Αντιλήψεις για τη Φύση της Επιστήμης

Βασικό μέλημα της διδασκαλίας ΦΕ είναι να αποκτήσουν οι μαθητές επαρκείς αντιλήψεις που συνάδουν με τις σύγχρονες θεωρήσεις για την επιστήμη. Παρόλα αυτά, το ποιες αντιλήψεις θεωρούνται ως επαρκείς, παραμένει ένα σημείο το οποίο επιδέχεται έντονη συζήτηση (Deng et. al., 2011).

Οι προσεγγίσεις της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών έχουν υποστεί μετατόπιση ως προς την ιδεολογική τους προσέγγιση από τον λογικό θετικισμό ή εμπειρισμό στον εποικοδομητισμό τις τελευταίες δεκαετίες (Tsai, 2003). Η σύλληψη της έννοιας της επιστήμης μέσα από τις ιδέες του εμπειρισμού, θέλει την επιστημονική γνώση να παρουσιάζει την απόλυτη αλήθεια η οποία φανερώνεται με την επίκληση στη λογική, τη

βοήθεια της παρατήρησης και των μαθηματικών εφαρμογών (Edmondson & Novak, 1993). Η θεώρηση αυτή υπήρξε επικρατέστερη και στη διδασκαλία των ΦΕ μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, όταν τότε η κατανόηση της ΦτΕ υπονοούσε αποκλειστικά την κατανόηση της επιστημονικής μεθόδου (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a). Από την άλλη, η κονστρουκτιβιστική επιστημολογία, θέλει την επιστημονική γνώση να οικοδομείται μέσα από την αλληλεπίδραση, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να υπάρξει ανεξάρτητα από το κοινωνικό πλαίσιο.

Οι σύγχρονες επιστημολογικές θεωρήσεις, τοποθετούν την έμφαση στην προσωρινή φύση αλλά και τις ανθρωπιστικές πτυχές που χαρακτηρίζουν την επιστημονική γνώση ως μία απόπειρα να συνδέσουν τα επιστημονικά θέματα και τις επιστημονικές πρακτικές με το ευρύτερο κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Hodson, 1993).

Η κονστρουκτιβιστική θεώρηση της φύσης της επιστήμης, αναγνωρίζει την επιστημονική γνώση ως προϊόν ανθρώπινης δραστηριότητας που δεν παρουσιάζει την μία και απόλυτη αλήθεια. Μέσα από την προσέγγιση αυτή, οι προσωπικές πεποιθήσεις, το γνωστικό και κοινωνικό υπόβαθρο των επιστημόνων τοποθετούνται ως κρίσιμοι παράγοντες που διαμορφώνουν το πρίσμα μέσα από το οποίο οι επιστήμονες παρατηρούν, επεξηγούν και εξαγάγουν πορίσματα. Τα χαρακτηριστικά που προτείνει ο Lederman (2007), σχετικά με τη φύση της επιστήμης, φαίνεται να συνάδουν με τις ιδέες αυτές, αφού τονίζει τη σημασία του ανθρώπινου παράγοντα, την αλληλεξάρτηση κοινωνίας και επιστήμης και αναγνωρίζει την ευμετάβλητη φύση της επιστημονικής γνώσης. Αντίθετα, η θετικιστική προσέγγιση, θέλει την επιστημονική γνώση να στηρίζεται αμιγώς στην παρατήρηση και τον πειραματισμό ο οποίος διεξάγεται μέσα από την καθολική επιστημονική μέθοδο, συνεπώς δεν επιδέχεται αλλαγών (vanGriethuijsen et al., 2015).

Πλέον μέσα από τη διδασκαλία, ζητούμενο είναι οι μαθητές να αναπτύξουν αντιλήψεις για τη ΦτΕ οι οποίες στηρίζονται στην προσέγγιση του εποικοδομητισμού (Edmondson & Novak, 1993; Tsai, 1998a) και προκύπτουν ως αποτέλεσμα βαθύτερης, ολιστικής κατανόησης και χαρακτηρίζονται στη σχετική βιβλιογραφία ως επαρκείς. Αντίθετα, ως ανεπαρκείς ή απλοϊκές χαρακτηρίζονται οι αντιλήψεις που βρίσκονται σε συμφωνία με τη θετικιστική προσέγγιση για τις φυσικές επιστήμες (Tsai, 1999a). Όταν οι μαθητές κατέχουν αντιλήψεις με θετικιστικό υπόβαθρο, σχετικά με τη ΦτΕ, τείνουν να αρκестούν στην απόκτηση των βασικών αντικειμενικών γνώσεων χωρίς διάθεση για συλλογισμό και

περαιτέρω προβληματισμό (Reif & Larkin, 1991). Η επιστημονική γνώση αναγνωρίζεται ως ένα σύνολο γεγονότων, νόμων και μαθηματικών εξισώσεων η οποία αποκτάται μέσα από τη στείρα μεταφορά πληροφοριών, γεγονός που οδηγεί σε αποστήθιση χωρίς ουσιαστική κατανόηση (Özdemir, 2007). Μέσα από αυτή τη διαδικασία η επιστημονική γνώση δεν έχει ουσιαστική αξία αφού θεωρείται αποκομμένη από τις καθημερινές εμπειρίες των μαθητών.

Παρά την έντονη ανάγκη για την κατανόηση της επιστήμης μέσα σε πιο ρεαλιστικά πλαίσια, ώστε να καταστεί η σχολική επιστήμη ωφέλιμη και ουσιαστική, τα αποτελέσματα πολλών ερευνών σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών συγκλίνουν κατ' επανάληψη σε ένα σημείο, την περιορισμένη κατανόηση των μαθητών. Οι μαθητές αναγνωρίζουν ως βασική επιδίωξη της επιστήμης την ανακάλυψη φυσικών νόμων και θεωρούν πως η γνώση που προσφέρει είναι απόλυτη θεωρώντας την αποκομμένη από την καθημερινή ζωή. Οι αντιλήψεις αυτές μπορούν να χαρακτηριστούν ως ανεπαρκείς, αφού είναι ασύμβατες με τις σύγχρονες ιδέες για τη ΦτΕ (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Deng et al., 2011).

3 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

3.1 Αντιλήψεις των Μαθητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για τη Φύση της Επιστήμης

Παρά την έμφαση που δίνεται τα τελευταία χρόνια στην κατανόηση των πτυχών της ΦτΕ από την πλευρά των μαθητών, φαίνεται πως οι αντιλήψεις τους παραμένουν ανεπαρκείς (Cofre et al., 2019; Karakas, 2017; Lederman & Lederman, 2014; Park, Nielsen & Woodruff, 2014). Η ανεπάρκεια αυτή σχετικά με την επιστημολογία και τις διαδικασίες της επιστήμης διαστρεβλώνει την κατανόηση του τί είναι η επιστήμη, πως λειτουργεί και τι μπορεί να πετύχει (Lederman, 1992; McComas, 1998) με αποτέλεσμα να επιφέρει αρνητικό αντίκτυπο στην απόκτηση γνώσης (Ryder, Leach, & Driver, 1999).

Οι Osborne, Simon και Collins (2003), τονίζουν πως οι αντιλήψεις που έχουν οι μαθητές σχετικά με τις επιστημολογικές πτυχές της επιστήμης είναι παράγοντας που επηρεάζει τις στάσεις τους, οι οποίες με τη σειρά τους μπορεί να υποβοηθήσουν ή να εμποδίσουν τη διαδικασία απόκτησης γνώσης. Μέσα από την καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών μπορεί να επιτευχθεί καλύτερος σχεδιασμός και πιο αποτελεσματική διδασκαλία (Azevedo & Scarpa, 2017).

Οι Driver, Leach, Millar και Scott (1996) αναφέρουν πως μαθητές που έχουν διαμορφώσει προχωρημένες αντιλήψεις σχετικά με τη ΦτΕ, ενδεχομένως να είναι σε θέση να κατανοήσουν πιο εύκολα τις διεργασίες που διέπουν την επιστήμη, να λάβουν εμπειριστατωμένες αποφάσεις για κοινωνικό-επιστημονικά θέματα, να μπορέσουν να κατανοήσουν την επιστήμη ως καθοριστικό παράγοντα της σύγχρονης κοινωνίας, να αντιληφθούν τους μηχανισμούς που χαρακτηρίζουν την εργασία της επιστημονικής κοινότητας και τέλος να κατανοήσουν την επιστημονική γνώση σε βάθος.

Η ανεπάρκεια που χαρακτηρίζει τις αντιλήψεις των μαθητών εντοπίζεται σε διάφορες πτυχές της ΦτΕ, όπως ο ρόλος που διαδραματίζει η δημιουργικότητα (Abd-El-Khalick, 2006; Bell, Blair, Crawford, & Lederman, 2003; Mackay, 1971) και η προσωρινή φύση της επιστημονικής γνώσης (Bell et al., 2003; Lederman & O'Malley, 1990; Rubba, 1977; Rubba & Andersen, 1978). Διαχρονικά, τα αποτελέσματα σχετικών ερευνών δείχνουν πως χρειώδεις αντιλήψεις σχετικά με τη φύση της επιστήμης παρουσιάζονται από τους μαθητές σε όλα τα

επίπεδα της εκπαίδευσης (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Ajaja, 2012; Hacieminoglu, Yilmaz-Tuzun & Ertepinar, 2012; Moss, Abrams & Robb; 2001; Waters-Adams & Nias, 2003).

Οι Kang, Scharmann και Noh, το 2003, παρουσίασαν τα αποτελέσματα της έρευνας τους, κατά την οποία καταπιάστηκαν με τις αντιλήψεις 617 Κορεατών μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τα πορίσματα τους, οι αντιλήψεις που έφεραν οι μαθητές σχετικά με τη ΦτΕ ήταν ασύμβατες με τις σύγχρονες επιστημολογικές πτυχές που διέπουν την επιστήμη και την επιστημονική γνώση. Οι ερευνητές ανέφεραν πως μόνο ένα μικρό ποσοστό των μαθητών κατείχαν έγκυρες αντιλήψεις, γεγονός που έκριναν ως ανησυχητικό αν κανείς αναλογιστεί πως για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης οι αντιλήψεις αυτές δεν πρόκειται να τροποποιηθούν, συνεπώς είναι οι αντιλήψεις που θα φέρουν και ως πολίτες κατά την κοινωνική τους δραστηριοποίηση.

Οι Tsai και Liu, το 2005 προσπάθησαν μέσα από ένα δείγμα 613 μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που φοιτούσαν σε σχολεία της Ταιβάν, να εντοπίσουν κατά πόσο οι μαθητές φέρουν σύγχρονες αντιλήψεις σχετικά με τη φύση της επιστημονικής γνώσης. Ανάμεσα στις πτυχές που περιλήφθηκαν στη μελέτη τους, οι μαθητές φαίνεται να είχαν επαρκείς αντιλήψεις για τον προσωρινό χαρακτήρα της επιστημονικής γνώσης, γεγονός που συνάδει με παλαιότερα ευρήματα από τους Lederman και O'Malley (1990), οι οποίοι υποστήριξαν πως μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης κατανοούν πως η επιστημονική γνώση ενδεχομένως να υποστεί τροποποιήσεις. Επιπρόσθετα, μέσα από τα συμπεράσματα, συσχέτισαν την πτυχή της θεωρητικά εξαρτημένης βάση της επιστημονικής γνώσης με τον κοινωνικό και ευρηματικό χαρακτήρα της. Μαθητές που κατανοούσαν πως η επιστημονική γνώση επηρεάζεται από τις προηγούμενες εμπειρίες και γνώσεις του ατόμου έδειξαν να αντιλαμβάνονται την ανάγκη για συνεργασία ανάμεσα στην επιστημονική κοινότητα καθώς και τον ρόλο της δημιουργικότητας.

Μέσα από την έρευνα των Khishfe και Lederman (2007), διαπιστώθηκε πως οι 129 μαθητές που φοιτούσαν σε σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Αμερική, είχαν ανεπαρκείς αντιλήψεις σχετικά με τη ΦτΕ πριν από τις προβλεπόμενες διδακτικές παρεμβάσεις. Συγκεκριμένα, όπως αναφέρει η εν λόγω έρευνα, η πλειοψηφία των μαθητών παρουσίασαν ανεπάρκεια αντιλήψεων για την προσωρινή φύση, την εμπειρική βάση, τον δημιουργικό χαρακτήρα και την υποκειμενικότητα που χαρακτηρίζει την επιστημονική γνώση. Οι μαθητές εξέφρασαν πιο ορθές αντιλήψεις για την εμπειρική φύση αναγνωρίζοντας πως τα συμπεράσματα των επιστημόνων στηρίζονται σε εμπειρικά

δεδομένα ενώ τη μεγαλύτερη ανεπάρκεια επέδειξαν στην πτυχή της προσωρινής φύσης της επιστημονικής γνώσης, αφού η μεγάλη πλειοψηφία υποστήριξε τον απόλυτο χαρακτήρα της.

Ακόμα μία προσπάθεια για την καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης πραγματοποιήθηκε από τους Dogan και Abd-El-Khalick το 2007 και αφορούσε μαθητές που φοιτούσαν σε σχολεία της Τουρκίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι περισσότεροι μαθητές έχουν απλοϊκές αντιλήψεις σχεδόν για όλες τις πτυχές που σχετίζονται με την επιστημονική γνώση. Εξαίρεση παρουσιάστηκε στην πτυχή που αφορούσε την προσωρινή φύση της επιστημονικής γνώσης, όπου ένα ποσοστό 68.2% των μαθητών επέδειξε αντιλήψεις οι οποίες χαρακτηρίστηκαν ως επαρκείς. Το 44,2% των μαθητών, όταν κλήθηκε να σχολιάσει την επιστημονική μέθοδο, αναφέρθηκε σε αυτή ως καθολική διαδικασία, η οποία απαρτίζεται από συγκεκριμένα βήματα. Μόλις το 17% είχε αντιλήψεις που εξέφραζαν την απουσία μίας μοναδικής επιστημονικής μεθόδου.

Το 2012, η Khishfe προσπάθησε να εντοπίσει τις αντιλήψεις των μαθητών για τη ΦτΕ και να τις συσχετίσει με την ικανότητα τους να επιχειρηματολογούν. Στην έρευνα συμμετείχαν 219 μαθητές, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που φοιτούσαν σε σχολεία του Λιβάνου. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως η πλειονότητα των μαθητών κατέχει ανεπαρκή κατανόηση για τη ΦτΕ, με τις πιο ανεπαρκείς αντιλήψεις για τη ΦτΕ να αφορούν στις πτυχές της προσωρινής φύσης και της εμπειρικής βάσης της επιστημονικής γνώσης, γεγονός που υποστηρίζεται μέσα από τη βιβλιογραφία (BouJaoude, 1996; Griffiths & Barman, 1995; Horner & Rubba, 1978; Khishfe, 2008; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Lederman & O'Malley, 1990). Σημαντικό εύρημα της εν λόγω έρευνας αποτελούσε η θετική συσχέτιση μεταξύ της κατανόησης των πτυχών της ΦτΕ και της ικανότητας για επιχειρηματολογία, γεγονός που τονίζει τη σημαντικότητα για ικανοποιητική γνώση και αναβαθμισμένες αντιλήψεις.

