



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ  
ΤΟΜΕΑΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΙΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΑΓΩΓΗΣ  
ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

*«Η Επίδραση της Φύσης της Επιστήμης στην Ανάπτυξη  
και Εφαρμογή Διδασκαλιών Διερευνητικής Μάθησης  
από Φοιτητές του Π.Τ.Δ.Ε.»*

**ΧΟΚΟΥΡΟΓΛΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ**

**Ρέθυμνο, 2018**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

«Η Επίδραση της Φύσης της Επιστήμης στην Ανάπτυξη και Εφαρμογή  
Διδακταλιών Διερευνητικής Μάθησης από Φοιτητές του Π.Τ.Δ.Ε.»

ΧΟΚΟΥΡΟΓΛΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

A.M: 294

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Σταύρου Δημήτρης, Αναπληρωτής καθηγητής ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Κρήτης

ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Τζανάκης Κωνσταντίνος, Καθηγητής ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Κρήτης

Καλογιαννάκης Μιχάλης, Επίκουρος καθηγητής ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Κρήτης

Ρέθυμνο, 2018

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης, κ. Σταύρου Δημήτρη που εκτός από την εποπτεία και ουσιαστική υποστήριξη που μου παρείχε για την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είχε και κύριο ρόλο στην ανάπτυξη ενός ευχάριστου και ομαδικού κλίματος μεταξύ όλων των μελών του Εργαστηρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών.

Επίσης είναι απαραίτητο να απευθύνω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην Υποψήφια Διδάκτορα Έμιλυ Μιχαηλίδη για τις συμβουλές της και την αστείρευτη υπομονή που έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους υπόλοιπους συμφοιτητές μου Αθανασία, Αργύρη, Γεωργία, Μανόλη, Μαρία, Μιχάλη, Νεκταρία και Πέτρο για τις όμορφες στιγμές που περάσαμε στο εργαστήριο.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η επίτευξη του επιστημονικού γραμματισμού είναι μια διαρκής επιδίωξη της εκπαιδευτικής κοινότητας τα τελευταία χρόνια. Για την εκπλήρωση αυτού του στόχου, η σύγχρονη τάση στη διδακτική των φυσικών επιστημών εστιάζει εκτός από την κατάκτηση του γνωστικού πεδίου από τους μαθητές και στην κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της επιστήμης. Αν και η Διερευνητική Μάθηση πληροί τις προϋποθέσεις για την επίτευξη των δύο αυτών στόχων, έχουν παρατηρηθεί προβλήματα από την πλευρά των εκπαιδευτικών στην εφαρμογή τέτοιου είδους διδασκαλιών και ένας από τους βασικούς λόγους είναι οι εσφαλμένες αντιλήψεις που κατέχουν πάνω στη Φύση της Επιστήμης (ΦτΕ).

Έτσι, για να είναι ένας εκπαιδευτικός σε θέση να καθοδηγήσει τους μαθητές στο σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας έρευνας, πρέπει πρώτα απ' όλα και ο ίδιος να κατέχει την απαραίτητη γνώση γύρω από αυτή. Για το λόγο αυτό, χρειάζεται η εκπαίδευση εκπαιδευτικών να εστιάσει στην καλύτερη κατανόηση από τους εκπαιδευτικούς της λογικής που διαπερνά όλο το επιστημονικό εγχείρημα, ώστε να εξασφαλιστεί το γνωστικό υπόβαθρο για τη δόμηση διδασκαλιών μέσω διερεύνησης. Αν και πολλές προσπάθειες έχουν γίνει για τη βελτίωση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών πάνω στη ΦτΕ, δεν υπάρχουν εμπειρικά στοιχεία που να φανερώνουν με ποιον τρόπο αυτό βοηθά τους εκπαιδευτικούς στην ανάπτυξη ενοτήτων Διερευνητικής Μάθησης.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να μελετήσει την πιθανή επίδραση που έχει στη δόμηση και υλοποίηση διδασκαλιών Διερευνητικής Μάθησης από μελλοντικούς δασκάλους, η απόκτηση γνώσεων γύρω από τη ΦτΕ. Σε ένα δείγμα οκτώ φοιτητών Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης πραγματοποιήθηκαν επιμορφωτικές δράσεις σχετικές με τη ΦτΕ, ώστε να ελεγχθούν πιθανές τροποποιήσεις που πραγματοποίησαν κατά τη δόμηση και εφαρμογή ενοτήτων Διερευνητικής Μάθησης.

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν πως οι δράσεις οι οποίες πραγματοποιήθηκαν βελτίωσαν τις αντιλήψεις των φοιτητών γύρω από τη ΦτΕ. Επίσης, παρουσιάζονται στοιχεία για μεμονωμένες πτυχές της ΦτΕ οι οποίες είχαν επιρροή στον τρόπο δόμησης των ενοτήτων Διερευνητικής Μάθησης από τους φοιτητές, ενώ η επιρροή αυτή αποτυπώθηκε σε συγκεκριμένες διαστάσεις της Διερευνητικής Μάθησης.

### Λέξεις κλειδιά:

Φύση της Επιστήμης, Διερευνητική Μάθηση, Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών, Επιστημονικός Γραμματισμός

## **ABSTRACT**

Achieving scientific literacy has been a lasting pursuit of the educational community in recent years. To meet this goal, the contemporary tendency in science education does not only focus on acquiring the scientific knowledge by students, but also on understanding the way that science works. Even though Inquiry Learning sufficiently fulfills the requirements of these goals, difficulties have been observed in applying this approach in science classes due to teachers' misconceptions about the Nature of Science (NOS).

Thus, in order a teacher to be able to guide students in the process of inquiry, he should have the necessary knowledge about inquiry. For this reason, teacher education is necessary to focus on teachers' understanding about the—scientific endeavor. In this way, the necessary background for the development of a proper inquiry-based instruction could be ensured. Although many efforts have been made to improve teachers' perceptions on NOS, there is no empirical evidence to illustrate in which way this helps teachers to develop Inquiry-based Learning modules.

The purpose of the present study is to investigate the possible effect that the acquisition of the knowledge of NOS may have on the development and implementation of Inquiry-based instructions by prospective teachers. In a sample of eight students of the Pedagogical Department of Primary Education, training activities related to NOS were carried out in order to test possible modifications they made during the construction and application of Inquiry-based Learning modules.

The outcome of the research shows that the actions carried out finally improved students' perceptions about NOS, while there is data on specific aspects of NOS that have affected the way students constructed Inquiry-based Learning modules. This influence was reflected in specific aspects of Inquiry Learning.

### **Keywords:**

Nature of Science, Inquiry Learning, Teacher Training, Scientific Literacy

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
<b>Α΄ ΜΕΡΟΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b> .....	9
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b> .....	9
1.1 Οριοθέτηση του προβλήματος.....	9
1.2 Σκοπός Παρούσας Έρευνας – Ερευνητικό Ερώτημα.....	13
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ</b> .....	15
2.1 Το Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης (Model of Educational Reconstruction – MER) .....	15
2.2 Το ERTE στην παρούσα έρευνα.....	18
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ</b> ...	19
3.1 Η Διερευνητική Μάθηση .....	19
3.2 Προσεγγίσεις της Διερευνητικής Μάθησης .....	19
3.3 Βασικές Διαστάσεις Διερευνητικής Μάθησης.....	21
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ</b> .....	26
4.1 Η Φύση της Επιστήμης.....	26
4.2 Διδακτικές Προσεγγίσεις στη Φύση της Επιστήμης.....	26
4.3 Διαστάσεις της ΦτΕ με Εκπαιδευτική αξία .....	29
4.4 Βασικές Πτυχές της ΦτΕ .....	32
<b>Β΄ ΜΕΡΟΣ: ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ</b> .....	37
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b> .....	37
5.1 Δείγμα .....	37
5.2 Υλοποίηση της εμπειρικής έρευνας .....	38
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</b> .....	41
6.1 Μέσα συλλογής δεδομένων.....	41
6.2 Ανάλυση δεδομένων .....	45
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b> .....	55
7.1. Αντιλήψεις Φοιτητών στη Φύση της Επιστήμης .....	55
7.2 Ενότητες Διερευνητικής Μάθησης .....	65
7.3 Σχέση Αντιλήψεων ΦτΕ - Ενοτήτων Δ.Μ.....	75
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</b> .....	82
8.1 Συμπεράσματα - Συζήτηση.....	82
8.2 Περιορισμοί – Προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση .....	84

<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	86
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1</b> .....	90
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2</b> .....	92
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3</b> .....	93
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4</b> .....	94
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5</b> .....	96
<b>ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b> .....	98

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κυρίαρχος στόχος της επιστημονικής εκπαίδευσης, τόσο στις μέρες μας όσο και παλαιότερα, είναι η δημιουργία ανθρώπων επιστημονικά εγγράμματων. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, στις πιο σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδακτική των φυσικών επιστημών παρατηρείται ότι βασική επιδίωξη είναι εκτός από την κατάκτηση του γνωστικού πεδίου και η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο λειτουργεί η επιστήμη.

Στην προσπάθεια εύρεσης της καταλληλότερης διδακτικής μεθόδου που θα είναι σε θέση να υλοποιήσει τους δύο παραπάνω στόχους κεντρικό ρόλο έχει παίξει η αξία της Διερευνητικής Μάθησης. Οι μαθητές στην Διερευνητική Μάθηση δεν είναι παθητικοί δέκτες εκτέλεσης εντολών και έχουν ενεργή συμμετοχή στο σχεδιασμό και την υλοποίηση της έρευνας, με απώτερο σκοπό την κατανόηση τόσο του αντικειμένου που μελετάνε όσο και των πολύπλοκων διαδικασιών της επιστημονικής έρευνας.

Από το παραπάνω προκύπτει αβίαστα πως οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να εσωμοστούν το βάρος της υλοποίησης διδασκαλιών Διερευνητικής Μάθησης. Ωστόσο, για να είναι σε θέση να εκτελέσουν τέτοιου είδους διδασκαλίες, καθοδηγώντας τους μαθητές κατά την πραγματοποίηση των ερευνών, θα πρέπει από τη μία να είναι εφοδιασμένοι με τις κατάλληλες γνώσεις και δεξιότητες, αλλά και από την άλλη να γνωρίζουν τον συγκεκριμένο τρόπο σκέψης και λειτουργίας.

Παρά τη μεγάλη προβολή που έχει η Διερευνητική Μάθηση τα τελευταία χρόνια, έχει παρατηρηθεί διστακτικότητα από τους εκπαιδευτικούς στην εφαρμογή των συγκεκριμένων διδασκαλιών για διάφορους λόγους, ένας από τους οποίους είναι και οι εσφαλμένες αντιλήψεις τις οποίες κατέχουν πάνω στη Φύση της Επιστήμης. Οι αντιλήψεις αυτές, περιλαμβάνουν τόσο ιδέες που σχετίζονται με την επιστημονική γνώση ως έναν τρόπο να γνωρίζουμε και να ερμηνεύουμε τον φυσικό κόσμο, όσο και απόψεις σχετικές με τη φύση και τη λογική των διαδικασιών μέσα από τις οποίες αυτή η γνώση κατασκευάζεται και αιτιολογείται.

Συνυπολογίζοντας από τη μία το γεγονός ότι οι δεξιότητες και η ποιότητα των εκπαιδευτικών είναι ο πιο καθοριστικός παράγοντας που επηρεάζει τις επιδόσεις των μαθητών (Osborne & Dillon, 2008) και από την άλλη τις δυσκολίες που παρουσιάζουν οι εκπαιδευτικοί στην υλοποίηση διδασκαλιών μέσω διερεύνησης, αναδεικνύεται η ανάγκη ανάπτυξης προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών. Σκοπός αυτών των προγραμμάτων θα είναι να συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση διαφορετικών πτυχών της Φύσης της Επιστήμης από τους εκπαιδευτικούς, τόσο κατά τις πανεπιστημιακές τους σπουδές όσο και κατά την διάρκεια της επαγγελματικής τους πορείας, ώστε να ξεπεραστούν οι όποιοι περιορισμοί προέρχονται από αυτή, σε ότι αφορά την υλοποίηση διδασκαλιών Διερευνητικής Μάθησης.

Η παρούσα εργασία είναι χωρισμένη σε δύο μέρη, το θεωρητικό μέρος και την εμπειρική έρευνα. Το θεωρητικό μέρος αποτελείται από 4 κεφάλαια, όπου στο πρώτο θα επιχειρηθεί η οριοθέτηση του προβλήματος μέσα από τη βιβλιογραφική



ανάλυση α) των βασικών στόχων του επιστημονικού γραμματισμού, β) της ανάγκης για εκπαίδευση εκπαιδευτικών στη Φύση της Επιστήμης και γ) τον σκοπό της παρούσας έρευνας. Στο δεύτερο κεφάλαιο του θεωρητικού μέρους παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας, δηλαδή το Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης – Model of Educational Reconstruction (MER) και η αντίστοιχη προσαρμογή του όταν απευθύνεται στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών, το Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης για την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών – model of Educational Reconstruction for Teacher Education (ERTE). Το τρίτο στη σειρά κεφάλαιο επικεντρώνεται στη Διερευνητική Μάθηση στις φυσικές επιστήμες και γίνεται μια παρουσίαση διαφορετικών προσεγγίσεων της συγκεκριμένης διδακτικής προσέγγισης, καθώς και των βασικών διαστάσεών της. Το τελευταίο κεφάλαιο του θεωρητικού μέρους αναφέρεται στη Φύση της Επιστήμης στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών και παρουσιάζει ορισμένες βασικές πτυχές της Φύσης της Επιστήμης, αλλά και διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις για τη διδασκαλία της.

Το δεύτερο μέρος της έρευνας, το εμπειρικό, χωρίζεται και αυτό σε 4 κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο του δεύτερου μέρους γίνεται η περιγραφή της έρευνας, με αναλυτική περιγραφή του δείγματος, του χρόνου διεξαγωγής και της πορείας της έρευνας. Στο δεύτερο κεφάλαιο του εμπειρικού μέρους, παρουσιάζονται αναλυτικά τα μέσα με τα οποία πραγματοποιήθηκε η συλλογή των δεδομένων και η κατηγοριοποίηση για την ανάλυση των δεδομένων. Στο τρίτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας, ενώ στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο διατυπώνονται τα συμπεράσματα της έρευνας και ορισμένες προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

## Α' ΜΕΡΟΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

#### 1.1 Οριοθέτηση του προβλήματος

##### Επιστημονικός γραμματισμός

Η ραγδαία εξέλιξη της επιστήμης και της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια έχει οδηγήσει στην αναγκαιότητα οι κοινωνίες του κόσμου να αποτελούνται από πολίτες επιστημονικά εγγράμματους. Συνεπακόλουθα, και ο ρόλος της επιστήμης στη σχολική καθημερινότητα θα πρέπει να επαναπροσδιοριστεί από την εκπαιδευτική κοινότητα, ώστε ο σημερινός μαθητής να είναι ένας μελλοντικός πολίτης, ικανός να ανταπεξέρχεται στις απαιτήσεις της εποχής του. Σε μια κοινωνία όμως που οι απαιτήσεις συνεχώς μεταβάλλονται ποιο άτομο θεωρείται επιστημονικά εγγράμματο;

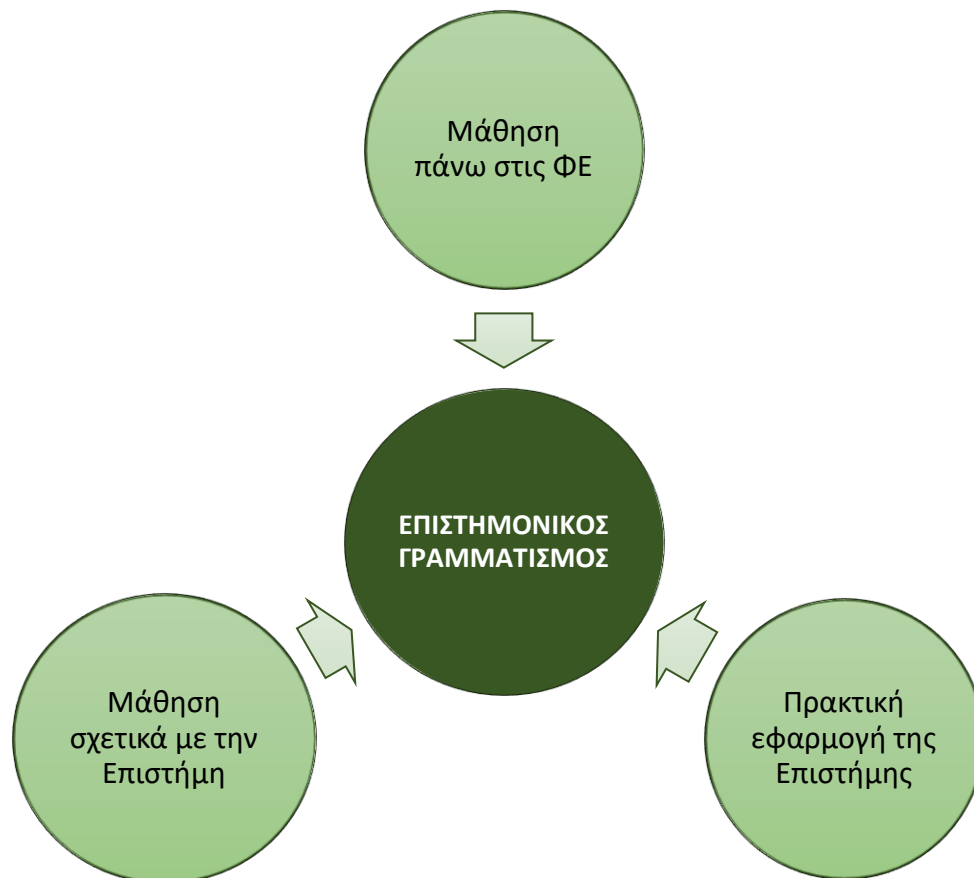
Η απάντηση σε αυτό το ερώτημα δεν είναι εύκολη καθώς δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός για το τι είναι ο επιστημονικός γραμματισμός και είναι σύνηθες να γίνεται επιλεκτική χρήση συγκεκριμένων πτυχών του όρου (Bybee, 1997; Abd-El-Khalick et al., 1998). Ο De Boer (2000) πραγματοποιώντας μια ανασκόπηση στην ιστορία της εκπαίδευσης κατέληξε πως ο επιστημονικός γραμματισμός είναι μια γενική έννοια, η οποία είχε και συνεχίζει να έχει μια μεγάλη ποικιλία σημασιολογικής προσέγγισης. και πως το μόνο που μπορούμε να συμπεράνουμε είναι πως ο επιστημονικός γραμματισμός ορίζει τι πρέπει να γνωρίζει ο πολίτης για την επιστήμη, ώστε να ζει πιο αποτελεσματικά και με σεβασμό στον φυσικό κόσμο.

Παρόλες όμως τις δυσκολίες ορισμού, σε γενικές γραμμές όταν αναφερόμαστε σε ένα άτομο επιστημονικά εγγράμματο θεωρούμε πως το συγκεκριμένο άτομο είναι σε θέση (National Research Council, 1996):

- να αναζητήσει, να βρει ή να καθορίσει απαντήσεις σε ερωτήσεις που προέρχονται από την περιέργειά του πάνω σε καθημερινές εμπειρίες.
- να περιγράψει, να εξηγήσει, και να προβλέψει τα διάφορα φαινόμενα στη φύση
- να κατανοήσει άρθρα σχετικά με την επιστήμη στον καθημερινό τύπο και να συμμετέχει σε δημόσιες διαβουλεύσεις, αναφορικά με την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.
- να αναγνωρίζει τα επιστημονικά ζητήματα που υπόκεινται πίσω από εθνικές και τοπικές αποφάσεις και να εκφράσει τις θέσεις του που είναι επιστημονικά και τεχνολογικά ενημερωμένες.
- να αξιολογήσει την ποιότητα των επιστημονικών πληροφοριών βάσει των πηγών τους και των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή τους.
- να θέτει και να αξιολογεί επιχειρήματα βασισμένα σε αποδεικτικά στοιχεία και να εφαρμόζει τα συμπεράσματα από τέτοια επιχειρήματα αναλόγως.

Για την εκπλήρωση του σκοπού της δημιουργίας επιστημονικά εγγράμματων πολιτών κρίνεται αναγκαία η συμβολή της επιστημονικής εκπαίδευσης ούτως ώστε να επιτευχθούν οι εξής 3 επιμέρους στόχοι που τίθενται από τον Hodson (2011, βλ. Εικόνα 1):

1. *Η μάθηση πάνω στις φυσικές επιστήμες, δηλαδή η απόκτηση της απαραίτητης εννοιολογικής και θεωρητικής γνώσης*
2. *Η πρακτική εφαρμογή της επιστήμης, δηλαδή η συμμετοχή και η ανάπτυξη δεξιοτήτων πάνω στην επιστημονική έρευνα και στην επίλυση προβλημάτων και*
3. *Η μάθηση σχετικά με την επιστήμη, να αναπτυχθεί δηλαδή μια επαρκής κατανόηση της φύσης της επιστήμης και των μεθόδων ανάπτυξης της επιστημονικής γνώσης, καθώς και να γίνουν αντιληπτές οι πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ την επιστήμης, της τεχνολογίας και της κοινωνίας.*



Εικόνα 1. Στόχοι της επιστημονικής εκπαίδευσης για τον επιστημονικό γραμματισμό (Hodson, 2011)

Πως μπορεί να επιτευχθεί ο επιστημονικός γραμματισμός;

Το ζητούμενο της επίτευξης του επιστημονικού γραμματισμού δεν είναι μία εύκολη υπόθεση και απαιτεί πολύ χρόνο, καθώς απαιτούνται πολύ σημαντικές αλλαγές μέσα στο σχολικό σύστημα. Αυτό προκύπτει από το ότι είναι αναγκαίος ένας διαφορετικός τρόπος διδασκαλίας και μάθησης των φυσικών επιστημών, ο οποίος θα πρέπει να αντανακλά τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η επιστήμη, δίνοντας έμφαση στη διερεύνηση ως έναν τρόπο κατάκτησης της γνώσης και κατανόησης του γύρω μας κόσμου (National Research Council, 1996). Οπότε, εύλογα οδηγούμαστε στο ερώτημα σχετικά με το ποια είναι η καταλληλότερη διδακτική προσέγγιση που πρέπει να χρησιμοποιηθεί ώστε να επιτευχθεί αυτός ο κρίσιμος σκοπός.

Στην προσπάθεια απάντησης του παραπάνω ερωτήματος, εξέχουσα θέση μέσα στην επιστημονική κοινότητα φαίνεται να έχει η Διερευνητική Μάθηση (Δ.Μ.), καθώς μέσω των ερευνών που πραγματοποιούνται οι μαθητές εμπλέκονται σε έναν τρόπο μάθησης ο οποίος είναι αντίστοιχος με τον τρόπο που εργάζονται οι επιστήμονες, βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν μια βαθύτερη κατανόηση των φ.ε. και οδηγεί στη βελτίωση της κριτικής σκέψης (Capps & Crawford, 2013). Παρόλο που η Δ.Μ. δεν είναι ο μοναδικός τρόπος για να διδαχθούν οι φυσικές επιστήμες θεωρείται πολύ σημαντικός, καθώς η εφαρμογή της αποτρέπει τους μαθητές να είναι παθητικοί δέκτες πληροφοριών και είναι σε θέση μέσα από την ενεργή συμμετοχή τους στο σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας έρευνας να κατανοήσουν τόσο το γνωστικό αντικείμενο, όσο και τις πολύπλοκες διαδικασίες της επιστημονικής έρευνας (Bell et al., 2010). Μέσω της Δ.Μ. δηλαδή, δύναται να εκπληρωθούν δύο από τους εκπαιδευτικούς στόχους για τη δημιουργία επιστημονικά εγγράμματων μαθητών, αυτοί της *μάθησης πάνω στις φυσικές επιστήμες και της πρακτικής εφαρμογής της επιστήμης*.

Είναι γεγονός πως σε όποια εκπαιδευτική μεταρρύθμιση εντάχθηκε η Δ.Μ. ως εκπαιδευτική πρακτική για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και παρά τις διαφορετικές προσεγγίσεις που υπήρξαν, παρατηρήθηκε βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών στις φ.ε. (Abd-El-Khalick et al, 2004). Συμπληρωματικά όμως, ο συνδυασμός της διδασκαλίας μέσω διερεύνησης και ρητών προσεγγίσεων της Φύσης της Επιστήμης (ΦτΕ) κατά τη διάρκεια του μαθήματος, είναι σύμφωνα με τη βιβλιογραφία ένας ιδανικός τρόπος για την προώθηση του επιστημονικού γραμματισμού (Hodson, 1992; Capps D. & Crawford B., 2013).

Η ΦτΕ αναφέρεται από τη μία στα *χαρακτηριστικά της επιστημονικής γνώσης* τα οποία την κάνουν να διαφέρει από άλλους κλάδους όπως η ιστορία και η κοινωνιολογία και από την άλλη στα *χαρακτηριστικά των επιστημονικών διαδικασιών* μέσα από τις οποίες αναπτύσσεται η επιστημονική γνώση, δηλαδή τους τρόπους με τους οποίους εργάζονται οι επιστήμονες. Έτσι, κατανοώντας τις παραπάνω διαστάσεις της ΦτΕ, ο εκάστοτε μαθητευόμενος μπορεί να εκπληρώσει τον τρίτο εκπαιδευτικό στόχο για την επίτευξη του επιστημονικού γραμματισμού, δηλαδή αυτόν της *μάθησης σχετικά με την επιστήμη*. Ο συγκεκριμένος στόχος είναι ουσιαστικά αυτός που δένει τους άλλους δύο, δίνοντας νόημα στις διαδικασίες ανάπτυξης γνώσης μέσω διερεύνησης. Χωρίς την κατανόηση των αξιών της

επιστημονικής γνώσης και των διαδικασιών μέσα από τις οποίες αυτή δημιουργείται, ο μαθητευόμενος δεν μπορεί παρά να κατασκευάσει μία εικόνα για την επιστημονική γνώση, ως μια απλή παράθεση εμπειρικών δεδομένων (Lederman, 1998 από Schwartz, 2004).

### Ανάγκη για εκπαίδευση εκπαιδευτικών στη Φύση της Επιστήμης

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η επίτευξη του επιστημονικού γραμματισμού ικανοποιείται μέσω της διδακτικής προσέγγισης της Δ.Μ.. Όμως αν και αποτελεσματική, η Δ.Μ. είναι μια διαδικασία αρκετά απαιτητική για τους δασκάλους, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την περιορισμένη εφαρμογή της στα σχολεία (Lunetta, Hofstein & Clough, 2007). Σε έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί έχει παρατηρηθεί πως η διστακτικότητα των εκπαιδευτικών να εφαρμόσουν διδασκαλίες Δ.Μ. οφείλεται σε διάφορους παράγοντες. Ορισμένοι από αυτούς είναι η σύγχυση σχετικά με το τι θεωρούν οι εκπαιδευτικοί ως διδασκαλία μέσω διερεύνησης, καθώς και οι εσφαλμένες αντιλήψεις που κατέχουν πάνω στη Φύση της Επιστήμης (Roehrig & Luft, 2004; Ireland et al., 2014).

Οι σύγχρονες αντιλήψεις στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών αναδεικνύουν πόσο σημαντικό είναι οι εκπαιδευτικοί να αναπτύσσουν ιδέες σχετικές με την επιστήμη (ΦτΕ) οι οποίες να είναι σύμφωνες με τις σύγχρονες επιστημονικές πρακτικές (NRC, 1996; Schwartz, 2004). Από την άλλη, είναι γεγονός πως σε μια πληθώρα ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια, έχει διαπιστωθεί πως εκτός από τους μαθητές και οι εκπαιδευτικοί έχουν εσφαλμένες αντιλήψεις πάνω στη ΦτΕ (Lederman, 1992; NRC, 1996; McComas & Olson, 1998; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Hanuscin & Akerson, 2010). Αναλογιζόμενοι την άμεση συσχέτιση μεταξύ Δ.Μ. και ΦτΕ, αφού από τη μία η Δ.Μ. βασίζεται στην επιστημονική μεθοδολογία και από την άλλη η ΦτΕ είναι το κατεξοχήν κομμάτι που ασχολείται με το όλο επιστημονικό εγχείρημα, μπορούμε εύλογα να υποθέσουμε πως οι εσφαλμένες αντιλήψεις των εκπαιδευτικών πάνω στη ΦτΕ επηρεάζουν τόσο την εφαρμογή διδασκαλιών μέσω διερεύνησης στην τάξη, όσο και τη χρήση ρητών αναφορών στη ΦτΕ, καθώς οι εκπαιδευτικοί δεν είναι σε θέση να εφαρμόσουν κάτι το οποίο δεν κατανοούν.

Έτσι, κρίνεται αναγκαία η ανάπτυξη προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών που θα αμβλύνει αυτό το κενό ανάμεσα στις απόψεις των εκπαιδευτικών για την επιστήμη και τις σύγχρονες τάσεις σχετικά με τις επιστημονικές πρακτικές, με απώτερο σκοπό την ανάπτυξη της "Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου" τους (Pedagogical Content Knowledge-PCK).

Η PCK είναι μια θεωρητική δομή η οποία πρώτα παρουσιάστηκε από τον Shulman (1987) και κύρια ιδέα της ήταν πως υπάρχει στενή σχέση ανάμεσα στη γνώση του επιστημονικού περιεχομένου και την παιδαγωγική γνώση. Τα δύο αυτά στοιχεία είναι αλληλένδετα και λειτουργούν συνδυαστικά, δηλαδή όσο αυξάνουν οι γνώσεις σε κάθε στοιχείο, τόσο αυξάνεται και η PCK του εκπαιδευτικού. Από τότε έχουν εμφανιστεί πολλές παραλλαγές με αποτέλεσμα καθεμία από αυτές να προσδίδει

και ένα διαφορετικό μοντέλο της PCK, και ως εκ τούτου να είναι δύσκολο να δώσεις έναν ενοποιημένο ορισμό (van Dijk & Kattmann, 2007). Έρευνες έχουν δείξει πως τόσο στους εν ενεργεία (Abell S., 2007), όσο και στους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς (Williams J. & Lockley, J., 2012), η ανάπτυξη υψηλού επιπέδου PCK, οδηγεί παράλληλα και τους μαθητές τους σε καλύτερες επιδόσεις. Εύλογα προκύπτει πως για την επιτυχή εκπαίδευση των εκπαιδευτικών, η ενδυνάμωση της PCK τους πρέπει να είναι ένα από τα βασικά ζητούμενα, κάτι που στη συγκεκριμένη περίπτωση μπορεί να επιτευχθεί μέσα από την καλύτερη κατανόηση διαστάσεων της ΦτΕ.

## 1.2 Σκοπός Παρούσας Έρευνας – Ερευνητικό Ερώτημα

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω είναι φανερό πως οι απαιτήσεις της σύγχρονης εποχής, επιβάλλουν κοινωνίες που να απαρτίζονται από επιστημονικά εγγράμματους πολίτες. Για την επίτευξη αυτού του στόχου η εκπαιδευτική κοινότητα προκρίνει το συνδυασμό διδασκαλιών Δ.Μ. και ρητών αναφορών στη ΦτΕ ως εξέχουσα εκπαιδευτική προσέγγιση, ώστε οι μαθητές να μπορούν μέσα από την ενεργή συμμετοχή τους στο σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας έρευνας, να κατανοήσουν τόσο το αντικείμενο που μελετάνε όσο και τις πολύπλοκες διαδικασίες της επιστημονικής έρευνας, αλλά παράλληλα να αναπτύξουν και σωστές επιστημολογικές αντιλήψεις για την επιστήμη.

Όμως για να είναι σε θέση ένας εκπαιδευτικός να εκτελέσει την παραπάνω εκπαιδευτική προσέγγιση πρέπει να γνωρίζει τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η επιστήμη, άρα θα πρέπει και οι αντιλήψεις του πάνω στη ΦτΕ να συμβαδίζουν με τις επικρατούσες επιστημονικές. Κάτι τέτοιο όμως δεν αντιστοιχεί με τα στοιχεία που προκύπτουν από έρευνες, τα οποία δείχνουν ξεκάθαρα πως τόσο οι εν ενεργεία, όσο και οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί κατέχουν μη ενημερωμένες απόψεις πάνω στη ΦτΕ.

Για το λόγο αυτό, η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών πρέπει να έχει ως κύριο μέλημα τη γεφύρωση αυτού του χάσματος μεταξύ του τρόπου λειτουργίας, της λογικής και των αξιών που διαπερνάνε όλο το επιστημονικό εγχείρημα και των εσφαλμένων απόψεων που έχουν οι εκπαιδευτικοί γύρω από αυτό, φέρνοντάς τους σε επαφή με τις σύγχρονες αντιλήψεις σχετικά με τη ΦτΕ. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση των αντιλήψεών τους σχετικά με σημαντικές διαστάσεις της ΦτΕ και εν τέλει την ανάπτυξη της PCK τους.

Αν και από έρευνες έχει προκύψει πως ανασταλτικός παράγοντας στην εφαρμογή διδασκαλιών Δ.Μ. από τους εκπαιδευτικούς είναι οι παρανοήσεις τους σχετικά με τη ΦτΕ, παρατηρείται έλλειψη εμπειρικών ερευνών που να μελετούν αν και με ποιον τρόπο επηρεάζει η ΦτΕ τις πρακτικές των εκπαιδευτικών στη δόμηση και εφαρμογή των διδασκαλιών Δ.Μ.

Ως εκ τούτου, η παρούσα έρευνα επικεντρώνεται στην εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης πάνω στην Δ.Μ. αξιοποιώντας γνώσεις από τη ΦτΕ. Οι γνώσεις της ΦτΕ προήλθαν από δράσεις που αφορούσαν σε ρητή διδασκαλία συγκεκριμένων πτυχών της ΦτΕ αλλά και επίσκεψη σε ερευνητικό κέντρο για να γνωρίσουν από κοντά τον τρόπο με τον οποίο οι επιστήμονες λειτουργούν και παράγουν την επιστημονική γνώση.

Ειδικότερα, το κύριο ερευνητικό ερώτημα που προκύπτει μέσα από όσα προαναφέρθηκαν είναι το εξής:

*«Πώς επηρεάζουν τους μελλοντικούς δασκάλους δράσεις σχετικές με τη Φύση της Επιστήμης, στην ανάπτυξη και υλοποίηση διδασκαλιών Διερευνητικής Μάθησης στις φυσικές επιστήμες;»*

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

### 2.1 Το Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης (Model of Educational Reconstruction – MER)

Το μεθοδολογικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας στηρίζεται στο «Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης» (Model of Educational Reconstruction – MER) (Duit, Gropengießer & Kattmann, 2005; Duit et al., 2012). Το συγκεκριμένο μοντέλο αναπτύχθηκε ως ένα θεωρητικό πλαίσιο για μελέτες που σκοπό έχουν τη διερεύνηση της εκπαιδευτικής αξίας και της δυνατότητας διδασκαλίας συγκεκριμένων επιστημονικών εννοιών και αρχών. Ενώ σε αρχικό στάδιο η χρήση του είχε εστιαστεί σε μελέτες διδακτικής αναδόμησης του επιστημονικού περιεχομένου, τα τελευταία χρόνια κατέστη σαφές πως τόσο οι *επιστημονικές διαδικασίες*, όσο και οι *ιδέες για τη φύση της επιστήμης* χρειάζεται να υποβληθούν σε αυτή τη διαδικασία ώστε να υπάρξει αποτελεσματική διδασκαλία και μάθηση σε θέματα *σχετικά με την επιστήμη* (Duit et al., 2012).

Κύριο μέλημα του συγκεκριμένου μοντέλου είναι κατά την ανάπτυξη διδακτικών και μαθησιακών ακολουθιών, να φέρει σε μια ισορροπία τη δομή του επιστημονικού περιεχομένου και τα εκπαιδευτικά ζητήματα (Stavrou & Duit, 2014). Βασική του αρχή είναι πως κάθε επιστημονική ενότητα για να είναι σε θέση να διδαχτεί πρέπει να «μετασχηματιστεί» αναλόγως, δηλαδή χρειάζεται η δομή του επιστημονικού περιεχομένου να τροποποιηθεί σε δομή περιεχομένου για διδασκαλία. Μιλώντας βέβαια για μετασχηματισμό δεν εννοείται μια «απλοποίηση» του επιστημονικού περιεχομένου, αλλά μια διαδικασία ανάλυσής του σύμφωνα με τους γενικούς σκοπούς και ανάγκες της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, τις αντιλήψεις των μαθητών και των εκπαιδευτικών, οι οποίες με τη σειρά τους ερευνώνται και λαμβάνονται υπόψη ώστε να σχεδιαστούν αποτελεσματικές διδασκαλίες. Παράλληλα όμως πραγματοποιείται και μια αντίστροφη διαδικασία κατά την οποία οι διδασκαλίες παράγουν εμπειρικά δεδομένα τα οποία τροφοδοτούν τόσο την ανάλυση περιεχομένου όσο και τις αντιλήψεις των μαθητών, με αποτέλεσμα να ξεκινάει ένας καινούργιος κύκλος βαθύτερης κατανόησης και δημιουργίας αποτελεσματικότερων δραστηριοτήτων.

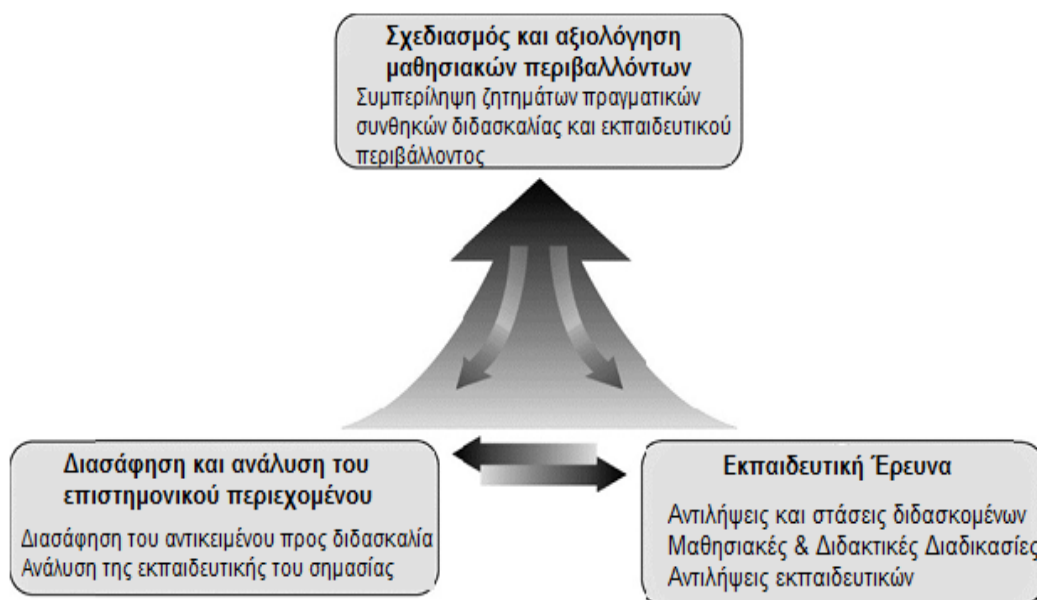
Όπως αναφέρεται από τους Duit et al. (2012), βασική παραδοχή του μοντέλου είναι η ύπαρξη τριών δομικών στοιχείων τα οποία είναι άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους και είναι τα εξής:

- Διασάφηση και ανάλυση του επιστημονικού περιεχομένου. Στη φάση αυτή έννοιες, αρχές, επιστημονικές διαδικασίες και πλευρές της ΦτΕ αναλύονται σύμφωνα με επιστημονικά βιβλία, άρθρα κλπ. λαμβάνοντας υπόψη τους γενικούς σκοπούς και στόχους της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών. Με αυτόν τον τρόπο προσδιορίζονται τα βασικά στοιχεία της διδακτικής ενότητας από άποψη επιστημονικού περιεχομένου και μετασχηματίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι διαχειρίσιμα από τους μαθητές.



- Έρευνα των αντιλήψεων εκπαιδευτικών και μαθητών. Οι αρχικές αντιλήψεις, τα ενδιαφέροντα, οι συμπεριφορές, οι δεξιότητες και η αυτοεικόνα των μαθητών λαμβάνονται εξίσου υπόψη. Τα στοιχεία αυτά επηρεάζουν τον τρόπο ανάλυσης του επιστημονικού περιεχομένου και αντίστροφα η ανάλυση του επιστημονικού περιεχομένου μας βοηθά στην βαθύτερη κατανόηση του τρόπου σκέψης των μαθητών. Όμοια λαμβάνονται υπόψη και οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών καθώς οι αντιλήψεις και τα πιστεύω τους επηρεάζουν κάθε εκπαιδευτική διαδικασία.
- Σχεδιασμός και αξιολόγηση των μαθησιακών περιβαλλόντων. Το τελικό διδακτικό υλικό (π.χ. διδακτικά εργαλεία, μαθησιακές δραστηριότητες, διδακτικές και μαθησιακές ακολουθίες) το οποίο προκύπτει μέσα από την ανάλυση και αναδόμηση του επιστημονικού περιεχομένου και τη μελέτη των αντιλήψεων μαθητών και εκπαιδευτικών λαμβάνοντας υπόψη τους στόχους της διδασκαλίας ΦΕ τροφοδοτεί με επιπρόσθετα εμπειρικά δεδομένα την όλη διαδικασία.

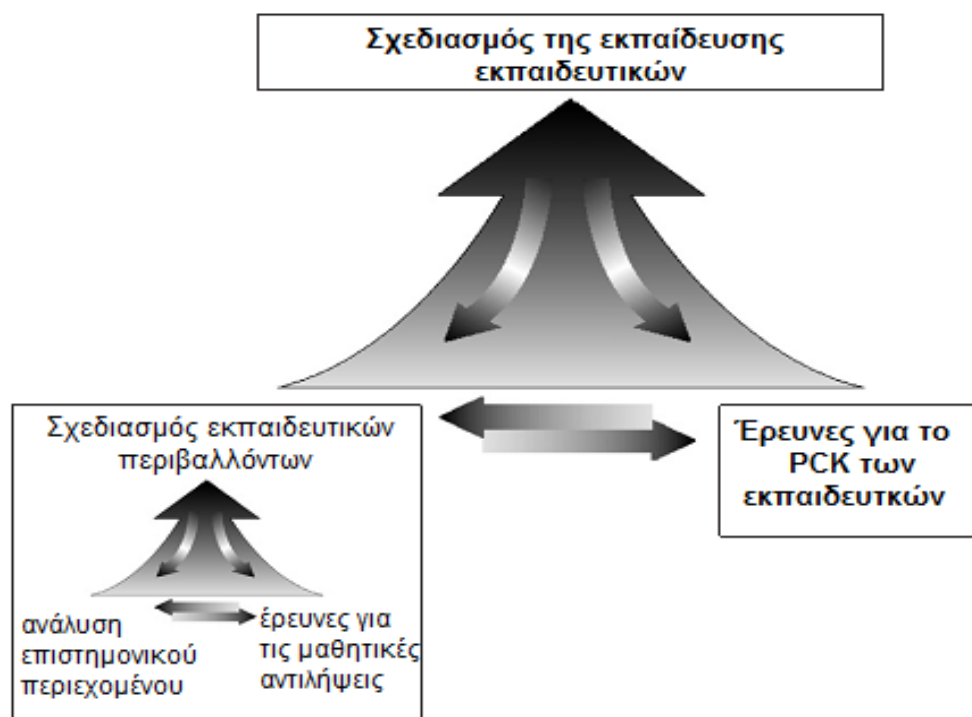
Βασικό χαρακτηριστικό των τριών αυτών δομικών στοιχείων του μοντέλου είναι ότι κανένα δεν είναι αποκομμένο από το άλλο και βρίσκονται σε μια διαρκή αλληλεπίδραση και αλληλεξάρτηση, τροφοδοτώντας με δεδομένα το ένα το άλλο, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα (βλ. Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Το Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης – MER (Duit et al., 2012)

Το Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης, όταν εντάσσεται στο πλαίσιο της εκπαίδευσης εκπαιδευτικών, μετασχηματίζεται στο Μοντέλο της Διδακτικής

Αναδόμησης για την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών – Model of Educational Reconstruction for Teacher Education (ERTE). Το συγκεκριμένο μοντέλο το οποίο δημιουργήθηκε από τους Van Dijk και Kattmann (2007), είναι σε αναλογία με το Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης (MER) και διατηρεί την τριγωνική του μορφή. Το MER είναι ενσωματωμένο στο νέο μοντέλο (ERTE) και στις ήδη υπάρχουσες διαστάσεις του προστίθενται και αυτές των ερευνών για την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (PCK) των εκπαιδευτικών και τον σχεδιασμό της εκπαίδευσης εκπαιδευτικών. Η έρευνα για το PCK των εκπαιδευτικών θα πρέπει να απαντάει από τη μία στο ποια γνώση του αντικείμενου προς διδασκαλία έχουν οι εκπαιδευτικοί, τι γνωρίζουν για τις αντιλήψεις των μαθητών πάνω στο υπό μελέτη αντικείμενο και από την άλλη ποιες είναι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών ως προς το πως θα πρέπει να είναι και πού να αποσκοπεί ένα περιβάλλον μάθησης. Όλα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα το ERTE να θεωρείται ένα μοντέλο δύο επιπέδων, όπως μπορούμε να δούμε και στο παρακάτω σχήμα (βλ. Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Το Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης για την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών (ERTE)

Όπως και στην περίπτωση του Μοντέλου της Διδακτικής Αναδόμησης, έτσι και το μοντέλο ERTE περιλαμβάνει μια διαδικασία όπου τα παραπάνω πεδία είναι έντονα αλληλένδετα και επηρεάζουν δυναμικά το ένα το άλλο.

## 2.2 Το ERTE στην παρούσα έρευνα

Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί ο τρόπος με τον οποίο το μεθοδολογικό πλαίσιο του ERTE εφαρμόστηκε στην παρούσα έρευνα.

Σε πρώτη φάση μελετήθηκαν από τη μία εμπειρικές έρευνες οι οποίες εντοπίζουν προβλήματα στην εφαρμογή διδασκαλιών Δ.Μ. από τους εκπαιδευτικούς, καθώς και διαφορετικές προσεγγίσεις πάνω στη Δ.Μ. και από την άλλη μελέτες σχετικές με τη σημασία της ΦτΕ στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών μέσα από την προσέγγιση συγκεκριμένων διατάσεων της. Για το λόγο αυτό, αρχικά ανιχνεύθηκαν οι αντιλήψεις των φοιτητών πάνω στο πεδίο της ΦτΕ και κρίθηκε αναγκαία η επιμόρφωσή τους με σκοπό την ενίσχυση της ΡCK τους, ώστε να είναι σε θέση να δομούν διδασκαλίες μέσω διερεύνησης. Η ενίσχυση των γνώσεών τους επικεντρώθηκε αρχικά στη Δ.Μ. ώστε να αποκτήσουν κάποιες γνώσεις με βάση τις οποίες θα δομήσουν τις διδασκαλίες τους, ενώ παράλληλα σχεδιάστηκε το πλαίσιο για τον σχεδιασμό και υλοποίηση των πιλοτικών τους διδασκαλιών. Το πλαίσιο αυτό συμπεριελάμβανε την ελεύθερη επιλογή θεματικών ενοτήτων, την ελεύθερη χρήση του εξοπλισμού του εργαστηρίου Φυσικής – Χημείας του πανεπιστημίου, τη δημιουργία των κατάλληλων Φύλλων Εργασίας και τελικά την εφαρμογή των διδασκαλιών σε μαθητές δημοτικού στο πλαίσιο του εργαστηρίου.

Λαμβάνοντας υπόψη τις διδασκαλίες των φοιτητών, αλλά και τις εμπειρικές έρευνες πάνω στη ΦτΕ, η επιμόρφωσή τους εστίασε στην βελτίωση της κατανόησης πτυχών της ΦτΕ, οι οποίες σχετίζονται άμεσα με τη Δ.Μ., ενώ πραγματοποιήθηκε και επίσκεψη σε ερευνητικό κέντρο της περιοχής, ώστε να έρθουν σε άμεση επαφή με τον τρόπο που εργάζονται οι επιστήμονες.

Έπειτα, οι φοιτητές επανασχεδίασαν διδασκαλίες πάνω σε θεματικές ενότητες δικής τους επιλογής, τις οποίες και υλοποίησαν σε συνθήκες τάξης. Τέλος, με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας οδηγηθήκαμε στη διατύπωση κάποιων βασικών κατευθυντήριων γραμμών για την εκπαίδευση εκπαιδευτικών.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

### 3.1 Η Διερευνητική Μάθηση

Όπως είδαμε και παραπάνω, η μάθηση μέσω διερεύνησης στις φυσικές επιστήμες είναι μια αποτελεσματική και κοινά αποδεκτή λύση για την ανάγκη δημιουργίας ατόμων επιστημονικά εγγράμματων.

Παρότι η σημασία της Δ.Μ. είναι ευρέως αναγνωρισμένη, είναι δύσκολο, αν όχι αδύνατο να δοθεί ένας κοινά αποδεκτός ορισμός (Cuevas et al., 2005; Bell et al., 2010) και αυτό αποδίδεται στο ότι ο κάθε ερευνητής διαχειρίζεται με διαφορετικό τρόπο τον όρο «διερεύνηση», ώστε να ταιριάζει στη διαφοροποιημένη προσωπική του οπτική και τις επιδιώξεις του (Wheeler, 2000). Η διαφοροποίηση αυτή που παρατηρείται για το τι ορίζεται ως Δ.Μ., αντικατοπτρίζεται και στα διαφορετικά στάδια που χρησιμοποιούνται από τους ερευνητές για την περιγραφή της διερευνητικής διαδικασίας. Παρόλα αυτά, σε γενικές γραμμές η επίκληση στη Δ.Μ. βασίζεται στην κοινή πεποίθηση πως η μάθηση των φυσικών επιστημών είναι κάτι περισσότερο από την απλή απομνημόνευση επιστημονικών γεγονότων και πληροφοριών, όπως είναι η *κατανόηση* και η *εφαρμογή* επιστημονικών εννοιών και μεθόδων (Bell et al., 2010).

Σε συστοιχία με τα παραπάνω έρχεται η περιγραφή από το National Research Council των Η.Π.Α (1996) όπου παρουσιάζει τη Δ.Μ. ως μια πολύπλευρη δραστηριότητα η οποία περιλαμβάνει προσεκτικές παρατηρήσεις, τη δημιουργία ερωτημάτων, την έρευνα σε βιβλία και σε άλλες πηγές πληροφόρησης για να διαπιστωθεί τι είναι ήδη γνωστό και πως υπό το φως αυτών των πληροφοριών εξηγούνται τα εμπειρικά δεδομένα, το σχεδιασμό ερευνών, τη χρήση εργαλείων/οργάνων για τη συλλογή των δεδομένων, την ανάλυση και την ερμηνεία των δεδομένων, ώστε να δοθούν απαντήσεις, επεξηγήσεις και περαιτέρω προβλέψεις, καθώς και η επικοινωνία αυτών των αποτελεσμάτων. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά της Δ.Μ. έχουν ως αποτέλεσμα από τη μία να είναι μια αποτελεσματική μέθοδος διδασκαλίας των φ.ε., από την άλλη όμως να καθιστούν την εφαρμογή της άκρως απαιτητική για τους εκπαιδευτικούς (Osborne & Dillon, 2008).

### 3.2 Προσεγγίσεις της Διερευνητικής Μάθησης

Όπως σημειώθηκε και παραπάνω η δυσκολία στο να βρεθεί ένας κοινά αποδεκτός ορισμός, πηγάζει από τις διαφορετικές προσεγγίσεις που παρατηρούνται πάνω στη μάθηση μέσω διερεύνησης. Μία από τις προσεγγίσεις που έχει απήχηση στο χώρο της διδακτικής των φυσικών επιστημών είναι «*το μοντέλο των 5E*» που καθιέρωσε ο Bybee. Το μοντέλο αυτό πήρε το όνομά του (5E) από τα στάδια από τα οποία αποτελείται και είναι αυτά της **Ε**μπλοκής (**E**ngagement), της **Ε**ξερεύνησης (**E**xploration), της **Ε**πεξήγησης (**E**xplanation), της **Ε**πέκτασης (**E**laboration) και του

Ελέγχου – αξιολόγησης (Evaluation) και παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 1 (Bybee et al., 2006).

<b>ΣΤΑΔΙΟ</b>	<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</b>
<b>Εμπλοκή</b>	Ο δάσκαλος μέσα από σύντομες δραστηριότητες προσεγγίζει μία έννοια, ενεργοποιώντας το ενδιαφέρον και τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών. Σε αυτή τη φάση εκφράζονται οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών και γίνεται ο προσανατολισμός της σκέψης τους προς τα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα.
<b>Εξερεύνηση</b>	Οι μαθητές πραγματοποιούν ερευνητικές δραστηριότητες χρησιμοποιώντας την προϋπάρχουσα γνώση τους για να γεννήσουν νέες ιδέες να ερευνήσουν ερωτήσεις και να σχεδιάσουν και να εκτελέσουν μια προκαταρκτική έρευνα. Η φάση αυτή ευνοεί την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής και την ανάπτυξη ερευνητικών δεξιοτήτων.
<b>Επεξήγηση</b>	Η φάση αυτή παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές να επιδείξουν την κατανόηση της έννοιας που μελετάνε και τις ικανότητες επεξεργασίας των δεδομένων. Οι εκπαιδευτικοί έχουν την ευκαιρία να παρουσιάσουν ρητά μια δεξιότητα, διαδικασία ή έννοια ώστε να οδηγήσουν τους μαθητές σε μια βαθύτερη κατανόηση της υπό μελέτη έννοιας.
<b>Επέκταση</b>	Σε αυτή τη φάση ο δάσκαλος προκαλεί και επεκτείνει την εννοιολογική κατανόηση και τις δεξιότητες των μαθητών. Οι μαθητές εφαρμόζουν τη γνώση που απέκτησαν στα προηγούμενα στάδια σε νέες καταστάσεις εμβαθύνοντας παράλληλα στην υπό μελέτη έννοια.
<b>Έλεγχος</b>	Στην τελική φάση οι μαθητές παροτρύνονται στο να αξιολογήσουν τις διαδικασίες που ακολούθησαν και το επίπεδο κατανόησής τους, ενώ παράλληλα ο δάσκαλος αξιολογεί την πρόοδο των μαθητών μέσω της επίτευξης των εκπαιδευτικών στόχων.

**Πίνακας 1. Το Μοντέλο των 5E (Bybee, 2006)**

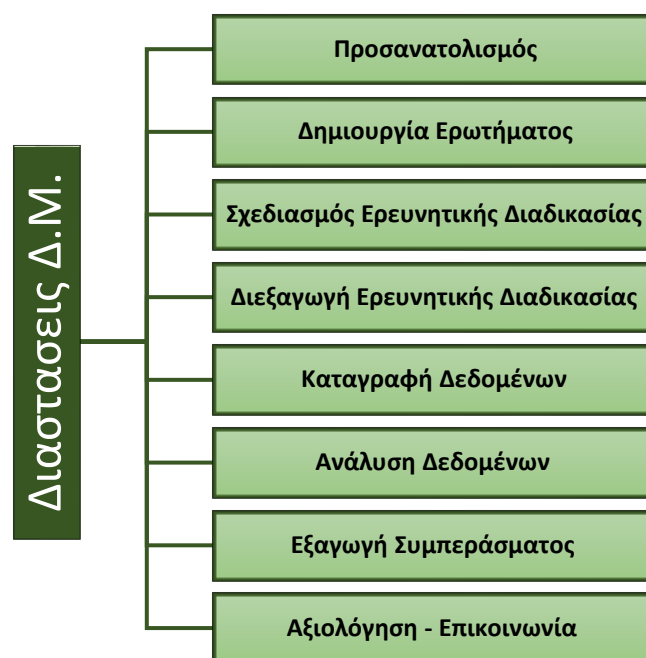
Για τις ανάγκες της δικής του έρευνας ο Bell (2010), συγκέντρωσε 10 διαφορετικές προσεγγίσεις πάνω στη Δ.Μ. από ερευνητικές ομάδες που ειδικεύονταν στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών. Συγκρίνοντας αυτές τις προσεγγίσεις βρήκε τα κοινά σημεία που υπήρχαν μεταξύ τους και έκανε μια σύνθεση των κυριότερων σταδίων μιας διδασκαλίας Δ.Μ.. Έτσι, καλύπτοντας ένα μεγάλο εύρος προσεγγίσεων πάνω στη Δ.Μ., κατάφερε να καθορίσει μια σειρά από 9 βασικά στάδια, τα οποία είναι τα εξής:

- Προσανατολισμός και δημιουργία ερωτήσεων
- Δημιουργία υποθέσεων
- Σχεδιασμός ερευνητικής διαδικασίας
- Διεξαγωγή ερευνητικής διαδικασίας
- Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων
- Μοντελοποίηση
- Εξαγωγή συμπεράσματος και αξιολόγηση
- Επικοινωνία της γνώσης
- Προβλέψεις

Η σειρά με την οποία τοποθετήθηκαν τα στάδια δεν είναι προδιαγεγραμμένη, αφού σε πολλές περιπτώσεις κάποια στάδια παραλείπονται, καθώς έρευνες έχουν δείξει πως η διερεύνηση στις φ.ε. μπορεί να πραγματοποιηθεί με ποικίλους τρόπους (Windschitl, 2004). Παράλληλα όμως, πρέπει να σημειωθεί ότι τις περισσότερες φορές συναντώνται τα ερωτήματα να είναι στην αρχή της έρευνας, οι διαδικασίες της έρευνας στη συνέχεια και ως τελικές διαδικασίες παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και η αξιολόγηση (Bell et al., 2010).

### 3.3 Βασικές Διαστάσεις Διερευνητικής Μάθησης

Με κύριο γνώμονα τις προαναφερθείσες προσεγγίσεις της Δ.Μ. αλλά και περαιτέρω βιβλιογραφία (NRC, 1996; Χαλκιά, 2012), διακρίνεται πως στη Δ.Μ. εμπεριέχονται κάποιες συγκεκριμένες διαστάσεις, οι οποίες συγκεντρώθηκαν και παρουσιάζονται παρακάτω (βλ. Εικόνα 4). Οι διαστάσεις αυτές δίνουν ένα πλαίσιο μέσα από το οποίο μπορούν να σχεδιαστούν διδασκαλίες Δ.Μ., προσαρμοσμένες ανάλογα με τους στόχους που σκοπεύει να υλοποιήσει ο εκάστοτε εκπαιδευτικός. Επίσης, πρέπει να αναφέρουμε πως οι διαστάσεις αυτές μπορούν να διαφοροποιηθούν κατά περίπτωση, χωρίς όμως να αλλοιωθεί ο βασικός σκοπός της διδασκαλίας που είναι η εισαγωγή των μαθητών στον επιστημονικό τρόπο σκέψης και τις αντίστοιχες πρακτικές, μέσα από την πραγματοποίηση μιας «επιστημονικής έρευνας» (Bell et al., 2010). Σαν αποτελέσματα της ολοκλήρωσης των παρακάτω σταδίων, εκτός από την εννοιολογική κατανόηση του υπό διερεύνηση θέματος, θα πρέπει να είναι η ανάπτυξη από όλους τους μαθητές δεξιοτήτων για να εκτελέσουν μια επιστημονική έρευνα, αλλά και επαρκή κατανόηση σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο παράγεται γνώση από μια επιστημονική έρευνα (National Research Council, 2000).



Εικόνα 4. Βασικές Διαστάσεις Διερευνητικής Μάθησης

### Προσανατολισμός

Ο εκπαιδευτικός σε αυτή τη διάσταση επιδιώκει να τραβήξει την προσοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών, εστιάζοντας σε μία κατάσταση, πρόβλημα, γεγονός ή επίδειξη που σχετίζεται με τους στόχους του μαθήματος. Σε αυτή τη φάση υπάρχουν δύο επιμέρους στάδια στα οποία θα πρέπει να εστιάσει ο δάσκαλος: α) την ανάδειξη της απαραίτητης προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών για την εκτέλεση της έρευνας και β) της ανίχνευσης των αντιλήψεων των μαθητών πάνω στο θέμα που έχει τεθεί. Στη φάση αυτή ο εκπαιδευτικός καλείται μέσα από μία ερώτηση, ένα αντιφατικό γεγονός ή μέσω μιας προβληματικής κατάστασης να δημιουργήσει από τη μία συνδέσμους με προηγούμενες εμπειρίες των μαθητών και από την άλλη να οδηγήσει τους μαθητές σε γνωστική σύγκρουση φανερώνοντας κάποιες εσφαλμένες αντιλήψεις τους. Η διάσταση του προσανατολισμού μπορεί να θεωρηθεί επιτυχημένη όταν έχει ως αποτέλεσμα οι μαθητές να είναι μπερδεμένοι από τη μία, αλλά ταυτόχρονα να έχουν εμπλακεί ενεργά στη μαθησιακή ακολουθία (Bybee, 2006).