Παρόμοιο εγχείρημα, σχετικά με την καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών, πραγματοποιήθηκε το 2017 από τους Das, Faikhamta και Punsunon, και αφορούσε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε σχολεία του Μπουτάν. Μέσα από την ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων, κατέληξαν στο γενικό συμπέρασμα πως οι μαθητές κατέχουν στο σύνολο τους μη επαρκείς αντιλήψεις σχετικά με τη φύση της επιστήμης. Συγκεκριμένα, αναφορικά με την προσωρινή φύση που χαρακτηρίζει την επιστημονική γνώση οι αντιλήψεις των μαθητών χαρακτηρίστηκαν ως απλοϊκές αφού έτειναν να προσδίδουν σε αυτή ντετερμινιστικό χαρακτήρα. Η απόλυτη αυτή θεώρηση για τη φύση της επιστημονικής

γνώσης υποστηρίζεται και μέσα από προηγούμενες έρευνες (Kang, Scharma & Noh, 2005). Στις πτυχές που συνδέονται με την εμπειρική φύση της επιστημονικής γνώσης, την απουσία απόλυτης επιστημονικής μεθόδου και τον δημιουργικό της χαρακτήρα οι αντιλήψεις των μαθητών χαρακτηρίστηκαν ως μεταβατικές από τους ερευνητές. Οι περισσότεροι μαθητές αποδίδουν στην επιστήμη τον χαρακτήρα που έχει η σχολική επιστήμη κατά τη διδασκαλία, αναγνωρίζοντας την ως ένα σώμα πληροφοριών που παρέχει γνώση για τον φυσικό κόσμο χωρίς να αναγνωρίζουν τις διεργασίες που πραγματοποιούνται από τους επιστήμονες για την παραγωγή της εν λόγω γνώσης και την ανάγκη για εμπειρικά δεδομένα.

Οι Kim και Alghamdi (2020), κατέγραψαν και παρουσίασαν τις αντιλήψεις για τη ΦΤΕ 592 μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στη Σαουδική Αραβία. Οι μαθητές φαίνεται να κατείχαν πιο ενημερωμένες αντιλήψεις σχετικά με την αλληλεπίδραση μεταξύ των επιστημόνων για την οικοδόμηση και επικύρωση της επιστημονικής γνώσης αλλά και για τον δημιουργικό και ευρηματικό της χαρακτήρα. Το αποτέλεσμα αυτό βρίσκεται σε ευθυγράμμιση με προηγούμενες έρευνες όπου οι μαθητές έδειξαν επίσης να αντιλαμβάνονται πως η επιστημονική γνώση αποτελεί προϊόν αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας της επιστημονικής κοινότητας και η διαδικασία μέσα από την οποία η γνώση οικοδομείται δεν στηρίζεται αποκλειστικά σε προσωπική προσπάθεια (AAAS, 1990; Liu et al., 2011; Tsai & Liu, 2005). Σχετικά με την υποκειμενικότητα που διέπει την επιστημονική γνώση, αφού επηρεάζεται από προσωπικές πεποιθήσεις και το υπόβαθρο των επιστημόνων, αλλά και την προσωρινή της φύση οι μαθητές παρουσίασαν ουδέτερες αντιλήψεις, αφού δεν φαίνεται να συμφωνούσαν ούτε να διαφωνούσαν. Οι ερευνητές απέδωσαν τα αποτελέσματα αυτά στην ανεπαρκή κατανόηση των μαθητών για τη ΦΤΕ, γεγονός το οποίο συγκλίνει με προηγούμενες αναφορές σχετικά με την ανεπαρκή εικόνα που κατέχουν οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη ΦΤΕ (Lederman, 1992; McComas, 1998; Sontay & Karamustafaoglu, 2018).

Ο Emran με την ομάδα συνεργατών του (2020), επιχείρησαν να καταγράψουν τις αντιλήψεις 1010 δεκαπεντάχρονων μαθητών στο Ισραήλ σχετικά με τη ΦΤΕ. Οι μαθητές μέσα από τις αποκρίσεις τους, έδειξαν να έχουν κατανόηση σχετικά με τον ρόλο της φαντασίας και της δημιουργικότητας, του προσωρινού χαρακτήρα που διέπει την επιστημονική γνώση καθώς και με τη θεωρητικά εξαρτημένη φύση της.

Η ύπαρξη τέτοιων ανεπιθύμητων, διαστρεβλωμένων αντιλήψεων σχετικά με τη ΦΤΕ, σε πολλές περιπτώσεις δημιουργείται και ενισχύεται μέσα από την ίδια τη διδακτική διαδικασία

(Gil-Pérez et al., 2001). Ο Abd-El-Khalick (2003), αποδίδει τις λανθασμένες αντιλήψεις των μαθητών στα σχολικά εγχειρίδια, τις ακατάλληλες διδακτικές προσεγγίσεις, τους εκπαιδευτικούς αλλά και το ίδιο το αναλυτικό πρόγραμμα. Όταν η διδασκαλία των ΦΕ έχει ως μοναδική επιδίωξη τη μεταφορά γνώσης, τότε ολόκληρη η διαδικασία τυγχάνει λανθασμένης διαμόρφωσης, ώστε να εξυπηρετήσει τον σκοπό αυτό, προάγοντας την αποστήθιση στείρων πληροφοριών και στερώντας από τους διδασκόμενους οποιαδήποτε ευκαιρία για κατανόηση τόσο του επιστημονικού περιεχομένου όσο και των διεργασιών μέσα από τον οποίο η επιστημονική γνώση αποκτήθηκε (Azevedo & Scarpa, 2017).

Από την άλλη, όπως έχει ήδη αναφερθεί, δεν είναι μόνο οι διδακτικές προσεγγίσεις οι οποίες διαμορφώνουν και ενισχύουν το πρόβλημα, αλλά η εικόνα της επιστήμης όπως παρουσιάζεται μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια. Το περιεχόμενο των σχολικών βιβλίων, δημιουργεί την εικόνα της απόλυτης αλήθειας και της αντικειμενικής γνώσης αφού παρουσιάζει την επιστημονική γνώση ως προϊόν που προκύπτει μέσα από την καθολική και καλά δομημένη επιστημονική μέθοδο (Niaz, 1998). Το περιεχόμενο των σχολικών εγχειριδίων, στηρίζεται αμιγώς στην παράθεση επιστημονικού περιεχομένου χωρίς να παρέχει παραδείγματα και εφαρμογές της επιστημονικής γνώσης μέσα από την καθημερινή ζωή (Cavallo et al., 2003), αποκόπτοντας την από τη ρεαλιστική θεώρηση της. Μέσα στα πλαίσια αυτά, η ύπαρξη θετικιστικών αντιλήψεων από πλευράς μαθητών δεν πρέπει να αποτελεί έκπληξη παρά μόνο έναυσμα για έντονο προβληματισμό σχετικά με τις επιδιώξεις της σχολικής επιστήμης και τον τρόπο που αυτή επικοινωνείται στους μαθητές.

3.2 Η Διαμόρφωση Αντιλήψεων και η Σύνδεση της με το Επάγγελμα των Γονιών

Η κοινωνικοοικονομική κατάσταση των γονιών καθώς και το επάγγελμα τους διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία μάθησης (Johnson & Hull, 2014; OECD, 2014). Οι Horowitz και συνεργάτες (2009) επισημαίνουν πως το επάγγελμα των γονιών έχει μεγάλη επίδραση στην εμπλοκή των μαθητών με τις ΦΕ. Στα ίδια πλαίσια, πέρα από όλες τις υπόλοιπες πτυχές, το επάγγελμα των γονιών αναμένεται να επηρεάζει και τις αντιλήψεις που φέρουν οι μαθητές σχετικά με τη ΦΤΕ.

Οι γονείς λειτουργούν ως μοντέλα-πρότυπα για τα παιδιά τους, αφού μέσα από τη δική τους ενασχόληση με την επιστήμη γίνεται αντιληπτό στους μαθητές πως οι στόχοι που ενδεχομένως να θέσουν είναι εφικτοί ενώ ταυτόχρονα δείχνουν τον τρόπο για την εκπλήρωση τους (Morgenroth et al., 2015). Μέσα από έρευνες γίνεται φανερό πως η γενικότερη συναναστροφή των μαθητών με επιστήμονες έχει θετική επίδραση αφού καθιστά τις φυσικές επιστήμες πιο προσιτές, θέτοντας τις απαραίτητες προϋποθέσεις για περαιτέρω ενασχόληση (Adedokun et al., 2012).

Μέσα από το επάγγελμα των γονιών, οι ΦΕ καθίστανται άρρηκτο κομμάτι της καθημερινότητας των μαθητών, αφού τους παρέχεται πιο εύκολη πρόσβαση σε πηγές επιστημονικού περιεχομένου, συναναστροφή με επιστήμονες, γεγονότα που εντείνουν την αξία των επιστημών στα μάτια των παιδιών και ενισχύουν τα κίνητρα, την κατανόηση και συνεπώς την ενασχόληση με τις ΦΕ (Archer & DeWitt, 2015).

Όλα όσα έχουν αναφερθεί επηρεάζουν τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τις ΦΕ, αλλά και τις ιδέες τους για το τί είναι επιστήμη, αφού μέσα από το περιβάλλον της οικογένειας, οι μαθητές αποδέχονται την επιστήμη ως κομμάτι της καθημερινότητας τους αλλά και παράγοντα που διαμορφώνει την προσωπικότητά τους και καθορίζει τις αποφάσεις τους. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές τοποθετούν την επιστήμη ως προσωπική επιλογή γεγονός που εντείνει την κατανόηση της ΦΤΕ (Chen et al., 2013).

Σε πρόσφατη έρευνα, οι Emran και συνεργάτες (2020), επιχειρώντας να εντοπίσουν πιθανή συσχέτιση μεταξύ των αντιλήψεων των μαθητών για τη ΦΤΕ και του επαγγέλματος των γονιών, κατέληξαν στο συμπέρασμα πως μαθητές των οποίων οι γονείς απασχολούνται σε τομείς STEM, εμφάνισαν μεγαλύτερη κατανόηση των πτυχών της ΦΤΕ οι οποίες σχετίζονται με την προσωρινή της φύση, τον δημιουργικό και ευρηματικό χαρακτήρα και τη

θεωρητικά εξαρτημένη βάση της (Emran et.al., 2020). Μαθητές οι οποίοι ανέφεραν πως οι γονείς τους δεν εμπλέκονται με επαγγέλματα STEM, μέσα από τις απαντήσεις τους απέδωσαν μονοδιάστατο και αντικειμενικό χαρακτήρα στην επιστημονική γνώση.

Τα αποτελέσματα αυτά αποδίδονται στην επίδραση του επαγγέλματος των γονιών, αφού μέσα από την συναναστροφή τους με τους γονείς, οι μαθητές αντιλαμβάνονται τον πολυδιάστατο χαρακτήρα της επιστήμης μέσα από τους προβληματισμούς και τις αμφιβολίες που οι γονείς βιώνουν μέσα από το επάγγελμά τους (Archer et al., 2012, 2014; Simpkins et al., 2012). Από την άλλη, μαθητές των οποίων οι γονείς δεν σχετίζονται με επαγγέλματα STEM, διαμορφώνουν την άποψη της άκαμπτης επιστήμης η οποία προωθείται μέσα από την εκπαίδευση και τα σχολικά εγχειρίδια (Hacieminoglu, 2016; McComas, 2017).

3.3 Οι Αντιλήψεις των Μαθητών και πως Διαμορφώνουν τις Επαγγελματικές τους Βλέψεις

Η ανάγκη για εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό σε επαγγέλματα επιστημών και τεχνολογίας εντείνεται, ενόψει των κρίσιμων εξελίξεων που διαδραματίζονται ανά το παγκόσμιο (Hill et al., 2010). Όπως χαρακτηριστικά ειπώθηκε από τον Stephen Hawking: *«Υπάρχουν όμως κι άλλες προκλήσεις, άλλα μεγάλα ερωτήματα στον πλανήτη μας που πρέπει να απαντηθούν - και εδώ θα χρειαστεί μια νέα γενιά που να ενδιαφέρεται, να ασχολείται και να κατανοεί την επιστήμη. Πώς θα καταφέρουμε να θρέψουμε τον διαρκώς αυξανόμενο πληθυσμό μας; Πώς θα παρέχουμε καθαρό νερό, πώς θα παράγουμε ανανεώσιμη ενέργεια, πώς θα προλαμβάνουμε και θα θεραπεύουμε ασθένειες και πώς θα επιβραδύνουμε την κλιματική αλλαγή σε παγκόσμια κλίμακα; Ελπίζω πως η επιστήμη και η τεχνολογία θα παρέχουν τις απαντήσεις σε αυτά τα ερωτήματα, όμως τις όποιες λύσεις θα πρέπει να εφαρμόσουν ανθρώπινα όντα με γνώση και κατανόηση».*

Παρά την κρισιμότητα, φαίνεται πως μόνο ένα μικρό ποσοστό των μαθητών σε κάθε χώρα, επιλέγουν να ακολουθήσουν καριέρα σε επαγγέλματα STEM (Dorph et al., 2018), ενώ γενικά αναφέρεται πτώση στο ενδιαφέρον που επιδεικνύουν οι μαθητές για να ακολουθήσουν επαγγέλματα που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες (Bottiaa et al., 2015; American Institute of Physics, 2014; Roberts, 2002; Stagg et al., 2003). Μέσα από τα αποτελέσματα σχετικών ερευνών, φαίνεται πως ακόμα και οι μαθητές που έχουν δεξιότητες

και υψηλές επιδόσεις στα μαθηματικά και τα μαθήματα των επιστημών, επιλέγουν καριέρα στις φυσικές επιστήμες μόνο όταν παρουσιάσουν επαρκές ενδιαφέρον για ένα επιστημονικό τομέα (Besterfield-Sacre, Atman, & Shuman, 1997; Dick & Rallis, 1991; Lubinski & Benbow, 2006; Masnick, Valenti, Cox, & Osman, 2009).

Οι μαθητές στο στάδιο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης καλούνται να διαμορφώσουν και να λάβουν αποφάσεις που αφορούν τη μελλοντική τους επαγγελματική πορεία (Tang, Pan & Newmeyer, 2008). Για την κατάλληλη υποστήριξη των μαθητών κατά τη διαδικασία επιλογής επαγγέλματος καθίσταται κρίσιμο να εντοπιστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαμόρφωση των επαγγελματικών βλέψεων και τελικά την επιλογή επαγγέλματος. Ο εντοπισμός αλλά και η κατανόηση των παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν την επιλογή επαγγέλματος ήταν και παραμένει ένας από τους κυριότερους στόχους των ερευνητών σε πολλές χώρες (EACEA, 2011; NSTC, 2013; Royal Society, 2014).