### Δημιουργία Ερωτήματος

Οι μαθητές κάνουν παρατηρήσεις ή εστιάζουν σε επιστημονικά φαινόμενα τα οποία τους τραβούν το ενδιαφέρον και ως αποτέλεσμα έχουν πολλά ερωτήματα. Μια όμως ιδιαίτερη δυσκολία που παρατηρείται όταν πρόκειται να εξερευνηθεί ένα πεδίο, είναι η διατύπωση καλών ερωτήσεων, οι οποίες να είναι σχετικές με το πεδίο και να μπορούν να ερευνηθούν με επιστημονικό τρόπο (Bell et al., 2010). Οι μαθητές θα πρέπει να αντιληφθούν πως δεν μπορούν να διερευνήσουν όλα τα ερωτήματα, αφού είτε δεν κατέχουν τις απαραίτητες γνώσεις και μεθόδους για κάτι τέτοιο, είτε τα ερωτήματα δεν μπορούν να διερευνηθούν στο πλαίσιο της επιστήμης, όπως για παράδειγμα φιλοσοφικά και θεολογικά ερωτήματα (Ward et al., 2005). Το να φτάσουν σε επίπεδο οι μαθητές να διατυπώνουν καλές ερωτήσεις, ενδέχεται να πάρει αρκετό καιρό, μετά από πολλές προσπάθειες όσο η συγκεκριμένη δεξιότητα αναπτύσσεται (Bell et al., 2010). Ο δάσκαλος παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στο να οδηγήσει τους μαθητές να εστιάσουν σε ερωτήματα που να είναι ταυτόχρονα ενδιαφέροντα και να δύναται να ερευνηθούν, σύμφωνα με το επίπεδο των μαθητών τόσο σε γνώσεις, όσο και σε δεξιότητες (NRC, 2000).

### Σχεδιασμός Έρευνας

Όταν επικαλούμαστε τον σχεδιασμό της έρευνας, σε αρχικό στάδιο ουσιαστικά αναφερόμαστε στο σχεδιασμό ενός πειράματος για να απαντήσουμε στο εκάστοτε ερώτημα και την επιλογή των κατάλληλων οργάνων μέτρησης (Bell et al., 2010). Σε ένα δεύτερο επίπεδο όμως, οι μαθητές θα πρέπει να κατανοήσουν την ανάγκη της συσχέτισης του ερωτήματος με τον σχεδιασμό της κατάλληλης μεθόδου για την απάντησή του, καθώς ένας πειραματικός σχεδιασμός δεν είναι πάντα κατάλληλος για την επίλυση ενός συγκεκριμένου ερωτήματος και υπάρχουν κι άλλες

διερευνητικές διαδικασίες που οδηγούν στη γνώση, όπως για παράδειγμα μέσω της παρατήρησης. Έτσι κατά τη φάση του σχεδιασμού της έρευνας στην τάξη, η ερευνητική διαδικασία που θα ακολουθηθεί θα πρέπει να είναι η κατάλληλη ώστε να είναι σε θέση να δώσει απάντηση στο ερώτημα που δόθηκε. Για το λόγο αυτό, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να αναπτύξει στους μαθητές την ικανότητα να μπορούν να σχεδιάσουν και να εκτελέσουν διαφορετικά είδη ερευνών, τα οποία θα τους παρέχουν εκείνα τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για να στηρίξουν τα συμπεράσματά τους (Lederman et al., 2014).

#### Διεξαγωγή ερευνητικής διαδικασίας

Η διάσταση της διεξαγωγής της ερευνητικής διαδικασίας είναι ουσιαστικά ο σύνδεσμος με το εκάστοτε υπό μελέτη φυσικό φαινόμενο, δηλαδή η εμπειρική πτυχή της μάθησης μέσω διερεύνησης. Στη διάσταση αυτή περιλαμβάνεται τη χρήση των διαφόρων κατάλληλων οργάνων και εργαλείων τα οποία θα βοηθήσουν στην εκτέλεση των πειραμάτων για τη συλλογή των δεδομένων (Harms et al., 2004 από Bell et al., 2010). Αν και η χρήση επιστημονικών οργάνων ακριβείας ή άλλων ειδικών συσκευών επιφέρει σημαντικά μαθησιακά οφέλη (Thornton, 2008), ο εξοπλισμός για τη διερεύνηση ενός ερωτήματος δεν είναι απαραίτητο να είναι εξειδικευμένος και σε πολλές περιπτώσεις είναι δυνατό και συχνά επιθυμητό οι έρευνες να εκτελούνται με απλά και καθημερινά υλικά. Με άλλα λόγια, ούτως ή άλλως τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων θα πρέπει με κάποιον τρόπο να συλλεχθούν, γιατί μόνο με αυτόν τον τρόπο θα είναι δυνατό να μελετηθούν και να εξαχθούν αξιόπιστα συμπεράσματα (Χαλκιά, 2012). Οι τύποι των δεδομένων που χρειάζεται κάθε φορά να συλλεχθούν διαφέρουν ανάλογα το πεδίο που απευθύνεται η εκάστοτε έρευνα και το κατά πόσο η έρευνα είναι ποιοτικού ή ποσοτικού χαρακτήρα (Bell et al., 2010).

#### Καταγραφή Δεδομένων

Η συγκεκριμένη διάσταση περιλαμβάνει την οργάνωση και καταγραφή των δεδομένων της ερευνητικής διαδικασίας και πολύ συχνά τη συναντάμε ενσωματωμένη στην διεξαγωγή της ερευνητικής διαδικασίας, καθώς η καταγραφή των δεδομένων συνδέεται άμεσα και γίνεται σχεδόν ταυτόχρονα με αυτήν (Bell et al., 2010). Πρόκειται για μια ιδιαίτερα σημαντική διάσταση, αφού δίνει τη δυνατότητα στον μαθητή να «διαβάσει» τα δεδομένα τα οποία θα τον βοηθήσουν στην εξαγωγή των συμπερασμάτων. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να είναι ποιοτικά ή ποσοτικά και ο τρόπος καταγραφής τους απαιτεί δεξιότητες σχεδιασμού πινάκων και ανάγνωσης ή κατασκευής γραφικών παραστάσεων, ραβδογραμμάτων κ.α. Σε κάθε περίπτωση η καταγραφή θα πρέπει να γίνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα και η όλη διαδικασία να διαρκεί όσο χρειάζεται ώστε να συλλεχθούν τα απαραίτητα δεδομένα που θα είναι σε θέση να οδηγήσουν τον μαθητή στην εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων. Επίσης, οι μαθητές θα πρέπει να κατανοήσουν την αναγκαιότητα της συχνής επανάληψης των μετρήσεων, για τη διασταύρωση των δεδομένων και την αύξηση της



εγκυρότητας των συμπερασμάτων, ενώ παράλληλα σε περιπτώσεις που κάποια από τα αποτελέσματα δεν δείχνουν φυσιολογικά, θα πρέπει να είναι σε θέση να διακρίνουν αν θα πρέπει να καταγραφούν ή αν οφείλονται σε μετρήσεις που δεν έγιναν σωστά (Χαλκιά, 2012).

### Ανάλυση Δεδομένων

Η διάσταση της ανάλυσης των δεδομένων είναι ουσιαστικά η βάση των ισχυρισμών και των επιχειρημάτων που προκύπτουν από τα εμπειρικά στοιχεία, για την πρόταση μια επεξήγησης (Windschitl, 2004). Συχνά οι μαθητές κατά την προσπάθεια ερμηνείας των δεδομένων, έχουν την τάση να επιβεβαιώσουν την εκάστοτε υπόθεση, ακόμα και στην περίπτωση που τα δεδομένα δείχνουν το αντίθετο από αυτά που ισχυρίζονται (Bell et al., 2010). Έτσι, θα πρέπει οι μαθητές να αντιληφθούν πως οι αιτιολογήσεις τους χρειάζεται να υποστηρίζονται εμπειρικά, καθώς και πως οι επεξηγήσεις και τα επιχειρήματά τους πρέπει να είναι συνεπή με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν (Lederman et al., 2014). Η ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων είναι μία υψηλής τάξης δεξιότητα στις φυσικές επιστήμες και χρειάζεται ιδιαίτερη προσπάθεια τόσο από τους μαθητές, όσο και από τον εκπαιδευτικό για την καλλιέργειά της, καθώς οι εκπαιδευόμενοι θα χρειαστεί να αναπτύξουν από τη μία το κατάλληλο λεξιλόγιο για να είναι σε θέση να περιγράψουν τις παρατηρήσεις τους και από την άλλη να μπορούν να διακρίνουν συσχετίσεις και κανονικότητες για να προχωρήσουν στο επόμενο στάδιο της εξαγωγής των συμπερασμάτων (Χαλκιά, 2012). Ένα από τα γνωστικά εμπόδια σε αυτή τη φάση είναι πως πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να ερμηνεύσουν διάφορα γραφήματα που έχουν προκύψει από κάποιο εξειδικευμένο μηχανήμα (de Jong & van Joolingen, 1998).

### Εξαγωγή Συμπεράσματος

Κατά την εξαγωγή των συμπερασμάτων οι μαθητές ουσιαστικά βγάζουν τα αποτελέσματα της έρευνάς τους και είναι η διαδικασία που συμβάλλει στην κατανόηση του φαινομένου που μελετάνε στην εκάστοτε έρευνα. Οι επεξηγήσεις που τελικά δίνουν στο αρχικό ερώτημα θα πρέπει από τη μία να αντικατοπτρίζονται στα εμπειρικά δεδομένα που συλλέχθηκαν και από την άλλη να είναι σε συμφωνία με την ήδη υπάρχουσα επιστημονική γνώση. Οι μαθητές θα πρέπει να κατανοήσουν αυτή τη συσχέτιση ώστε να είναι σε θέση να δώσουν έγκυρες επεξηγήσεις (Lederman et al., 2014). Μία από τις δυσκολίες που συναντάνε οι μαθητές σε αυτό το στάδιο είναι πως ταυτίζουν την εξαγωγή των συμπερασμάτων με την περιγραφή των δεδομένων, κάτι που θα πρέπει με υπομονή να αντιμετωπίσει ο εκπαιδευτικός, προωθώντας τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών και βοηθώντας τους να αναπτύξουν το λεξιλόγιό τους (Χαλκιά, 2012).

### Αξιολόγηση – Επικοινωνία

Η αξιολόγηση είναι μια αναστοχαστική διαδικασία που βοηθά τους μαθητές να κρίνουν την έρευνά τους. Οι μαθητές εφαρμόζοντας τα αποτελέσματα της έρευνάς τους σε ένα νέο πρόβλημα, μαθαίνουν να αξιολογούν αν τα αποτελέσματα ταιριάζουν με τη θεωρία ή πρέπει να επανεξεταστούν (Bell et al., 2010). Στη φάση αυτή, ο δάσκαλος θα πρέπει να εμπλέξει τους μαθητές σε καταστάσεις οι οποίες να είναι κατανοητές και συνεπείς με τα προηγούμενα στάδια της έρευνας, ώστε και οι μαθητές να πάρουν ανατροφοδότηση για την επάρκεια των εξηγήσεων που δώσανε και των δεξιοτήτων που ανέπτυξαν (Bybee, 2006). Η διαδικασία αυτή δημιουργεί επίσης τις προϋποθέσεις ώστε οι μαθητές να καταλάβουν πως παράγεται η γνώση με τον «επιστημονικό τρόπο», αναστοχαζόμενοι στην όλη πορεία που ακολούθησαν. Η επικοινωνία της γνώσης που απέκτησαν μέσα από την έρευνα, είναι μια διαδικασία όπου οι μαθητές καλούνται να παρουσιάσουν τα αποτελέσματα της έρευνας που πραγματοποίησαν με διάφορους τρόπους που άπτονται στην δημιουργικότητα των παιδιών (Χαλκιά, 2012). Η φάση της επικοινωνίας της αποκτηθείσας γνώσης είναι και πάλι μία διαδικασία όπου οι μαθητές αναγκάζονται να αναστοχαστούν στην ίδια τους την εργασία, αλλά και ο εκπαιδευτικός μπορεί να διαπιστώσει το επίπεδο κατανόησης των μαθητών του. Οι μαθητές κατά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων τους, μαθαίνουν να αναπτύσσουν ισχυρισμούς και αιτιολογήσεις, καθώς και να επιχειρηματολογούν με βάση τα εμπειρικά δεδομένα της έρευνάς τους (Bell et al., 2010).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

### 4.1 Η Φύση της Επιστήμης

Ένας από τους πιο συχνά αναφερόμενους στόχους που συναντάται στην επιστημονική εκπαίδευση ως βασικό στοιχείο για την επίτευξη του επιστημονικού γραμματισμού, είναι η επαρκής κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης (ΦτΕ), τόσο από τους μαθητές, όσο και από τους εκπαιδευτικούς (NRC, 1996; McComas & Olson, 1998; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Hanuscin & Akerson, 2010).

Στην προσπάθεια όμως που γίνεται για να δοθεί ένας ακριβής ορισμός για τη ΦτΕ, παρατηρούνται συχνά διαφοροποιήσεις μεταξύ των μελών της επιστημονικής κοινότητας. Ωστόσο, μελετώντας τη ΦτΕ από εκπαιδευτική σκοπιά, ένας κοινά αποδεκτός ορισμός είναι αυτός που έδωσε ο Lederman (1992) και αναφέρει πως όταν μιλάμε για τη ΦτΕ *«αναφερόμαστε συνήθως είτε στην επιστημολογία της επιστήμης ή στην επιστήμη ως έναν τρόπο για να κατανοείς, είτε ακόμα στις εγγενείς αξίες και πεποιθήσεις για την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης»*.

Όπως είδαμε και σε προηγούμενα κεφάλαια η Δ.Μ. αναφέρεται σε μια πληθώρα διαδικασιών και τρόπων συλλογισμού που ακολουθούν την ίδια λογική με την ανάπτυξη της νέας επιστημονικής γνώσης. Όμως δε θα πρέπει αυτή η λογική να είναι μια πιστή ακολουθία συγκεκριμένων οδηγιών που θα στερούνται νοήματος για μαθητές και εκπαιδευτικούς. Αυτό είναι το κενό που έρχεται να συμπληρώσει η ΦτΕ, η οποία έχει ένα χαρακτήρα συνδετικό μεταξύ των διαστάσεων της Δ.Μ. Έτσι οι μαθητευόμενοι γνωρίζοντας σχετικά με τη ΦτΕ, είναι σε θέση να κατανοήσουν ποιους από τους προβληματισμούς τους είναι δυνατό να ελέγξουν επιστημονικά, για ποιο λόγο θα πρέπει να συλλέξουν δεδομένα για να απαντήσουν σε κάποια ερώτηση, με ποιον τρόπο θα πρέπει να γίνει αυτή η συλλογή, ποια δεδομένα έχουν αξία καταγραφής, πως καταλήγουν στα συμπεράσματά τους, πόσο βέβαιοι μπορούν να είναι για αυτά και πολλά άλλα. Με λίγα λόγια, οι μαθητευόμενοι θα μάθουν από τη μία να πραγματοποιούν μια έρευνα και από την άλλη θα μάθουν για τη φύση της ίδιας της έρευνας (Flick & Lederman, 2006).

### 4.2 Διδακτικές Προσεγγίσεις στη Φύση της Επιστήμης

Όπως είδαμε και παραπάνω ένας από τους λόγους που οι εκπαιδευτικοί αποφεύγουν να υιοθετήσουν πρακτικές Δ.Μ. κατά την εκτέλεση των διδασκαλιών τους στις φ.ε. είναι και η σύγχυση που παρατηρείται στις αντιλήψεις τους γύρω από τη ΦτΕ (Roehrig & Luft, 2004; Schwartz et al., 2008). Επιπροσθέτως, οι ανεπαρκείς αυτές αντιλήψεις αποτρέπουν τους εκπαιδευτικούς να διδάσκουν και σχετικά με την ίδια τη ΦτΕ, κάτι που είναι ένα επιπλέον ζητούμενο για την επίτευξη του επιστημονικού γραμματισμού (Akerson, & Abd-El-Khalick, 2003; Capps & Crawford, 2013). Οπότε μπορούμε με ασφάλεια να υποθέσουμε ότι οι εκπαιδευτικοί

δεν είναι σε θέση να διδάξουν κάτι το οποίο δεν κατανοούν και πως χρειάζεται, μέσω της κατανόησης της ΦτΕ, να αναπτύξουν ενημερωμένες απόψεις σχετικά με το επιστημονικό εγχείρημα. Έτσι, προκύπτει το ερώτημα ποιος είναι ο καταλληλότερος τρόπος για να βελτιώσεις τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών πάνω στη ΦτΕ.

Αρκετές προσπάθειες έχουν γίνει ώστε να ενισχυθούν οι αντιλήψεις των μαθητών και των εκπαιδευτικών πάνω σε σημαντικές πτυχές της ΦτΕ με διαφορετικά επίπεδα επιτυχίας. Οι προσπάθειες αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις γενικές προσεγγίσεις: *την ιστορική, την έμμεση και την ρητή* (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000).

### Η Ιστορική Προσέγγιση

Μέσα από την *ιστορική* προσέγγιση υποστηρίζεται η άποψη, πως η ενσωμάτωση της Ιστορίας της Επιστήμης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, μπορεί να εξυπηρετήσει στην βελτίωση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών σχετικά με την ΦτΕ (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). Αν και έχουν γίνει σημαντικές ερευνητικές προσπάθειες με σκοπό να αποδείξουν πως μέσα από την εκμάθηση της Ιστορίας της Επιστήμης, θα μπορούσαν να επηρεαστούν οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών σε σχέση με ορισμένες πτυχές της ΦτΕ, τα στοιχεία στα οποία κατέληξαν οι έρευνες αυτές είναι στην καλύτερη περίπτωση αμφίβολα (Klopfer & Cooley, 1963; Solomon et al., 1992; Welch & Walberg, 1972; Yager & Wick, 1966; από το Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Το πρόβλημα εντοπίζεται στη δυσκολία αντιμετώπισης από τους εκπαιδευόμενους της Ιστορίας της Επιστήμης, ως έναν τρόπο μελέτης των σημαντικών προσπαθειών που κατέβαλαν οι διάφοροι επιστήμονες στο παρελθόν για να κατανοήσουν τον φυσικό κόσμο, μέσα όμως σε ένα χαρακτηριστικό κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον και με αναπτυγμένες συγκεκριμένες επιστημονικές ιδέες. Έτσι, ο εκάστοτε εκπαιδευόμενος θα πρέπει να καταβάλλει ιδιαίτερα απαιτητικές προσπάθειες για να καταφέρει να αλλάξει τον εννοιολογικό τρόπο σκέψης και ερμηνείας των γεγονότων, κάτι το οποίο είναι απαραίτητο, ώστε να γίνει η ιστορική προσέγγιση χρήσιμη για τη μάθηση σχετικά με τη ΦτΕ (Abd-El-Khalick, & Lederman, 2000). Τα στοιχεία από τις έρευνες δείχνουν πως από μόνη της η διδασκαλία πάνω στην Ιστορία της Επιστήμης δεν βελτιώνει τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών πάνω στη ΦτΕ. Παρόλα αυτά ο συνδυασμός ρητών αναφορών σε συγκεκριμένες πτυχές της ΦτΕ εντός ενός μαθήματος πάνω στην Ιστορία της Επιστήμης, μπορεί να εμπλουτίσει τις αντιλήψεις των εκπαιδευομένων σε πτυχές της ΦτΕ (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000).

### Η Έμμεση Προσέγγιση

Όσοι από τους ερευνητές αναφέρονται στην *έμμεση* προσέγγιση, προτείνουν πως η κατανόηση της ΦτΕ είναι ένα φυσικό μαθησιακό επακόλουθο από τη στιγμή που ο εκπαιδευόμενος θα εμπλακεί με τις ερευνητικές διεργασίες (Schwartz et al., 2004). Πολλές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων της συγκεκριμένης προσέγγισης στην κατανόηση της ΦτΕ, αλλά και σε περιπτώσεις

που επιχειρήθηκε η έμμεση προσέγγιση να ενταχθεί στο εθνικό πρόγραμμα σπουδών, τα συμπεράσματα έδειξαν πως δεν είναι αποτελεσματική στο να βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να αναπτύξουν επαρκώς ενημερωμένες αντιλήψεις πάνω στη ΦτΕ (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002).

Παρά όμως την πληθώρα σημαντικών ενδείξεων αναποτελεσματικότητας, η έμμεση προσέγγιση εξακολούθησε να βρίσκει υποστηρικτές που υποστήριζαν ότι η εμπλοκή σε αυθεντικές δραστηριότητες έρευνας μπορεί να βελτιώσει αυτόματα τις αντιλήψεις των μαθητών πάνω στη ΦτΕ (Khishfe & Lederman, 2007). Είναι βέβαια γεγονός, πως οι διεργασίες έρευνας σε μια σχολική αίθουσα δεν μπορούν να φτάσουν το επίπεδο της έρευνας σε ένα αυθεντικό επιστημονικό περιβάλλον, και έτσι γεννιέται αυτόματα η απορία «Τι διαφορά έχει η μάθηση σχετικά με τη ΦτΕ σε ένα αυθεντικό επιστημονικό περιβάλλον σε σχέση με τη σχολική αίθουσα;» (Schwartz et al., 2004). Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε, μαθητές λυκείου με υψηλές επιδόσεις εκτέθηκαν σε μια σειρά από επιστημονικές δραστηριότητες σε αυθεντικό ερευνητικό περιβάλλον, όπως ανάπτυξη ερευνητικών μεθόδων, συλλογή και ερμηνεία δεδομένων (Bell et al., 2003). Οι αλλαγές που παρατηρήθηκαν στις αντιλήψεις των εκπαιδευόμενων ήταν πολύ μικρές και σε γενικές γραμμές διατήρησαν τις αρχικές τους λανθασμένες απόψεις. Είναι βέβαια σημαντικό να αναφέρουμε πως δεν πραγματοποιήθηκε καμία διδασκαλία ή υπόδειξη σχετικά με τη ΦτΕ. Σε άλλη έρευνα όμοιου δείγματος, ελέγχθηκε η βελτίωση των αντιλήψεων πάνω στη ΦτΕ, μέσα από καταγραφή σημειώσεων κατά τη διάρκεια ομαδικών συζητήσεων και συνεντεύξεων, που έπαιρναν οι ίδιοι οι εκπαιδευόμενοι από πραγματικούς επιστήμονες, με θέμα τις αντιλήψεις τους πάνω στην επιστήμη (Richmond & Kurth, 1999). Σε αυτή την περίπτωση, οι ερευνητές έδωσαν ρητές βοήθειες στους μαθητές σχετικά με τη διαδικασία καταγραφής σημειώσεων και τη συζήτηση που συνόδευε το ερευνητικό κομμάτι του προγράμματος. Έτσι, παρατηρήθηκε βελτίωση πάνω στις αντιλήψεις των εκπαιδευόμενων σε ορισμένες πτυχές της ΦτΕ, ενώ ανέφεραν πως κατά την επίσκεψή τους αισθάνθηκαν και οι ίδιοι σαν να ήταν επιστήμονες (Schwartz et al., 2004). Από τις δύο παραπάνω έρευνες προκύπτει το συμπέρασμα πως από μόνη της η μάθηση σε ένα αυθεντικό επιστημονικό περιβάλλον δεν βοηθά στη βελτίωση των αντιλήψεων πάνω στη ΦτΕ και πως αυτή για να αποδώσει θετικά αποτελέσματα θα πρέπει να συνοδεύεται από ρητές παρεμβάσεις πάνω στη ΦτΕ.

### Η Ρητή Προσέγγιση

Στον αντίποδα με την έμμεση, η *ρητή* προσέγγιση προκρίνει την αντίληψη πως για να βελτιώσει κάποιος τις αντιλήψεις του πάνω στη ΦτΕ θα πρέπει κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας να γίνονται ξεκάθαρες αναφορές και να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή σε κάθε πτυχή της ΦτΕ. Αυτό θα πρέπει να συμβαίνει μέσα από μαθησιακούς στόχους που έχουν τεθεί από την αρχή της διδασκαλίας και την επακόλουθη αξιολόγησή τους στο τέλος. Αυτή η προσέγγιση σκοπίμως εστιάζει την προσοχή των εκπαιδευόμενων σε πτυχές της ΦτΕ, μέσα από στοχευμένη συζήτηση εντός του πλαισίου ερευνητικών δραστηριοτήτων και ιστορικών παραδειγμάτων (Schwartz et al., 2004). Πολλές έρευνες έχουν δείξει πως οι ρητές προσεγγίσεις ήταν

πολύ πιο αποτελεσματικές σε σχέση με τις έμμεσες στη βελτίωση των αντιλήψεων των εκπαιδευόμενων πάνω στη ΦτΕ (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). Σε άλλες έρευνες έγινε προσπάθεια να διευκρινιστεί αν το πλαίσιο μέσα στο οποίο γίνονται αυτές οι ρητές προσεγγίσεις της ΦτΕ έχει κάποια περαιτέρω μαθησιακή επιρροή. Δηλαδή τι διαφορά υπάρχει στην κατανόηση της ΦτΕ αν η ρητή προσέγγιση της ΦτΕ είναι ενσωματωμένη εντός του επιστημονικού περιεχομένου που μελετάται ή αν μια ρητή προσέγγιση πάνω στη ΦτΕ λαμβάνει χώρα μέσα από κάποια δραστηριότητα ή διάλεξη, χωρίς όμως να συνδέεται με το προς διδασκαλία επιστημονικό περιεχόμενο (Khishfe & Lederman, 2006). Τα αποτελέσματα των ερευνών έδειξαν πως μέσα από τη ρητή προσέγγιση της ΦτΕ σημειώθηκε βελτίωση στις αντιλήψεις των εκπαιδευόμενων, ανεξάρτητα από το αν η προσέγγιση ήταν ενσωματωμένη ή όχι στο επιστημονικό περιεχόμενο (Bell & Matkins, 2003; Khishfe & Lederman, 2006; 2007).

Από όλα τα παραπάνω συμπεραίνουμε πως η χρήση ρητών προσεγγίσεων πάνω σε πτυχές της ΦτΕ βοηθά ιδιαίτερα τους εκπαιδευόμενους να βελτιώσουν τις αντιλήψεις τους πάνω στη ΦτΕ. Έτσι, είτε αυτές πραγματοποιούνται σε μεμονωμένες ρητές διδασκαλίες ή σε συνδυασμό με ιστορικές αναφορές, είτε ακόμα και μέσα σε ένα αυθεντικό επιστημονικό περιβάλλον, οι ρητές προσεγγίσεις κρίνονται ως αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών στη ΦτΕ. Από την άλλη όμως, πρέπει να συνυπολογιστεί πως το πεδίο της ΦτΕ είναι ένα πεδίο με πολλές διαστάσεις και εκτός από την κατάλληλη διδακτική προσέγγιση, θα πρέπει να προσδιοριστούν και ποιες από τις πτυχές της ΦτΕ μπορούν να είναι χρήσιμες από εκπαιδευτική σκοπιά.

### 4.3 Διαστάσεις της ΦτΕ με Εκπαιδευτική αξία

Η εισαγωγή της ΦτΕ στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι ένας πολύ σημαντικός στόχος για την εκπαιδευτική κοινότητα (Lederman, 2007). Παρόλο που μεταξύ των ερευνητών δεν συναντάται απόλυτη συμφωνία πάνω στις πτυχές της ΦτΕ, καθώς αρκετοί κάνουν έναν διαχωρισμό μεταξύ πτυχών που αναφέρονται γενικά στη ΦτΕ και σε διαστάσεις που αναφέρονται αποκλειστικά στο κομμάτι της επιστημονικής διερεύνησης (Schwartz et al., 2008; Lederman et al. 2014), για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας δε θεωρείται σκόπιμος ένας τέτοιος διαχωρισμός και όλες οι διαστάσεις μπαίνουν κάτω από την ομπρέλα της ΦτΕ.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται διαφορετικές προσεγγίσεις πάνω στη ΦτΕ, από ερευνητές που επέλεξαν να μελετήσουν συγκεκριμένες διαστάσεις της, οι οποίες θεωρούν πως έχουν εκπαιδευτικά οφέλη σε τμήματα πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Abd-El-Khalick, 2008; McComas, 2004; Schwartz et al., 2008; Lederman et al., 2014). Στις διαστάσεις αυτές παρατηρείται μια γενική συναίνεση από τους ερευνητές, στο ότι είναι χρήσιμες για διδακτικούς και μαθησιακούς σκοπούς, ενώ θεωρείται πως οι εκπαιδευτικοί θα χρειαστεί να αναπτύξουν εμπειριστατωμένη κατανόηση πάνω σε αυτές (Abd-El-Khalick, 2008; Lederman et al. 2014). Οι διαστάσεις που θα αναλυθούν παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 2 (σελ. 31).

Σε μια προσπάθειά του ο McComas (2004) να περιγράψει τα σημεία κλειδιά της ΦτΕ που θα πρέπει να προσεγγίζονται τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση από τους εκπαιδευτικούς, κατέληξε σε 9 κεντρικές ιδέες της ΦτΕ, οι οποίες είναι: α) η επιστήμη απαιτεί και στηρίζεται σε εμπειρικά στοιχεία, β) δεν υπάρχει μια καθορισμένη διαδικασία βήμα προς βήμα με την οποία αναπτύσσεται η επιστημονική γνώση, γ) η επιστημονική γνώση είναι αβέβαιη αλλά ανθεκτική, δ) οι νόμοι και οι θεωρίες σχετίζονται αλλά είναι διαφορετικά είδη επιστημονικής γνώσης, ε) η επιστήμη είναι ένα άκρως δημιουργικό εγχείρημα, στ) η επιστήμη εμπεριέχει ένα υποκειμενικό στοιχείο, ζ) στην επιστήμη υπάρχουν ιστορικές, πολιτισμικές και κοινωνικές επιρροές, η) η επιστήμη και η τεχνολογία μπορεί να αλληλοεπηρεάζονται αλλά δεν ταυτίζονται και θ) η επιστήμη και οι μέθοδοί της δεν μπορούν να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα. Σύμφωνα με τον McComas, αυτές οι εννέα βασικές ιδέες, αντιπροσωπεύουν τόσο ένα συνοπτικό χάρτη ιδεών σχετικών με την επιστήμη όσο και έναν κατάλογο διδακτικών στόχων για τη διαμόρφωση διδασκαλιών σε οποιοδήποτε πεδίο των φυσικών επιστημών.

Για τις ανάγκες της έρευνάς του και πολύ κοντά στην προσέγγιση του McComas, ο Abd-El-Khalick (2008) διέκρινε 10 διαστάσεις της ΦτΕ που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για διδακτικούς και μαθησιακούς σκοπούς σε επίπεδο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίες είναι α) η εμπειρική φύση, β) η συμπερασματική φύση, γ) η δημιουργική φύση, δ) η έμφορτη θεωρία φύση (theory laden), ε) η αβέβαιη φύση, στ) ο μύθος της «επιστημονικής μεθόδου», ζ) οι επιστημονικές θεωρίες η) οι επιστημονικοί νόμοι, θ) οι κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης και ι) η κοινωνικοπολιτισμική ενσωμάτωση της επιστήμης. Οι διαστάσεις αυτές επιλέχθηκαν, καθώς κατείχαν εξέχουσα θέση στη βιβλιογραφία της εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών (AAAS, 1993; NRC, 1996; NSTA, 2000 από Abd-El-Khalick, 2008).