Η δευτεροβάθμια εκπαίδευση χαρακτηρίζεται ως περίοδος κρίσιμη για την ανάπτυξη ενδιαφέροντος από την πλευρά των μαθητών για τις φυσικές επιστήμες (Maltese, Melki, & Wiebke, 2014). Τόσο το ενδιαφέρον για ένα επιστημονικό τομέα όσο και οι αντιλήψεις που διαμορφώνουν για την χρησιμότητα της επιστήμης φαίνεται να είναι παράγοντες που επηρεάζουν τις επαγγελματικές βλέψεις των μαθητών (Regan & DeWitt, 2015). Οι στάσεις αλλά και οι επαγγελματικοί στόχοι που οι μαθητές διατηρούν κατά τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, μπορούν να προβλέψουν την απόκτηση πανεπιστημιακού τίτλου σε πεδίο που σχετίζεται με τις φυσικές επιστήμες (Maltese & Tai, 2011; Morgan, Gelbgiser, & Weeden, 2013; Tai, Qi Liu, Maltese, & Fan, 2006).

Οι επαγγελματικές προσδοκίες των μαθητών διαμορφώνονται μέσα από σύνθετες διεργασίες οι οποίες σχετίζονται με τις αντιλήψεις που δημιουργούν μέσα από την διδασκαλία για τις φυσικές επιστήμες, τα προσωπικά τους ενδιαφέροντα και το οικογενειακό τους περιβάλλον (Borg, 1996; Gbadamosi et al., 2015; Gunkel et al., 2010). Η πιο σύγχρονη θεωρία για την ανάπτυξη των επαγγελματικών στόχων, αναφέρει πως οι μαθητές διαμορφώνουν τις επαγγελματικές τους βλέψεις ανάλογα με τα ενδιαφέροντα τους, τις προσωπικές τους πεποιθήσεις σχετικά με την αποτελεσματικότητα τους κατά την ενασχόληση με τις επιστήμες αλλά και τις ικανότητες και αξίες που τους χαρακτηρίζουν ως οντότητες (Gottfredson, 1981; Tran, 2018).

Οι μαθητές είναι πιθανότερο να ασχοληθούν με τις επιστήμες και να αναπτύξουν σχετικό ενδιαφέρον όταν οι ίδιοι θεωρούν πως είναι ικανοί να καταπιαστούν

αποτελεσματικά με αυτές (Aschbacher et al., 2014). Έτσι, είναι σημαντικό καθείς να αντιληφθεί πως το ενδιαφέρον των μαθητών, η εικόνα που έχουν δημιουργήσει οι ίδιοι σχετικά με την προσωπική τους επάρκεια αλλά και οι αντιλήψεις τους για την επιστήμη και τη φύση της είναι στοιχεία αλληλένδετα, που επιδρούν τόσο το ένα στο άλλο (Dimoroulos & Smyrnaioy, 2005; Schreiner & Sjøberg, 2004) μα ταυτόχρονα φαίνεται να επηρεάζουν τις επαγγελματικές βλέψεις των μαθητών (Cleaves, 2005; Britner, 2008; Schibeci & Lee, 2003).

Οι Akerson και Abd-El-Khalick (2005) αναφέρουν πως οι μαθητές αντιλαμβάνονται τις ΦΕ ως μαθήματα βαρετά που ορίζονται μέσα από καλά καθορισμένες διεργασίες και δεν αφήνουν την οποιαδήποτε ευκαιρία για δημιουργικότητα. Έτσι, λοιπόν, η σχολική επιστήμη αποδίδεται με τέτοιο τρόπο που αδυνατεί να καλλιεργήσει ουσιαστικό ενδιαφέρον στους μαθητές για οποιοδήποτε επιστημονικό κλάδο (Lyons, 2006; Osborne & Collins, 2001).

Παρόλα αυτά, προηγούμενες έρευνες τονίζουν πως ακόμα και σε περιπτώσεις που οι μαθητές επιδεικνύουν ενδιαφέρον και διατηρούν θετικές στάσεις απέναντι στις επιστήμες, εντούτοις δεν έχουν βλέψεις να ακολουθήσουν σχετική καριέρα, γεγονός που αποδίδεται συνοπτικά και στοχευμένα μέσα από την έκφραση, *«η επιστήμη είναι σημαντική, αλλά δεν είναι κατάλληλη για μένα»* (Jenkins & Nelson, 2005). Οι μαθητές, ενώ αντιλαμβάνονται τον σημαντικό ρόλο των επιστημών, αδυνατούν να τοποθετήσουν τον εαυτό τους μέσα στις επιστήμες, γεγονός που προκαλεί προβληματισμό αφού πιθανότατα αποτελεί απόρροια της ελλιπούς γνώσης σχετικά με την πραγματική φύση της επιστήμης, τις ρεαλιστικές πτυχές της δουλειάς του επιστήμονα και τον τρόπο με τον οποίο τα επιστημονικά τεκταινόμενα ρυθμίζουν την καθημερινότητα μας.

Ο σημαντικός ρόλος που διαδραματίζουν οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη φύση της επιστήμης στην επιλογή επαγγέλματος, επιβεβαιώνεται μέσα από έρευνες, τα πορίσματα των οποίων τοποθετούν τις αντιλήψεις των μαθητών ως παράγοντα που επιδρά στην απόφαση των μαθητών να επιδιώξουν περαιτέρω εμπλοκή με τις επιστήμες στην τριτοβάθμια εκπαίδευση (Hurtado & López Cerezo, 2012; Yoon et al., 2014). Οι Tytler και Osborne (2012) αναγνωρίζουν τις αντιλήψεις των μαθητών ως τον κυριότερο παράγοντα που καθορίζει την απόφαση των μαθητών να καταπιαστούν με τις επιστήμες πέρα από τα πλαίσια της υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Οι επαγγελματικές βλέψεις συνδέονται με τις πεποιθήσεις τους σχετικά με την επιστήμη, το ενδιαφέρον τους αλλά και τη χρησιμότητα που οι ίδιοι εντοπίζουν στις επιστήμες (Bøe & Henriksen, 2015; Regan & DeWitt, 2015).

Οι αντιλήψεις των μαθητών για την επιστήμη καθώς και η κατανόηση της φύσης της επιστήμης διαμορφώνονται μέσα από όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης (McComas, 2017), έτσι η σχολική επιστήμη βρίσκεται αντιμέτωπη με ένα μεγάλο στοίχημα: να καταφέρει να κεντρίσει το ενδιαφέρον των μαθητών, να υποκινήσει τη δημιουργία ορθών αντιλήψεων αλλά και να καλλιεργήσει το συναίσθημα της επάρκειας, ώστε οι μαθητές να είναι σε θέση να αναγνωρίσουν σε αυτούς πτυχές που θα τους οδηγήσουν σε περαιτέρω ενασχόληση με τις επιστήμες.

3.4 Η Συσχέτιση Επιστήμης και Καθημερινότητας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί μέσα από όλα τα επίπεδα της παρούσας έρευνας, η διδασκαλία των ΦΕ αποβλέπει σε ένα βασικό στόχο: τη δημιουργία επιστημονικά εγγραμμάτων πολιτών. Η ανάγκη αυτή προκύπτει μέσα από την ίδια την πορεία του σύγχρονου κόσμου, ο οποίος οδηγείται από τις επιστημονικές και τεχνολογικές ανακαλύψεις. Η εκμάθηση ΦΕ τοποθετείται ως παράγοντας μείζονος σημασίας, αφού οι γνώσεις που καθείς αποκομίζει μέσα από τις φυσικές επιστήμες είναι απαραίτητες για τη διασφάλιση βιώσιμης ανάπτυξης στο μέλλον (Burmeister, Rauch, & Eilks, 2012) αλλά και για ενεργή συμμετοχή στην κοινωνία και τα κοινωνικά ζητήματα (Roth & Lee, 2004).

Η κατανόηση των πτυχών της ΦτΕ, έχει αντίκτυπο στο ενδιαφέρον των μαθητών για την επιστήμη αφού μέσα από αυτή αντιλαμβάνονται τον ρόλο της επιστήμης στη σύγχρονη κοινωνία και βαθύτερη κατανόηση κοινωνικό-επιστημονικών ζητημάτων (Driver et al., 1996; Khishfe 2012; Lederman et al., 2013). Στόχος είναι μέσα από συνδέσεις, προσωπικές τους εμπειρίες να αντιληφθούν την ανάγκη για πιο ενεργή εμπλοκή στη μάθηση (McComas, 1996).

Από τη δεκαετία του 1980, οι εμπλεκόμενοι φορείς είχαν ήδη αρχίσει να αντιλαμβάνονται την ανάγκη για μεταρρυθμίσεις στην εκπαίδευση ώστε η διδασκαλία των φυσικών επιστημών να επαναπροσδιοριστεί μέσα σε πιο σύγχρονα πλαίσια. Η ανάγκη για αναθεώρηση προέκυψε ως το αποτέλεσμα της πτώσης του ενδιαφέροντος των μαθητών αλλά και του ποσοστού συμμετοχής τους σε μαθήματα φυσικών επιστημών, που παρατηρήθηκε σε πολλές χώρες και ιδιαίτερα στην Αμερική (Hofstein & Yager, 1982; The National Commission on Excellence in Education, 1983). Είχε καταστεί σαφές, πως για να

επιτευχθεί ο επιστημονικός γραμματισμός μέσα από την εφαρμογή των αναλυτικών προγραμμάτων, πρέπει αυτά να στοχεύουν στη συσχέτιση της επιστημονικής γνώσης με την καθημερινότητα των μαθητών (Byrne & Johnstone, 1988; Hofstein & Walberg, 1995). Αυτή ήταν και η πρώτη νύξη σχετικά με τη θεώρηση των φυσικών επιστημών μέσα σε πιο ρεαλιστικά πλαίσια, και την έννοια της «συσχέτισης» της σχολικής επιστήμης με την καθημερινή ζωή.

Η θεώρηση αυτή για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών συνεχίζει μέχρι και σήμερα αποκτώντας ολοένα και μεγαλύτερη σημασία, αφού οι τεχνολογικές και επιστημονικές εξελίξεις καθοδηγούν όλες τις πτυχές στη ζωή του σύγχρονου πολίτη. Η έννοια της «συσχέτισης» της επιστημονικής γνώσης με την καθημερινή ζωή, αναφέρεται στο σώμα των επιστημονικών γνώσεων μέσα στο οποίο οι μαθητές βρίσκουν πραγματικό νόημα αφού αντιλαμβάνονται τη σύνδεση με διάφορες πτυχές της καθημερινότητας με τις οποίες είναι εξοικειωμένοι (Gilbert, 2006; King, 2012; Lyons, 2006; Mandler et al., 2012).

Ο Feinstein (2010), ανέφερε πως η επιστημονική γνώση είναι χρήσιμη στην καθημερινή ζωή, όταν συμβάλλει στην επίλυση προσωπικών προβλημάτων, καθοδηγεί συμπεριφορές και διαμορφώνει αποφάσεις που συνδέονται με κοινωνικά και πολιτικά ζητήματα. Βασικό μέλημα κάθε σύγχρονου εκπαιδευτικού συστήματος, πρέπει να είναι η διδασκαλία φυσικών επιστημών για κοινωνική συμμετοχή (Holbrook & Rannikmäe, 2007; Roth & Lee, 2004), αντί η εκμάθηση φυσικών νόμων και επιστημονικών πληροφοριών χωρίς τη δυνατότητα ουσιαστικής ενσωμάτωσης στην καθημερινότητα των μαθητών.

Στα πλαίσια έρευνας που διεξάχθηκε στην Νορβηγία, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα πως οι μαθητές όταν αναζητούν σύνδεση της σχολικής επιστήμης με την καθημερινή ζωή αναφέρονται σε γνώση η οποία θα τους είναι χρήσιμη για να εμπλακούν με επιτυχία σε καθημερινές συζητήσεις, να κατανοήσουν τον κόσμο γύρω τους και να μεταφέρουν τη γνώση και σε άλλους ανθρώπους (Angell et al., 2004; Osborne & Collins, 2001).

Η σύγχρονη, λοιπόν, προσέγγιση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών δεν αποσκοπεί απλά στην καλλιέργεια επιστημονικού γραμματισμού ως απόκτηση δεξιοτήτων, μα ταυτόχρονα ως την ικανότητα σύνδεσης της επιστημονικής γνώσης με ρεαλιστικά προβλήματα, για να είναι οι πολίτες ικανοί να επικαλούνται επιστημονικά επιχειρήματα και να λαμβάνουν ορθές αποφάσεις που σχετίζονται με κοινωνικό-επιστημονικά ζητήματα. Η θεώρηση πως η επιστημονική γνώση είναι χρήσιμη μόνο για τους επιστήμονες έχει

παρέλθει, αφού η πολυπλοκότητα της καθημερινότητας δεν αφήνει πλέον περιθώρια για αμάθεια και επιπόλαιες, ανυπόστατες λύσεις σε καίρια προβλήματα.

Παρά τον κρίσιμο ρόλο που κατέχει η επιστημονική γνώση στη σύγχρονη κοινωνία, οι μαθητές επιδεικνύουν ανεπαρκές ενδιαφέρον για τις ΦΕ. Οι στάσεις των μαθητών απέναντι στις ΦΕ γίνονται ολοένα και πιο αρνητικές όσο οι μαθητές μεγαλώνουν ηλικιακά και ο αριθμός των μαθητών που ακολουθούν καριέρα στις ΦΕ παρουσιάζει αισθητή μείωση (Barmby et al., 2008; Osborne et al., 2003; Potvin & Hasni, 2014). Όπως όλα δείχνουν οι μαθητές δεν κατέχουν τα απαιτούμενα κίνητρα ώστε να εμπλακούν ουσιαστικά με τα μαθήματα των φυσικών επιστημών (Jenkins, 2005; Osborne, Simon, & Collins, 2003).

Ενδεχομένως τα όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω, να πηγάζουν από το γεγονός πως οι μαθητές δεν αναγνωρίζουν οποιαδήποτε σύνδεση της επιστημονικής γνώσης που αποκομίζουν από το σχολείο με τα προσωπικά τους ενδιαφέροντα και την καθημερινότητα τους (Sjoberg & Schreiner, 2010). Οι μαθητές αντιλαμβάνονται ασυμβατότητα ανάμεσα στη σχολική επιστήμη και την επιστήμη στην καθημερινή ζωή (Zhai et al., 2013), η οποία επηρεάζει αρνητικά το ενδιαφέρον τους και τη θέληση τους να καταπιαστούν με τις επιστήμες (Braund & Driver 2005; Emvalotis & Koutsianou, 2017; Tan et al., 2015; Zhai et al., 2013). Μέσα από την βιβλιογραφία τονίζεται πως η έννοια της σύνδεσης και της γνώσης που έχει νόημα για τους μαθητές, είναι κρίσιμος παράγοντας για κίνητρα και μάθηση (APA, 2015). Στα ίδια πλαίσια, οι Broman και Simon (2015), τονίζουν πως οι μαθητές θεωρούν τη συσχέτιση κρίσιμο παράγοντα ο οποίος κατευθύνει τη διαδικασία μάθησης. Οι Raved και Assaraff (2011) μέσα από την έρευνα τους η οποία ασχολήθηκε με μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στο Ισραήλ, κατέληξαν στο συμπέρασμα πως οι μαθητές που δεν αναγνωρίζουν καμία αξία στην εκμάθηση ΦΕ είναι αυτοί που δεν μπορούσαν να εντοπίζουν σύνδεση του περιεχομένου των μαθημάτων των ΦΕ με την καθημερινή τους ζωή.

4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 Σκοπός της Έρευνας

Σκοπός της έρευνας είναι η διερεύνηση των απόψεων των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που φοιτούν σε δημόσια σχολεία της Λεμεσού, για την Επιστήμη και τη Φύση της καθώς και την αξιοποίηση της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινότητα, κατά τη σχολική χρονιά 2021-2022. Επιπλέον, σκοπός της έρευνας αποτελεί και η συσχέτιση των αντιλήψεων των μαθητών για τη Φύση της Επιστήμης με το επάγγελμα των γονιών καθώς και με τις επαγγελματικές τους βλέψεις.

4.2 Ερευνητικά Ερωτήματα

Στο σημείο αυτό, παρατίθενται τα ερευνητικά ερωτήματα που αποτελούν τον πυρήνα της παρούσας εργασίας. Η απάντηση στα ερωτήματα που ακολουθούν θα σηματοδοτήσει την επίτευξη του σκοπού της έρευνας.

Τα ερευνητικά διαμορφώθηκαν ως ακολούθως:

1. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Κύπρο για την επιστήμη και τη ΦΤΕ;
2. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Κύπρο για την αξιοποίηση της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινότητα τους;
3. Υπάρχει διαφοροποίηση στις αντιλήψεις των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την επιστήμη και τη ΦΤΕ ανάλογα με το επάγγελμα των γονιών;
4. Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των αντιλήψεων των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για την επιστήμη και τη ΦΤΕ με τις επαγγελματικές τους βλέψεις σε επαγγέλματα STEM;

4.3 Οριοθέτηση του προβλήματος

Η διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών για τη Φύση της Επιστήμης στηρίχθηκε στο μοντέλο των 7 πτυχών/διαστάσεων για τη ΦΤΕ των Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz (2002), αφού έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα στην εκπαιδευτική έρευνα και βιβλιογραφία (Matthews, 2012). Στα πλαίσια της παρούσας έρευνας δεν έχουν αποτελέσει αντικείμενο διερεύνησης όλες οι πτυχές καθώς έχει αποκλειστεί η κοινωνική και πολιτισμική εξάρτηση της επιστημονικής γνώσης καθώς και η διάκριση μεταξύ επιστημονικής θεωρίας και νόμου.

4.4 Δείγμα της Έρευνας

Οι συμμετέχοντες της έρευνας ήταν μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που φοιτούν στον πρακτικό κλάδο και συγκεκριμένα μαθητές που φοιτούσαν στην Α, Β και Γ Λυκείου, κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς 2021-2022, με ηλικίες που κυμαίνονται από 15 έως 17 έτη. Ο μέσος όρος ηλικίας των συμμετεχόντων ήταν τα 16 (15,98) έτη. Το δείγμα της έρευνας, επιλέχθηκε λόγω εύκολης πρόσβασης από την πλευρά του ερευνητή και αποτελείται από μαθητές που φοιτούν σε Λύκεια της κεντρικής περιοχής της πόλης της Λεμεσού.

Οι τελικοί συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν 163, εκ των οποίων οι 70 φοιτούσαν στην Α λυκείου, 32 στη Β Λυκείου και 61 στη Γ' Λυκείου. Το ποσοστό των αγοριών αποτελεί το 39,26% του συνολικού δείγματος (64 αγόρια), ενώ τα κορίτσια αποτελούν το 60,74% (99 κορίτσια). Το ποσοστό απόκρισης των μαθητών στα ερωτηματολόγια ανήλθε στο 100%.

4.5 Εργαλείο Συλλογής Δεδομένων - Το ερωτηματολόγιο

Για τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών για τη ΦΤΕ, επιλέχθηκε ποσοτική ερευνητική προσέγγιση. Για τον σκοπό αυτό κρίθηκε αναγκαία η κατάρτιση ενός ερωτηματολογίου από τον ερευνητή, το οποίο να ανταποκρίνεται πλήρως στους ερευνητικούς σκοπούς της έρευνας. Θεωρητικό πλαίσιο για την κατασκευή του ερωτηματολογίου αποτελεί το μοντέλο των 7 πτυχών για τη ΦΤΕ το οποίο αναπτύχθηκε από τους Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz (2002).

Η εν λόγω προσέγγιση των 7 διαστάσεων, αναφέρεται στις κεντρικές πτυχές της επιστήμης οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν σε ένα αναλυτικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία φυσικών επιστημών και οι πτυχές που επιλέχθηκαν για μελέτη σχετίζονται με τις πιο κοινές προκαταλήψεις των μαθητών (Akerson et al. 2013; Kampourakis 2016; Lederman and Lederman 2014; Van Dijk 2011). Επιπρόσθετα, το πλαίσιο των συναινετικών απόψεων, αποτελεί το πλέον διαδεδομένο πλαίσιο γεγονόσ που οδήγησε στην αξιοποίηση του κατά την δημιουργία πολλών εργαλείων συλλογής δεδομένων μέσα στα χρόνια (Yalaki et al., 2019). Η διαθεσιμότητα εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν σε αντίστοιχες έρευνες καταγραφής των αντιλήψεων των μαθητών σε σχέση με τη ΦτΕ, υπήρξε ένας ακόμη λόγος για την επιλογή του εν λόγω πλαισίου, ως το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο στηρίχθηκε το ερωτηματολόγιο της παρούσας έρευνας.

Η καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τη φύση της επιστήμης, αποτελεί μία συνεχή και ακατάπαυστη διαδικασία, γεγονός που φανερώνεται μέσα από τον μεγάλο αριθμό εργαλείων που αναπτύχθηκαν για τον σκοπό αυτό (Chen, 2006; Lederman et al., 2002; Liang et al., 2009). Παραδείγματα ευρέως χρησιμοποιούμενων εργαλείων είναι τα: Test on Understanding Science (TOUS), (Colley & Klopfer, 1961), Nature of Science Test (NOST), (Billeh & Hasan, 1975), Views of Science Test (VOST), (Hillis, 1975), Views on Science-Technology-Society (VOSTS), (Aikenhead et al., 1987), Views of Nature of Science (VNOS), (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002), Students' Ideas about Nature of Science (SINOS), (Chen et al., 2013), Students' Views of Nature of Science (SVNOS), (Lin et al., 2013).

Ο Abd-El-Khalick (2014), αναφέρει μετατόπιση σχετικά με τα εργαλεία καταγραφής αντιλήψεων για τη ΦτΕ, από κλειστού τύπου σε ανοικτού τύπου. Παρόλο που τα ερωτηματολόγια ανοικτού τύπου επιτρέπουν την πρόσβαση σε πιο λεπτομερή και περιεκτικά δεδομένα, εντούτοις είναι πιο χρονοβόρα κατά την ανάλυση και απαιτείται μεγαλύτερη εμπειρία από πλευράς ερευνητή (Koksal & Cakiroglu, 2010). Για αποφυγή των αναφερθέντων περιορισμών, η έρευνα στηρίχθηκε σε ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου, το οποίο παρείχε τη δυνατότητα ποσοτικής ανάλυσης.

Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από τρία μέρη με το πρώτο να συγκροτείται από 8 ερωτήσεις που αφορούν δημογραφικά στοιχεία των μαθητών. Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου (Μέρος Β'), αφορά τις αντιλήψεις των μαθητών για την επιστήμη και τη

φύση της καθώς και για τη δουλειά του επιστήμονα. Απαρτίζεται από 21 δηλώσεις κλειστού τύπου για τη ΦτΕ καθώς και τη δουλειά του επιστήμονα και 2 ερωτήσεις ανοικτού τύπου στις οποίες οι μαθητές έπρεπε να καταγράψουν τις απόψεις τους για την έννοια της επιστήμης και για του επιστήμονα. Παρόλο που πραγματοποιήθηκε συλλογή δεδομένων, εντούτοις δεν αποτελεί σκοπό της παρούσας έρευνας, ο εντοπισμός των αντιλήψεων των μαθητών για τον επιστήμονα και τη δουλειά του. Στο τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου, βρίσκονται 24 δηλώσεις κλειστού τύπου, σχετικά με τον ρόλο της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινότητα των μαθητών. Καθίσταται λοιπόν σαφές πως τα δεδομένα για την παρούσα εργασία αποτελούν οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στο ερωτηματολόγιο.

Όλες οι δηλώσεις κλειστού τύπου αποδίδονται σε πενταβάθμια κλίμακα Likert με την ένδειξη (1) να αναφέρεται στο διαφωνώ απόλυτα, ενώ το (5) στο συμφωνώ απόλυτα. Η επιλογή της κλίμακας Likert, στηρίχθηκε στην ευκολία που παρέχει στον συμμετέχοντα κατά την συμπλήρωση αλλά και στην εύκολη αναπροσαρμογή της ώστε να μετρά διαφορετικές εννοιολογικές κατασκευές (McCoach, Gable, & Madura, 2013). Η πενταβάθμια κλίμακα Likert αποτελεί την πιο δημοφιλή επιλογή από τους ερευνητές (McCoach, Gable, & Madura, 2013), αφού παρέχει τον επιθυμητό βαθμό ευαισθησίας, χωρίς όμως να είναι σύνθετη για τον μαθητή.

4.6 Λειτουργικοί Ορισμοί Μεταβλητών

Ως **αντιλήψεις των μαθητών για την επιστήμη και τη ΦτΕ**, ορίστηκε η μεταβλητή η οποία προέκυψε από τον μέσο όρο των δηλώσεων των μαθητών στις ερωτήσεις: «*Η επιστημονική γνώση που κατέχουμε σήμερα μπορεί να είναι λάθος και κάποια στιγμή να αλλάξει*», «*Οι παρατηρήσεις που κάνουν οι επιστήμονες, επηρεάζονται από τις γνώσεις τους*», «*Οι παρατηρήσεις που κάνουν οι επιστήμονες, επηρεάζονται από τις εμπειρίες τους*», «*Η επιστημονική γνώση είναι ίδια για όλους τους επιστήμονες*», «*Όταν διαφορετικοί επιστήμονες μελετούν το ίδιο επιστημονικό πρόβλημα μπορεί να δώσουν διαφορετικές ερμηνείες*», «*Ένα συγκεκριμένο ερώτημα μπορεί να έχει μόνο μία απάντηση*», «*Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν την προσωπική τους άποψη για την επεξήγηση ενός επιστημονικού φαινομένου*», «*Οι επιστημονικές ανακαλύψεις στηρίζονται μόνο στην παρατήρηση φαινομένων, αλλιώς δεν είναι ακριβείς*», «*Η φαντασία αποτελεί σημαντικό κομμάτι της δουλειάς του επιστήμονα*», «*Η δημιουργικότητα αποτελεί σημαντικό κομμάτι*

της δουλειάς του επιστήμονα», «Όλοι οι επιστήμονες ανά το παγκόσμιο εργάζονται μα τον ίδιο τρόπο», «Ο τρόπος με τον οποίο οι επιστήμονες εργάζονται ακολουθεί συγκεκριμένα βήματα: παρατήρηση, υπόθεση, πείραμα, επεξήγηση (επιστημονική μέθοδος)».

Σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για την **αξιοποίηση της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινότητα τους**, δομήθηκαν οι δηλώσεις: «Η επιστημονική γνώση που παίρνουμε από τα μαθήματα στο σχολείο, συνδέεται με την καθημερινή ζωή», «Η επιστημονική γνώση που παίρνουμε από τα μαθήματα στο σχολείο, είναι χρήσιμη στην καθημερινή ζωή», «Η επιστήμη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην καθημερινή ζωή», «Με ενδιαφέρει να μαθαίνω για τα νέα επιτεύγματα της επιστήμης», «Η επιστημονική γνώση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για τη λήψη αποφάσεων στην καθημερινότητα», «Οι επιστημονικές ανακαλύψεις βελτιώνουν την ποιότητα ζωής», «Η επιστημονική γνώση είναι απαραίτητη για τους απλούς πολίτες». Η μεταβλητή, προκύπτει από τον μέσο όρο των αποκρίσεων των μαθητών στις πιο πάνω δηλώσεις.

Οι **επαγγελματικές βλέψεις** των μαθητών, προέκυψαν από τις απαντήσεις τους στην ερώτηση Γ17: «Θα ήθελα να γίνω επιστήμονας».

4.7 Εγκυρότητα και Αξιοπιστία του Ερωτηματολογίου

Για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας και συγκεκριμένα τη μέτρηση των αντιλήψεων των μαθητών σε σχέση με τη ΦΕ και τη δουλειά του επιστήμονα, αναπτύχθηκε ερευνητικό εργαλείο από τον ερευνητή, ο οποίος κατέχει πανεπιστημιακό τίτλο στον τομέα της φυσικής και έχει εμπειρία στη διδασκαλία μαθητών που αφορούν το ηλικιακό πλαίσιο του δείγματος. Μετά από ανασκόπηση σχετικής βιβλιογραφίας ο ερευνητής διαμόρφωσε το γραπτό ερωτηματολόγιο. Πολλές από τις προτάσεις του ερωτηματολογίου, αντλήθηκαν από εργαλεία που έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση αντίστοιχων μεταβλητών. Στη συνέχεια, το όργανο υποβλήθηκε σε έμπειρο ερευνητή, ειδικό στη διδασκαλία ΦΕ, ο οποίος εξέτασε ενδελεχώς το περιεχόμενο του ερωτηματολογίου και διαπίστωσε πως σχετίζεται άμεσα με τις υπό μελέτη έννοιες της παρούσας έρευνας. Όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω σκοπό είχαν να διασφαλιστεί η εγκυρότητα περιεχομένου, αφού τα δύο αυτά βήματα προτείνονται στη σχετική βιβλιογραφία (Crano, Brewer, & Lac, 2014, Singh, 2007).

Για τον έλεγχο σχετικά με την φαινομενική εγκυρότητα του ερωτηματολογίου, ακολουθήθηκε πιλοτική χορήγηση σε σύνολο 6 μαθητών. Από την ανατροφοδότηση των μαθητών που συμμετείχαν στην πιλοτική χορήγηση έγινε σαφές πως η δομή του ερωτηματολογίου ήταν κατάλληλη αφού δεν προκάλεσε οποιαδήποτε δυσκολία κατά την συμπλήρωση. Σχετικά με το λεξιλόγιο, ενώ δεν υπήρξαν παρανοήσεις και οι δηλώσεις ήταν κατανοητές από πλευράς μαθητών, εντούτοις ενδιαφέρον προκάλεσε η δυσκολία στην κατανόηση της λέξης «διεξαγωγή». Ο ερευνητής δεν προέβη σε οποιαδήποτε μεταποίηση λόγω της σημαντικότητας της λέξης «διεξαγωγή» για το ερωτηματολόγιο.

4.8 Διαδικασία Εκτέλεσης της Έρευνας

Το σύνολο των ερωτηματολογίων χορηγήθηκε σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, κατά τη διάρκεια του δευτέρου τετραμήνου της σχολικής χρονιάς 2021-2022. Η διαδικασία χορήγησης των ερωτηματολογίων στους μαθητές πραγματοποιήθηκε στον χώρο εργασίας του ερευνητή και ολοκληρώθηκε μέσα σε χρονικό διάστημα δύο εβδομάδων. Της χορήγησης των ερωτηματολογίων, προηγήθηκε πιλοτική χορήγηση, η οποία πραγματοποιήθηκε ταυτόχρονα σε σύνολο έξι μαθητών, δύο από κάθε τάξη Λυκείου.