Επιχειρώντας να κατασκευάσει ένα εργαλείο αξιολόγησης των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών πάνω στη ΦτΕ, η Schwartz (2008) κατέληξε σε 7 διαστάσεις της ΦτΕ οι οποίες εστιάζουν στη διαδικασία της επιστημονικής έρευνας. οι διαστάσεις αυτές είναι: α) τα επιστημονικά ερωτήματα καθοδηγούν τις έρευνες, β) οι πολλαπλές μέθοδοι των επιστημονικών ερευνών, γ) οι πολλαπλοί σκοποί των επιστημονικών ερευνών, δ) η αιτιολόγηση της επιστημονικής γνώσης, ε) η αναγνώριση και διαχείριση των ανώμαλων δεδομένων, στ) ο διαχωρισμός μεταξύ δεδομένων και αποδεικτικών στοιχείων και ζ) η κοινότητα πρακτικής. Οι παραπάνω διαστάσεις προέκυψαν από διασταύρωση μιας πληθώρας ερευνών στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών, οι οποίες σχετίζονταν με την επιστημονική έρευνα.

Θέλοντας να αναπτύξει το δικό της εργαλείο αξιολόγησης σχετικά με την κατανόηση της ΦτΕ, η Lederman (2014) κατέληξε σε 8 διαστάσεις της ΦτΕ στις οποίες θα πρέπει οι μαθητευόμενοι να αναπτύξουν ενημερωμένες αντιλήψεις. Οι διαστάσεις αυτές αναφέρουν πως: α) όλες οι επιστημονικές έρευνες ξεκινούν με ένα ερώτημα, β) δεν υπάρχει μία ακολουθία βημάτων για όλες τις έρευνες, γ) οι διερευνητικές διαδικασίες καθοδηγούνται από το ερώτημα, δ) επιστήμονες που ακολουθούν ίδιες διαδικασίες μπορεί να καταλήξουν σε διαφορετικά αποτελέσματα, ε) οι επιστημονικές διαδικασίες μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα, στ) τα

ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα, ζ) τα επιστημονικά δεδομένα δεν είναι το ίδιο με τις επιστημονικές αποδείξεις και η) οι επεξηγήσεις αναπτύσσονται σε συνδυασμό των δεδομένων που συλλέχθηκαν και των όσων είναι ήδη γνωστά. Όπως και στην προσέγγιση της Schwartz, έτσι και εδώ, οι διαστάσεις εστιάζουν κυρίως στη διαδικασία παραγωγής της επιστημονικής γνώσης, ενώ θεωρούνται κατάλληλες τόσο για τελειόφοιτους μαθητές όσο και για προπτυχιακούς φοιτητές.

<b>McComas 2004</b>	<b>Abd-El-Khalick 2008</b>	<b>Schwartz et al. 2008</b>	<b>Lederman et al. 2014</b>
<i>Η επιστήμη απαιτεί και στηρίζεται σε εμπειρικά στοιχεία</i>	<i>Εμπειρική φύση</i>	<i>Τα επιστημονικά ερωτήματα καθοδηγούν τις έρευνες</i>	<i>Όλες οι επιστημονικές έρευνες ξεκινούν με ένα ερώτημα</i>
<i>Δεν υπάρχει μια καθορισμένη διαδικασία βήμα προς βήμα με την οποία αναπτύσσεται η επιστημονική γνώση</i>	<i>Συμπερασματική φύση</i>	<i>Πολλαπλές μέθοδοι των επιστημονικών ερευνών</i>	<i>Δεν υπάρχει μία ακολουθία βημάτων για όλες τις έρευνες</i>
<i>Η επιστημονική γνώση είναι αβέβαιη αλλά ανθεκτική</i>	<i>Δημιουργική φύση</i>	<i>Πολλαπλοί σκοποί των επιστημονικών ερευνών</i>	<i>Οι διερευνητικές διαδικασίες καθοδηγούνται από το ερώτημα</i>
<i>Οι νόμοι και οι θεωρίες σχετίζονται αλλά είναι διαφορετικά ήδη επιστημονικής γνώσης</i>	<i>Έμφορτη θεωρίας φύση (theory laden)</i>	<i>Αιτιολόγηση της επιστημονικής γνώσης</i>	<i>Επιστήμονες που ακολουθούν ίδιες διαδικασίες μπορεί να καταλήξουν σε διαφορετικά αποτελέσματα</i>
<i>Η επιστήμη είναι ένα άκρως δημιουργικό εγχείρημα</i>	<i>Αβέβαιη φύση</i>	<i>Αναγνώριση και διαχείριση των ανώμαλων δεδομένων</i>	<i>Οι επιστημονικές διαδικασίες μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα</i>
<i>Η επιστήμη εμπεριέχει ένα υποκειμενικό στοιχείο</i>	<i>Μύθος της «επιστημονικής μεθόδου»</i>	<i>Διαχωρισμός μεταξύ δεδομένων και αποδεικτικών στοιχείων</i>	<i>Τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα</i>
<i>Στην επιστήμη υπάρχουν ιστορικές, πολιτισμικές και κοινωνικές επιρροές</i>	<i>Επιστημονικές θεωρίες</i>	<i>Κοινότητα πρακτικής</i>	<i>Τα επιστημονικά δεδομένα δεν είναι το ίδιο με τις επιστημονικές αποδείξεις</i>
<i>Η επιστήμη και η τεχνολογία μπορεί να αλληλοεπηρεάζονται αλλά δεν ταυτίζονται</i>	<i>Επιστημονικοί νόμοι</i>		<i>Οι επεξηγήσεις αναπτύσσονται σε συνδυασμό των δεδομένων που συλλέχθηκαν και των όσων είναι ήδη γνωστά</i>
<i>Η επιστήμη και οι μέθοδοί της δεν μπορούν να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα</i>	<i>Κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης</i>		
	<i>Κοινωνικοπολιτισμική ενσωμάτωση της επιστήμης</i>		

**Πίνακας 2. Διαφορετικές προσεγγίσεις της ΦτΕ**



#### 4.4 Βασικές Πτυχές της ΦτΕ

Έχοντας ως βασικό γνώμονα τις διαστάσεις που εμφανίζονται στις παραπάνω εκπαιδευτικές προσεγγίσεις της ΦτΕ, πραγματοποιήθηκε μια επιλογή από 8 βασικές πτυχές της ΦτΕ οι οποίες φαίνονται συνοπτικά στην Εικόνα 5 και παρουσιάζονται στη συνέχεια αναλυτικά. Δεν θα πρέπει να θεωρηθεί πως η επιλογή των συγκεκριμένων πτυχών είναι μια ολιστική προσέγγιση της ΦτΕ, αλλά πως εξυπηρετούν τις ανάγκες της παρούσας έρευνας για την επίτευξη μιας σύνδεσης μεταξύ της ΦτΕ και της Δ.Μ. που θα μπορέσει να βοηθήσει τους δασκάλους να σχεδιάσουν και να εφαρμόσουν τέτοιες διδασκαλίες.



Εικόνα 5. Οι βασικές πτυχές της ΦτΕ

##### Η Εμπειρική Φύση

Η πτυχή αυτή αναφέρεται σε ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της επιστήμης, που είναι η απαραίτητη προϋπόθεση της ύπαρξης εμπειρικών αποδείξεων για την αιτιολόγηση των τελικών συμπερασμάτων. Ο κάθε επιστημονικός ισχυρισμός είτε προκύπτει από παρατηρήσεις των φυσικών φαινομένων, είτε συνδέεται με αυτές. Οι επιστήμονες ωστόσο, δεν έχουν «άμεση» πρόσβαση στα περισσότερα φυσικά φαινόμενα, καθώς οι παρατηρήσεις τους σχεδόν πάντα φιλτράρονται μέσα από το ανθρώπινο αντιληπτικό σύστημα. Για το λόγο αυτό, για να καταλήξουν σε κάποιες παραδοχές, οι παρατηρήσεις ελέγχονται από εξειδικευμένα επιστημονικά όργανα ή/και ερμηνεύονται μέσα σε λεπτομερή θεωρητικά πλαίσια (Abd-El-Khalick et al., 2008). Για παράδειγμα, οι προβλέψεις του Αϊνστάιν ότι τα σώματα με μεγάλη μάζα δύναται να καμπυλώνουν την ευθύγραμμη πορεία του φωτός, δεν απορρίφθηκαν

απευθείας λόγω έλλειψης αποδεικτικών στοιχείων, αλλά ούτε έγιναν αποδεκτές μέχρι αυτές να επιβεβαιωθούν εμπειρικά. Παρά τη βεβαιότητα του Αϊνστάιν για τους ισχυρισμούς του, η επιστημονική κοινότητα χρειαζόταν εμπειρικές αποδείξεις για την επιβεβαίωσή τους. Οι αποδείξεις αυτές ήρθαν το 1919, όταν σε μια ιδανική συγκυρία μπόρεσε να παρατηρηθεί η ελαφριά καμπύλωση του φωτός ενός μακρινού αστέρα όταν περνούσε δίπλα από τον Ήλιο. Παρόλη τη σημασία της σε άλλες πτυχές των ανθρωπίνων αναζητήσεων, η πίστη ενός ατόμου για την ορθότητα των απόψεών του από μόνη της δεν παίζει τελικά κανένα ρόλο στην επιστήμη. Από την ίδια της τη φύση, η επιστήμη είναι και πρέπει να παραμείνει, μια εμπειρική δραστηριότητα η οποία καθοδηγείται από τα δεδομένα και αυτό θα πρέπει ο εκπαιδευτικός να το μεταδώσει ξεκάθαρα στους μαθητές (McComas, 2004).

### Η Συμπερασματική Φύση

Η πτυχή αυτή αναφέρεται σε έναν καίριας σημασίας διαχωρισμό μεταξύ των παρατηρήσεων και των συμπερασμάτων. Οι παρατηρήσεις είναι περιγραφικές καταστάσεις σχετικά με τα φυσικά φαινόμενα που είναι αντιληπτά από τις αισθήσεις (ή επεκτάσεις των αισθήσεων) και για τα οποία οι παρατηρητές μπορούν να συναινέσουν με σχετική ευκολία, π.χ. αντικείμενα που αφέθηκαν πάνω από το επίπεδο του εδάφους, τείνουν να πέφτουν προς το έδαφος. Τα συμπεράσματα από την άλλη, είναι δηλώσεις για φαινόμενα που δεν είναι άμεσα προσβάσιμα στις αισθήσεις, π.χ. βαρύτητα (Abd-El-Khalick et al., 2008). Η έννοια της βαρύτητας είναι συμπερασματική, με την έννοια ότι μπορεί να προσεγγιστεί και να μετρηθεί μόνο μέσω κάποιων εκφάνσεών της ή των επιδράσεών της, όπως για παράδειγμα η καμπύλωση των ακτίνων του φωτός που προέρχονται από αστέρια, καθώς περνάνε από το βαρυτικό πεδίο του ήλιου. Πέρα από τη βαρύτητα, άλλα όμοια παραδείγματα είναι τα άτομα, τα μαγνητικά πεδία, τα φωτόνια, τα είδη (βιολογία) και τα γονίδια (Lederman et al., 2002). Επίσης, τα συμπεράσματα προκύπτουν μέσα από τον συνδυασμό των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν και της ήδη υπάρχουσας επιστημονικής γνώσης, καθώς αυτή είναι που καθοδηγεί αρχικά την έρευνα, ενώ και τα αποτελέσματά της έρευνας θα πρέπει με τη σειρά τους να είναι ενημερωμένα από την ισχύουσα επιστημονική γνώση προηγούμενων ερευνών. Ο δάσκαλος θα πρέπει να δώσει στους μαθητές από τη μία να καταλάβουν την παραπάνω συσχέτιση και από την άλλη να μπορούν να κάνουν τη διάκριση μεταξύ παρατηρήσεων και συμπερασμάτων (Lederman et al., 2002; Lederman et al., 2014; Abd-El-Khalick et al., 2008).

### Η Έμφορτη Θεωρία Φύσης (Theory Laden)

Η επιστήμη, καθότι είναι μια ανθρώπινη δραστηριότητα, διακατέχεται και αυτή από ένα βαθμό υποκειμενικότητας. Αυτό συμβαίνει γιατί το έργο των επιστημόνων επηρεάζεται από τις θεωρητικές τους δεσμεύσεις, τις πεποιθήσεις τους,

την πρότερη γνώση τους, την εκπαίδευση και τις προσδοκίες τους. Αυτοί οι κρυφοί παράγοντες επηρεάζουν τους επιστήμονες στην επιλογή των προβλημάτων που θα διερευνήσουν και τις μεθόδους έρευνας που θα ακολουθήσουν, όπως και τις ίδιες τις παρατηρήσεις και την ερμηνεία τους. Σε αντίθεση με την κοινή πεποίθηση, η επιστήμη ποτέ δεν ξεκινά με ουδέτερες παρατηρήσεις. Όπως οι έρευνες, έτσι και οι παρατηρήσεις είναι πάντα υποκινούμενες και καθοδηγούμενες, και αποκτούν νόημα υπό το φως των ερωτήσεων ή των προβλημάτων, που προέρχονται από θεμελιωμένες θεωρητικές αντιλήψεις (Abd-El-Khalick et al., 2008). Είναι χαρακτηριστικό πως δύο επιστήμονες που ασχολούνται πάνω στα ίδια δεδομένα μπορεί να καταλήξουν σε διαφορετικές ερμηνείες των δεδομένων αυτών, λόγω της πρότερης γνώσης και των προσδοκιών τους (Lederman et al., 2014). Η συγκεκριμένη πτυχή αντικατοπτρίζεται και στη διδασκαλία των φ.ε., αφού οι εκπαιδευτικοί συνήθως διδάσκουν τους μαθητές δίχως να λαμβάνουν υπόψη τις προηγούμενες γνώσεις τους και τις αρχικές τους αντιλήψεις και προσδοκούν πως τα δεδομένα θα οδηγήσουν από μόνα τους όλους τους μαθητές στα ίδια συμπεράσματα (McComas, 1998). Κάτι τέτοιο βέβαια δε συμβαίνει ούτε στην επιστήμη αλλά ούτε στην τάξη και για το λόγο αυτό οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να επανεκτιμήσουν τη στάση τους.

#### Ο Μύθος της «Επιστημονικής Μεθόδου»

Αυτός ο μύθος στηρίζεται στην λανθασμένη πεποίθηση ότι υπάρχει μια συγκεκριμένη, σταδιακή διαδικασία που χαρακτηρίζει όλες τις επιστημονικές πρακτικές, που συνήθως ακολουθεί την πορεία Υπόθεση > Αναγνώριση ανεξάρτητων – εξαρτημένων μεταβλητών > Σχεδιασμός πειράματος > Συλλογή δεδομένων > Αποτελέσματα (Lederman et al., 2014). Οι επιστήμονες βεβαίως, παρατηρούν, συγκρίνουν, μετρούν, δοκιμάζουν, εικάζουν, υποθέτουν, συζητούν, δημιουργούν ιδέες και εννοιολογικά εργαλεία, και οικοδομούν θεωρίες και επεξηγήσεις ωστόσο, δεν υπάρχει μια μοναδική ακολουθία δραστηριοτήτων που θα τους οδηγήσει με σιγουριά σε έγκυρους ισχυρισμούς, πόσο μάλλον σε «βέβαιη» γνώση (Abd-El-Khalick et al., 2008). Παρότι η πειραματική έρευνα θεωρείται από πολλούς ως η «σωστή» επιστημονική μέθοδος, υπάρχουν κι άλλες διαδικασίες που οδηγούν τους επιστήμονες στη γνώση. Πολλοί σημαντικοί επιστήμονες χρησιμοποίησαν τεχνικές που δεν ήταν πειραματικές για να παραγάγουν γνώση, καθώς σε ορισμένα επιστημονικά πεδία το πείραμα δεν είναι δυνατό, εξαιτίας της αδυναμίας ελέγχου των μεταβλητών (π.χ. αστρονομία, γεωλογία). Εν κατακλείδι, η επιστημονική γνώση κατακτάται με πολλούς τρόπους στους οποίους εκτός από το πείραμα, περιλαμβάνονται και η παρατήρηση, η ανάλυση, η εικασία και η βιβλιογραφική έρευνα (McComas, 1998). Είναι σημαντικό ο εκπαιδευτικός να δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να σχεδιάσουν και να εκτελέσουν διαφορετικά είδη ερευνών, ώστε να σταματήσουν να θεωρούν πως για να παράγουν έγκυρη γνώση θα πρέπει να ακολουθούν μια συγκεκριμένη ακολουθία βημάτων (Lederman et al., 2014).

### Οι Κοινωνικές Διαστάσεις της Επιστήμης

Πολλοί άνθρωποι πιστεύουν πως η επιστήμη είναι μια μοναχική και ατομική διαδικασία και οι μεγάλες ανακαλύψεις βασίζονται αποκλειστικά στην εργασία κάποιου μεγάλου επιστήμονα. Οι κοινωνιολόγοι της επιστήμης όμως, έχουν δείξει πως η παραγωγή της επιστημονικής γνώσης μοιάζει περισσότερο με διαπραγμάτευση παρά με αποκάλυψη της αλήθειας, με την έννοια ότι οι επιστήμονες από τη μία εργάζονται μέσα σε ερευνητικές ομάδες και από την άλλη λειτουργούν εντός μιας κοινότητας παρόμοια σκεπτόμενων ερευνητών, οι οποίοι την αξιολογούν, την αποδέχονται ή την απορρίπτουν (McComas, 1998). Οι επιστήμονες είναι σε θέση να κατανοήσουν το ρόλο και τις προκλήσεις που εμπεριέχονται στην ίδια τους την υποκειμενικότητα και για το λόγο αυτό τα αποτελέσματα των εκάστοτε ερευνών επανεξετάζονται από άλλους ειδικούς (McComas, 2004). Η πτυχή αυτή αναφέρεται συγκεκριμένα στις θεμελιώδεις αξίες που σχετίζονται με καθιερωμένους τρόπους επικοινωνίας και κριτικής στο εσωτερικό της επιστημονικής κοινότητας, π.χ. μέσα από επιστημονικά συνέδρια ή το γεγονός ότι οι ερευνητικές εργασίες που υποβάλλονται για δημοσίευση, υπόκεινται σε κρίση από άλλους επιστήμονες που εργάζονται στο ίδιο πεδίο. Η χρησιμότητά τους είναι στη βελτίωση της αντικειμενικότητας της επιστημονικής γνώσης μέσα από συλλογικούς και εξουχιστικούς ελέγχους (Abd-El-Khalick et al., 2008).

### Όλες οι Επιστημονικές Έρευνες Ξεκινούν με ένα Ερώτημα

Για να μπορέσει να υπάρξει επιστημονική έρευνα, χρειάζεται αρχικά ένα ερώτημα προς απάντηση, σχετικά με τον κόσμο και τον τρόπο λειτουργίας του. Αν και η σημασία της παρατήρησης είναι αδιαμφισβήτητη και μπορεί να προϋπάρξει ενός ερωτήματος, όταν την παρατήρηση δεν την οδηγεί ένα ερώτημα το οποίο έχει γεννηθεί μέσα από ένα συγκεκριμένο γνωστικό πλαίσιο, τότε δεν υφίσταται επιστημονική έρευνα. Σε αντίθεση με ότι προβλέπεται από την επιστημονική μέθοδο όλες οι έρευνες δεν είναι απαραίτητο να θέτουν αρχικά μια υπόθεση. Παρότι στις πειραματικές διαδικασίες συνηθίζεται να περιλαμβάνεται μια υπόθεση, αυτό δεν είναι απαραίτητο να συμβαίνει σε άλλες μορφές ερευνών περιγραφικού χαρακτήρα (π.χ. αστρονομία, γεωλογία). Το παραπάνω προεκτείνεται στο ότι το ερώτημα που θα τεθεί αρχικά καθορίζει άμεσα και τη μέθοδο που θα ακολουθηθεί για την έγκυρη απάντησή του. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να βοηθήσει τους μαθητές στο να ασκήσουν τη δεξιότητα του να θέτουν σωστές επιστημονικές ερωτήσεις, καθώς παρατηρείται μεγάλη δυσκολία σε αυτό, αλλά και να κατανοήσουν τη σύνδεση μεταξύ ερωτήματος και κατάλληλων διαδικασιών εκτέλεσης της έρευνας (Lederman et al., 2014).

### Η Αναγνώριση και Διαχείριση των «Ανώμαλων» Δεδομένων

Όπως προαναφέρθηκε οι επιστημονικές έρευνες καθοδηγούνται από τη θεμελιωμένη υπάρχουσα γνώση και θεωρία και αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι επιστήμονες να έχουν κάποιες προσδοκίες (Abd-El-Khalick et al., 2008). Η

αναγνώριση κατά τη διάρκεια της έρευνας, τότε οι παρατηρήσεις δεν ταιριάζουν με αυτές τις προσδοκίες είναι ένα καθοριστικό κομμάτι της επιστημονικής διαδικασίας. Οι «ανωμαλίες» αυτές μπορούν να γεννήσουν νέες ερωτήσεις που θα οδηγήσουν σε νέες έρευνες. Στο πλαίσιο μιας επιστημονικής έρευνας συμπεριλαμβάνεται και μια ποικιλία διαφορετικών προσεγγίσεων κατά τη διαχείριση αυτών των δεδομένων, όπως η απόρριψή τους (ως λάθος που ακυρώνει αυτή την ανωμαλία), η αγνόησή τους, η συμπερίληψή τους στα δεδομένα χωρίς κάποια επεξήγηση, να τεθούν σε εκκρεμότητα, η αποδοχή τους με αλλαγή της θεωρίας, η επανερμηνεία των δεδομένων ή τέλος να γίνει μια επουσιώδης αλλαγή της θεωρίας (Schwartz et al., 2008). Η αναγνώριση και διαχείριση των ανώμαλων δεδομένων συνδέεται άμεσα με το θεωρητικό πλαίσιο που κινείται ο κάθε επιστήμονας και μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα, επιστήμονες που μελετάνε ίδια δεδομένα να μην καταλήξουν σε ίδια συμπεράσματα (Lederman et al., 2014).

#### *Τα Ερευνητικά Αποτελέσματα Πρέπει να Συμφωνούν με τα Δεδομένα*

Κάθε ερευνητικό συμπέρασμα πρέπει να υποστηρίζεται από αποδεικτικά στοιχεία τα οποία να απορρέουν από τα δεδομένα που συλλέχτηκαν. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να επισημανθεί η διαφορά μεταξύ δεδομένων και αποδεικτικών στοιχείων. Τα δεδομένα είναι οι παρατηρήσεις τις οποίες πραγματοποιούν οι επιστήμονες κατά τη διάρκεια μια έρευνας και μπορούν να πάρουν διάφορες μορφές, όπως αριθμοί, περιγραφές, φωτογραφίες, ηχητικά δεδομένα κ.α.. Από την άλλη τα αποδεικτικά στοιχεία είναι ένα προϊόν της ανάλυσης και ερμηνείας αυτών των δεδομένων και είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με το ερώτημα της έρευνας (Schwartz et al., 2008). Η επιστημονική γνώση είναι εμπειρική και οι επιστημονικοί ισχυρισμοί πρέπει να αντανακλώνται στα δεδομένα που συλλέχτηκαν, ώστε να ισχυροποιείται η εγκυρότητά τους. Οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση από τη μία να διακρίνουν τη διαφορά μεταξύ δεδομένων και αποδεικτικών στοιχείων και από την άλλη να αιτιολογούν και να επιχειρηματολογούν μέσα από τα αποδεικτικά στοιχεία που δημιούργησαν από την ανάλυση των δεδομένων που συλλέξανε. (Lederman et al., 2014).

## **Β΄ ΜΕΡΟΣ: ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

#### **5.1 Δείγμα**

Για την υλοποίηση της παρούσας έρευνας συμμετείχαν οχτώ (8) φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης, οι οποίοι φοιτούσαν στο τέταρτο έτος των σπουδών τους και η συνολική διάρκεια διεξαγωγής της έρευνας ήταν 9 μήνες (δύο ακαδημαϊκά εξάμηνα). Για την επιλογή του δείγματος, ζητήθηκε από φοιτητές που επρόκειτο να παρακολουθήσουν το σεμινάριο του χειμερινού εξαμήνου 2016 – 2017 με τίτλο «Πειραματική Φυσική και Χημεία», η εθελούσια συμμετοχή τους στην έρευνα, με τη δέσμευση όμως ότι αυτή θα συνεχιστεί και κατά το εαρινό εξάμηνο 2016 – 2017 κατά τη διάρκεια της Σχολικής τους Πρακτικής. Μοναδική προϋπόθεση ήταν πως όλοι οι φοιτητές θα έπρεπε να έχουν ολοκληρώσει με επιτυχία τα υποχρεωτικά μαθήματα που διδάσκονται στο ΠΤΔΕ Κρήτης πάνω στις φυσικές επιστήμες (*Βασικές Έννοιες Φυσικής και Μεθοδολογία της Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στο Δ.Σ.*).

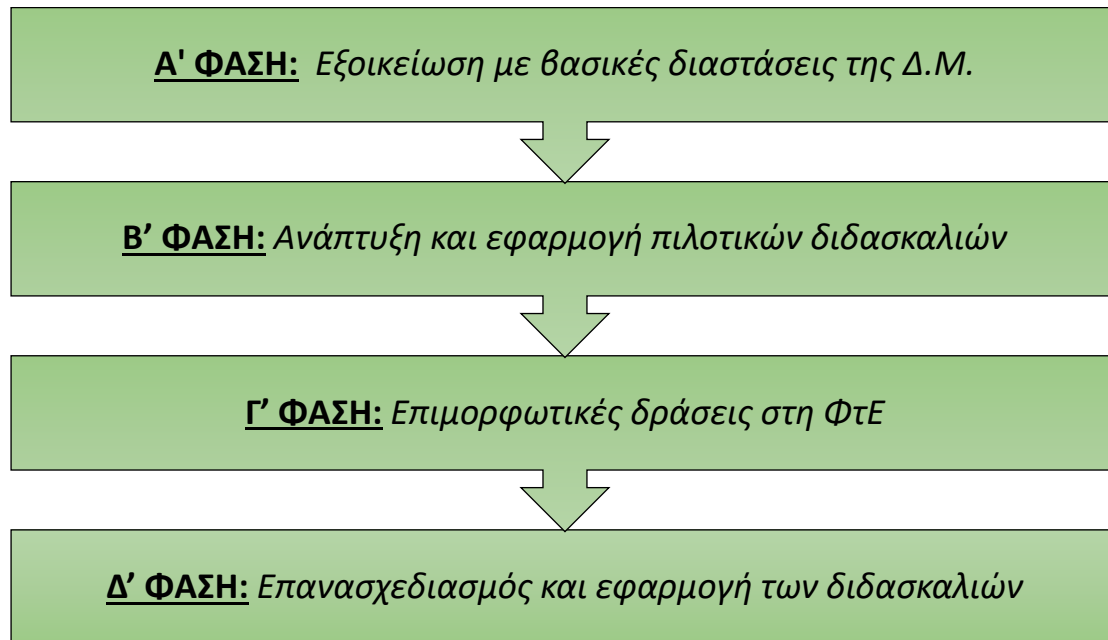
Οι φοιτητές κλήθηκαν ατομικά, να αναπτύξουν διδασκαλίες Δ.Μ. πάνω σε θεματικές ενότητες των φυσικών επιστημών δικής τους επιλογής. Οι τελικές θεματικές ενότητες, αλλά και το εκάστοτε μάθημα που επέλεξε να αναπτύξει ο κάθε φοιτητής παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 3. Κατά τη διάρκεια της έρευνας επιμορφώθηκαν πάνω σε πτυχές της ΦτΕ, ενώ επισκέφτηκαν και ένα ερευνητικό κέντρο με σκοπό να δουν από κοντά τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν οι επιστήμονες για την παραγωγή της επιστημονικής γνώσης.

<b>ΦΟΙΤΗΤΗΣ</b>	<b>ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΜΑΘΗΜΑ</b>
Φ1	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	Ηλιακή ενέργεια
Φ2	Ηλεκτρομαγνητισμός	Αγωγοί και μονωτές
		Διακόπτης
Φ3	Αστρονομία	Το ηλιακό μας σύστημα
		Ζωή σε άλλους πλανήτες
Φ4	Ηλεκτρομαγνητισμός	Απλό κύκλωμα
		Σύνδεση σε σειρά – παράλληλη
Φ5	Οπτική	Ανάκλαση φωτός
		Οπτικές ψευδαισθήσεις
Φ6	Μηχανική	Δράση - Αντίδραση
	Ήχος	Ηχομόνωση
Φ7	Μηχανική	Ταχύτητα
		Επιτάχυνση
Φ8	Αστρονομία	Εκλείψεις Σελήνης – Ηλίου
	Θερμοδυναμική	Εξάτμιση - Συμπύκνωση

**Πίνακας 3** Ενότητες που αναπτύχθηκαν από τους φοιτητές

## 5.2 Υλοποίηση της εμπειρικής έρευνας

Η υλοποίηση της εμπειρικής έρευνας μπορεί να διακριθεί σε τέσσερις (4) φάσεις, όπως αυτές φαίνονται συνοπτικά στο παρακάτω σχήμα (βλ. Εικόνα 6). Στη συνέχεια της έρευνας οι τέσσερις αυτές φάσεις παρουσιάζονται πιο αναλυτικά.



Εικόνα 6. Οι φάσεις της έρευνας

### Εξοικείωση με βασικές διαστάσεις της Δ.Μ.

Κατά το πρώτο στάδιο της έρευνας έγινε μια αρχική συνάντηση-γνωριμία με όλους τους φοιτητές και ενημερώθηκαν για την πορεία της εκπαίδευσής τους και όλα τα διαδικαστικά θέματα, ενώ τους δόθηκε και ένα ερωτηματολόγιο το οποίο και κλήθηκαν να συμπληρώσουν. Μια εβδομάδα μετά τη συνάντηση πραγματοποιήθηκαν και διευκρινιστικές του ερωτηματολογίου ατομικές συνεντεύξεις.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μια τρίωρη συνάντηση με όλους τους φοιτητές με σκοπό την εξοικείωσή τους με βασικές διαστάσεις της διερευνητικής μάθησης. Κατά τη συνάντηση αυτή συζητήθηκαν τα παρακάτω θέματα:

- Σκοποί και στόχοι της Διερευνητικής Μάθησης
- Το μοντέλο Δ.Μ. των 5Ε.
- Διαφορετικές προσεγγίσεις στη Διερευνητική Μάθηση
- Βασικές διαστάσεις της Διερευνητικής Μάθησης (βλ. Εικόνα 4, σελ. 21)
- Ανάπτυξη Σχεδίου Διδασκαλίας/ Φύλλου Εργασίας Διερευνητικής Μάθησης

Με την ολοκλήρωση της συνάντησης όλοι οι φοιτητές έλαβαν την αντίστοιχη βιβλιογραφία ώστε να είναι σε θέση ανά πάσα στιγμή να ανατρέξουν σε οτιδήποτε θα

μπορούσαν να χρειαστούν πάνω στο συγκεκριμένο πεδίο. Τέλος, δόθηκε σε όλους τους φοιτητές ένα ενδεικτικό Σχέδιο Διδασκαλίας και το αντίστοιχο ενδεικτικό Φύλλο Εργασίας ως ένα σημείο αναφοράς για την ανάπτυξη των διδασκαλιών τους σε πρώτη φάση, καθότι ως φοιτητές, είχαν ελάχιστη εμπειρία στη δημιουργία Σχεδίων Διδασκαλίας/ Φύλλων Εργασίας στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

#### Ανάπτυξη και εφαρμογή πιλοτικών διδασκαλιών

Μετά την ολοκλήρωση της πρώτης φάσης, οι φοιτητές κλήθηκαν να αναπτύξουν διδακτικό υλικό βασισμένο στις αρχές της μάθησης μέσω διερεύνησης. Σε κάθε έναν από τους φοιτητές ζητήθηκε να δημιουργήσει τρεις ξεχωριστές διδασκαλίες Δ.Μ. σε θεματική ενότητα φυσικών επιστημών της δικής του επιλογής. Σε προκαθορισμένες ημερομηνίες ο κάθε φοιτητής πραγματοποίησε προς τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας, μια παρουσίαση σε power point όλων των διδασκαλιών που είχε ετοιμάσει (Σχέδια διδασκαλίας & Φύλλα Εργασίας). Μετά από την κάθε παρουσίαση γινόταν μεταξύ των φοιτητών συζήτηση και σχολιασμός των όσων είχαν παρακολουθήσει.