Πριν από την χορήγηση των ερωτηματολογίων, ο ερευνητής έδωσε οδηγίες για την συμπλήρωση, ενώ σε όλη τη διάρκεια της έρευνας παρέμεινε στον ίδιο χώρο με τους μαθητές για ενδεχόμενες διευκρινήσεις. Με το τέλος της συμπλήρωσης, η οποία είχε διάρκεια που κυμαίνεται ανάμεσα στα 10 με 15 λεπτά, ο ερευνητής συνέλεξε τα ερωτηματολόγια για να προβεί σε στατιστική ανάλυση.

4.9 Στατιστικές Τεχνικές

Οι απαντήσεις των μαθητών στα ερωτηματολόγια, έτυχαν κωδικοποίησης σύμφωνα με το έντυπο κωδικοποίησης που παρατίθεται στο παράρτημα. Ακολούθως, έτυχαν επεξεργασίας για να υπολογιστούν οι δείκτες περιγραφικής και επαγωγικής στατιστικής. Για τη στατιστική ανάλυση, τα δεδομένα καταχωρήθηκαν στο στατιστικό πακέτο SPSS 26.

5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Αποτελέσματα Πρώτου Ερευνητικού Ερωτήματος

Σκοπός του πρώτου επιστημονικού ερωτήματος, ήταν να διερευνηθούν οι αντιλήψεις των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Κύπρο σχετικά με την επιστήμη και τη ΦτΕ. Για την προσέγγιση του εν λόγω ερευνητικού ερωτήματος επιλέχθηκε η περιγραφική στατιστική και ακολούθως ανάλυση παραγόντων με σκοπό την εξεύρεση των κεντρικών αξόνων πάνω στους οποίους στηρίζεται η περιγραφή των αντιλήψεων των μαθητών. Τα αποτελέσματα των δεικτών της περιγραφικής στατιστικής (μέση τιμή, τυπική απόκλιση) για τις προτάσεις που αφορούσαν τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την επιστήμη και τη φύση της παρουσιάζονται στον πίνακα 5.1.1.

Πίνακας 5.1.1: Μέσοι όροι και Τυπικές Αποκλίσεις που προέκυψαν από τις απαντήσεις των μαθητών και αφορούν τις αντιλήψεις τους για τη ΦτΕ.

	M.O.	S.D.
Όλοι οι επιστήμονες ανά το παγκόσμιο εργάζονται με τον ίδιο τρόπο.	1,89	1,04
Η επιστημονική γνώση είναι η ίδια για όλους τους επιστήμονες.	1,94	1,04
Ένα συγκεκριμένο επιστημονικό ερώτημα, μπορεί να έχει μόνο μία απάντηση.	2,15	1,03
Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν την προσωπική τους άποψη για την επεξήγηση ενός επιστημονικού φαινομένου	2,69	1,10
Οι επιστημονικές ανακαλύψεις στηρίζονται μόνο στην παρατήρηση φαινομένων, αλλιώς δεν είναι ακριβείς.	2,93	0,98
Η φαντασία αποτελεί σημαντικό κομμάτι της δουλειάς του επιστήμονα.	3,36	1,22
Οι παρατηρήσεις που κάνουν οι επιστήμονες, επηρεάζονται από τις εμπειρίες τους.	3,48	1,03
Οι παρατηρήσεις που κάνουν οι επιστήμονες, επηρεάζονται από τις γνώσεις τους.	3,71	1,00

Η δημιουργικότητα αποτελεί σημαντικό κομμάτι της δουλειάς του επιστήμονα.	3,73	1,01
Η επιστημονική γνώση που κατέχουμε σήμερα μπορεί να είναι λάθος και κάποια στιγμή να αλλάξει.	3,88	0,94
Ο τρόπος με τον οποίο οι επιστήμονες εργάζονται ακολουθεί συγκεκριμένα βήματα: παρατήρηση, υπόθεση, πείραμα, επεξήγηση (επιστημονική μέθοδος).	3,92	0,86
Όταν διαφορετικοί επιστήμονες μελετούν το ίδιο επιστημονικό πρόβλημα μπορεί να δώσουν διαφορετικές ερμηνείες.	4,21	0,95

Σχετικά με τη δήλωση «Όλοι οι επιστήμονες ανά το παγκόσμιο εργάζονται με τον ίδιο τρόπο», από τη μέση τιμή (μ.ο. = 1,89, τ.α. = 1,04) φαίνεται πως οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης τείνουν να διαφωνούν με την πεποίθηση πως όλοι οι επιστήμονες ανά το παγκόσμιο εργάζονται με τον ίδιο τρόπο, αφού ένα ποσοστό 42,3% διαφωνούν απόλυτα, ενώ το 36,8% δήλωσε πως διαφωνεί.

Επιπρόσθετα, φαίνεται πως το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών διαφωνούν με τις δηλώσεις «Η επιστημονική γνώση είναι η ίδια για όλους τους επιστήμονες» (μ.ο. = 1,94, τ.α. = 1,04) και «Ένα συγκεκριμένο επιστημονικό ερώτημα, μπορεί να έχει μόνο μία απάντηση» (μ.ο. = 2,15, τ.α. = 1,03). Συγκεκριμένα, όταν ερωτήθηκαν κατά πόσο η επιστημονική γνώση είναι ίδια για όλους τους επιστήμονες, ποσοστό 37,4% απάντησε πως διαφωνεί πλήρως και το 45,4% πως διαφωνεί. Στη δήλωση «Όλοι οι επιστήμονες ανά το παγκόσμιο εργάζονται με τον ίδιο τρόπο», οι μαθητές σε ποσοστό 28,8% διαφώνησαν απόλυτα ενώ σε ποσοστό 41,7% διαφώνησαν.

Ο υψηλός μέσος όρος (μ.ο. = 4,21, τ.α. = 0,95) που προέκυψε από τις απαντήσεις των μαθητών στη δήλωση «Όταν διαφορετικοί επιστήμονες μελετούν το ίδιο επιστημονικό πρόβλημα μπορεί να δώσουν διαφορετικές ερμηνείες», δείχνει την συμφωνία τους για τις διαφορετικές ερμηνείες που αποδίδονται στο ίδιο επιστημονικό ερώτημα όταν το μελετούν διαφορετικοί επιστήμονες.

Ακολούθησε Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών με σκοπό την αντικατάσταση του συνόλου των δηλώσεων με παράγοντες. Το αποτέλεσμα της ανάλυσης συνοψίζεται στον πιο κάτω πίνακα 5.1.2.

Πίνακας 5.1.2: Αποτελέσματα της Ανάλυσης Κύριων Συνιστωσών για τις δηλώσεις που αφορούν τις αντιλήψεις των μαθητών για τη ΦτΕ.

	Συνιστώσες		
	1	2	3
Η δημιουργικότητα αποτελεί σημαντικό κομμάτι της δουλειάς του επιστήμονα.	0,740	-0,331	
Η φαντασία αποτελεί σημαντικό κομμάτι της δουλειάς του επιστήμονα.	0,731	-0,289	
Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν την προσωπική τους άποψη για την επεξήγηση ενός επιστημονικού φαινομένου.	0,589		
Ο τρόπος με τον οποίο οι επιστήμονες εργάζονται ακολουθεί συγκεκριμένα βήματα: παρατήρηση, υπόθεση, πείραμα, επεξήγηση (επιστημονική μέθοδος).	-0,399	-0,140	-0,121
Οι επιστημονικές ανακαλύψεις στηρίζονται μόνο στην παρατήρηση φαινομένων, αλλιώς δεν είναι ακριβείς.	0,381	0,330	0,118
Όταν διαφορετικοί επιστήμονες μελετούν το ίδιο επιστημονικό πρόβλημα μπορεί να δώσουν διαφορετικές ερμηνείες.	0,212	-0,724	
Ένα συγκεκριμένο επιστημονικό ερώτημα, μπορεί να έχει μόνο μία απάντηση.		0,614	
Όλοι οι επιστήμονες ανά το παγκόσμιο εργάζονται με τον ίδιο τρόπο.		0,527	-0,272
Η επιστημονική γνώση είναι η ίδια για όλους τους επιστήμονες.	0,392	0,504	-0,316
Οι παρατηρήσεις που κάνουν οι επιστήμονες, επηρεάζονται από τις εμπειρίες τους.	0,125		0,803
Οι παρατηρήσεις που κάνουν οι επιστήμονες, επηρεάζονται από τις γνώσεις τους.			0,788
Η επιστημονική γνώση που κατέχουμε σήμερα μπορεί να είναι λάθος και κάποια στιγμή να αλλάξει.		-0,341	0,341

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 6 iterations.

Από την ανάλυση παραγόντων οι δηλώσεις που αφορούσαν τις αντιλήψεις των μαθητών τοποθετήθηκαν κάτω από τρεις κεντρικούς άξονες. Ο πρώτος παράγοντας απαρτίζεται από τις δηλώσεις «*Η δημιουργικότητα αποτελεί σημαντικό κομμάτι της δουλειάς του επιστήμονα*», «*Η φαντασία αποτελεί σημαντικό κομμάτι της δουλειάς του επιστήμονα*», «*Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν την προσωπική τους άποψη για την επεξήγηση ενός επιστημονικού φαινομένου*» και του αποδόθηκε η γενική ονομασία «*Η Δημιουργικότητα στις Φυσικές Επιστήμες*».

Ο δεύτερος παράγοντας που προέκυψε αποτελείται από τις δηλώσεις «*Ένα συγκεκριμένο επιστημονικό ερώτημα, μπορεί να έχει μόνο μία απάντηση*», «*Όλοι οι επιστήμονες ανά το παγκόσμιο εργάζονται με τον ίδιο τρόπο*» και «*Η επιστημονική γνώση είναι η ίδια για όλους τους επιστήμονες*». Από τον δεύτερο παράγοντα αποκλείστηκε η δήλωση «*Όταν διαφορετικοί επιστήμονες μελετούν το ίδιο επιστημονικό πρόβλημα μπορεί να δώσουν διαφορετικές ερμηνείες*», λόγω αρνητικής συσχέτισης. Με τις δεδομένες δηλώσεις αποδόθηκε στον δεύτερο παράγοντα η ονομασία «*Η Επιστήμη ως Συνταγή*».

Ο τρίτος και τελευταίος παράγοντας, αφορά τις εμπειρίες και τις γνώσεις των επιστημόνων κατά την διαδικασία ανάκτησης της επιστημονικής γνώσης και αποτελείται από τις δηλώσεις «*Οι παρατηρήσεις που κάνουν οι επιστήμονες, επηρεάζονται από τις εμπειρίες τους*» και «*Οι παρατηρήσεις που κάνουν οι επιστήμονες, επηρεάζονται από τις γνώσεις τους*». Στην τρίτη συνιστώσα αποδίδεται η ονομασία «*Ο Ρόλος των Εμπειριών και Γνώσεων στην Επιστήμη*».

Στη συνέχεια, υπολογίστηκε ο μέσος όρος για κάθε παράγοντα, όπως αυτός προκύπτει μέσα από τις δηλώσεις που τον απαρτίζουν. Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις για κάθε παράγοντα παρουσιάζονται στον πίνακα 5.1.3.

Πίνακας 5.1.3: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για τους παράγοντες που προέκυψαν και σχετίζονται με τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη ΦτΕ.

Παράγοντας	Μ.Ο.	S.D.
1. Η Δημιουργικότητα στις Φυσικές Επιστήμες	3,26	0,87
2. Η Επιστήμη ως Συνταγή	1,99	0,69
3. Ο ρόλος των Εμπειριών και Γνώσεων στην Επιστήμη	3,60	0,86

5.2 Αποτελέσματα Δεύτερου Ερευνητικού Ερωτήματος

Σκοπός του δεύτερου επιστημονικού ερωτήματος, ήταν να διερευνηθούν οι αντιλήψεις των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Κύπρο σχετικά με την αξιοποίηση της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινότητα τους. Για την προσέγγιση του εν λόγω ερευνητικού ερωτήματος επιλέχθηκε η περιγραφική στατιστική και ακολούθως ανάλυση παραγόντων. Τα αποτελέσματα των δεικτών της περιγραφικής στατιστικής (μέση τιμή, τυπική απόκλιση) για τις προτάσεις που αφορούσαν τις αντιλήψεις των μαθητών για την αξιοποίηση της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινή ζωή παρουσιάζονται στον πίνακα 5.2.1.

Πίνακας 5.2.1: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για την αξιοποίηση της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινότητα.

	M.O	S.D
Οι επιστημονικές ανακαλύψεις βελτιώνουν την ποιότητα ζωής.	4,07	0,92
Η επιστήμη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην καθημερινή ζωή.	4,00	0,91
Με ενδιαφέρει να μαθαίνω για τα νέα επιτεύγματα της επιστήμης.	3,81	1,03
Η επιστημονική γνώση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για τη λήψη αποφάσεων στην καθημερινότητα.	3,56	0,94
Η επιστημονική γνώση που παίρνουμε από τα μαθήματα στο σχολείο, συνδέεται με την καθημερινή ζωή.	3,30	1,08
Η επιστημονική γνώση είναι απαραίτητη για τους απλούς πολίτες.	3,21	0,96
Η επιστημονική γνώση που παίρνουμε από τα μαθήματα στο σχολείο, είναι χρήσιμη στην καθημερινή ζωή.	3,10	1,08

Υψηλό ποσοστό συμφωνίας επέδειξαν οι μαθητές μέσα από τις απαντήσεις τους στη δήλωση, «Οι επιστημονικές ανακαλύψεις βελτιώνουν την ποιότητα ζωής», (μ.ο. = 4,07, τ.α. = 0,92) όπου ένα συνολικό ποσοστό 82,7% δήλωσαν πως συμφωνούν ή συμφωνούν απολύτως. Επιπρόσθετα, οι μαθητές φαίνεται να αναγνωρίζουν τον σημαντικό ρόλο της επιστήμης στην καθημερινή ζωή, αφού στη δήλωση «Η επιστήμη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην καθημερινή ζωή», (μ.ο. = 4,00, τ.α. = 0,91) το 54% των μαθητών συμφωνούν και το 28,2% συμφωνούν απολύτως. Ουδέτερες προς θετικές αντιλήψεις διατηρούν οι μαθητές για τη δήλωση «Η επιστημονική γνώση που παίρνουμε από τα μαθήματα στο σχολείο, είναι χρήσιμη στην καθημερινή ζωή», (μ.ο. = 3,10, τ.α. = 1,08) αφού το ποσοστό των μαθητών που ούτε συμφωνεί ούτε διαφωνεί με τη δήλωση ανέρχεται στο 35%, ενώ το ποσοστό που συμφωνεί είναι στο 36,2%. Από την ανάλυση παραγόντων για τις δηλώσεις που αφορούν τον ρόλο της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινή ζωή προέκυψαν δύο κεντρικοί άξονες, όπως φαίνεται στον πίνακα 5.2.2.

Πίνακας 5.2.2: Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών για τις δηλώσεις που αφορούν τον ρόλο της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινή ζωή.

	Συνιστώσες	
	1	2
Η επιστημονική γνώση είναι απαραίτητη για τους απλούς πολίτες.	0,709	-0,051
Οι επιστημονικές ανακαλύψεις βελτιώνουν την ποιότητα ζωής.	0,667	-0,008
Η επιστημονική γνώση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για τη λήψη αποφάσεων στην καθημερινότητα.	0,649	0,245
Με ενδιαφέρει να μαθαίνω για τα νέα επιτεύγματα της επιστήμης.	0,581	0,253
Η επιστήμη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην καθημερινή ζωή.	0,531	0,336
Η επιστημονική γνώση που παίρνουμε από τα μαθήματα στο σχολείο, είναι χρήσιμη στην καθημερινή ζωή.	0,149	0,862
Η επιστημονική γνώση που παίρνουμε από τα μαθήματα στο σχολείο, συνδέεται με την καθημερινή ζωή.	0,074	0,838

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

Ο πρώτος παράγοντας περιλαμβάνει τις δηλώσεις: «Η επιστημονική γνώση είναι απαραίτητη για τους απλούς πολίτες», «Οι επιστημονικές ανακαλύψεις βελτιώνουν την ποιότητα ζωής», «Η επιστημονική γνώση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για τη λήψη αποφάσεων στην καθημερινότητα», «Με ενδιαφέρει να μαθαίνω για τα νέα επιτεύγματα της επιστήμης», «Η επιστήμη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην καθημερινή ζωή». Στον συγκεκριμένο παράγοντα αποδόθηκε η ονομασία, «Η επιστημονική γνώση στην καθημερινή ζωή».

Ο δεύτερος παράγοντας αποτελείται από τις δηλώσεις: «Η επιστημονική γνώση που παίρνουμε από τα μαθήματα στο σχολείο, είναι χρήσιμη στην καθημερινή ζωή» και «Η επιστημονική γνώση που παίρνουμε από τα μαθήματα στο σχολείο, συνδέεται με την καθημερινή ζωή». Ο δεύτερος παράγοντας είναι «Η αξιοποίηση της επιστημονικής γνώσης από το σχολείο στην καθημερινότητα».

5.3 Αποτελέσματα Τρίτου Ερευνητικού Ερωτήματος

Σκοπός της έρευνας, στα πλαίσια του τρίτου επιστημονικού ερωτήματος, ήταν να εξεταστεί κατά πόσον υπάρχει διαφοροποίηση στις αντιλήψεις των μαθητών αναφορικά με την επιστήμη και τη φύση της, ανάλογα με το επάγγελμα των γονιών. Για την απάντηση του τρίτου επιστημονικού ερωτήματος, επιλέχθηκε η ανάλυση διασποράς ως προς ένα παράγοντα (One-Way ANOVA) για να καταστεί σαφές αν το επάγγελμα των γονιών επηρεάζει τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη φύση της επιστημονικής γνώσης.

Πίνακας 5.3.1: Αποτελέσματα ANOVA για τη σύγκριση μεταξύ επαγγελματικής δραστηριοποίησης της μητέρας σε επαγγέλματα STEM ως προς τις αντιλήψεις για τη ΦτΕ.

Παράγοντας	Κριτήριο <i>F</i>	<i>p</i>
1. Η Δημιουργικότητα στις Φυσικές Επιστήμες	2,04	0,13
2. Η Επιστήμη ως Συνταγή	0,02	0,98
3. Ο ρόλος των Εμπειριών και Γνώσεων στην Επιστήμη	0,27	0,77

Συγκεκριμένα, από τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχετικά με το αν το επάγγελμα της μητέρας επηρεάζει τις αντιλήψεις των μαθητών για την δημιουργικότητα στις ΦΕ, προέκυψε πως η ανάλυση δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($F=2,04$, $p=0,13$). Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς, έδειξαν πως δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στους μαθητές που η μητέρα δραστηριοποιείται επαγγελματικά σε τομείς συναφείς με ΦΕ και σε μαθητές που το επάγγελμα της μητέρας δεν σχετίζεται με τις ΦΕ, σχετικά με τις αντιλήψεις τους για την θεώρηση της επιστημονικής διαδικασίας ως «συνταγή» ($F=0,02$, $p=0,98$). Επιπρόσθετα, δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ούτε στην περίπτωση του τρίτου παράγοντα, ο οποίος περιλαμβάνει τον ρόλο των εμπειριών και γνώσεων στην επιστήμη ($F=0,27$, $p=0,77$).

Από τα προαναφερθέντα αποτελέσματα, προκύπτει η διατήρηση της μηδενικής υπόθεσης πως δεν υπάρχουν διαφορές στις αντιλήψεις σχετικά με την επιστήμη ανάμεσα στις δύο κατηγορίες μαθητών, δηλαδή ανάμεσα στους μαθητές που το επάγγελμα της μητέρας τους σχετίζεται με φυσικές επιστήμες και μαθητές των οποίων η μητέρα δεν δραστηριοποιείται σε επαγγέλματα που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες.

Πίνακας 5.3.2: Αποτελέσματα ANOVA για τη σύγκριση μεταξύ επαγγελματικής δραστηριοποίησης του πατέρα σε επαγγέλματα STEM ως προς τις αντιλήψεις για τη ΦΤΕ.

Παράγοντας	Κριτήριο F	p
1. Η Δημιουργικότητα στις Φυσικές Επιστήμες	0,79	0,45
2. Η Επιστήμη ως Συνταγή	0,90	0,41
3. Ο ρόλος των Εμπειριών και Γνώσεων στην Επιστήμη	0,27	0,77

Αντίστοιχα ήταν και τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχετικά με την διαφοροποίηση των αντιλήψεων των μαθητών ανάλογα με το επάγγελμα του πατέρα. Η ανάλυση επέδειξε πως δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές αντιλήψεων σχετικά με την δημιουργικότητα στις ΦΕ ανάμεσα σε μαθητές που το επάγγελμα του πατέρα σχετίζεται με ΦΕ και μαθητές που το επάγγελμα δεν σχετίζεται με ΦΕ ($F=0,79$, $p=0,45$). Μη στατιστικά σημαντικά ήταν και τα αποτελέσματα για τους άλλους δύο παράγοντες, δηλαδή την θεώρηση της επιστήμης ως «συνταγή», ($F=0,90$, $p=0,41$) και τον ρόλο των εμπειριών και

γνώσεων στην επιστήμη ($F=0,27$, $p=0,77$). Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης προκύπτει η διατήρηση της μηδενικής υπόθεσης πως δεν υπάρχει διαφοροποίηση στις αντιλήψεις των μαθητών σε σχέση με το επάγγελμα του πατέρα.

5.4 Αποτελέσματα Τέταρτου Ερευνητικού Ερωτήματος

Σκοπός του τελευταίου ερωτήματος, ήταν να εξετάσει την ενδεχόμενη συσχέτιση μεταξύ των αντιλήψεων των μαθητών για την επιστήμη και της ενδεχόμενης επιλογής επαγγελμάτων που συνδέονται με ΦΕ.

Πίνακας 5.4.1: Συντελεστές Συσχέτισης μεταξύ αντιλήψεων σχετικά με τη ΦτΕ και της δήλωσης «θα ήθελα να γίνω επιστήμονας».

	Θα ήθελα να γίνω επιστήμονας	Η Δημιουργικότητα στις ΦΕ	Η Επιστήμη ως Συνταγή	Ο ρόλος των Εμπειριών και Γνώσεων στην Επιστήμη
Θα ήθελα να γίνω επιστήμονας		,188*	,061	,113
Η Δημιουργικότητα στις Φυσικές Επιστήμες	,188*		-,094	,106
Η Επιστήμη ως Συνταγή	,061	-,094		-,206**
Ο ρόλος των Εμπειριών και Γνώσεων στην Επιστήμη	,113	,106	-,206**	

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

Σύμφωνα με τον πίνακα 5.4.1, όπου παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης Pearson μεταξύ των παραγόντων και της δήλωσης «Θα ήθελα να γίνω επιστήμονας», στατιστικά σημαντική συσχέτιση εμφανίζεται μόνο με τον παράγοντα «Η Δημιουργικότητα στις ΦΕ». Η θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση ($r = 0,188$, $p < 0,05$) υποδηλώνει την ύπαρξη ευθύγραμμης θετικής σχέσης μεταξύ αυτών των μεταβλητών.

Μαθητές με ανεπτυγμένες αντιλήψεις σχετικά με τον δημιουργικό χαρακτήρα της επιστήμης τείνουν να προσανατολίζουν τις επαγγελματικές τους βλέψεις προς επαγγέλματα που σχετίζονται με τις ΦΕ. Η συσχέτιση μεταξύ της δήλωσης «Θα ήθελα να γίνω επιστήμονας» και των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την επιστήμη ως «συνταγή» δεν είναι στατιστικά σημαντική γεγονός που υποδεικνύει πως δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική ευθύγραμμη συσχέτιση των σχετικών αντιλήψεων και του μελλοντικού προσανατολισμού των μαθητών προς επαγγέλματα STEM. Επιπρόσθετα, οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την εμπειρική φύση της επιστήμης δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την θέληση τους να γίνουν επιστήμονες.

Αρνητική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση ($r = -0,206, p < 0,01$) παρουσιάζεται μεταξύ του παράγοντα που συνδέεται με τις αντιλήψεις των μαθητών για την εμπειρική φύση της επιστημονικής γνώσης και των αντιλήψεων για την επιστήμη ως συνταγή. Η συσχέτιση αυτή φανερώνει πως οι μαθητές που τείνουν να αναγνωρίζουν το σημαντικό ρόλο των εμπειριών και γνώσεων του επιστήμονα στην επιστημονική γνώση δεν αντιλαμβάνονται την επιστήμη ως προϊόν που προκύπτει μέσα από καλά καθορισμένα βήματα και αυστηρούς αδιάλλακτους μηχανισμούς.

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανάγκη για μετατόπιση από τον λογικό θετικισμό στην πιο σύγχρονη προσέγγιση του εποικοδομητισμού, είναι πλέον το ζητούμενο της διδασκαλίας (Edmondson & Novak, 1993; Tsai, 1998a). Οι αντιλήψεις των μαθητών θεωρούνται επαρκείς όταν τοποθετούνται μέσα στα σύγχρονα πλαίσια, αναγνωρίζοντας τον σημαντικό ρόλο που κατέχει τόσο το υπόβαθρο του επιστήμονα όσο και το κοινωνικό πλαίσιο κατά την απόκτηση επιστημονικής γνώσης. Παρά την ανάγκη για κατανόηση της πραγματικής υπόστασης της ΦτΕ από τους μαθητές, τα πορίσματα προηγούμενων ερευνών υποστηρίζουν πως οι αντιλήψεις τους παραμένουν ανεπαρκείς (Cofre et al., 2019; Karakas, 2017).

Στην παρούσα έρευνα, μέσα από τις απαντήσεις των μαθητών, φάνηκε πως κατέχουν ενημερωμένες αντιλήψεις σχετικά με την προσωρινή φύση της επιστημονικής γνώσης καθώς και για τον δυναμικό της χαρακτήρα. Οι μαθητές απορρίπτουν τον μονοδιάστατο χαρακτήρα της επιστημονικής γνώσης και αντιλαμβάνονται πως δεν παρουσιάζει την μια και απόλυτη αλήθεια, ενώ παράλληλα εξέφρασαν αντιλήψεις που φανερώνουν την πιθανότητα η επιστημονική γνώση να επιδέχεται αλλαγών. Το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε αντιδιαστολή με τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών, όπου οι μαθητές προσέδιδαν στην επιστήμη ντετερμινιστικό χαρακτήρα (Das, Faikhamta & Punsunon, 2017; Kang, Scharma & Noh, 2005). Από την άλλη, οι Emran και συνεργάτες (2020), σε αντίστοιχη έρευνα κατέληξαν στο γεγονός πως οι μαθητές έδειξαν να κατανοούν την προσωρινή φύση της επιστημονικής γνώσης.

Επιπρόσθετα, τα αποτελέσματα της έρευνας υποστηρίζουν πως οι μαθητές απορρίπτουν το ενδεχόμενο η επιστημονική γνώση να είναι άκαμπτη. Μέσα από τις αποκρίσεις τους, στις αντίστοιχες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, φάνηκε πως οι μαθητές αντιλαμβάνονται ότι οι επιστήμονες δεν εργάζονται με τον ίδιο τρόπο και δεν αποδίδουν την ίδια ερμηνεία στα επιστημονικά ευρήματα. Κατανοούν πως οι γνώσεις και εμπειρίες που κατέχουν οι επιστήμονες διαμορφώνουν τον τρόπο που ερμηνεύουν τα αποτελέσματα. Το αποτέλεσμα αυτό, βρίσκεται σε αντίθεση με αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών. Συγκεκριμένα, οι Khishfe και Lederman (2007), εντόπισαν ανεπάρκεια αντιλήψεων σχετικά με τον υποκειμενικό χαρακτήρα της επιστημονικής γνώσης, σε μαθητές της ίδιας ηλικιακής ομάδας, ενώ οι Kim και Alghamdi (2020), χαρακτήρισαν τις αντίστοιχες αντιλήψεις ως

μεταβατικές γεγονόσ που απέδωσαν στην ανεπαρκή κατανόηση σχετικά με την θεωρητικά εξαρτημένη φύση της επιστημονικής γνώσης.

Για τον κυπριακό εκπαιδευτικό χώρο, τα αποτελέσματα αυτά προκαλούν έκπληξη, καθώς ο δυναμικός χαρακτήρας της επιστήμης καθώς και ο τρόπος με τον οποίο οι επιστήμονες εργάζονται, δεν αναδεικνύονται ούτε μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια, μα ούτε τονίζονται κατά την διδακτική πράξη. Λόγω της κλειστής φύσης του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε κατά την έρευνα, δεν μπορούν να είναι γνωστοί οι μηχανισμοί που οδήγησαν τους μαθητές στην επιλογή των απαντήσεων. Η διαμόρφωση των αντιλήψεων τους ενδεχομένως να επηρεάζεται από παράγοντες οι οποίοι εντοπίζονται πέρα από τα όρια της τυπικής εκπαίδευσης. Το ενδεχόμενο αυτό, μπορεί να καταστεί αντικείμενο μελλοντικής έρευνας.

Παρά το γεγονός πως οι μαθητές έδειξαν να απορρίπτουν το ενδεχόμενο η επιστημονική γνώση να χαρακτηρίζεται από ακαμψία, τείνουν να υποστηρίζουν την επιστημονική μέθοδο. Συγκεκριμένα, θεωρούν πως η επιστημονική γνώση προκύπτει μέσα από καλά καθορισμένα βήματα (επιστημονική μέθοδος). Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και από την έρευνα των Dogan και Abd-El-Khalick (2007), κατά την οποία η πλειοψηφία των μαθητών υποστήριξαν πως η επιστημονική μέθοδος είναι μία αυστηρή διαδικασία, η οποία αποτελείται από καθορισμένα βήματα. Μόλις το 17% εξέφρασε αντιλήψεις οι οποίες υποστήριζαν την απουσία μίας μοναδικής επιστημονικής μεθόδου.