Κατόπιν όλων των παραπάνω, οι φοιτητές έπρεπε να εφαρμόσουν πιλοτικά τις διδασκαλίες τους σε μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Για το λόγο αυτό, πραγματοποιήθηκαν τρεις (3) επισκέψεις από τοπικά δημοτικά σχολεία στο Εργαστήριο Φυσικής – Χημείας του Πανεπιστημίου Κρήτης και κάθε φοιτητής είχε την ευκαιρία να πραγματοποιήσει τις διδασκαλίες που είχε αναπτύξει, συνολικά σε 24 ομάδες μαθητών των 3-4 ατόμων η καθεμία.

#### Επιμορφωτικές δράσεις στη ΦτΕ.

Στη φάση αυτή υλοποιήθηκαν επιμορφωτικές δράσεις σε θέματα ΦτΕ, οι οποίες περιλάμβαναν: α) συζήτηση για θέματα ΦτΕ και β) επίσκεψη σε ερευνητικό κέντρο. Σκοπός των δράσεων αυτών ήταν να γνωρίσουν οι φοιτητές βασικές διαστάσεις της ΦτΕ.

Κατά τη συζήτηση σχετικά με τη ΦτΕ, που είχε διάρκεια τριών ωρών διαπραγματεύτηκαν τα ακόλουθα θέματα:

- ΦτΕ και Διδακτική των Φυσικών Επιστημών
- Διδακτικές Προσεγγίσεις πάνω στη διδασκαλία της ΦτΕ και ποια η αποτελεσματικότητά τους
- Παρουσίαση βασικών πτυχών της ΦτΕ (βλ. Εικόνα 5, σελ.32)

Στους φοιτητές δόθηκε η αντίστοιχη βιβλιογραφία, ώστε να είναι σε θέση να ανατρέξουν σε αυτή όποτε το κρίνουν απαραίτητο.

Δύο εβδομάδες μετά τη διδασκαλία πάνω στην ΦτΕ, πραγματοποιήθηκε ομαδική επίσκεψη στο Ινστιτούτο Ηλεκτρονικής Δομής και Λείζερ (ΙΗΔΛ) του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ) στο Ηράκλειο Κρήτης. Εκεί, τους



φοιτητές υποδέχθηκε ο επικεφαλής της ερευνητικής ομάδας Διαφανών Αγωγίμων Υλικών (TCM), ο οποίος αρχικά τους παρουσίασε πάνω σε τι δραστηριοποιείται η ομάδα του και τι ακριβώς έχουν επιτύχει όλον αυτόν τον καιρό που δουλεύουνε πάνω στο συγκεκριμένο πρόγραμμα. Αφού ολοκλήρωσε την παρουσίαση ξενάγησε τους φοιτητές στους χώρους στους οποίους εργάζονται και έδειξε αναλυτικά τι ακριβώς κάνει κάθε μέλος της ομάδας. Καθόλη τη διάρκεια και καθώς και μετά την ολοκλήρωση της ξενάγησης γινόντουσαν στοχευμένες ερωτήσεις από τους φοιτητές πάνω σε συγκεκριμένες απορίες που είχαν για τον τρόπο με τον οποίον πραγματοποιείται μια επιστημονική έρευνα. Έτσι, οι φοιτητές μετά από τη θεωρητική τους επαφή με την ΦτΕ είχαν τη δυνατότητα να δουν και στην πράξη τον τρόπο με τον οποίο παράγεται η επιστημονική γνώση από τους ίδιους τους επιστήμονες.

Τέλος, μία εβδομάδα μετά την επίσκεψη στο ερευνητικό κέντρο πραγματοποιήθηκε ομαδική συνάντηση με όλους τους φοιτητές, όπου έγινε μια αναστοχαστική συζήτηση πάνω σε όλα όσα παρατήρησαν κατά την επίσκεψή τους και συζητήθηκαν τρόποι με τους οποίους θα μπορούσαν να ενσωματώσουν αυτή τη γνώση στις τελικές διδασκαλίες που θα έπρεπε να αναπτύξουν.

#### Επανασχεδιασμός και εφαρμογή των διδασκαλιών

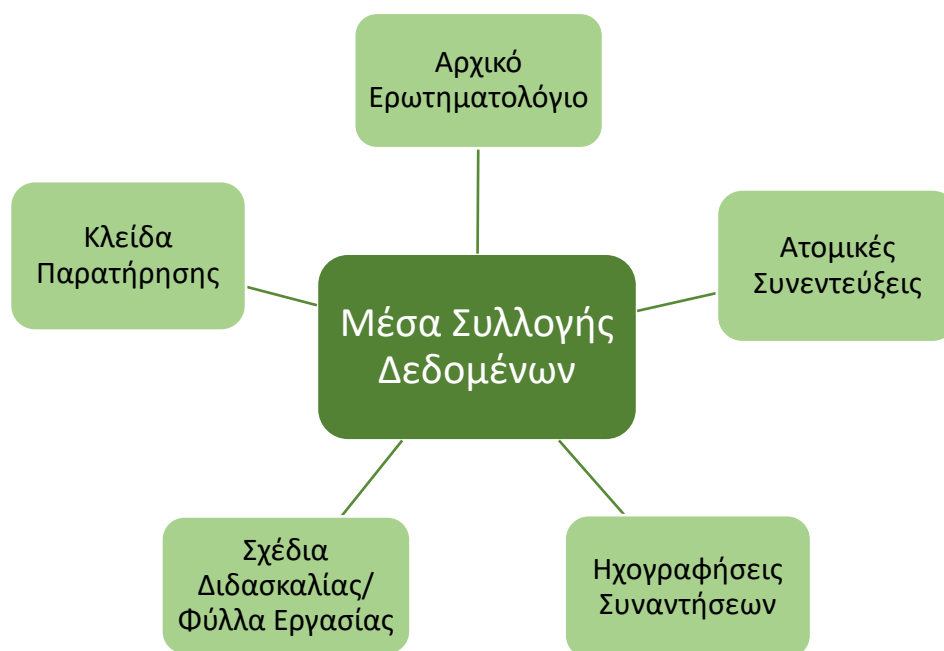
Μετά τις δράσεις σχετικά με τη ΦτΕ, οι φοιτητές κλήθηκαν να επανασχεδιάσουν τις διδασκαλίες Δ.Μ. που είχαν αναπτύξει στη Β' φάση. Στα πλαίσια της σχολικής πρακτικής του εαρινού εξαμήνου οι φοιτητές είχαν στη διάθεσή τους 4-6 διδακτικές ώρες για να εφαρμόσουν σε συνθήκες τάξης τις νέες διδασκαλίες που ανέπτυξαν. Όλοι οι φοιτητές εφάρμοσαν τις διδασκαλίες τους σε μαθητές των μεγαλύτερων τάξεων του δημοτικού σχολείου (Ε' & ΣΤ').

Τέλος, μετά την εφαρμογή των διδασκαλιών, πραγματοποιήθηκαν ατομικές συνεντεύξεις με τον κάθε φοιτητή. Στις συνεντεύξεις αυτές επανεξετάστηκαν οι αντιλήψεις των φοιτητών πάνω στη ΦτΕ και έγινε αναστοχασμός στην όλη πορεία της εκπαίδευσής τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

### 6.1 Μέσα συλλογής δεδομένων

Τα εργαλεία συλλογής δεδομένων τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα έρευνα ήταν ένα αρχικό ερωτηματολόγιο, ατομικές συνεντεύξεις, ηχογραφήσεις συναντήσεων, σχέδια διδασκαλίας/φύλλα εργασίας και κλειδες παρατήρησης όπως αυτά παρουσιάζονται συνοπτικά στην Εικόνα 7. Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί μια αναλυτικότερη παρουσίαση όλων αυτών των μέσων συλλογής δεδομένων.



Εικόνα 7. Μέσα Συλλογής Δεδομένων

#### Αρχικό ερωτηματολόγιο

Για την ανίχνευση των αντιλήψεων των φοιτητών πάνω στη ΦτΕ, τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ενός ερωτηματολογίου το οποίο αναπτύχθηκε συνδυάζοντας ερωτήσεις από δύο ήδη υπάρχοντα ερωτηματολόγια τα οποία χρησιμοποιούνται κατά κόρον στη βιβλιογραφία, το Views of Nature of Science questionnaire (VNOS-C) (Lederman, et al., 2002) και το Views About Scientific Inquiry questionnaire (VASI) (Lederman, et al., 2014). Όπως και τα παραπάνω ερωτηματολόγια, έτσι και αυτό που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας, ακολουθείται από συνεντεύξεις οι οποίες συμβάλουν στην επαλήθευση της ερμηνείας των ερωτηματολογίων και την ενίσχυση της εγκυρότητάς τους.

Το ερωτηματολόγιο που αναπτύχθηκε (βλ. Παράρτημα 1) αποτελούταν από 8 ερωτήσεις ανοιχτού τύπου που στόχο είχαν την ανίχνευση των αντιλήψεων σε 8 πτυχές της ΦτΕ:

- Την εμπειρική φύση
- Τη συμπερασματική φύση
- Την έμφορτη θεωρίας φύση
- Τον μύθο της επιστημονικής μεθόδου
- Τις κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης
- Η επιστημονική έρευνα ξεκινά με ένα ερώτημα
- Η αναγνώριση και διαχείριση των ανώμαλων δεδομένων
- Τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα

Το ερωτηματολόγιο αποτελούταν από τέσσερις ερωτήσεις οι οποίες προέρχονταν από το VASI και αφορούσαν τις πτυχές «Η επιστημονική έρευνα ξεκινά με ένα ερώτημα» (Ερ. 3), «Η αναγνώριση και διαχείριση των ανώμαλων δεδομένων» (Ερ. 7), «Τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα» (Ερ. 6) και «τον μύθο της επιστημονικής μεθόδου» (Ερ. 4), τρεις ερωτήσεις από το VNOS-C σχετικά με τις πτυχές της «εμπειρικής φύσης» (Ερ. 1), της «συμπερασματικής φύσης» (Ερ. 2) και της «έμφορτης θεωρίας φύσης» (Ερ. 5), ενώ μία ερώτηση αναπτύχθηκε ειδικά για την πτυχή των «κοινωνικών διαστάσεων της επιστήμης» (Ερ. 8). Αν και κάθε ερώτηση του ερωτηματολογίου στόχευε σε μία συγκεκριμένη πτυχή της Φύσης της Επιστήμης, δυνατότητα ανάδυσης αντιλήψεων σε μια πτυχή, δινόταν και μέσα από όλες τις ερωτήσεις.

#### Ατομικές συνεντεύξεις

Οι ατομικές συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν με τον κάθε φοιτητή ήταν δύο. Η πρώτη είχε διευκρινιστικό χαρακτήρα και ήταν συμπληρωματική πάνω σε όλα όσα είχαν αποτυπωθεί στο αρχικό ερωτηματολόγιο σχετικά με τις ιδέες των φοιτητών σε συγκεκριμένες πτυχές της ΦτΕ. Αυτό συνέβη καθώς προηγούμενες έρευνες έχουν δείξει ότι οι γραπτές απαντήσεις σε ερωτήσεις σχετικά με αντιλήψεις πάνω στη ΦτΕ, μπορεί συχνά να ερμηνευθούν εσφαλμένα από τους ερευνητές σε ότι έχει να κάνει με αυτό που ακριβώς εννοούν οι ερωτηθέντες στις απαντήσεις τους (Liu & Lederman, 2007), ενώ παράλληλα συστήνεται και από τους δημιουργούς των δύο ερωτηματολογίων από όπου αντλήθηκαν οι ερωτήσεις (Lederman, et al., 2002; Lederman, et al., 2014). Κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων οι συμμετέχοντες μπορούσαν να δουν τα ερωτηματολόγια και είχαν αρκετό χρόνο για να τα διαβάσουν και να σκεφτούν τις απαντήσεις τους. Στη συνέχεια τους ζητήθηκε να εξηγήσουν τις απαντήσεις τους και να δώσουν, όπου αυτό κρινόταν απαραίτητο, κάποιες διευκρινίσεις και συχνά να αναφέρουν και παραδείγματα. Επίσης, τους έγιναν πρόσθετες ερωτήσεις με σκοπό να αξιολογηθούν κάποιες από τις απαντήσεις που

είχαν δοθεί στο ερωτηματολόγιο και αυτές παρουσιάζονται στο Παράρτημα 2. Τέλος, η διάρκεια των συνεντεύξεων ήταν περίπου 60 λεπτά.

Η δεύτερη ατομική συνέντευξη που έδωσε κάθε φοιτητής πραγματοποιήθηκε με την ολοκλήρωση της όλης εκπαιδευτικής πορείας, ήταν ημιδομημένη και είχε διττό χαρακτήρα. Από τη μία είχε σκοπό να επανεξετάσει τις τελικές αντιλήψεις των φοιτητών σχετικά με τη ΦΤΕ, κάτι που συνέβη μέσα από ερωτήσεις που αντλήθηκαν από το αρχικό ερωτηματολόγιο και την επακόλουθη συνέντευξη (βλ. Παραρτήματα 2 & 3). Από την άλλη ένας δεύτερος άξονας ήταν αναστοχαστικού χαρακτήρα με σκοπό οι φοιτητές να αξιολογήσουν την όλη πορεία εκπαίδευσής τους, να προτείνουν αλλαγές που θα επιθυμούσαν καθόλη τη διάρκεια της, να αναφερθούν σε δυσκολίες που συνάντησαν και τέλος να κάνουν μία αυτοαξιολόγηση σχετικά με τις διδασκαλίες που πραγματοποίησαν. Η διάρκεια της κάθε ατομικής συνέντευξης ήταν κατά προσέγγιση 120 λεπτά, ενώ όλες οι συνεντεύξεις ηχογραφήθηκαν και αργότερα έγινε η απομαγνητοφώνησή τους.

### Ηχογραφήσεις συναντήσεων

Εκτός από τις ατομικές συνεντεύξεις, ηχογραφήσεις πραγματοποιήθηκαν και κατά τη διάρκεια των ομαδικών συναντήσεων. Δύο από αυτές τις συναντήσεις πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο των παρουσιάσεων των αρχικών διδασκαλιών που ανέπτυξαν οι φοιτητές και μία ήταν αναστοχαστική της επίσκεψης στο ερευνητικό κέντρο.

Σχετικά με τις δύο συναντήσεις/ παρουσιάσεις, ο κάθε φοιτητής χρειάστηκε να ετοιμάσει και να παρουσιάσει στους υπόλοιπους φοιτητές ένα power point, στο οποίο έπρεπε να αναλύσει τα σχέδια διδασκαλίας και τα φύλλα εργασίας που είχε αναπτύξει. Την παρουσίαση ακολουθούσε μια συζήτηση-σχολιασμός μεταξύ των φοιτητών, όπου αναφέρονταν και προτάσεις για πιθανές τροποποιήσεις τους. Σε κάθε συνάντηση 4 φοιτητές έπρεπε να πραγματοποιήσουν τις παρουσιάσεις τους και είχαν 45 λεπτά ο καθένας για να δείξει τις διδασκαλίες του και να γίνει η συζήτηση πάνω σε αυτές. Οπότε καθεμία από τις συναντήσεις είχε διάρκεια περίπου 3 ωρών.

Όσον αφορά τη συνάντηση μετά την επίσκεψη στο ΙΤΕ, είχε διάρκεια περίπου 2 ώρες και οι βασικοί άξονες γύρω από τους οποίους κινήθηκε η συζήτηση ήταν οι εξής:

- Αν οι φοιτητές κατάφεραν να διακρίνουν κάποιες από τις πτυχές της ΦΤΕ που τους παρουσιάστηκαν σε αυτά που είδαν στο ερευνητικό κέντρο
- Πως αντιλήφθηκε ο κάθε φοιτητής τον τρόπο με τον οποίο δουλεύουν οι επιστήμονες
- Τι από όλα αυτά που είδε ο καθένας θα μπορούσε να ενσωματωθεί σε διδασκαλίες Δ.Μ.

Κάθε συνάντηση που πραγματοποιήθηκε ηχογραφήθηκε και έπειτα ακολούθησε η απομαγνητοφώνησή της.

### Σχέδια διδασκαλίας/ Φύλλα Εργασίας

Τα σχέδια διδασκαλίας και τα φύλλα εργασίας που ανέπτυξαν οι φοιτητές αποτέλεσαν μια επιπλέον πηγή δεδομένων για την παρούσα έρευνα. Συνολικά οι φοιτητές έφτιαξαν 38 φύλλα εργασίας και τα αντίστοιχα σχέδια διδασκαλίας καθόλη τη διάρκεια της έρευνας.

Στην αρχική φάση και αφού οι φοιτητές είχαν επιμορφωθεί πάνω στη Δ.Μ., κλήθηκαν να σχεδιάσουν από 3 διδασκαλίες Δ.Μ. ο καθένας, πάνω σε θεματική ενότητα της δικής τους αρεσκείας, τις οποίες και θα εφάρμοζαν σε μαθητές δημοτικού που θα επισκέπτονταν το εργαστήριο του πανεπιστημίου. Άρα κάθε φοιτητής έπρεπε να ετοιμάσει από 3 σχέδια διδασκαλίας με τα αντίστοιχα φύλλα εργασίας για τις αρχικές του διδασκαλίες, με τον συνολικό αριθμό των σχεδίων διδασκαλίας και των φύλλων εργασίας να φτάνει τα 23 για το καθένα. Αντίστοιχα, και μετά τις δράσεις που πραγματοποιήθηκαν πάνω στη ΦτΕ, οι φοιτητές ήταν ελεύθεροι να εφαρμόσουν σε 4-6 διδακτικές ώρες τις ενότητες που ανέπτυξαν τελικά και παρουσιάστηκαν σε προηγούμενη ενότητα (βλ. Πίνακα 3, σελ. 37). Έτσι κατά την εκπόνηση των τελικών διδασκαλιών, οι φοιτητές δημιούργησαν συνολικά 15 σχέδια διδασκαλίας με τα αντίστοιχα φύλλα εργασίας.

### Κλείδα παρατήρησης

Τέλος, για την παρακολούθηση τόσο των αρχικών διδασκαλιών που έλαβαν χώρα στο εργαστήριο Φυσικής και Χημείας του Πανεπιστημίου Κρήτης, όσο και των τελικών που πραγματοποιήθηκαν στο 9<sup>ο</sup> και στο 6<sup>ο</sup> Δημοτικό Σχολείο Ρεθύμνου στα πλαίσια της σχολικής πρακτικής των φοιτητών, αναπτύχθηκε κλείδα παρατήρησης (βλ. Παράρτημα 4) η οποία ήταν χωρισμένη σε δύο μέρη.

Στο πρώτο μέρος καταγράφονταν οι ενέργειες του εκπαιδευτικού που είχαν να κάνουν με τη διδασκαλία μέσω διερεύνησης. Πιο συγκεκριμένα, το πρώτο μέρος της κλείδας είχε χωριστεί στις διαστάσεις της Δ.Μ. που θα έπρεπε να αναπτύξει ο φοιτητής, και κάθε διάσταση είχε επιμέρους ερωτήσεις τις οποίες συμπλήρωνες με ΝΑΙ ή ΟΧΙ. Δίπλα από κάθε ερώτηση υπήρχε κενός χώρος όπου ο ερευνητής μπορούσε να συμπληρώσει σημαντικές παρατηρήσεις που αφορούσαν την αντίστοιχη διάσταση.

Το δεύτερο μέρος της κλείδας παρατήρησης, είχε να κάνει με αναφορές που θα πραγματοποιούσε ο φοιτητής κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας του σε συγκεκριμένες πτυχές της ΦτΕ. Έτσι, στο δεύτερο μέρος υπήρχαν οι 8 πτυχές πάνω στις οποίες είχαν επιμορφωθεί οι φοιτητές μαζί με δύο κουτάκια για να σημειωθεί αν έγινε ή όχι αναφορά στο μάθημα. Δίπλα ακριβώς από κάθε πτυχή υπήρχε πάλι κενός χώρος για να συμπληρωθεί η ακριβής αναφορά του φοιτητή και άλλα πιθανά σχόλια που κρίνονταν απαραίτητα.

## 6.2 Ανάλυση δεδομένων

Η ανάλυση των δεδομένων στην παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 2 διαστάσεις και χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης (Mayring, 2015). Η πρώτη διάσταση αφορά την ανάλυση των αντιλήψεων των φοιτητών πάνω στη ΦτΕ όπως αυτές καταγράφηκαν στο αρχικό ερωτηματολόγιο και τις συνοδευτικές ατομικές συνεντεύξεις. Η δεύτερη διάσταση σχετίζεται με την ανάπτυξη ενοτήτων Δ.Μ. από τους φοιτητές, όπως αυτές αποτυπώθηκαν μέσα από τα σχέδια διδασκαλίας, τα φύλλα εργασίας και τις κλείδες παρατήρησης.

### Αντιλήψεις πάνω στη ΦτΕ

Η κατηγοριοποίηση που πραγματοποιήθηκε για την ανάλυση των αντιλήψεων των φοιτητών πάνω στη ΦτΕ, έγινε σύμφωνα με το κατά πόσο οι αντιλήψεις αυτές συμβαδίζουν με τις επικρατούσες επιστημονικές, όπως αυτές αποτυπώνονται στη βιβλιογραφία. Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται τα κριτήρια της κατηγοριοποίησης των αντιλήψεων στη ΦτΕ, ενώ υπάρχει και η ανάλογη βαθμολόγηση της κάθε κατηγορίας. Δηλαδή, αντιλήψεις που δε συμβαδίζουν με τις επικρατούσες επιστημονικές θεωρούνται λανθασμένες και βαθμολογούνται με 0 βαθμούς, όταν σε κάποια σημεία συμβαδίζουν και σε άλλα δε συμβαδίζουν κρίνονται ως ασαφείς και παίρνουν 1 βαθμό, ενώ όταν ταυτίζονται με τις επιστημονικές απόψεις θεωρούνται ενημερωμένες και βαθμολογούνται με 2 βαθμούς.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΚΡΙΤΗΡΙΟ	ΒΑΘΜΟΣ
<b>Λανθασμένες</b>	<i>Οι απόψεις των φοιτητών δε συμβαδίζουν με τις επικρατούσες επιστημονικές</i>	<b>0</b>
<b>Ασαφείς</b>	<i>Οι αντιλήψεις των φοιτητών σε κάποιες περιπτώσεις συμβαδίζουν και σε άλλες δε συμβαδίζουν με τις επικρατούσες επιστημονικές</i>	<b>1</b>
<b>Ενημερωμένες</b>	<i>Οι απόψεις των φοιτητών συμβαδίζουν με τις επικρατούσες επιστημονικές</i>	<b>2</b>

Πίνακας 4. Κατηγοριοποίηση Αντιλήψεων στη ΦτΕ

Στη συνέχεια στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται ενδεικτικά παραδείγματα των αντιλήψεων των φοιτητών πάνω σε κάθε πτυχή της ΦτΕ που μελετάμε στην παρούσα έρευνα, όπως αυτές αποτυπώθηκαν στα εργαλεία συλλογής δεδομένων. Τα παραδείγματα στην κάθε πτυχή έχουν τοποθετηθεί ανά κατηγορία (βαθμό), ώστε να υπάρχει ένα παράδειγμα σε καθεμία περίπτωση<sup>1</sup>. Στις ασαφείς αντιλήψεις (βαθμός 1)

<sup>1</sup> Στην πτυχή της συμπερασματικής φύσης δεν υπάρχει παράδειγμα λανθασμένης αντίληψης (0 βαθμός) καθώς δεν παρουσιάστηκε κάτι τέτοιο στα δεδομένα που συλλέχθηκαν.

παρουσιάζονται δύο αποσπάσματα για να τονιστεί η ασυμφωνία όσων λέει ο φοιτητής πάνω στη συγκεκριμένη πτυχή. Οι αντιλήψεις των φοιτητών που παρουσιάζονται στον πίνακα είναι απαντήσεις πάνω στις ερωτήσεις που έγιναν στο αρχικό ερωτηματολόγιο και στις συνεντεύξεις που δόθηκαν στη συνέχεια<sup>2</sup>.

<b>Πτυχή ΦτΕ</b>	<b>Βαθμός</b>	<b>Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα</b>
<b>Εμπειρική</b>	0	«Ο τρόπος ανάπτυξης της επιστημονικής γνώσης είναι ίδιος σε όλους τους κλάδους, τα στάδια είναι συγκεκριμένα, απλά στις θετικές επιστήμες έχει λίγο περισσότερο ψάξιμο η έρευνα»
	1	- «Οι φυσικές επιστήμες χρησιμοποιούν πειραματικές διαδικασίες σε αντίθεση με τις κοινωνικές που το αντικείμενο το οποίο θέλουν να διερευνήσουν δεν είναι χειροπιαστό τις περισσότερες φορές» - «Βέβαια και η ανάκλαση δεν είναι κάτι που το πιάνεις, όπως και οι συμπεριφορές των ανθρώπων...δεν είμαι σίγουρη.»
	2	«...στις φυσικές επιστήμες έχουν ερωτήματα ή προβληματισμούς τους οποίους επιβεβαιώνουν ή απορρίπτουν, αλλά μέσω πειραματικών διαδικασιών, οπότε είναι βάσιμα. Βασίζονται σε στοιχεία τα οποία είναι απτά»
<b>Συμπερασματική</b>	1	- «Για το άτομο δεν είμαι σίγουρη αλλά νομίζω ότι το έχουν δει σε μικροσκόπιο, οπότε μπορούν να το περιγράψουν. Δεν μπορώ να σκεφτώ κάτι άλλο» - «Θα έλεγα όμως ότι έχουν αντιληφθεί την ύπαρξη της βαρύτητας, παρατηρώντας και μελετώντας άλλα αντικείμενα πως λειτουργούν στα πλαίσια της βαρύτητας, δηλ. πως λειτουργούν ως προς αυτό το φαινόμενο»
	2	«Τη βαρύτητα δεν μπορούν να την δουν αλλά μπορούν να δουν τα αποτελέσματά της, τα οποία τα συνδυάζουν με όσα γνωρίζουν και χρησιμοποιώντας τη δημιουργικότητά τους καταλήγουν στο συμπέρασμα της ύπαρξής της»
<b>Έμφορτη θεωρίας</b>	0	«Από γνωστικό υπόβαθρο θεωρώ πως θα έχουν το ίδιο. Να έχει να κάνει με το πως τα ερμηνεύει ο καθένας; Δεν ξέρω βέβαια κατά πόσο στην επιστήμη μπορούμε να ερμηνεύσουμε όπως θέλουμε κάτι. Δεν είμαι σίγουρη»
	1	- «Παίζει και ο υποκειμενικός παράγοντας κατά την ερμηνεία αν και κανονικά αυτό δεν είναι σωστό, αλλά πολλές φορές συμβαίνει, άρα υπάρχει η πιθανότητα να καταλήξουν σε διαφορετικά συμπεράσματα» - «Βέβαια στις θετικές νομίζω πως δεν ισχύει κάτι τέτοιο, άρα ξέχνα τον υποκειμενικό παράγοντα, στις θετικές τα αποτελέσματα είναι αντικειμενικά και χειροπιαστά»

<sup>2</sup> Τα παραδείγματα που παρουσιάζονται στον πίνακα είναι απαντήσεις συγκεκριμένων ερωτήσεων του ερωτηματολογίου και της συνέντευξης που ακολουθήθηκε, οπότε για οποιαδήποτε διευκρίνιση σχετικά με τη φύση των παραδειγμάτων, ανατρέξτε στα Παραρτήματα 1 και 2.