Τα αποτελέσματα αυτά, οδηγούν στο ευρύτερο πόρισμα, πως οι μαθητές θεωρούν ότι ο τρόπος μέσα από τον οποίο προκύπτει η γνώση είναι καλά καθορισμένος, δηλαδή η επιστημονική μέθοδος διέπεται από συγκεκριμένα βήματα. Από την άλλη, ο μηχανισμός μέσα από τον οποίο αποδίδεται ερμηνεία στα αποτελέσματα δεν ακολουθεί τόσο αυστηρές κατευθυντήριες γραμμές, αφού αναγνωρίζουν την θεωρητικά εξαρτημένη φύση της επιστημονικής γνώσης.

Κατά την διδασκαλία ΦΕ στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με εργαστηριακές δραστηριότητες, κατά τις οποίες ο τρόπος διεξαγωγής παραμένει αναχρονιστικός, προάγοντας την αντίληψη πως η επιστημονική μέθοδος αποτελεί τον μοναδικό τρόπο απόκτησης επιστημονικής γνώσης, από τον οποίο οι επιστήμονες δεν μπορούν να παρεκκλίνουν. Όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο οι επιστήμονες ερμηνεύουν

τα αποτελέσματα, σε σχολικό επίπεδο δεν γίνεται καμία αναφορά, αφού στην πραγματικότητα η διδασκαλία στηρίζεται αποκλειστικά στη μεταφορά γνώσης.

Ενδεχομένως, οι μαθητές να κατανοούν τη θεωρητικά εξαρτημένη φύση της επιστήμης ακριβώς επειδή δεν γίνεται καμία νύξη στο σχολικό πλαίσιο, με αποτέλεσμα οι αντιλήψεις τους να μην επηρεάζονται. Ο ενεργός ρόλος κατά την διεργασία μάθησης πρέπει να μεταβεί στους μαθητές, με τον σχεδιασμό κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού για να οδηγηθούν οι μαθητές στην οικοδόμηση της γνώσης, μακριά από τεχνικές αποστήθισης που δεν αρμόζουν στην πραγματική φύση των ΦΕ.

Ουδέτερη στάση, έδειξαν να διατηρούν σχετικά με τον δημιουργικό και ευρηματικό χαρακτήρα της επιστημονικής γνώσης. Πιθανόν να μην αντιλαμβάνονται ξεκάθαρα αν η επεξήγηση ενός φαινομένου στηρίζεται αποκλειστικά στην αντικειμενική παρατήρηση ή αν η φαντασία και η δημιουργικότητα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Σε αντίστοιχα συμπεράσματα κατέληξε και η έρευνα των Das, Faikhamta και Punsunon (2017), στην οποία οι ερευνητές χαρακτήρισαν τις αντίστοιχες αντιλήψεις ως μεταβατικές.

Τα αποτελέσματα της έρευνας αποτυπώνουν την κατανόηση των μαθητών σχετικά με τον σημαντικό ρόλο που διαδραματίζουν οι ΦΕ σχετικά με την λήψη αποφάσεων αλλά και την βελτίωση της ποιότητας ζωής. Παρόλα αυτά δεν θεωρούν ότι μέσα από το σχολείο λαμβάνουν τα κατάλληλα ερεθίσματα και εφόδια, ώστε η γνώση που λαμβάνουν από το σχολείο να τους είναι χρήσιμη. Οι μαθητές δεν φαίνεται να αντιλαμβάνονται τη σύνδεση της γνώσης που λαμβάνουν από το σχολείο με πτυχές της καθημερινότητας τους, ενώ ουδέτερες είναι και οι αντιλήψεις τους σχετικά με την χρησιμότητα της σχολικής γνώσης κατά την καθημερινή τους δραστηριοποίηση.

Το γεγονός αυτό δεν προκαλεί έκπληξη, καθώς μέσα από προηγούμενες έρευνες φαίνεται πως οι μαθητές δεν αναγνωρίζουν οποιαδήποτε σύνδεση της γνώσης που αποκτούν στο σχολείο με πτυχές της καθημερινότητας τους (Raved & Assaraff, 2011). Ενδεχομένως να μην είναι σε θέση να αντιληφθούν οποιαδήποτε σύνδεση, διότι το σχολείο δεν εστιάζει στη συσχέτιση της γνώσης με στοιχεία από την καθημερινότητα των μαθητών κατά τη διδασκαλία, παρά μόνο αρκείται στην απλή μεταφορά πληροφοριών χωρίς αυτή να αποδίδεται σε πιο ρεαλιστικά πλαίσια. Το ίδιο το εκπαιδευτικό σύστημα, το οποίο επιβάλλει

πιεστικό αναλυτικό πρόγραμμα, στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση, δεν παρέχει στους εκπαιδευτικούς την ευκαιρία να προβούν σε συζητήσεις και κατάλληλες δραστηριότητες κατά την διδασκαλία, ώστε οι μαθητές να καταφέρουν να εντοπίσουν στοιχεία που να τους είναι χρήσιμα κατά την καθημερινή τους δραστηριοποίηση.

Αναφορικά με το επάγγελμα των γονιών και την επίδραση στις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την ΦτΕ, τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως δεν υπήρξε διαφοροποίηση των αντιλήψεων των μαθητών ανάλογα με το επάγγελμα. Το πόρισμα στο οποίο η έρευνα οδηγήθηκε προκαλεί έκπληξη καθώς, μέσα από προηγούμενες έρευνες τονίζεται ο σημαντικός ρόλος που διαδραματίζει το οικογενειακό περιβάλλον στις αντιλήψεις των μαθητών (Hacieminoglu, 2016; McComas, 2017; Emran et.al., 2020).

Τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να αποδοθούν σε πολλαπλούς παράγοντες και να γίνουν διάφορες εκτιμήσεις σχετικά με την ερμηνεία τους. Ίσως οι απαντήσεις των μαθητών σχετικά με το επάγγελμα των γονιών τους να μην ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, αφού αρκετοί μαθητές κατά την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου ανέφεραν πως δεν γνωρίζουν ακριβώς το επάγγελμα των γονιών τους.

Επιπρόσθετα, ίσως να μην υπάρχει αρκετός χρόνος για ουσιαστική αλληλεπίδραση μαθητών και γονιών, τουλάχιστον σε τέτοιο βαθμό που οι γονείς να μπορούν να επηρεάσουν και να διαμορφώσουν τις αντιλήψεις των μαθητών. Η ενασχόληση των μαθητών με το διαδίκτυο και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, καταλαμβάνει πλέον την πλειοψηφία του χρόνου μέσα στην καθημερινότητα, άρα περαιτέρω έρευνα σχετικά με την επίδραση του διαδικτύου στις αντιλήψεις θα παρουσίαζε μεγάλο ενδιαφέρον.

Επίσης, οι αντιλήψεις των μαθητών ίσως να μην επηρεάζονται από το επάγγελμα αλλά από τον τρόπο με τον οποίο το επάγγελμα των γονιών διαμορφώνει την καθημερινή τους δραστηριοποίηση μέσα στο οικογενειακό περιβάλλον. Το επάγγελμα αυτό καθ' αυτό ίσως να είναι ανίκανο να διαμορφώσει αντιλήψεις και αυτό που στην πραγματικότητα έχει σημασία είναι ο μηχανισμός με τον οποίο το επάγγελμα διαμορφώνει νόρμες και συμπεριφορές στους γονείς οι οποίες αντικατοπτρίζονται στην καθημερινότητα.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα της έρευνας σχετικά με την ενδεχόμενη συσχέτιση των αντιλήψεων που έχουν οι μαθητές για τη ΦτΕ και τις επαγγελματικές τους βλέψεις, φάνηκε

πως μαθητές με ανεπτυγμένες αντιλήψεις σχετικά με τον δημιουργικό χαρακτήρα της επιστήμης τείνουν να προσανατολίζουν τις επαγγελματικές τους βλέψεις προς επαγγέλματα που σχετίζονται με τις ΦΕ. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον, αφού το δείγμα αποτελείται αποκλειστικά από μαθητές του πρακτικού κλάδου, οι οποίοι μέσα από τις απαντήσεις τους έδειξαν πως είναι πιο πιθανόν να επιλέξουν την επαγγελματική τους δραστηριοποίηση σε επαγγέλματα STEM, όταν αντιληφθούν πως οι ΦΕ αφήνουν περιθώριο για δημιουργικότητα και φαντασία.

Προηγούμενες έρευνες, έδειξαν πως ακόμα και μαθητές με ψηλές επιδόσεις στα μαθηματικά και στα μαθήματα φυσικών επιστημών, δεν επιλέγουν επαγγέλματα STEM παρά μόνο όταν παρουσιάσουν επαρκές ενδιαφέρον για ένα επιστημονικό τομέα (Besterfield-Sacre, Atman, & Shuman, 1997; Dick & Rallis, 1991; Lubinski & Benbow, 2006; Masnick, Valenti, Cox, & Osman, 2009). Ίσως το ενδιαφέρον να συνδέεται με την δημιουργική πτυχή της Φτε, μακριά από την εντύπωση πως οι ΦΕ ορίζουν ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο ασχολούνται αποκλειστικά με μαθηματικούς υπολογισμούς και φορμαλιστικές πρακτικές.

Η αναδιαμόρφωση της διδασκαλίας, ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των μαθητών, κρίνεται πιο αναγκαία από ποτέ. Η γενιά των μαθητών, η οποία αποτέλεσε και το δείγμα της εν λόγω έρευνας, μεγαλώνει, κοινωνικοποιείται και δραστηριοποιείται σε πλαίσια όπου η τεχνολογία και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης κατέχουν πρωταγωνιστικό ρόλο. Το γεγονός αυτό δεν μπορεί να αποκόπτεται από την εκπαίδευση. Κάθε σύγχρονο εκπαιδευτικό σύστημα, οφείλει να είναι ευέλικτο για να μπορεί να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις της κοινωνίας. Η κατανόηση της Φτε καθίσταται σημαντική ώστε να μπορέσουν οι μαθητές να αναγνωρίσουν το πραγματικό πρόσωπο των ΦΕ και τον ρόλο που αυτές διαδραματίζουν στην τεχνολογικά εξελιγμένη κοινωνία.

Μέσα από τη διδασκαλία πρέπει να παρέχεται η ευκαιρία στους μαθητές να αντιλαμβάνονται πραγματικά τα όσα διδάσκονται, ώστε να μπορέσει η σχολική γνώση να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο στην καθημερινότητα και να μην είναι απλά εξεταστέα ύλη. Η προσέγγιση των επιστημών μέσα σε πιο ρεαλιστικά πλαίσια, η μείωση της ύλης, αλλά και η διδασκαλία μέσα από δραστηριότητες που προάγουν την κριτική σκέψη και συνδέονται με την καθημερινή ζωή είναι βήματα τα οποία θα ανοίξουν το δρόμο για τον επαναπροσδιορισμό των ΦΕ.

Στόχος είναι η παρούσα εργασία να αποτελέσει το έναυσμα για περαιτέρω μελλοντική έρευνα στο κυπριακό συγκείμενο, με στόχο να παρέχεται στους μαθητές πιο ποιοτική, ουσιαστική και ωφέλιμη εκπαίδευση. Να δημιουργηθούν οι συνθήκες οι οποίες να αναζωπυρώσουν τα κίνητρα και το πάθος των μαθητών για τις ΦΕ ώστε να ανοίξει ο δρόμος για την μελλοντική επαγγελματική τους δραστηριοποίηση σε επαγγέλματα STEM. Η Κύπρος μπροστά στις προκλήσεις του μέλλοντος, οφείλει να παραμείνει ανταγωνιστική και αυτό δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς το κατάλληλο επιστημονικό εργατικό δυναμικό.



7 Βιβλιογραφία

- Abd-El-Khalick, F., & Boujaoude, S. (n.d.). *LEBANESE STUDENTS' VIEWS OF THE NATURE OF SCIENCE*.
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518–542. <https://doi.org/10.1002/sce.20432>
- Allchin, D. (2017). Beyond the Consensus View: Whole Science. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(1), 18–26. <https://doi.org/10.1080/14926156.2016.1271921>
- Ayala-Villamil, L.-A., & García-Martínez, Á. (2020a). VNOS: A Historical Review of an Instrument on the Nature of Science. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(2), e2238. <https://doi.org/10.21601/ijese/9340>
- Ayala-Villamil, L.-A., & García-Martínez, Á. (2020b). VNOS: A Historical Review of an Instrument on the Nature of Science. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(2), e2238. <https://doi.org/10.21601/ijese/9340>
- Azevedo, N. H., & Scarpa, D. L. (2017a). A Systematic Review of Studies about Conceptions on the Nature of Science in Science Education. *Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 621–659. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017172621>
- Azevedo, N. H., & Scarpa, D. L. (2017b). A Systematic Review of Studies about Conceptions on the Nature of Science in Science Education. *Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 621–659. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017172621>
- Badri, M., Alnuaimi, A., Mohaidat, J., Al Rashedi, A., Yang, G., & Al Mazroui, K. (2016). My science class and expected career choices—a structural equation model of determinants involving Abu Dhabi high school students. *International Journal of STEM Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0045-0>
- Chi, S. H., Wang, Z., Liu, X., & Zhu, L. (2017). Associations among attitudes, perceived difficulty of learning science, gender, parents' occupation and students' scientific competencies. *International Journal of Science Education*, 39(16), 2171–2188. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1366675>
- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Pavez, J. M., Valencia, M., & Vergara, C. (2019a). A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science. In *Science and Education* (Vol. 28, Issues 3–5, pp. 205–248). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00051-3>
- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Pavez, J. M., Valencia, M., & Vergara, C. (2019b). A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science. In *Science and Education* (Vol. 28, Issues 3–5, pp. 205–248). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00051-3>
- Constantinou, C., Hadjilouca, R., & Papadouris, N. (2010). Students' Epistemological awareness concerning the distinction between science and technology. *International Journal of Science Education*, 32(2), 143–172. <https://doi.org/10.1080/09500690903229296>