	2	«Δεν είναι απαραίτητο να καταλήξουν στα ίδια συμπεράσματα, γιατί οι ίδιοι θα έχουν πάντα μια υποκειμενική γνώση και ματιά, που τους εμποδίζει να καταλήξουν σε ταυτόσημα συμπεράσματα. Πιστεύω ότι παίζει ρόλο και η υποκειμενική άποψη του καθένα και οι γνώσεις που κατέχει ο καθένας για να καταλήξει σε κάποιο συμπέρασμα. Μπορεί να δουλέψουν με τον ίδιο τρόπο να πάρουν τα ίδια δεδομένα, αλλά να τα ερμηνεύσουν διαφορετικά»
<b>Μύθος της επιστημονικής μεθόδου</b>	0	«Η ανάπτυξη επιστημονικής γνώσης σίγουρα απαιτεί πειράματα. Φαντάζομαι και στην αστρονομία εκτελούνται τα ανάλογα πειράματα. Μπορεί να είναι διαφορετικά από της χημείας, αλλά πιστεύω πως είναι απαραίτητα.»
	1	- «Η μέθοδος που ακολούθησε για την διεξαγωγή συμπερασμάτων ήταν η παρατήρηση, μέθοδος που χρησιμοποιείται στις φυσικές επιστήμες» - «Απλά η επιστήμη στηρίζεται και στο πείραμα, δε στηρίζεται μόνο στην παρατήρηση. Έχει συνδυασμό των δύο»
	2	«Κατά βάση η ανάπτυξη επιστημονικής γνώσης στις φυσικές επιστήμες απαιτεί πειραματικές διαδικασίες αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις που δεν είναι υποχρεωτικό και μπορεί να καταλήξει και μέσω της παρατήρησης»
<b>Κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης</b>	0	«Από τη στιγμή που όλες οι διαδικασίες που ακολούθησαν στην έρευνα ήταν σωστές δεν μπορώ να σκεφτώ για ποιο λόγο να μην βγει το φάρμακο σε κυκλοφορία»
	1	- «Νομίζω ότι μπορεί να βγει σε κυκλοφορία, αφού ακολουθήθηκαν όλα τα απαραίτητα στάδια, έγιναν οι κατάλληλοι έλεγχοι και είδαν ότι δεν υπάρχουν παρενέργειες» - «...βέβαια εργάζονται για την φαρμακευτική, οπότε ίσως να πρέπει η έρευνα να ελεγχθεί με κάποιον τρόπο και από άλλους επιστήμονες που να μη σχετίζονται με αυτή»
	2	- «Όχι, θα πρέπει τα αποτελέσματά τους να δημοσιευθούν και να ελεγχθούν για την εγκυρότητά τους και από άλλους επιστήμονες»
<b>Η επιστημονική έρευνα ξεκινάει με ένα ερώτημα</b>	0	- «...το ερώτημα που θα τεθεί μπορεί να μην απαντηθεί ή μπορεί να φανεί άχρηστο. Μια έρευνα, λοιπόν, μπορεί να ξεκινήσει και χωρίς να υπάρχει κάποιο ερώτημα»
	1	- «Θεωρώ ότι καλό θα ήταν οι έρευνες να ξεκινούν με ένα επιστημονικό ερώτημα, γιατί γίνονται πιο συγκεκριμένες» - «... νομίζω πως χρειάζεται το ερώτημα, πιστεύω όμως πως υπάρχουν και εξαιρέσεις»
	2	«Πάντα θα πρέπει να υπάρχει ένα ερώτημα, ακόμα και σε αυτούς που δεν το έχουν ξεκάθαρο. Δεν μπορεί να υπάρξει έρευνα χωρίς ερώτημα, γιατί το ερώτημα σε καθοδηγεί»



<b>Πτυχή ΦτΕ</b>	<b>Βαθμός</b>	<b>Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα</b>
<b>Αναγνώριση και διαχείριση ανώμαλων δεδομένων</b>	0	«δεν ξέρω τι να απαντήσω, από τι στιγμή που βλέπει κάποιος λάθος ψάχνει να βρει που είναι το λάθος και να το διορθώσει»
	1	«...φαντάζομαι θα επαναλάβουν το πείραμα για να σιγουρευτούν και αναλόγως μετά θα πράξουν» «...δεν μπορεί βέβαια να το λάβει υπόψη αν για παράδειγμα δεν ταιριάζει σε κάποια θεωρία που ισχύει»
	2	- «...οι επιστήμονες έχουν γνώσεις πάνω στο αντικείμενο και μπορούν να διακρίνουν αν κάτι δεν ταιριάζει» - «...σίγουρα θα πρέπει να επαναλάβουν το πείραμα για να επιβεβαιώσουν ότι δεν έχει γίνει κάποιο λάθος και αν εμφανίζεται συνέχεια θα το συμπεριλάβουν στα δεδομένα»
<b>Τα αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα</b>	0	«Καταλήγω στο συμπέρασμα ότι όσο περισσότερο εκθέτεις το φυτό στον ήλιο τόσο λιγότερο αναπτύσσεται. Ναι, αφού στα 25 λεπτά δεν αναπτύχθηκε καθόλου και στα 0 λεπτά αναπτύχθηκε 25 εκ.. Στα υπόλοιπα ενδιάμεσα παρατηρώ ότι δεν υπάρχει μια κλιμακωτή ανάπτυξη του φυτού. Οπότε θα πάρω μόνο τα ακραία αποτελέσματα»
	1	- «Βλέπω από τον πίνακα, με λιγότερη έκθεση περισσότερη ανάπτυξη και ακυρώνεται αυτομάτως αυτό που λέει για περισσότερη έκθεση. Τα δεδομένα το ακυρώνουν» - ...δεν μπορώ να απαντήσω γιατί γνωρίζω πως τα φυτά χρειάζονται ήλιο για να αναπτυχθούν»
	2	«Από τον πίνακα φαίνεται ότι το φυτό αναπτύσσεται με ή χωρίς την παρουσία του ήλιου. Συνεπώς, τα δεδομένα δείχνουν ότι η ανάπτυξη του φυτού είναι ανεξάρτητη από την καθημερινή του έκθεση στον ήλιο.»

**Πίνακας 5. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα ανά πτυχή της ΦτΕ**

### Ανάπτυξη ενοτήτων Δ.Μ.

Το κυριότερο μέρος της ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα έγινε πάνω στις ενότητες Δ.Μ. που ανέπτυξαν οι φοιτητές. Σε αυτό το επίπεδο βασικοί μας στόχοι ήταν δύο:

- I. Να καταγραφεί αν υπήρξε κάποια επίδραση στη δόμηση των ενοτήτων από τους φοιτητές λόγω των δράσεων που έγιναν σχετικά με τη ΦτΕ και
- II. Να ελεγχθεί ποιες από τις πτυχές της ΦτΕ επηρέασαν τους φοιτητές στην ανάπτυξη των τελικών ενοτήτων Δ.Μ.

Αρχικά, για να εντοπίσουμε πιθανές διαφοροποιήσεις στις ενότητες Δ.Μ. που δόμησε ο κάθε φοιτητής, εξετάστηκαν τα φύλλα εργασίας και τα σχέδια διδασκαλίας που ανέπτυξε ο καθένας, με σκοπό να ελέγξουμε αν και με ποιον τρόπο είχε ενσωματώσει στη διδασκαλία του κάθε μία από τις παρακάτω διαστάσεις:

- 1) Προσανατολισμός
- 2) Δημιουργία ερωτήματος
- 3) Σχεδιασμός έρευνας
- 4) Διεξαγωγή ερευνητικής διαδικασίας
- 5) Καταγραφή δεδομένων
- 6) Ανάλυση - ερμηνεία δεδομένων
- 7) Συμπέρασμα
- 8) Επικοινωνία – Αξιολόγηση

Στη συνέχεια για να διαπιστώσουμε ποιες από τις πτυχές της ΦτΕ επηρέασαν τον κάθε φοιτητή στην ανάπτυξη των τελικών ενοτήτων Δ.Μ., πραγματοποιήθηκε μια αντιστοίχιση μεταξύ των πτυχών της ΦτΕ και των διαστάσεων της Δ.Μ. που παρουσιάστηκαν στους φοιτητές.

#### *ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ Δ.Μ.*

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο μετά την ολοκλήρωση της επιμόρφωσης πάνω στη Δ.Μ., δόθηκε στους φοιτητές εκτός από την ανάλογη βιβλιογραφία και ένα ενδεικτικό σχέδιο διδασκαλίας/ φύλλο εργασίας (βλ. Παράρτημα 5). Έχοντας αυτό ως βάση πραγματοποιήθηκε η κατηγοριοποίηση των διδασκαλιών ανά διάσταση, όπου σε πρώτο βαθμό γινόταν έλεγχος αν η κάθε διάσταση εμφανιζόταν στη διδασκαλία. Σε περίπτωση που υπήρχε, σε δεύτερο βαθμό παρατηρούσαμε αν η ύπαρξή της διάστασης ήταν σε αντιστοιχία με εκείνη από την ενδεικτική διδασκαλία που είχαν παραλάβει κατά την επιμόρφωσή τους ή η εμφάνισή της είχε εμπλουτιστεί με κάποια νέα στοιχεία τα οποία και καταγράφαμε. Επίσης όπως αποτυπώνεται και παρακάτω (βλ. Πίνακα 6), μπορούμε να διακρίνουμε πως για κάθε κατηγορία υπάρχει κλιμακωτή βαθμολόγηση και ένα ενδεικτικό παράδειγμα.

<b>Βαθμός</b>	<b>Κριτήριο</b>	<b>Παράδειγμα</b>
<b>0</b>	<b>Απουσία σταδίου</b>	<i>Στη διδασκαλία δεν παρατηρείται η διάσταση του σχεδιασμού της έρευνας</i>
<b>1</b>	<b>Ύπαρξη σταδίου σε αντιστοιχία με το ενδεικτικό</b>	<i>Στο ενδεικτικό φύλλο εργασίας η διάσταση του σχεδιασμού της έρευνας αποτυπώνεται ως: «Προτείνετε μια πειραματική διαδικασία με την οποία θα μπορούσε να διαπιστωθεί αυτό που υποστηρίζετε» και ο φοιτητής το χρησιμοποιεί με τον ίδιο ακριβώς τρόπο.</i>
<b>2</b>	<b>Ύπαρξη σταδίου με εμπλουτισμό στοιχείων σε σχέση με το ενδεικτικό</b>	<i>Στη διάσταση της διεξαγωγής της έρευνας, στο ενδεικτικό σχέδιο διδασκαλίας δίνονται τα εργαλεία για την κατασκευή του κυκλώματος, ενώ σε σχέδιο διδασκαλίας φοιτητή κατασκευάζεται από τους μαθητές το εργαλείο που θα χρησιμοποιήσουν στην έρευνα (ηλιακός φούρνος).</i>

**Πίνακας 6. Κατηγοριοποίηση διδασκαλιών ανά διάσταση**

Λόγω του τρόπου με τον οποίο πραγματοποιήθηκε η κατηγοριοποίηση, θεωρείται σημαντικό να γίνει μια ανάλυση ανά διάσταση της ενδεικτικής διδασκαλίας που δόθηκε στους φοιτητές. Έτσι παρακάτω καταγράφεται σε κάθε διάσταση Δ.Μ., ο

τρόπος με τον οποίον αυτό παρουσιάζεται μέσα από το ενδεικτικό σχέδιο διδασκαλίας και το φύλλο εργασίας. Επίσης στον παρακάτω πίνακα (βλ. Πίνακα 7), θα δοθούν παραδείγματα για κάθε διάσταση Δ.Μ., στα οποία θα αποτυπώνεται (όπου παρατηρήθηκε) ο εμπλουτισμός του συγκεκριμένου σταδίου από τον φοιτητή με κάποιο διαφορετικό στοιχείο σε σχέση με το ενδεικτικό<sup>3</sup>.

<i>Διάσταση Δ.Μ.</i>	<b>Εμφάνιση στο ενδεικτικό φύλλο εργασίας</b>	<b>Παράδειγμα εμπλουτισμένης διάστασης</b>
<i>ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ</i>	Η ανίχνευση της προϋπάρχουσας γνώσης γίνεται μέσα από τη συμπλήρωση ενός νοητικού χάρτη. Επίσης, ζητείται από τους μαθητές να εκφράσουν τις απόψεις τους, μέσω μιας ρητής ερώτησης στο φύλλο εργασίας «Εσείς τι πιστεύετε; Αιτιολογήστε τη γνώμη σας».	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ζητούνται όλες οι απαραίτητες προϋπάρχουσες γνώσεις μέσα από τη συμπλήρωση ενός σταυρόλεξου ή τη δημιουργία μιας κατασκευής (ηλεκτρικό κύκλωμα)</li> <li>- Οι μαθητές επιλέγουν μόνοι τους τα αντικείμενα που πιστεύουν ότι χρειάζονται για να δημιουργήσουν ένα κύκλωμα και προσπαθούν να το κατασκευάσουν.</li> </ul>
<i>ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ</i>	Το ερώτημα δίνεται από τον εκπαιδευτικό και προκύπτει μέσα από μια προβληματική κατάσταση που παρουσιάζεται σε ένα κείμενο.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Το ερώτημα το αναπτύσσουν οι ίδιοι οι μαθητές</li> <li>- Οι μαθητές επιλέγουν μέσα από διαφορετικά ερωτήματα το κατάλληλο προς διερεύνηση</li> </ul>
<i>ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</i>	Ζητείται από τους μαθητές μέσα από τη φράση « <i>Προτείνετε μια πειραματική διαδικασία με την οποία θα μπορούσε να διαπιστωθεί αυτό που υποστηρίζετε</i> ». Στη συνέχεια εκτελείται το πείραμα που είχε σχεδιάσει ο εκπαιδευτικός.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Οι μαθητές σχεδιάζουν μόνοι τους την πειραματική διαδικασία και την εκτελούν</li> <li>- Ο εκπαιδευτικός σχεδιάζει μια έρευνα χωρίς πείραμα, η οποία βασίζεται μόνο στην παρατήρηση.</li> </ul>
<i>ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ</i>	Τα εργαλεία - υλικά είναι απλά, καθημερινά (κασετίνα) και δίνονται από τον εκπαιδευτικό στους μαθητές, μαζί με τις οδηγίες για το πώς ακριβώς θα πρέπει να εκτελέσουν το πείραμα	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Οι μαθητές επιλέγουν μόνοι τους ή κατασκευάζουν τα εργαλεία – υλικά που θα χρειαστούν για την έρευνα.</li> <li>- Ο εκπαιδευτικός δίνει στους μαθητές σύγχρονα εργαλεία μέτρησης (αισθητήρες μέτρησης, τάμπλετ κ.α.), τα οποία και χρησιμοποιούν οι ίδιοι για να συλλέξουν τα δεδομένα</li> <li>- Οι μαθητές εκτελούν τα πειράματα χωρίς να διαβάζουν οδηγίες που έχουν δοθεί από τον εκπαιδευτικό</li> <li>- Οι μαθητές συλλέγουν τα δεδομένα μέσα από συστηματική παρατήρηση.</li> </ul>

<sup>3</sup> Στο στάδιο της δημιουργίας ερωτήματος, δεν παρατηρήθηκαν διαφορετικές προσεγγίσεις από τους φοιτητές σε σχέση με το ενδεικτικό σχέδιο διδασκαλίας/φύλλο εργασίας και στον πίνακα ως παραδείγματα δίνονται προσδοκώμενες διαφοροποιήσεις του ερευνητή.

<i>ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</i>	Η καταγραφή των δεδομένων γίνεται περιγραφικά, μέσα από τη συμπλήρωση στο φύλλο εργασίας της ερώτησης «Τι παρατηρείτε;»	Η καταγραφή των δεδομένων γίνεται συστηματικά μέσα από κάποιον πίνακα ή τα δεδομένα καταγράφονται σε τάμπλετ μέσω γραφικών παραστάσεων, πινάκων κ.α.
<i>ΑΝΑΛΥΣΗ-ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</i>	Ο εκπαιδευτικός μέσα από την ερώτηση «Για ποιο λόγο νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;» στο φύλλο εργασίας, προτρέπει τους μαθητές, να δώσουν μια εξήγηση σε αυτό που παρατήρησαν πριν, ενώ υπάρχει και η βοηθητική ερώτηση για την ερμηνεία «Ασκούνται δυνάμεις στην κασετίνα κατά τη διάρκεια της κίνησης;»	Κατά την ανάλυση των δεδομένων οι μαθητές μέσα από νοητικές διεργασίες ψάχνουν για συσχετισμούς των δεδομένων που κατέγραψαν, βρίσκουν αναλογίες ή κάποια μοτίβα που εμφανίζονται σε αυτά, ώστε να δώσουν μια εμπειριστατωμένη ερμηνεία που να αποτυπώνεται ξεκάθαρα σε αυτά.
<i>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ</i>	Ο εκπαιδευτικός ζητάει ρητά μέσα από την ερώτηση «Τι συμπέρασμα μπορούμε να βγάλουμε;», οι μαθητές να καταλήξουν σε ένα γενικό συμπέρασμα βασισμένοι στην ανάλυση των δεδομένων.	Το συμπέρασμα βγαίνει σε συνδυασμό των δεδομένων που έχουν συλλέξει οι μαθητές και όσων είναι ήδη γνωστά (δηλ. δίνεται έγκυρη επιστημονική γνώση ώστε μέσω αυτής και των δεδομένων που συλλέχθηκαν να εξαγάγουν το συμπέρασμα).
<i>ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ</i>	Ο εκπαιδευτικός μέσα από ερωτήσεις στο φύλλο εργασίας, ζητά από τους μαθητές να συνοψίσουν τα βασικά σημεία του μαθήματος και να περιγράψουν την όλη διαδικασία με την οποία οδηγήθηκαν από τις αρχικές στις τελικές τους απόψεις.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Οι μαθητές καλούνται να παρουσιάσουν τα αποτελέσματα της έρευνας που έκαναν στους συμμαθητές τους, αναπτύσσοντας και αιτιολογώντας ισχυρισμούς βάσει των δεδομένων τους.</li> <li>- Η επικοινωνία – αξιολόγηση πραγματοποιείται με τη δημιουργία μιας κατασκευής (φακός), μέσω της οποίας οι μαθητές αναστοχάζονται πάνω σε όσα έπραξαν και κατέληξαν στην έρευνα και τα παρουσιάζουν στους συμμαθητές τους.</li> </ul>

Πίνακας 7. Ανάλυση διαστάσεων Δ.Μ. (Ενδεικτικό & Εμπλουτισμένο)

#### *ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗ ΠΤΥΧΩΝ ΤΗΣ ΦτΕ ΜΕ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ Δ.Μ.*

Στη συνέχεια, έγινε προσπάθεια να ελεγχθεί ποιες από τις πτυχές της ΦτΕ που παρουσιάστηκαν στους φοιτητές, τους επηρέασαν στην ανάπτυξη των τελικών τους διδασκαλιών. Για να επιτευχθεί αυτό χρειάστηκε να πραγματοποιηθεί μια αντιστοίχιση μεταξύ των πτυχών της ΦτΕ που παρουσιάστηκαν στους φοιτητές και των διαστάσεων της Δ.Μ..

Η συγκεκριμένη αντιστοίχιση αποτυπώνεται επιγραμματικά στην Εικόνα 8, ενώ στη συνέχεια παρουσιάζεται πιο αναλυτικά η λογική βάσει της οποίας αυτή πραγματοποιήθηκε.

Έμφορτη θεωρίας φύση	• ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ
Η έρευνα ξεκινά με ερώτημα	• ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ
Μύθος της επιστημονικής μεθόδου	• ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ
Εμπειρική φύση	• ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ
Αναγνώριση και διαχείριση των ανώμαλων δεδομένων	• ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
Τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα	• ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
Συμπερασματική φύση	• ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ
Κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης	• ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Εικόνα 8. Αντιστοίχιση Πτυχές της ΦτΕ - Διαστάσεις Δ.Μ.

Αρχικά, σχετικά με την πρώτη διάσταση της Δ.Μ., αυτή του *προσανατολισμού*, υπάρχει μία εμφανής συσχέτιση με την «**έμφορτη θεωρίας φύση**» της επιστήμης. Αυτό εξηγείται καθώς από τη μία αναφέρεται πως η έρευνα που θα πραγματοποιήσει ένας επιστήμονας επηρεάζεται μεταξύ άλλων από τις πεποιθήσεις του, την πρότερη γνώση του και τις προσδοκίες του (Abd-El-Khalick et al., 2008), ενώ από την άλλη κατά τη φάση της εμπλοκής των μαθητών στην ερευνητική διαδικασία ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να αναδειξεί τις προϋπάρχουσες γνώσεις και να εντοπίσει τις εσφαλμένες αντιλήψεις των μαθητών (Bybee et al., 2006).

Επόμενη διάσταση της Δ.Μ. είναι η *δημιουργία ερωτήματος*, το οποίο ταυτίζεται με το ότι «**η επιστημονική έρευνα ξεκινά με ένα ερώτημα**». Εδώ βλέπουμε πως από τη μία υπάρχει το γεγονός πως μία έρευνα δεν μπορεί να υφίσταται χωρίς να υπάρχει ένα επιστημονικό ερώτημα το οποίο να την οδηγεί (Lederman, 2014) και από την άλλη η διάσταση της Δ.Μ. που αναφέρεται στην ανάπτυξη «καλών» ερευνητικά ερωτημάτων, ιδανικά από τους μαθητές, τα οποία να είναι δυνατόν να διερευνηθούν με επιστημονικό τρόπο (Bell et al., 2010).

Παρατηρώντας τον «**μύθο της επιστημονικής μεθόδου**», διακρίνουμε πως αυτή η πτυχή μπορεί να αντιστοιχηθεί με τη διάσταση του *σχεδιασμού της έρευνας*. Οι επιστήμονες όταν θέλουν να μελετήσουν μια υπόθεση, δε χρησιμοποιούν μια μοναδική και προκαθορισμένη ακολουθία δραστηριοτήτων για να φτάσουν στην έγκυρη γνώση (Lederman et al., 2002). Παρότι η πειραματική έρευνα θεωρείται από πολλούς ως η «σωστή» επιστημονική μέθοδος, υπάρχουν κι άλλες διαδικασίες που οδηγούν τους επιστήμονες στη γνώση, όπως μέσω της παρατήρησης (π.χ. αστρονομία). Ομοίως, κατά τη φάση του σχεδιασμού της έρευνας στην τάξη, λόγω της έμφασης που δίνεται στο πείραμα στα σχολεία οι μαθητές θεωρούν πως υπάρχει μια συγκεκριμένη ακολουθία βημάτων σε κάθε έρευνα. Για το λόγο αυτό, ο

εκπαιδευτικός θα πρέπει να αναπτύξει στους μαθητές την ικανότητα να μπορούν να σχεδιάσουν και να εκτελέσουν διαφορετικά είδη ερευνών (Lederman et al., 2014).

Η επόμενη πτυχή που θα μελετήσουμε είναι η «**εμπειρική φύση**» της επιστήμης. Η πτυχή αυτή μας δείχνει πως οι επιστήμονες για να παραγάγουν γνώση βασίζονται, τουλάχιστον σε ένα βαθμό, σε παρατηρήσεις του φυσικού κόσμου και αργά ή γρήγορα για να εδραιώσουν τους επιστημονικούς τους ισχυρισμούς θα χρειαστεί να αναφερθούν σε παρατηρήσιμα στοιχεία (Lederman et al., 2002). Παρόλα αυτά οι επιστήμονες δεν έχουν πάντα άμεση πρόσβαση στα περισσότερα φυσικά φαινόμενα, καθώς οι παρατηρήσεις τους σχεδόν πάντα φιλτράρονται από το ανθρώπινο αντιληπτικό σύστημα, για το λόγο αυτό χρησιμοποιούν ειδικά κατασκευασμένα όργανα που θα μπορέσουν να τα κάνουν «παρατηρήσιμα» (Abd-El-Khalick et al., 2008). Η πτυχή αυτή σε μια διδασκαλία Δ.Μ., ταιριάζει ιδιαίτερα με τη διάσταση της *διεξαγωγής της ερευνητικής διαδικασίας*. Η συγκεκριμένη διάσταση είναι ο σύνδεσμος με τα φυσικά φαινόμενα, η εμπειρική πτυχή της μάθησης μέσω διερεύνησης, όπου ο μαθητής για να συλλέξει τα δεδομένα της έρευνας έρχεται σε επαφή με το φαινόμενο που μελετάει (Bell et al., 2010). Επίσης για τη συλλογή των δεδομένων οι μαθητές θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν όργανα/εργαλεία τα οποία να μπορούν να τους δώσουν απτές παρατηρήσεις, πάνω στις οποίες θα πρέπει να στηριχτούν για να τεκμηριώσουν τελικά τους ισχυρισμούς τους.

Η διάσταση της *καταγραφής των δεδομένων* συνδέεται άμεσα με τη διεξαγωγή της έρευνας και γίνεται σχεδόν ταυτόχρονα με αυτήν. Πρόκειται για μια πολύ σημαντική διάσταση και θα πρέπει η καταγραφή των δεδομένων να είναι ιδιαίτερα προσεχτική, ώστε οι μαθητές να μπορέσουν να προχωρήσουν στο επόμενο βήμα που είναι η «ανάγνωση» των δεδομένων και η συνακόλουθη εξαγωγή των συμπερασμάτων. Είναι πολύ ουσιώδες οι μαθητές σε αυτή τη φάση να συνειδητοποιήσουν την αναγκαιότητα της επανάληψης των μετρήσεων. Έτσι, αφού τα δεδομένα τους διασταυρωθούν τουλάχιστον δύο φορές, θα έχουν μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στα εξαγόμενα συμπεράσματα και θα συνειδητοποιήσουν πως κάποια «περίεργα» αποτελέσματα, μπορεί και να οφείλονται σε μη σωστές μετρήσεις και να μαθαίνουν να είναι επιφυλακτικοί απέναντι σε αυτά (Χαλκιά, 2012). Η διάσταση της καταγραφής των δεδομένων μπορεί να αντιστοιχιστεί με την πτυχή της «**αναγνώρισης και διαχείρισης των ανώμαλων δεδομένων**» και αυτό γιατί όπως αναφέρθηκε παραπάνω για τους μαθητές, έτσι και οι ερευνητές είναι σημαντικό να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν όταν κάποια δεδομένα δεν ταιριάζουν με τις προσδοκίες τους. Αναγνωρίζοντάς τα μέσα από συνεχείς επαναλήψεις, καλούνται να τα διαχειριστούν με τρόπο τέτοιο (απόρριψη ως λάθος που αναιρεί την ανωμαλία, ένταξη χωρίς επεξήγηση, αγνόηση κ.α.) ώστε να καταλήξουν σε έγκυρα συμπεράσματα και πιθανώς στη γέννηση περαιτέρω ερωτημάτων και νέων ερευνών (Schwarz et al., 2008).

Στη συνέχεια βρίσκεται η πτυχή που λέει πως «**τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα**» που συλλέχθηκαν. Η επιστημονική γνώση όπως αναφέρθηκε και παραπάνω είναι εμπειρική και ως τέτοια, κάθε επιστημονικός ισχυρισμός πρέπει να αντανακλάται στα δεδομένα της έρευνας. Βέβαια, η ισχύς ενός επιστημονικού ισχυρισμού βασίζεται στα αποδεικτικά στοιχεία που και αυτά με τη

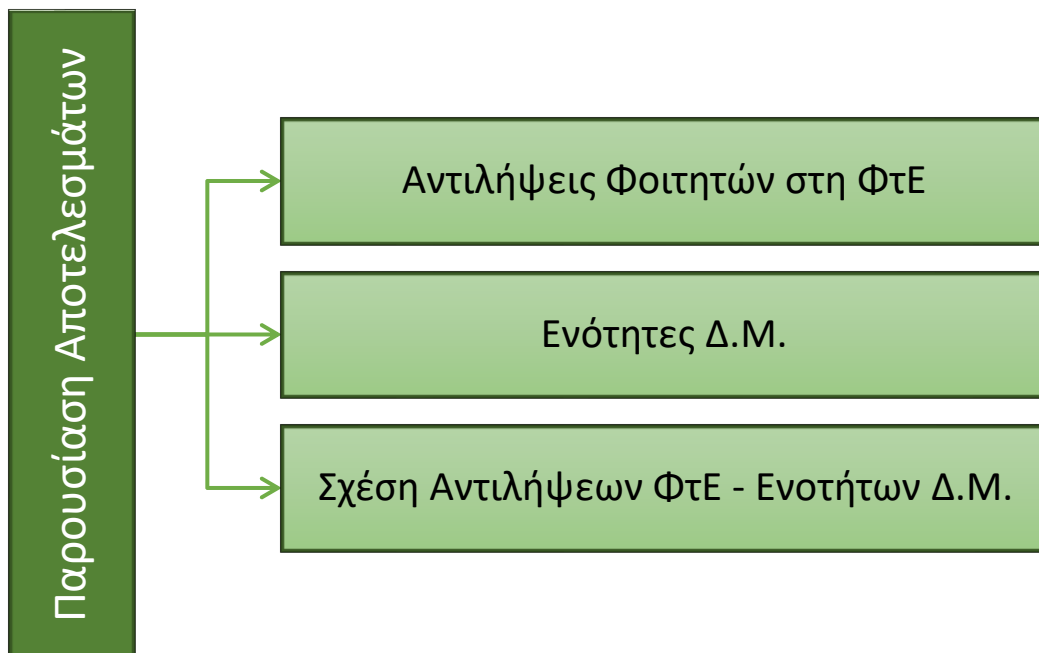
σειρά τους απορρέουν από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν. Επομένως, πρέπει να γίνεται διάκριση μεταξύ των δεδομένων και των αποδεικτικών στοιχείων και αυτό γιατί τα μεν πρώτα είναι παρατηρήσεις οι οποίες συλλέγονται από τον επιστήμονα κατά τη διάρκεια της έρευνας, ενώ τα δεύτερα από την άλλη είναι ένα προϊόν των διαδικασιών ανάλυσης των δεδομένων και είναι στενά συνδεδεμένα με ένα συγκεκριμένο ερώτημα ή ισχυρισμό (Lederman et al., 2014). Έτσι, μπορεί εύκολα να γίνει η αντιστοίχιση αυτής της πτυχής με τη διάσταση της *ανάλυσης των δεδομένων* η οποία και αποτελεί τη βάση των εμπειρικών ισχυρισμών και επιχειρημάτων για την πρόταση μιας επεξήγησης στο υπό διερεύνηση ερώτημα (Bell et al., 2010). Οι μαθητές σε αυτή τη φάση θα πρέπει να παρατηρήσουν προσεχτικά τα δεδομένα, όπως τα έχουν καταγράψει προηγουμένως, και στη συνέχεια να προσπαθήσουν να αναγνωρίσουν κανονικότητες που υπάρχουν σε αυτά ή να κάνουν συγκρίσεις για να βρουν συσχετισμούς, ώστε να μπορέσουν να δώσουν επαρκείς επεξηγήσεις και να καταλήξουν σε ένα τεκμηριωμένο συμπέρασμα (Χαλκιά, 2012).

Η «**συμπερασματική φύση**» της επιστήμης αναφέρεται ουσιαστικά στο διαχωρισμό μεταξύ παρατηρήσεων και συμπερασμάτων. Από τη μία οι παρατηρήσεις είναι περιγραφικές καταστάσεις που σχετίζονται με φυσικά φαινόμενα και οι παρατηρητές μπορούν να συμφωνήσουν εύκολα και από την άλλη τα συμπεράσματα είναι δηλώσεις για φαινόμενα που μπορεί να μην είναι άμεσα προσβάσιμα στις αισθήσεις μας και προσεγγίζονται μόνο αν μετρηθούν οι εκφάνσεις τους ή τα αποτελέσματά τους (Abd-El-Khalick et al., 2008), ενώ θα πρέπει να είναι σύμφωνες με τις ισχύουσες επιστημονικές αρχές (Lederman et al., 2014). Είναι μια πτυχή που μπορεί με ευκολία να αντιστοιχηθεί με τη διάσταση της εξαγωγής του *συμπεράσματος* και αυτό γιατί οι μαθητές σε αυτή τη φάση καλούνται να εμβαθύνουν στο τελικό αποτέλεσμα της διερεύνησής τους, δίνοντας επεξηγήσεις που βασίζονται τόσο στα δεδομένα που συλλέχθηκαν όσο και σε όσα είναι ήδη γνωστά, χωρίς όμως να ταυτίζουν την εξαγωγή συμπερασμάτων με την απλή περιγραφή των δεδομένων (Χαλκιά, 2012).

Τέλος, παρατηρώντας προσεχτικά την πτυχή των «**κοινωνικών διαστάσεων της επιστήμης**», μπορεί να γίνει η σύνδεση με τη διάσταση της *επικοινωνίας – αξιολόγησης*. Το στάδιο της αξιολόγησης θεωρείται μια αναστοχαστική διαδικασία που βοηθά τους μαθητές να κρίνουν την έρευνά τους, ενώ και στο στάδιο της επικοινωνίας οι μαθητές καλούνται μέσα από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνάς τους, να ενδυναμώσουν τη δεξιότητα της ανάπτυξης και αιτιολόγησης ισχυρισμών βάσει των δεδομένων που συνέλεξαν, αξιολογώντας παράλληλα την ίδια τους την εργασία (Bell et al., 2010). Έτσι, ο εκπαιδευτικός μπορεί να αντιληφθεί τη σημασία των δύο αυτών σταδίων, γνωρίζοντας πως και η επιστημονική γνώση είναι κοινωνικά διαπραγματεύσιμη, με την έννοια πως επικοινωνείται και αξιολογείται σε καθιερωμένους χώρους εντός της επιστημονικής κοινότητας (π.χ. επιστημονικά συνέδρια, επιστημονικά περιοδικά) με σκοπό την βελτίωση της εγκυρότητάς της μέσα από τους εξονυχιστικούς ελέγχους που δέχεται (Abd-El-Khalick et al., 2008).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων όπως αυτά προέκυψαν από την κατηγοριοποίηση και την ανάλυση των δεδομένων που περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Τα αποτελέσματα αυτά θα παρουσιαστούν σε τρεις ενότητες όπως αυτές φαίνονται στην Εικόνα 9. Αρχικά, θα γίνει η παρουσίαση των αντιλήψεων των φοιτητών πάνω στις πτυχές της ΦτΕ που ελέγχονται σε αυτήν την έρευνα, ύστερα θα ελεγχθεί αν υπήρξε κάποια εξέλιξη στις ενότητες Δ.Μ. που οι ίδιοι ανέπτυξαν και εκτέλεσαν μετά τις δράσεις που πραγματοποιήθηκαν πάνω στη ΦτΕ και τέλος θα δούμε αν παρουσιάζεται κάποια σχέση μεταξύ των αντιλήψεων στη ΦτΕ και την εξέλιξη των ενοτήτων που δομήθηκαν.



Εικόνα 9. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

### 7.1. Αντιλήψεις Φοιτητών στη Φύση της Επιστήμης

Στη συγκεκριμένη ενότητα θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα σχετικά με τις αντιλήψεις των φοιτητών πάνω στη ΦτΕ, τόσο στην αρχή της έρευνας όσο και με την ολοκλήρωσή της. Επίσης, θα γίνει επισήμανση των πτυχών στις οποίες κάθε φοιτητής εμφάνισε βελτίωση, ώστε να καταστεί δυνατό σε επόμενη ενότητα να πραγματοποιηθεί έλεγχος για πιθανή συσχέτιση μεταξύ αντιλήψεων στη ΦτΕ και δόμησης ενοτήτων Δ.Μ.. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες (βλ. Πίνακες 8 – 15) έχουν προκύψει από την ανάλυση των ερωτηματολογίων που δόθηκαν στους φοιτητές και των διευκρινιστικών συνεντεύξεων που ακολούθησαν. Ο κάθε πίνακας αναφέρεται στις αρχικές και τελικές επιδόσεις του εκάστοτε φοιτητή (Φ1, Φ2,..., Φ8) σε καθεμία από τις 8 πτυχές



της ΦτΕ που μελετάμε, καθώς και την αντίστοιχη εξέλιξή του. Στις στήλες για τις αρχικές και τελικές αντιλήψεις, οι βαθμοί 0, 1, 2 αποτυπώνουν τις λανθασμένες, ασαφείς και ενημερωμένες αντιλήψεις αντίστοιχα, όπως παρουσιάστηκε και κατά την κατηγοριοποίηση των αντιλήψεων στην ενότητα 6.2. Τέλος στη στήλη για την εξέλιξη των αντιλήψεων, σε κάθε πτυχή παρουσιάζεται και ένα σύμβολο. Το σύμβολο - όταν σημειώνεται χειροτέρευση της συγκεκριμένης αντίληψης, το = σε περίπτωση που δεν υπάρχει καμία εξέλιξη και το + όταν παρατηρείται βελτίωση.

«Φ1» Αποτελέσματα Αντιλήψεων στη ΦτΕ

<b>Φ1</b>	<b>ΑΡΧΙΚΕΣ</b>	<b>ΤΕΛΙΚΕΣ</b>	<b>ΕΞΕΛΙΞΗ</b>
<i>ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ</i>	1	2	+
<i>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΗ</i>	2	2	=
<i>ΕΜΦΟΡΤΗ ΘΕΩΡΙΑΣ</i>	1	2	+
<i>ΜΥΘΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ</i>	0	1	+
<i>ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ</i>	1	2	+
<i>Η ΕΡΕΥΝΑ ΞΕΚΙΝΑ ΜΕ ΕΡΩΤΗΜΑ</i>	2	2	=
<i>ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΝΩΜΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</i>	1	1	=
<i>ΤΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΣΥΜΦΩΝΟΥΝ ΜΕ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ</i>	2	2	=
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	

**Πίνακας 8. Αντιλήψεις στη ΦτΕ "Φ1"**

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα του πρώτου φοιτητή (Φ1) στον Πίνακα 8, διακρίνεται πως οι αρχικές του αντιλήψεις συγκεντρώνουν 10 βαθμούς από τους 16 που δύναται (62,5%). Πιο ενημερωμένες αντιλήψεις κατέχει στην πτυχή της «συμπερασματικής φύσης», στο ότι «μια έρευνα ξεκινά με ένα ερώτημα» και πως «τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα», ενώ στον «μύθο της επιστημονικής μεθόδου» οι αντιλήψεις του είναι λανθασμένες. Όπως αναφέρει χαρακτηριστικά «...δεν μπορεί αλλά μέσα από την παρατήρηση να είναι επιστημονικά ορθό και πιστεύω ότι χρειάζεται και μια πειραματική αντιμετώπιση για να διαπιστώσει αν όντως αυτό που παρατήρησε ισχύει». Με την ολοκλήρωση της εκπαίδευσης το επίπεδο των αντιλήψεών του έχει φτάσει στο 14/16 (87,5%) σημειώνοντας μια βελτίωση της τάξης του 25%. Η βελτίωση αυτή εμφανίζεται στις πτυχές «εμπειρική», «έμφορτη θεωρίας», «μύθος της επιστημονικής μεθόδου» και «κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης». Είναι χαρακτηριστικό πως τελικά σε όλες τις πτυχές κατείχε ενημερωμένες απόψεις, εκτός από την «αναγνώριση και διαχείριση των ανώμαλων δεδομένων» και τον «μύθο της επιστημονικής μεθόδου» που οι απόψεις του ήταν ασαφείς, παρόλο που στην τελευταία παρατηρήθηκε εξέλιξη σε σχέση με τις λανθασμένες απόψεις που διατηρούσε αρχικά. Επίσης, είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως κατά τη συνάντηση μετά της επίσκεψη στο ΙΤΕ, ο Φ1 ανέφερε πως του έκανε ιδιαίτερη εντύπωση πως «παρόλο που οι ερευνητές διαθέτουν τόσο εξελιγμένα μηχανήματα για να δοκιμάζουν και να ελέγχουν αν τα αποτελέσματά τους

ισχύουν, αυτά θα πρέπει και να δημοσιοποιηθούν για να ελεγχθεί η εγκυρότητά τους». Η συγκεκριμένη αναφορά μπορεί να φανεί και στην εξέλιξη που παρατηρείται στην πτυχή των «κοινωνικών διαστάσεων της επιστήμης» στον Πίνακα 8.

### «Φ2» Αποτελέσματα Αντιλήψεων στη ΦτΕ

Ο δεύτερος φοιτητής (Φ2), ήταν αυτός που είχε αρχικά τις πιο ενημερωμένες απόψεις όπως φαίνεται και στον Πίνακα 9 πιο πάνω, καθώς συγκέντρωσε 12/16 βαθμούς. Οι περισσότερες αρχικές αντιλήψεις του ήταν ενημερωμένες, εκτός από αυτές στις «κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης» και «η έρευνα ξεκινά με ένα ερώτημα» που ήταν ασαφείς, ενώ στο ότι «τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα» οι απόψεις του ήταν λανθασμένες. Αυτό φάνηκε καθώς κατά την ερμηνεία ενός πίνακα δεδομένων στο ερωτηματολόγιο, ισχυρίστηκε πως «αφού στα 25 λεπτά δεν αναπτύχθηκε καθόλου και στα 0 λεπτά αναπτύχθηκε 25 εκ., στα υπόλοιπα τα ενδιάμεσα παρατηρώ ότι δεν υπάρχει μια κλιμακωτή ανάπτυξη του φυτού, οπότε θα πάρω μόνο τα ακραία αποτελέσματα και θα πω το β». Είναι χαρακτηριστικό πάντως πως και στις 3 αυτές πτυχές σημειώθηκε βελτίωση στις τελικές τους αντιλήψεις. Έτσι, ο Φ2 είχε συνολικά 15/16 στις τελικές αντιλήψεις, σημειώνοντας βελτίωση περίπου 19% και κρατώντας ασαφείς απόψεις μόνο στην πτυχή «τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα», όπου δεν μπορούσε να αποφασίσει, καθώς ισχυριζόταν πως «από τη μία ξέρω πως επιστημονικά ισχύει ότι η ανάπτυξη του φυτού σχετίζεται με την έκθεσή του στον ήλιο και από την άλλη από τα δεδομένα που έχουμε στον πίνακα βλέπω ότι όσο λιγότερα λεπτά το εκθέτεις στον ήλιο τόσο περισσότερο αναπτύσσεται, οπότε δεν μπορώ να πω με σιγουριά πιο συμπέρασμα είναι σωστό».

<b>Φ2</b>	<b>ΑΡΧΙΚΕΣ</b>	<b>ΤΕΛΙΚΕΣ</b>	<b>ΕΞΕΛΙΞΗ</b>
<i>ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ</i>	2	2	=
<i>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΗ</i>	2	2	=
<i>ΕΜΦΟΡΤΗ ΘΕΩΡΙΑΣ</i>	2	2	=
<i>ΜΥΘΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ</i>	2	2	=
<i>ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ</i>	1	2	+
<i>Η ΕΡΕΥΝΑ ΞΕΚΙΝΑ ΜΕ ΕΡΩΤΗΜΑ</i>	1	2	+
<i>ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΝΩΜΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</i>	2	2	=
<i>ΤΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΣΥΜΦΩΝΟΥΝ ΜΕ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ</i>	0	1	+
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	

Πίνακας 9. Αντιλήψεις στη ΦτΕ "Φ2"

### «Φ3» Αποτελέσματα Αντιλήψεων στη ΦτΕ

Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στον τομέα των αντιλήψεων πάνω στη ΦτΕ παρουσιάζει ο τρίτος φοιτητής (Φ3), καθώς αρχικά είχε μία από τις χαμηλότερες

βαθμολογίες μεταξύ των υπολοίπων φοιτητών, συγκεντρώνοντας 7/16 και τελικά κατέληξε να έχει τις πιο ενημερωμένες αντιλήψεις (μαζί με τον Φ2) με 15/16, σημειώνοντας βελτίωση 50% (βλ. Πίνακα 10). Αρχικά, ενημερωμένες απόψεις κατείχε στις πτυχές «η έρευνα ξεκινά με ένα ερώτημα» και «τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα», τις οποίες διατήρησε και μετά. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 10, βελτίωση παρατηρήθηκε στην «εμπειρική φύση», την «έμφορτη θεωρίας», τον «μύθο της επιστημονικής μεθόδου», τις «κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης» και στην «αναγνώριση και διαχείριση των ανώμαλων δεδομένων». Αξίζει να επισημάνουμε πως σε τρεις από αυτές (έμφορτη θεωρίας, κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης και αναγνώριση και διαχείριση των ανώμαλων δεδομένων) η βελτίωση ήταν από λανθασμένες αντιλήψεις σε ενημερωμένες. Χαρακτηριστικά στην έμφορτη θεωρίας αρχικά πίστευε πως «Από γνωστικό υπόβαθρο θεωρώ πως οι δύο επιστήμονες θα έχουν το ίδιο. Αυτά που διαβάζουν από θεωρίες, δε νομίζω να είναι άλλα του ενός και άλλα του άλλου. Να έχει να κάνει με το πως τα ερμηνεύει ο καθένας; Δεν ξέρω βέβαια κατά πόσο στην επιστήμη μπορούμε να ερμηνεύσουμε όπως θέλουμε κάτι». Όσον αφορά την «αναγνώριση και διαχείριση ανώμαλων δεδομένων», είναι πολύ ενδιαφέρον να σημειώσουμε πως στην ερώτηση «τι σου έκανε εντύπωση κατά την επίσκεψή σου στο ερευνητικό κέντρο;» η απάντηση που δόθηκε από τον Φ2 ήταν «κάποιες φορές οι επιστήμονες περιμένουν ένα αποτέλεσμα αλλά τους εμφανίζεται κάτι άλλο και πρέπει να συνεργαστούν και να σκεφτούν προς τα πού θα πρέπει κινηθούν και τι να αλλάξουν αν χρειάζεται». Τέλος, με την ολοκλήρωση της εκπαίδευσής του, στη μόνη πτυχή που δεν διατηρούσε ενημερωμένες απόψεις ήταν η «συμπερασματική φύση», στην οποία οι ιδέες του κρίθηκαν ασαφείς.

<b>Φ3</b>	<b>ΑΡΧΙΚΕΣ</b>	<b>ΤΕΛΙΚΕΣ</b>	<b>ΕΞΕΛΙΞΗ</b>
<i>ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ</i>	1	2	+
<i>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΗ</i>	1	1	=
<i>ΕΜΦΟΡΤΗ ΘΕΩΡΙΑΣ</i>	0	2	+
<i>ΜΥΘΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ</i>	1	2	+
<i>ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ</i>	0	2	+
<i>Η ΕΡΕΥΝΑ ΞΕΚΙΝΑ ΜΕ ΕΡΩΤΗΜΑ</i>	2	2	=
<i>ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΝΩΜΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</i>	0	2	+
<i>ΤΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΣΥΜΦΩΝΟΥΝ ΜΕ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ</i>	2	2	=
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	

Πίνακας 10. Αντιλήψεις στη ΦτΕ "Φ3"

#### «Φ4» Αποτελέσματα Αντιλήψεων στη ΦτΕ

Σε ότι έχει να κάνει με τον τέταρτο φοιτητή (Φ4), οι αρχικές του αντιλήψεις βρίσκονταν σε μέτριο επίπεδο, αφού συγκέντρωσε 8 από τους 16 βαθμούς (βλ. Πίνακα 11). Οι πτυχές της «εμπειρικής φύσης», της «συμπερασματικής» και οι

«κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης» ήταν από την αρχή επαρκώς ενημερωμένες, κάτι που διατήρησαν μέχρι το τέλος της εκπαίδευσής τους. Από την άλλη στις πτυχές «η έρευνα ξεκινά με ένα ερώτημα» και «τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα» οι λανθασμένες αρχικές τους αντιλήψεις παρέμειναν λανθασμένες ως το τέλος. Είναι χαρακτηριστική η φράση του πως «...πολλές φορές τα ερωτήματα μπορεί να προδιαθέτουν κάποιον. Δεν είναι απαραίτητο ένα ερώτημα σε μια έρευνα, ούτε και να είναι απαραίτητα σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας, καθώς αυτό μπορεί να αλλάξει». Υπήρχαν όμως και πτυχές που παρατηρήθηκε βελτίωση όπως η «έμφορτη θεωρία» και «η αναγνώριση και διαχείριση των ανώμαλων δεδομένων», στις οποίες από ασαφείς απόψεις αρχικά, οδηγήθηκαν σε ενημερωμένες, αλλά και σχετικά με τον «μύθο της επιστημονικής μεθόδου» που ενώ αρχικά είχε λανθασμένες απόψεις για το τι είναι η επιστημονική μέθοδος, τελικά κατέληξε να διατυπώνει αντιφατικές απόψεις ισχυριζόμενος από τη μία πως «σε μια επιστημονική έρευνα υπάρχουν συγκεκριμένα στάδια τα οποία πρέπει να ακολουθούνται» και από την άλλη πως «δεν είναι απαραίτητο σε όλες τις επιστημονικές έρευνες να έχεις κάποια πειραματική διαδικασία, μπορεί αυτή να γίνει και μέσω παρατήρησης». Η εξέλιξη αυτή είχε ως αποτέλεσμα οι τελικές αντιλήψεις του Φ4 να συγκεντρώσουν 11/16 βαθμούς, σημειώνοντας βελτίωση κοντά στο 19%.

<b>Φ4</b>	<b>ΑΡΧΙΚΕΣ</b>	<b>ΤΕΛΙΚΕΣ</b>	<b>ΕΞΕΛΙΞΗ</b>
<i>ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ</i>	2	2	=
<i>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΗ</i>	2	2	=
<i>ΕΜΦΟΡΤΗ ΘΕΩΡΙΑΣ</i>	1	2	+
<i>ΜΥΘΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ</i>	0	1	+
<i>ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ</i>	2	2	=
<i>Η ΕΡΕΥΝΑ ΞΕΚΙΝΑ ΜΕ ΕΡΩΤΗΜΑ</i>	0	0	=
<i>ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΝΩΜΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</i>	1	2	+
<i>ΤΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΣΥΜΦΩΝΟΥΝ ΜΕ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ</i>	0	0	=
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	

Πίνακας 11. Αντιλήψεις στη ΦτΕ "Φ4"

#### «Φ5» Αποτελέσματα Αντιλήψεων στη ΦτΕ

Προχωρώντας στον πέμπτο φοιτητή (Φ5), είναι αξιοπρόσεχτα δύο στοιχεία. Αρχικά, σημειώνεται η μικρότερη βελτίωση σε σχέση με τους υπόλοιπους φοιτητές, καθώς από 10/16 αρχικές αντιλήψεις κατέληξε τελικά να συγκεντρώσει 11/16 βαθμούς (βλ. Πίνακα 12), καταγράφοντας βελτίωση λίγο πάνω από 6%. Η βελτίωση αυτή σημειώθηκε στις πτυχές σχετικά με την «αναγνώριση και διαχείριση των ανώμαλων δεδομένων» και πως «τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα», όπου ο φοιτητής από ασαφείς αντιλήψεις που κατείχε αρχικά κατέληξε σε ενημερωμένες. Δεύτερο αξιοσημείωτο στοιχείο είναι πως ο Φ5 είναι ο μοναδικός φοιτητής που αρχικά δεν παρουσίασε πουθενά λανθασμένες απόψεις, αλλά

στο τέλος στην πτυχή «η έρευνα ξεκινά με ένα ερώτημα» παρουσίασε χειροτέρευση των αντιλήψεών του απαντώντας λανθασμένα. Ενώ αρχικά, αμφιταλαντευόταν για το αν είναι απαραίτητο ένα ερώτημα σε μία επιστημονική έρευνα ισχυριζόμενος σε ένα σημείο πως «θα πρέπει να έχει ένα επιστημονικό ερώτημα για να προσανατολίζεται προς τα που θέλει να πάει, για να μη χαθεί μετά, απλά θα πρέπει παράλληλα να έχει ανοιχτά τα μάτια του σε οτιδήποτε καινούργιο μπορεί να παρουσιαστεί» και σε άλλο σημείο πως «δεν είμαι σίγουρη γιατί από την άλλη η ύπαρξη ενός ερωτήματος περιορίζει τον ερευνητή, διότι μπορεί αυτά που θα ανακαλύψει ψάχνοντας να μην συνάδουν με το επιστημονικό ερώτημα», στο τέλος δήλωσε χαρακτηριστικά πως «...δε θεωρώ πως η ύπαρξη ενός ερωτήματος είναι υποχρεωτική. Βασικά, μπορεί κάποια έρευνα να μην ξεκινάει με επιστημονικό ερώτημα και κάποια άλλη να ξεκινάει. Μπορεί να ξεκινάει από κάπου αλλού και να καταλήγει κάπου αλλού, γιατί μπορεί να βρίσκει άλλα πράγματα στην πορεία ο ερευνητής».

<b>Φ5</b>	<b>ΑΡΧΙΚΕΣ</b>	<b>ΤΕΛΙΚΕΣ</b>	<b>ΕΞΕΛΙΞΗ</b>
<i>ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ</i>	1	1	=
<i>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΗ</i>	2	2	=
<i>ΕΜΦΟΡΤΗ ΘΕΩΡΙΑΣ</i>	1	1	=
<i>ΜΥΘΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ</i>	1	1	=
<i>ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ</i>	2	2	=
<i>Η ΕΡΕΥΝΑ ΞΕΚΙΝΑ ΜΕ ΕΡΩΤΗΜΑ</i>	1	0	-
<i>ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΝΩΜΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</i>	1	2	+
<i>ΤΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΣΥΜΦΩΝΟΥΝ ΜΕ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ</i>	1	2	+
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	

Πίνακας 12. Αντιλήψεις στη ΦτΕ "Φ5"

#### «Φ6» Αποτελέσματα Αντιλήψεων στη ΦτΕ

Συνεχίζοντας με τον Φ6, μπορούμε να διακρίνουμε από τον Πίνακα 13 πως οι αρχικές του αντιλήψεις βρίσκονταν σε μέτριο επίπεδο συγκεντρώνοντας 9 από τους 16 διαθέσιμους βαθμούς, κατέχοντας λανθασμένες απόψεις μόνο στην πτυχή των «κοινωνικών διαστάσεων της επιστήμης» τις οποίες διατήρησε μέχρι το τέλος της εκπαίδευσης. Κατά την καταγραφή των τελικών αντιλήψεων του φοιτητή πάνω στη ΦτΕ, διαπιστώθηκε πως υπήρξε μια βελτίωση περίπου στο 19% καθώς συγκέντρωσε συνολικά 12/16 βαθμούς. Η βελτίωση αυτή παρατηρήθηκε στις πτυχές «εμπειρική φύση», «συμπερασματική φύση», «αναγνώριση και διαχείριση ανώμαλων δεδομένων» και «η έρευνα ξεκινά με ερώτημα». Στην τελευταία μάλιστα ενώ αρχικά είχε ασαφείς απόψεις ισχυριζόμενος σε ένα σημείο πως «...είμαι υπέρ στο γεγονός ότι θα πρέπει να υπάρχει ένα ερώτημα για να ξέρει και ο ερευνητής τι ακριβώς ψάχνει» και σε άλλο σημείο ανέφερε «...ο προβληματισμός είναι αυτός που σε ωθεί σε καινούριες αναζητήσεις. Δεν είναι δηλαδή υποχρεωτικό να τεθεί με τη μορφή ερωτήματος, θα μπορούσε να δημιουργηθεί και με κάποια παρατήρηση», οι τελικές απόψεις που

εξέφρασε ήταν στη λογική ότι «*χρειάζεται οπωσδήποτε ένα ερώτημα για να γνωρίζουν τι ψάχνουν οι επιστήμονες πιο συγκεκριμένα, γιατί αν πάνε αυθαίρετα και χωρίς οδηγό δεν μπορούν να ξέρουν που θα καταλήξουν*». Τέλος, ενδιαφέρον έχει να επισημανθεί πως στην πτυχή «*τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα*» οι ιδέες που διατηρούσε τελικά ο συγκεκριμένος φοιτητής σημείωσαν επιδείνωση από ενημερωμένες σε ασαφείς.

<b>Φ6</b>	<b>ΑΡΧΙΚΕΣ</b>	<b>ΤΕΛΙΚΕΣ</b>	<b>ΕΞΕΛΙΞΗ</b>
<i>ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ</i>	1	2	+
<i>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΗ</i>	1	2	+
<i>ΕΜΦΟΡΤΗ ΘΕΩΡΙΑΣ</i>	2	2	=
<i>ΜΥΘΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ</i>	1	1	=
<i>ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ</i>	0	0	=
<i>Η ΕΡΕΥΝΑ ΞΕΚΙΝΑ ΜΕ ΕΡΩΤΗΜΑ</i>	1	2	+
<i>ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΝΩΜΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</i>	1	2	+
<i>ΤΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΣΥΜΦΩΝΟΥΝ ΜΕ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ</i>	2	1	-
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	

Πίνακας 13. Αντιλήψεις στη ΦτΕ "Φ6"

#### «Φ7» Αποτελέσματα Αντιλήψεων στη ΦτΕ

Όπως μας φανερώνει και ο Πίνακας 14 παρακάτω, οι αρχικές αντιλήψεις που διατηρούσε ο έβδομος φοιτητής (Φ7) ήταν ενημερωμένες σε 4 πτυχές, αυτές της «εμπειρικής φύσης», της «συμπερασματικής φύσης», των «κοινωνικών διαστάσεων της επιστήμης» και της «αναγνώρισης και διαχείρισης των ανώμαλων δεδομένων». Τις απόψεις αυτές τις διατήρησε και κατά την τελική συνέντευξη, βελτιώνοντας παράλληλα σε ενημερωμένες και αυτές της «έμφορτης θεωρίας» και «τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα» που ήταν λανθασμένες και ασαφείς αντίστοιχα. Βελτίωση σημείωσε και η πτυχή του «μύθου της επιστημονικής μεθόδου», στην οποία οι ιδέες του από λανθασμένες, εμφανίστηκαν ασαφείς. Η συνολική βελτίωση που παρατηρήθηκε ήταν στο 25%, καθώς από 10/16 αρχικά, συγκέντρωσε τελικά 14/16 βαθμούς. Είναι χαρακτηριστική πάντως η αρχική άποψη του Φ7 σχετικά με την πτυχή «έμφορτη θεωρίας», καθώς σημείωνε πως «...αν από τα ίδια δεδομένα οδηγηθούν σε διαφορετικά συμπεράσματα, τότε κάποιος κάνει λάθος. Δε θα μπορούσαν να βγουν διαφορετικά έγκυρα αποτελέσματα. Πιθανώς δεν κοιτάνε όλοι το ίδιο πράγμα, γιατί αλλιώς θα έβγαζαν το ίδιο συμπέρασμα κατά πάσα πιθανότητα», ενώ η τελική του αντίληψη ήταν ξεκάθαρη ισχυριζόμενος πως «...αν οι επιστήμονες είναι από διαφορετική σχολή, δηλαδή η προϋπάρχουσα γνώση που έχει ο καθένας είναι διαφορετική, τότε μπορεί να δώσουν διαφορετική ερμηνεία, αλλά σίγουρα όχι λάθος ερμηνεία». Θεωρείται σημαντικό να σημειώσουμε σε σχέση με αυτή τη βελτίωση της συγκεκριμένης πτυχής, πως στην ομαδική



συζήτηση που έγινε μετά την επίσκεψη στο ΙΤΕ, ο συγκεκριμένος φοιτητής ανέφερε πως «εμένα προσωπικά μου έκανε μεγάλη εντύπωση πως τόσο επιστήμονες διαφορετικών ειδικοτήτων συνεργάζονται μαζί πάνω στην ίδια έρευνα, καθώς ο καθένας έχει διαφορετικές γνώσεις και διαφορετική οπτική πάνω στην έρευνα».

<b>Φ7</b>	<b>ΑΡΧΙΚΕΣ</b>	<b>ΤΕΛΙΚΕΣ</b>	<b>ΕΞΕΛΙΞΗ</b>
<i>ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ</i>	2	2	=
<i>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΗ</i>	2	2	=
<i>ΕΜΦΟΡΤΗ ΘΕΩΡΙΑΣ</i>	0	2	+
<i>ΜΥΘΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ</i>	0	1	+
<i>ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ</i>	2	2	=
<i>Η ΕΡΕΥΝΑ ΞΕΚΙΝΑ ΜΕ ΕΡΩΤΗΜΑ</i>	1	1	=
<i>ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΝΩΜΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</i>	2	2	=
<i>ΤΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΣΥΜΦΩΝΟΥΝ ΜΕ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ</i>	1	2	+
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	

Πίνακας 14. Αντιλήψεις στη ΦτΕ "Φ7"

«Φ8» Αποτελέσματα Αντιλήψεων στη ΦτΕ

<b>Φ8</b>	<b>ΑΡΧΙΚΕΣ</b>	<b>ΤΕΛΙΚΕΣ</b>	<b>ΕΞΕΛΙΞΗ</b>
<i>ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ</i>	0	1	+
<i>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΗ</i>	1	1	=
<i>ΕΜΦΟΡΤΗ ΘΕΩΡΙΑΣ</i>	0	1	+
<i>ΜΥΘΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ</i>	1	1	=
<i>ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ</i>	0	0	=
<i>Η ΕΡΕΥΝΑ ΞΕΚΙΝΑ ΜΕ ΕΡΩΤΗΜΑ</i>	1	2	+
<i>ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΝΩΜΑΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</i>	0	0	=
<i>ΤΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΣΥΜΦΩΝΟΥΝ ΜΕ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ</i>	2	2	=
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	

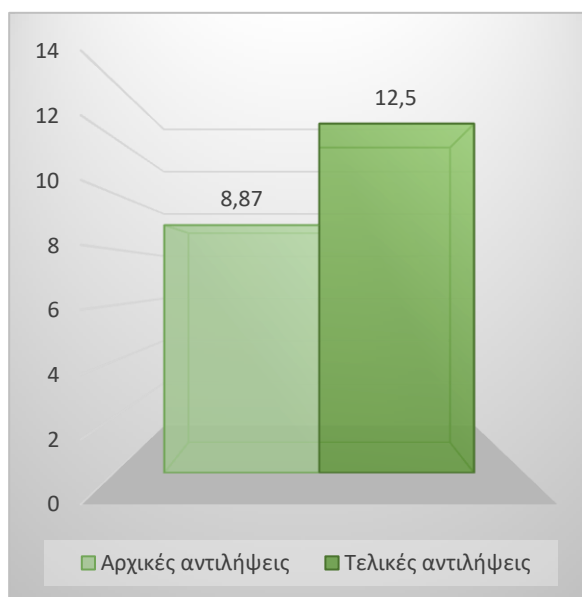
Πίνακας 15. Αντιλήψεις στη ΦτΕ "Φ8"

Τέλος ο όγδοος φοιτητής (Φ8), ήταν αυτός που τόσο στο αρχικό, όσο και στο τελικό στάδιο είχε τις λιγότερο ενημερωμένες αντιλήψεις από όλους τους υπόλοιπους φοιτητές. Κατά τη συλλογή των αρχικών του απόψεων για τη ΦτΕ (βλ. Πίνακα 15), ο Φ8 συγκέντρωσε 5 από τους 16 βαθμούς, φανερώνοντας ενημερωμένες απόψεις μόνο στην πτυχή «τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα» τις οποίες διατήρησε και κατά την τελική συνέντευξη. Μάλιστα στο αρχικό στάδιο, σημειώθηκε να κατέχει τις περισσότερες λανθασμένες απόψεις (4), στις πτυχές «εμπειρική φύση», «έμφορτη θεωρίας», «κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης» και «αναγνώριση και διαχείριση των ανώμαλων δεδομένων», κάτι που δικαιολογεί την

πολύ χαμηλή αυτή βαθμολογία. Ο συγκεκριμένος φοιτητής κατάφερε να συγκεντρώσει στο τέλος της όλης διαδικασίας βαθμολογία 8/16, σημειώνοντας μια βελτίωση περίπου 19%. Η βελτίωση αυτή αποτυπώθηκε στις πτυχές της «εμπειρικής φύσης», της «έμφορτης θεωρίας» και πως «η έρευνα ξεκινά με ένα ερώτημα». Μάλιστα σχετικά με την τελευταία, ενώ αρχικά ήταν διστακτικός ισχυριζόμενος πως «...δεν μπορώ να απαντήσω με βεβαιότητα γιατί από τη μία σίγουρα πρέπει ο επιστήμονας να γνωρίζει τι ακριβώς ψάχνει, άρα χρειάζεται το ερώτημα. Από την άλλη όμως το ερώτημα που θα τεθεί μπορεί να μην απαντηθεί ή μπορεί να φανεί άχρηστο, δηλαδή να μην μπορέσουν να το αποδείξουν ποτέ, οπότε δεν είναι 100% αναγκαίο να ξεκινάει με ερώτημα γιατί μπορεί να μη σε οδηγήσει και πουθενά», στην τελική συνέντευξη απάντησε με μεγαλύτερη σιγουριά πως «Πάντα πρέπει να ξεκινάει με ένα ερώτημα. Το θέτουμε στην αρχή και αυτό διερευνάμε στη συνέχεια, στήνοντας ανάλογα την έρευνά μας». Βέβαια και στη συνάντηση που πραγματοποιήθηκε μετά την επίσκεψη στο ερευνητικό κέντρο, ο ίδιος φοιτητής αναφερόμενος σε στοιχεία που του κέντρισαν το ενδιαφέρον, δήλωσε πως «νομίζω πως αυτό που είχε ενδιαφέρον ήταν σε σχέση με το πώς δουλεύουν. Δηλαδή ότι έχουνε ένα αρχικό ερώτημα και ξεκινάνε από αυτό, το θέτουν ως στόχο και πολλές φορές μπορεί να μην τους οδηγήσει κάπου, οπότε να στραφούν κάπου αλλού ή να τους οδηγήσει σε νέες έρευνες».