- Dabney, K. P., Chakraverty, D., & Tai, R. H. (2013). The Association of Family Influence and Initial Interest in Science. *Science Education*, 97(3), 395–409. <https://doi.org/10.1002/sce.21060>
- Dagher, Z. R., & Erduran, S. (2016a). Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education: Why Does it Matter? *Science and Education*, 25(1–2), 147–164. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9800-8>
- Dagher, Z. R., & Erduran, S. (2016b). Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education: Why Does it Matter? *Science and Education*, 25(1–2), 147–164. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9800-8>
- Dagher, Z. R., & Erduran, S. (2016c). Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education: Why Does it Matter? *Science and Education*, 25(1–2), 147–164. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9800-8>
- Das, P. M., Faikhamta, C., & Punsuvon, V. (2019). Bhutanese Students' Views of Nature of Science: a Case Study of Culturally Rich Country. *Research in Science Education*, 49(2), 391–412. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9611-9>
- Deng, F., Chai, C. S., Tsai, C. C., & Lin, T. J. (2014a). Assessing South China (Guangzhou) High School Students' Views on Nature of Science: A Validation Study. *Science and Education*, 23(4), 843–863. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9674-6>
- Deng, F., Chai, C. S., Tsai, C. C., & Lin, T. J. (2014b). Assessing South China (Guangzhou) High School Students' Views on Nature of Science: A Validation Study. *Science and Education*, 23(4), 843–863. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9674-6>
- Deng, F., Chen, D. T., Tsai, C. C., & Chai, C. S. (2011a). Students' views of the nature of science: A critical review of research. In *Science Education* (Vol. 95, Issue 6, pp. 961–999). <https://doi.org/10.1002/sce.20460>
- Deng, F., Chen, D. T., Tsai, C. C., & Chai, C. S. (2011b). Students' views of the nature of science: A critical review of research. In *Science Education* (Vol. 95, Issue 6, pp. 961–999). <https://doi.org/10.1002/sce.20460>
- DeWitt, J., & Archer, L. (2015). Who Aspires to a Science Career? A comparison of survey responses from primary and secondary school students. *International Journal of Science Education*, 37(13), 2170–2192. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1071899>
- Dogan, N., & Abd-El-Khalick, F. (2008). Turkish grade 10 students' and science teachers' conceptions of nature of science: A national study. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10), 1083–1112. <https://doi.org/10.1002/tea.20243>
- Dorph, R., Bathgate, M. E., Schunn, C. D., & Cannady, M. A. (2018). When I grow up: the relationship of science learning activation to STEM career preferences. *International Journal of Science Education*, 40(9), 1034–1057. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1360532>

- Du, X., & Wong, B. (2019). Science career aspiration and science capital in China and UK: a comparative study using PISA data. *International Journal of Science Education*, 41(15), 2136–2155. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1662135>
- Emran, A., Spektor-levy, O., Paz Tal, O., & Ben Zvi Assaraf, O. (2020a). Understanding Students' Perceptions of the Nature of Science in the Context of Their Gender and Their Parents' Occupation. *Science and Education*, 29(2), 237–261. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00103-z>
- Emran, A., Spektor-levy, O., Paz Tal, O., & Ben Zvi Assaraf, O. (2020b). Understanding Students' Perceptions of the Nature of Science in the Context of Their Gender and Their Parents' Occupation. *Science and Education*, 29(2), 237–261. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00103-z>
- Exploring young people's views on science education Exploring young people's views on science education Report to the Wellcome Trust.* (2011). www.nfer.ac.uk
- Feierabend, T., & Eilks, I. (2010). Raising students' perception of the relevance of science teaching and promoting communication and evaluation capabilities using authentic and controversial socio-scientific issues in the Framework of climate change. In *Science Education International* (Vol. 21, Issue 3).
- Furinghetti, F., & Pehkonen, E. (2002). *2002-Rethinking characterizations of beliefs The integration of computer science in mathematics teaching View project History of ICMI View project.* <https://www.researchgate.net/publication/287771184>
- Hartwell, M., & Kaplan, A. (2018). Students' Personal Connection with Science: Investigating the Multidimensional Phenomenological Structure of Self-Relevance. *Journal of Experimental Education*, 86(1), 86–104. <https://doi.org/10.1080/00220973.2017.1381581>
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2007a). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347–1362. <https://doi.org/10.1080/09500690601007549>
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2007b). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347–1362. <https://doi.org/10.1080/09500690601007549>
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). *The Meaning of Scientific Literacy.* <http://www.ijese.com/>
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science and Education*, 20(7), 591–607. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9293-4>
- Irzik, G., & Nola, R. (2014). New Directions for NOS Research published in International Handbook of Research in History. In *Philosophy and Science Teaching*. Springer.
- Jones, M. G., Chesnutt, K., Ennes, M., Mulvey, K. L., & Cayton, E. (2021a). Understanding science career aspirations: Factors predicting future science task value. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(7), 937–955. <https://doi.org/10.1002/tea.21687>

- Jones, M. G., Chesnutt, K., Ennes, M., Mulvey, K. L., & Cayton, E. (2021b). Understanding science career aspirations: Factors predicting future science task value. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(7), 937–955. <https://doi.org/10.1002/tea.21687>
- Kampourakis, K. (2016). The “general aspects” conceptualization as a pragmatic and effective means to introducing students to nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 667–682. <https://doi.org/10.1002/tea.21305>
- Kang, J., Keinonen, T., & Salonen, A. (2021). Role of Interest and Self-Concept in Predicting Science Aspirations: Gender Study. *Research in Science Education*, 51, 513–535. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09905-w>
- Kang, S., Scharmann, L. C., & Noh, T. (2005). Examining students’ views on the nature of science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th graders. *Science Education*, 89(2), 314–334. <https://doi.org/10.1002/sce.20053>
- Kapon, S., Laherto, A., & Levrini, O. (2018). Disciplinary authenticity and personal relevance in school science. *Science Education*, 102(5), 1077–1106. <https://doi.org/10.1002/sce.21458>
- Khishfe, R. (2012). Relationship between nature of science understandings and argumentation skills: A role for counterargument and contextual factors. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 489–514. <https://doi.org/10.1002/tea.21012>
- Khishfe, R., & Lederman, N. (2007). Relationship between instructional context and views of nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(8), 939–961. <https://doi.org/10.1080/09500690601110947>
- Kim, S. Y., & Hamdan Alghamdi, A. K. (2020). Saudi Arabian secondary students’ views of the nature of science within Islamic context. *International Journal of Science Education*, 42(13), 2266–2283. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1818327>
- Kim, S. Y., & Hamdan Alghamdi, A. K. (2021). Saudi Arabian secondary school students’ views of the nature of science and epistemological beliefs: gendered differences. *Research in Science and Technological Education*. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1961721>
- Kotkas, T., Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2016). Identifying Characteristics of Science Teaching/Learning Materials Promoting Students’ Intrinsic Relevance. In *Science Education International* (Vol. 27).
- Kuyumcu, E. E. (2019). *STUDENTS NATURE OF SCIENCE VIEWS REGARDING GENDER, GRADE LEVEL AND LEARNING ENVIRONMENT PERCEPTIONS*.
- Lederman, N. G. (1992).) zy Students’ and Teachers’ Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. In *JOURNAL zyxwvutsr OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING* (Vol. 29, Issue 4).
- 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. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>

- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., Schwartz, R. S., Lederman, J., & Ko, E. K. (n.d.). *Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS)*. www.physport.org/expert/AdministeringBeliefSurveys/
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2019a). Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again? *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1).
<https://doi.org/10.1186/s43031-019-0002-0>
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2019b). Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again? *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1).
<https://doi.org/10.1186/s43031-019-0002-0>
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2019c). Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again? *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1).
<https://doi.org/10.1186/s43031-019-0002-0>
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of Science and Scientific Inquiry as Contexts for the Learning of Science and Achievement of Scientific Literacy. In *International Journal of Education in Mathematics* (Vol. 1, Issue 3). www.ijemst.com
- Lee, Y. H. (n.d.). *A Proposal of Inclusive Framework of the Nature of Science (NOS) Based on the 4 Themes of Scientific Literacy for K-12 School Science*.
- Liu, S. Y., & Tsai, C. C. (2008). Differences in the scientific epistemological views of undergraduate students. *International Journal of Science Education*, 30(8), 1055–1073.
<https://doi.org/10.1080/09500690701338901>
- MALAYSIAN ONLINE JOURNAL OF EDUCATIONAL SCIENCES. (n.d.). <http://mojes.um.edu.my/EISSN:2289-3024>
- Mau, W. C. J., & Li, J. (2018). Factors Influencing STEM Career Aspirations of Underrepresented High School Students. *Career Development Quarterly*, 66(3), 246–258. <https://doi.org/10.1002/cdq.12146>
- Mccoach, D. B., Gable, R. K., & Madura, J. P. (n.d.). *Instrument Development in the Affective Domain*.
- McComas, W. F. (n.d.). *Nature of science in science instruction : rationales and strategies*.
- McComas, W. F. (n.d.). *Understanding how science work: The nature of science as they foundation for science teaching and learning Science Fairs View project STEM Education View project*.
<https://www.researchgate.net/publication/318912990>
- McComas, W. F. (2002). *The nature of science in science education : rationales and strategies*. Kluwer Academic Publishers.
- Mesci, G., & Erdaş-Kartal, E. (2021). STEM-Based NOS Teaching on 7 th Grade Students' NOS Views. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 16, 2021.
<https://doi.org/10.29329/epasr.2020.373.14>
- Moraga-Calderón, T. S., Buisman, H., & Cramer, J. (2020). The relevance of learning quantum physics from the perspective of the secondary school student: A case study. In *European Journal of Science and Mathematics Education* (Vol. 8, Issue 1).

- Moss, D. M., Abrams, E. D., & Robb, J. (2001). Examining student conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 23(8), 771–790. <https://doi.org/10.1080/09500690010016030>
- Mujtaba, T., Sheldrake, R., Reiss, M. J., & Simon, S. (n.d.). *Students' science attitudes, beliefs, and context: associations with science and chemistry aspirations*.
- Murphy, C., Smith, G., & Broderick, N. (2021). A Starting Point: Provide Children Opportunities to Engage with Scientific Inquiry and Nature of Science. *Research in Science Education*, 51(6), 1759–1793. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9825-0>
- Nbina, J., & Obomanu, B. J. (2010). The Meaning of Scientific Literacy: A Model of Relevance in Science Education. In *Academic Leadership: The Online Journal* (Vol. 8).
- Nehring, A. (2020). Naïve and informed views on the nature of scientific inquiry in large-scale assessments: Two sides of the same coin or different currencies? *Journal of Research in Science Teaching*, 57(4), 510–535. <https://doi.org/10.1002/tea.21598>
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003a). 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. <https://doi.org/10.1002/tea.10105>
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003b). 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. <https://doi.org/10.1002/tea.10105>
- Park, H., Nielsen, W., & Woodruff, E. (2014). Students' Conceptions of the Nature of Science: Perspectives from Canadian and Korean Middle School Students. *Science and Education*, 23(5), 1169–1196. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9613-6>
- Quinn, F., & Lyons, T. (2011). High school students' perceptions of school science and science careers: A critical look at a critical issue. In *Science Education International* (Vol. 22, Issue 4).
- Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387–409. <https://doi.org/10.1080/0950069032000119456>
- Salonen, A., Hartikainen-Ahia, A., Hense, J., Scheersoi, A., & Keinonen, T. (2017). Secondary school students' perceptions of working life skills in science-related careers. *International Journal of Science Education*, 39(10), 1339–1352. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1330575>
- Scholes, L., Stahl, G., Comber, B., McDonald, S., & Brownlee, J. L. (2021). ‘We don’t read in science’: student perceptions of literacy and learning science in middle school. *Cambridge Journal of Education*, 51(4), 451–466. <https://doi.org/10.1080/0305764X.2020.1860192>
- Sheldrake, R., Mujtaba, T., & Reiss, M. J. (2017). Science teaching and students' attitudes and aspirations: The importance of conveying the applications and relevance of science. *International Journal of Educational Research*, 85, 167–183. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2017.08.002>

- Stadermann, H. K. E., & Goedhart, M. J. (2020a). Secondary school students' views of nature of science in quantum physics. *International Journal of Science Education*, 42(6), 997–1016.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1745926>
- Stadermann, H. K. E., & Goedhart, M. J. (2020b). Secondary school students' views of nature of science in quantum physics. *International Journal of Science Education*, 42(6), 997–1016.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1745926>
- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of “relevance” in science education and its implications for the science curriculum. In *Studies in Science Education* (Vol. 49, Issue 1, pp. 1–34). <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.802463>
- Taber, K. S., Billingsley, B., & Riga, F. (2021). Secondary students' values and perceptions of science-related careers: responses to vignette-based scenarios. *SN Social Sciences*, 1(5).
<https://doi.org/10.1007/s43545-021-00130-9>
- Tang, M., Pan, W., & Newmeyer, M. D. (2008). Factors Influencing High School Students' Career Aspirations. *Professional School Counseling*, 11(5), 2156759X0801100.
<https://doi.org/10.1177/2156759x0801100502>
- Toma, R. B., Greca, I. M., & Orozco Gómez, M. L. (2019). Attitudes towards science and views of nature of science among elementary school students in terms of gender, cultural background and grade level variables. *Research in Science and Technological Education*, 37(4), 492–515.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1561433>
- Tsai, C. C., & Liu, S. Y. (2005). Developing a multi-dimensional instrument for assessing students' epistemological views toward science. *International Journal of Science Education*, 27(13), 1621–1638. <https://doi.org/10.1080/09500690500206432>
- van Griethuisen, R. A. L. F., van Eijck, M. W., Haste, H., den Brok, P. J., Skinner, N. C., Mansour, N., Gencer, A. S., & BouJaoude, S. (2015). Global patterns in students' views of science and interest in science. *Research in Science Education*, 45(4), 581–603. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9438-6>
- Vincent-Ruz, P., & Schunn, C. D. (2018a). The nature of science identity and its role as the driver of student choices. *International Journal of STEM Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0140-5>
- Vincent-Ruz, P., & Schunn, C. D. (2018b). The nature of science identity and its role as the driver of student choices. *International Journal of STEM Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0140-5>
- Wang, J., & Staver, J. R. (2001). Examining relationships between factors of science education and student career aspiration. *Journal of Educational Research*, 94(5), 312–319.
<https://doi.org/10.1080/00220670109598767>
- Widowati, A., Atun, S., Suryadarma, I. G. P., Wiyarsi, A., & Yani, L. A. F. (2018). The profile of students' views of nature of science (NOS) in Junior High School of Yogyakarta city. *AIP Conference Proceedings*, 2014. <https://doi.org/10.1063/1.5054496>

- Wong, S. L., & Hodson, D. (2009). From the horse's mouth: What scientists say about scientific investigation and scientific knowledge. *Science Education*, 93(1), 109–130.
<https://doi.org/10.1002/sce.20290>
- Wong, S. L., & Hodson, D. (2010). More from the horse's mouth: What scientists say about science as a social practice. *International Journal of Science Education*, 32(11), 1431–1463.
<https://doi.org/10.1080/09500690903104465>
- Yalaki, Y., Doğan, N., İrez, S., Doğan, N., Çakmakçı, G., & Erdem Kara, B. (2019a). Measuring Nature of Science Views of Middle School Students. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 461–475. <https://doi.org/10.21449/ijate.561154>
- Yalaki, Y., Doğan, N., İrez, S., Doğan, N., Çakmakçı, G., & Erdem Kara, B. (2019b). Measuring Nature of Science Views of Middle School Students. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 461–475. <https://doi.org/10.21449/ijate.561154>
- Yang, G., Badri, M., Al-Mazroui, K., Al-Rashedi, A., & Nai, P. (2017). Science as interests but not for career: Understanding high school students' engagement in science in Abu Dhabi. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3621–3639.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00749a>
- Yoon, S. Y., Suh, J. K., & Park, S. (2014a). Korean Students' Perceptions of Scientific Practices and Understanding of Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 36(16), 2666–2693.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2014.928834>
- Yoon, S. Y., Suh, J. K., & Park, S. (2014b). Korean Students' Perceptions of Scientific Practices and Understanding of Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 36(16), 2666–2693.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2014.928834>
- Yoon, S. Y., Suh, J. K., & Park, S. (2014c). Korean Students' Perceptions of Scientific Practices and Understanding of Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 36(16), 2666–2693.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2014.928834>