#### Σύνοψη Αντιλήψεων στη ΦτΕ

Παρατηρώντας συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των αντιλήψεων των φοιτητών πάνω στη ΦτΕ στην αρχή και στο τέλος της εκπαιδευτικής τους πορείας, όπως αυτά φαίνονται στα παρακάτω γραφήματα (βλ. Εικόνες 10, 11, 12), μπορούν να επισημανθούν κάποια στοιχεία. Πρώτον, όπως αποτυπώνεται και στην Εικόνα 10, παρατηρήθηκε μια συνολική βελτίωση των απόψεων των φοιτητών, καθώς ενώ ο μέσος όρος των αρχικών αντιλήψεων βρισκόταν στις 8,87 από τις 16 μονάδες (≈55%) λίγο πάνω δηλαδή από τη μέση, ο τελικός μ.ο. έφτασε στις 12,5 μονάδες (≈78%),

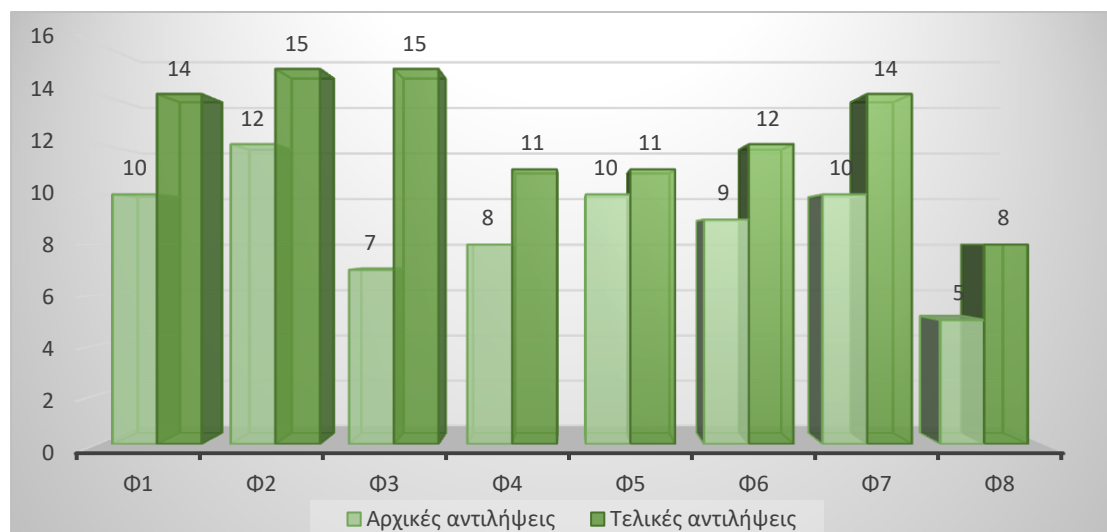


Εικόνα 10. Αντιλήψεις στη ΦτΕ όλων των φοιτητών (μ.ο.)

σημειώνοντας αύξηση σχεδόν 23%. Η βελτίωση αυτή ήταν αναμενόμενη, καθώς οι φοιτητές έρχονταν για πρώτη φορά σε επαφή με το αντικείμενο της ΦτΕ, παρόλα αυτά είναι σημαντικό να την επισημάνουμε. Ύστερα, σχετικά με την εξέλιξη του κάθε φοιτητή, μπορούμε να διακρίνουμε από το γράφημα στην Εικόνα 11, πως τη μεγαλύτερη βελτίωση σημείωσε ο Φ3 κατά 8 μονάδες και ακολούθησαν οι Φ1 και Φ7 με 4 μονάδες, ενώ τη μικρότερη ο Φ5 βελτιωμένος κατά μόλις 1 μονάδα. Επίσης, τις καλύτερες αρχικές επιδόσεις είχε ο Φ2 με 12 βαθμούς και τις χειρότερες ο Φ8 με

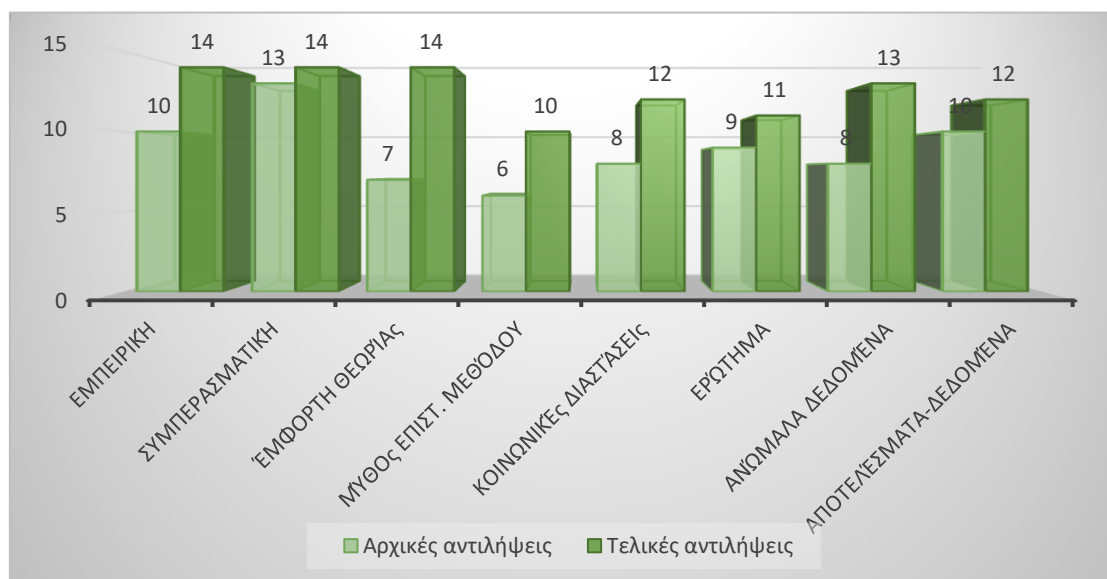


μόλις 5, ενώ οι αντιλήψεις των υπολοίπων κυμαίνονταν σε μέτρια επίπεδα (7-10). Ακόμη, σε ότι έχει να κάνει με τις αντιλήψεις που διατυπώθηκαν από τους φοιτητές στο τέλος της όλης ακολουθίας, τις πιο ενημερωμένες κατείχαν οι Φ2, Φ3 με 15 βαθμούς και οι Φ1, Φ7 με 14, ενώ τις λιγότερο ενημερωμένες εξέφρασε ο Φ8 με 8.



Εικόνα 11. Αντιλήψεις στη ΦτΕ ανά φοιτητή

Τέλος, παρατηρώντας την εξέλιξη που είχαν οι ιδέες των φοιτητών σε κάθε πτυχή της ΦτΕ ξεχωριστά (βλ. Εικόνα 12), διακρίνεται πως οι πτυχές που παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη πρόοδος ήταν αυτές της «έμφορτης θεωρίας» με 7 βαθμούς, όπου 5 από τους 8 φοιτητές βελτίωσαν τις απόψεις τους και της «αναγνώρισης και διαχείρισης των ανώμαλων δεδομένων» με 5 βαθμούς. Αξίζει βέβαια να τονιστεί πως βελτίωση 4 μονάδων παρατηρήθηκε και στις πτυχές της «εμπειρικής φύσης», των «κοινωνικών διαστάσεων της επιστήμης» και του «μύθου της επιστημονικής μεθόδου». Για την τελευταία πτυχή μάλιστα, πρέπει να σημειώσουμε πως ήταν η πτυχή με τη μικρότερη αρχική βαθμολογία και παρά τη σημαντική βελτίωση που παρατηρήθηκε, παρέμεινε η πτυχή με τις λιγότερο ενημερωμένες απόψεις.



Εικόνα 12. Αντιλήψεις στη ΦτΕ ανά πτυχή

## 7.2 Ενότητες Διερευνητικής Μάθησης

Σε αυτό το στάδιο της έρευνας θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα πάνω στη δόμηση των ενοτήτων Δ.Μ. από τους φοιτητές, τόσο πριν τις δράσεις πάνω στη ΦτΕ όσο και μετά από αυτές. Ακόμη, θα σημειωθούν οι διαστάσεις της Δ.Μ. στις οποίες ο εκάστοτε φοιτητής κατέγραψε κάποια βελτίωση ώστε να φανεί τελικά ποιες πτυχές της ΦτΕ, επιδρούν ενισχυτικά στους φοιτητές ώστε να δομήσουν μια διδασκαλία μέσω διερεύνησης. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες (βλ. Πίνακες 16 – 23), προέκυψαν από την ανάλυση των σχεδίων διδασκαλίας/ φύλλων εργασίας που ανέπτυξε ο κάθε φοιτητής. Σε κάθε πίνακα καταγράφονται τα αποτελέσματα όλων των διαστάσεων για κάθε ενότητα που αναπτύχθηκε και η κωδικοποίηση 0, 1, 2 αποτυπώνει την απουσία του συγκεκριμένου σταδίου (0), την ύπαρξη του σταδίου σε αντιστοιχία με τον τρόπο που αναγράφεται στο ενδεικτικό φύλλο εργασίας (1) και την ύπαρξη του σταδίου με εμπλουτισμό στοιχείων σε σχέση με το ενδεικτικό (2). Οι στήλες 1<sup>η</sup>, 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> αναφέρονται στις ενότητες Δ.Μ. που δόμησαν οι φοιτητές πριν τις δράσεις που πραγματοποιήθηκαν πάνω στη ΦτΕ και οι στήλες 1<sup>η</sup> Τελική και 2<sup>η</sup> Τελική αφορούν τις ενότητες που αναπτύχθηκαν μετά τις δράσεις. Τέλος, υπάρχει και μία στήλη με πιο σκούρο χρώμα, πάνω στην οποία καταγράφεται η βελτίωση του φοιτητή σε κάθε διάσταση της Δ.Μ., μετά τη συμμετοχή του στις δράσεις σχετικά με τη ΦτΕ, η οποία αποτυπώνεται με το σύμβολο +. Εδώ είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως δεν υπολογίζετε ως βελτίωση η περίπτωση που ο μέσος όρος πριν και μετά έχει μεταβληθεί λιγότερο από 0,5. Για παράδειγμα αν οι βαθμοί κατά την ανάπτυξη των αρχικών ενοτήτων είναι 1, 1 και 0 (μ.ο.= 0,67) και οι βαθμοί στις τελικές είναι 1 και 1 (μ.ο.=1), δε θεωρήθηκε ως βελτίωση καθώς η μεταβολή του μ.ο. ήταν  $0,33 < 0,5$ .

### «Φ1» Αποτελέσματα Ενοτήτων Δ.Μ.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα του πρώτου φοιτητή (Φ1) μέσα από τον Πίνακα 16, μπορούμε να διαπιστώσουμε πως στις αρχικές του διδασκαλίες κινήθηκε σε γενικές γραμμές σύμφωνα με την ενδεικτική ενότητα Δ.Μ. που είχε δοθεί αρχικά. Μόνο μία από τις διαστάσεις δεν παρατηρήθηκε σε καμία από τις αρχικές ενότητες που ανέπτυξε, αυτή του σχεδιασμού της έρευνας. Διαφοροποίηση παρατηρήθηκε μόνο στο στάδιο του προσανατολισμού στην πρώτη ενότητα, όπου για την ανάδειξη της προϋπάρχουσας γνώσης, ο φοιτητής κατασκεύασε ένα σταυρόλεξο και μέσα από αυτό ζητούσε την αναγκαία πρότερη γνώση που θα διαπραγματεύονταν στο μάθημα, καθώς και στην τρίτη από τις αρχικές ενότητες κατά την καταγραφή των δεδομένων, όπου στο φύλλο εργασίας υπήρχε ένας πίνακας στον οποίο οι μαθητές μπορούσαν να σημειώσουν τα δεδομένα που θα έπαιρναν (τη θερμοκρασία ενός υγρού σε συνάρτηση με τον χρόνο). Σε ότι έχει να κάνει με την τελική ενότητα Δ.Μ. του Φ1, επέλεξε αυτή να είναι σε μια μορφή μίνι πρότζεκτ και χρησιμοποίησε και τις 6 διδακτικές ώρες για να πραγματοποιήσει μία διδασκαλία. Ενδιαφέρον έχει πως η ανάδειξη της προϋπάρχουσας γνώσης διήρκεσε μία ολόκληρη διδακτική ώρα και

έγινε μέσα από την παρουσίαση ενός power point, όπου παρουσίαζε χρήσιμες πληροφορίες για την έρευνα που θα πραγματοποιούσαν και έφερνε στην επιφάνεια απαραίτητες γνώσεις από προγενέστερα μαθήματα. Το χαρακτηριστικότερο σημείο όμως της διδασκαλίας ήταν στη φάση της επιλογής εργαλείων καθώς αφιέρωσε 3 διδακτικές ώρες για την κατασκευή ενός ηλιακού φούρνου από κάθε τετράδα μαθητών, ο οποίος θα χρησίμευε στην πορεία για την διεξαγωγή της έρευνας. Επίσης, στο φύλλο εργασίας στην τελική ενότητα υπήρχε πίνακας όπου οι μαθητές μπορούσαν να σημειώσουν αναλυτικά τα δεδομένα που θα έπαιρναν, ενώ εξίσου σημαντικό είναι να αναφέρουμε πως ζητήθηκε από τους μαθητές που είχαν κάνει τρεις μεγάλες ομάδες, η καθεμία να παρουσιάσει στις άλλες τα συμπεράσματα από την έρευνά τους και να τα αιτιολογήσουν. Οι διαστάσεις που απουσίαζαν από την τελική ενότητα ήταν αυτές του σχεδιασμού της έρευνας (όπως και στις αρχικές διδασκαλίες) και της ανάλυσης δεδομένων, αφού αμέσως μετά την καταγραφή οι μαθητές καλούνταν να καταλήξουν απευθείας στο συμπέρασμα. Έτσι, μπορεί να σημειωθεί πως ο Φ1 κατά την πορεία εκπαίδευσής του εμπλούτισε 4 διαστάσεις Δ.Μ., αυτές του *προσανατολισμού*, της *διεξαγωγής της έρευνας*, της *καταγραφής των δεδομένων* και της *επικοινωνίας – αξιολόγησης*.

Φ1	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>		Τελική
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	2	1	1	+	2
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ	1	1	1		1
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	0	0	0		0
ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	1	1	1	+	2
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	1	1	2	+	2
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	0	0	1		0
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	1	1	0		1
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	1	1	1	+	2

Πίνακας 16. Αποτελέσματα ενότητων Φ1

#### «Φ2» Αποτελέσματα Ενότητων Δ.Μ.

Προχωρώντας στα αποτελέσματα του δεύτερου φοιτητή (Φ2), παρατηρείται πως η διάσταση της επικοινωνίας – αξιολόγησης υπήρχε σε μόλις μία ενότητα και ήταν στο ίδιο ύψος με την ενδεικτική διδασκαλία (βλ. Πίνακα 17). Επίσης, ο φοιτητής σε δύο από τις αρχικές διδασκαλίες έχει κάνει χρήση νέων τεχνολογιών, επιλέγοντας τάμπλετ και αισθητήρες ταχύτητας και έντασης ρεύματος για την λήψη των δεδομένων, ενώ η καταγραφή τους έγινε τόσο μέσω τάμπλετ, όσο και σε πίνακα που υπήρχε στο φύλλο εργασίας. Μετά τις δράσεις που έγιναν πάνω στη ΦτΕ, οι τελικές ενότητες κυμαίνονταν σχεδόν στο ίδιο ύψος με τις αρχικές, εκτός από τις διαστάσεις του *προσανατολισμού* και της *επικοινωνίας – αξιολόγησης* όπου παρατηρήθηκε βελτίωση. Κατά την ανίχνευση της προϋπάρχουσας γνώσης, στην πρώτη τελική διδασκαλία ο φοιτητής ζήτησε από τους μαθητές να κατασκευάσουν ένα κύκλωμα

ώστε να φέρει στην επιφάνεια τις γνώσεις που θα χρειαστούν οι μαθητές για την έρευνα που θα εκτελέσουν. Σημαντική βελτίωση όμως παρατηρήθηκε και στη διάσταση της *επικοινωνίας – αξιολόγησης*, όπου στην πρώτη από τις τελικές ενότητες ο φοιτητής μέσα από το φύλλο εργασίας ζήτησε από τους μαθητές να ζωγραφίσουν ένα κύκλωμα, το οποίο θα έπρεπε να λειτουργεί χωρίς καλώδια (το μάθημά είχε να κάνει με αγωγούς και μονωτές) και να παρουσιάσουν και να εξηγήσουν τη ζωγραφιά τους στους υπόλοιπους μαθητές. Στη δεύτερη τελική ενότητα, ο Φ2 θέλησε οι μαθητές να αναστοχαστούν και στις δύο έρευνες που πραγματοποίησαν (αγωγοί - μονωτές & διακόπτης - βραχυκύκλωμα), καθώς τους ζήτησε να κατασκευάσουν μόνοι τους έναν φακό, δίνοντάς τους διάφορα υλικά για να διαλέξουν. Με τον τρόπο αυτό, πέτυχε και την αξιολόγηση όλων όσων έκαναν οι μαθητές στην κάθε έρευνα, αλλά και ανέπτυξε τη δεξιότητα της επικοινωνίας της γνώσης, καθώς θα έπρεπε να δικαιολογήσουν στους συμμαθητές τους την κάθε τους επιλογή, μέσα από τα αποτελέσματα της έρευνας.

Φ2	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>		1 <sup>η</sup> τελική	2 <sup>η</sup> τελική
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	1	1	1	+	2	1
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ	1	0	1		1	0
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	1	1	0		1	0
ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	2	1	2		1	2
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	2	1	2		2	1
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	2	1	1		2	1
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	1	1	1		1	1
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	0	1	0	+	2	2

Πίνακας 17. Αποτελέσματα ενότητων Φ2

### «Φ3» Αποτελέσματα Ενοτήτων Δ.Μ.

Ο τρίτος φοιτητής (Φ3) παρουσίασε τα πιο ενδιαφέροντα αποτελέσματα καθώς ήταν ο φοιτητής που σημείωσε τη μεγαλύτερη βελτίωση σε σχέση με τους υπόλοιπους. Όπως διαφαίνεται στον Πίνακα 18, μόλις σε μία από τις τρεις αρχικές ενότητες εμφανίζονται τα στάδια της ανάλυσης δεδομένων και του σχεδιασμού της έρευνας. Ακόμη, οι αρχικές διδασκαλίες ήταν φτωχές από καινοτομία καθώς οι διαστάσεις της Δ.Μ. που εμφανίστηκαν στις διδασκαλίες ήταν στην ίδια ακριβώς φιλοσοφία με την ενδεικτική διδασκαλία που τους είχε δοθεί στην αρχή της εκπαίδευσης. Όμως πολύ ενδιαφέρουσες προσεγγίσεις του κάθε σταδίου από τον φοιτητή παρατηρούνται στη δόμηση των δύο τελικών ενότητων, καθώς σε έξι στάδια σημειώθηκαν τροποποιήσεις που αξίζει να αναφερθούν. Αρχικά, πρέπει να σημειωθεί πως στη διάσταση του *προσανατολισμού* υπήρχαν σημαντικές βελτιώσεις, καθώς η ανίχνευση των αντιλήψεων των μαθητών πραγματοποιήθηκε μέσα από κάποιες προβληματικές καταστάσεις, οι οποίες στην πρώτη τελική ενότητα δημιουργήθηκαν

μέσα από βίντεο με καρτούν και στην άλλη μέσω ενός αυτοσχέδιου κόμικ. Στην ίδια διάσταση και συγκεκριμένα στη φάση της ανάδυσης της προϋπάρχουσας γνώσης, στην πρώτη τελική διδασκαλία αυτή πραγματοποιήθηκε μέσα από ένα μοντέλο του ηλιακού συστήματος και ένα παιχνίδι με γρίφους δίνοντας στους μαθητές τα απαραίτητα θεωρητικό υπόβαθρο για τη σειρά των πλανητών που θα χρειαζόταν στη συνέχεια της έρευνας ενώ στη δεύτερη διδασκαλία, το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο προσεγγίστηκε μέσα από την παρουσίαση ενός power point και ερωτήσεων που βρίσκονταν μέσα στο φύλλο εργασίας. Είναι σημαντικό πως στο στάδιο του *σχεδιασμού της έρευνας*, ο φοιτητής και στις δύο τελικές διδασκαλίες έστησε μια έρευνα χωρίς πειράματα και η *διεξαγωγή της έρευνας* έγινε μέσω συστηματικής παρατήρησης, ενώ στη μία από τις δύο η *καταγραφή δεδομένων* έγινε μέσω πίνακα, όπου ανά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα κάθε ομάδα έπρεπε να σημειώσει περιγραφικά τι έχει συμβεί σε κάθε δείγμα που μελετούσε. Επίσης, κατά την *ανάλυση των δεδομένων* οι μαθητές καλούνταν να διαπιστώσουν κάποιες αναλογίες στα δεδομένα τους και να τις ερμηνεύσουν με τη βοήθεια απαραίτητου θεωρητικού υπόβαθρου το οποίο και δινόταν στο φύλλο εργασίας. Τέλος, κατά την *επικοινωνία – αξιολόγηση*, ενώ στην πρώτη ενότητα ακολουθήθηκε η προσέγγιση της ενδεικτικής διδασκαλίας, στη δεύτερη δόθηκε η ευκαιρία στα παιδιά μέσα από την συμπλήρωση ενός κόμικ να αναστοχαστούν στην όλη έρευνα που ακολούθησαν.

Φ3	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>		1 <sup>η</sup> τελική	2 <sup>η</sup> τελική
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	1	1	1	+	2	2
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ	0	1	1		1	1
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	1	0	0	+	2	2
ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	1	1	1	+	2	2
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	1	1	1	+	1	2
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	0	1	0	+	2	2
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	1	1	1		1	1
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	1	1	1	+	1	2

Πίνακας 18. Αποτελέσματα ενότητων Φ3

#### «Φ4» Αποτελέσματα Ενοτήτων Δ.Μ.

Συνεχίζοντας με τον τέταρτο φοιτητή (Φ4), παρατηρείται πως από όλες τις αρχικές διδασκαλίες που ανέπτυξε απουσίαζαν οι διαστάσεις του σχεδιασμού της έρευνας και της επικοινωνίας – αξιολόγησης (βλ. Πίνακα 19). Στην πρώτη από τις αρχικές ενότητες Δ.Μ. που ανέπτυξε ο φοιτητής, έκανε χρήση νέων τεχνολογιών (τάμπλετ και αισθητήρας δύναμης) για την ανάδειξη της σχέσης μεταξύ τριβής και επιφάνειας και η καταγραφή των δεδομένων έγινε τόσο μέσω διαγραμμάτων στο τάμπλετ όσο και μέσα από πίνακα στο φύλλο εργασίας. Στο φύλλο εργασίας υπήρχε η ερώτηση «ποια σχέση προκύπτει από τα δεδομένα στον πίνακα;» παροτρύνοντας τους μαθητές να κάνουν συσχετίσεις των δεδομένων τους για να καταλήξουν σε ένα

εμπεριστατωμένο συμπέρασμα. Παρατηρώντας τις τελικές ενότητες που ανέπτυξε ο Φ4, φαίνεται πως στην πρώτη διατηρεί την ίδια λογική δόμησης με τις αρχικές, ενώ στη δεύτερη παρατηρούνται πολλές προσθήκες νέων στοιχείων. Σε ερώτηση που του έγινε στην τελική συνέντευξη, ανέφερε πως «επειδή δεν ήξερα τα παιδιά πόσο δουλεμένα ήταν, ήθελα στην αρχή να το πάμε με το μαλακό και στη συνέχεια να αρχίσουν να δουλεύουν πιο αυτόνομα». Η αλήθεια είναι ότι την πρώτη από τις 6 διδακτικές ώρες που είχε στη διάθεσή του την αφιέρωσε στο να γνωριστεί με τους μαθητές και να τους δείξει τον τρόπο που θα δουλεύουν, τονίζοντας μάλιστα πολλές φορές πως θα λειτουργούν σαν μικροί επιστήμονες. Τις επόμενες δύο ώρες εκτέλεσαν την πρώτη ενότητα Δ.Μ. και στις υπόλοιπες 3 τη δεύτερη. Έτσι, κατάφερε στη δεύτερη τελική ενότητα, κατά τον *προσανατολισμό* να ενσωματώσει μια δραστηριότητα - παιχνίδι, όπου ζητούσε από τους μαθητές να έρθουν από το «μαγαζί» του και να αγοράσουν τα υλικά που χρειάζονται για να κατασκευάσουν ένα κύκλωμα, ανιχνεύοντας με αυτόν τον τρόπο τόσο τις αντιλήψεις των μαθητών, όσο και τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους. Ακόμη, στη διάσταση της *διεξαγωγής της έρευνας* η επιλογή των υλικών έγινε καθαρά από τους μαθητές, ενώ έπρεπε να εφαρμόσουν μόνοι τους την έρευνα, καθώς δεν υπήρχαν οδηγίες για το τι ακριβώς θα έπρεπε να κάνουν (έπρεπε να φτιάξουν κύκλωμα με 2 λαμπάκια με διαφορετικούς τρόπους). Τέλος κατά τη φάση της *επικοινωνίας – αξιολόγησης*, ο φοιτητής ζήτησε από κάθε ομάδα να ζωγραφίσει τους τρόπους με τους οποίους σχεδίασε το κάθε κύκλωμα και να παρουσιάσουν τις ζωγραφιές στους συμμαθητές τους επιχειρηματολογώντας για τον κάθε τρόπο ξεχωριστά.

Φ4	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>		1 <sup>η</sup> τελική	2 <sup>η</sup> τελική
<i>ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ</i>	1	1	1	+	1	2
<i>ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ</i>	1	1	1		1	1
<i>ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</i>	0	0	0		0	0
<i>ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΕΡΕΥΝΑΣ</i>	1	1	1	+	1	2
<i>ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</i>	2	1	1		1	2
<i>ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</i>	2	0	1		1	1
<i>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ</i>	1	0	1		1	0
<i>ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ</i>	0	0	0	+	0	2

Πίνακας 19. Αποτελέσματα ενοτήτων Φ4

#### «Φ5» Αποτελέσματα Ενοτήτων Δ.Μ.

Όπως αποτυπώνεται και στον Πίνακα 20 ο πέμπτος φοιτητής (Φ5) κατά τη δόμηση των αρχικών ενοτήτων, πορεύτηκε σύμφωνα με την ενδεικτική διδασκαλία που δόθηκε κατά την ενημέρωση πάνω στη Δ.Μ., με εξαίρεση τη διάσταση του σχεδιασμού της έρευνας, η οποία απουσίαζε τόσο στις αρχικές, όσο και στις τελικές

διδασκαλίες. Ο μοναδικός εμπλουτισμός που παρατηρήθηκε ήταν κατά το στάδιο του συμπεράσματος στην τρίτη αρχική ενότητα, όπου δόθηκε στους μαθητές μια κάρτα που περιέγραφε τον «μηχανισμό της όρασης», ώστε να καταφέρουν να καταλήξουν στο συμπέρασμα πατώντας από τη μία στα δεδομένα της έρευνας που πραγματοποίησαν και από την άλλη στην ισχύουσα επιστημονική γνώση. Σε ότι έχει να κάνει με τις τελικές ενότητες Δ.Μ. γενικότερα, η δόμησή έγινε από τον φοιτητή με τον ίδιο ακριβώς τρόπο με τις αρχικές, πραγματοποιώντας μόνο επιφανειακές αλλαγές στα φύλλα εργασίας, π.χ. σε εικόνες που αποτύπωναν καλύτερα αυτό που επεδίωκε ή απλουστεύσεις δυσνόητων φράσεων για τους μαθητές. Στην τελική συνέντευξη δήλωσε χαρακτηριστικά πως «αυτό που με βοήθησε περισσότερο στις τελικές διδασκαλίες ήταν ότι κατά την πιλοτική εφαρμογή τους μπόρεσα να διακρίνω πράγματα που δεν δούλευαν καλά και να τα διορθώσω». Η μοναδική τροποποίηση που καταγράφηκε ήταν στη δεύτερη τελική ενότητα κατά τη φάση του προσανατολισμού όπου η ανάδειξη της προϋπάρχουσας γνώσης και των αντιλήψεων των μαθητών, έγινε μέσα από την επίδειξη διαφόρων εικόνων που προβλήθηκαν στον προτζέκτορα της αίθουσας και τη συζήτηση που ακολούθησε.

Φ5	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>		1 <sup>η</sup> τελική	2 <sup>η</sup> τελική
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	1	1	1	+	1	2
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ	1	1	1		1	1
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	0	0	0		0	0
ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	1	1	1		1	1
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	1	1	1		1	1
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	1	1	1		1	1
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	1	1	2		1	2
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	0	1	1		1	1

Πίνακας 20. Αποτελέσματα ενότητων Φ5

#### «Φ6» Αποτελέσματα Ενοτήτων Δ.Μ.

Μελετώντας τα αποτελέσματα της ανάπτυξης ενοτήτων του έκτου φοιτητή (Φ6) όπως αυτά καταγράφονται στον Πίνακα 21, διακρίνεται η πλήρη απουσία από τις αρχικές διδασκαλίες δύο σταδίων, της δημιουργίας ερωτήματος και του σχεδιασμού της έρευνας. Επίσης, παρατηρείται μεγάλη απόκλιση μεταξύ των δύο ενοτήτων που ανέπτυξε αρχικά, αφού στη μία διακρίνονται μόνο 3 διαστάσεις της Δ.Μ. (προσανατολισμός, διεξαγωγή έρευνας και επικοινωνία – αξιολόγηση) ευθυγραμμισμένες με την ενδεικτική διδασκαλία που του είχε δοθεί αρχικά. Αντιθέτως στην άλλη, υπάρχει προσθήκη νέων στοιχείων με την χρήση νέων τεχνολογιών για την εκτέλεση της έρευνας (τάμπλετ & αισθητήρες δύναμης) από τους μαθητές, την καταγραφή των δεδομένων μέσα από γραφικές παραστάσεις στο τάμπλετ, αλλά και την ανάλυση των δεδομένων όπου μέσα από ερώτηση στο φύλλο



εργασίας «Τι σχέση μπορείτε να διακρίνετε στα αποτελέσματα της καταμέτρησης;» επιδιώκει από τους μαθητές να επεξεργαστούν νοητικά τις γραφικές παραστάσεις για να μπορέσουν να καταλήξουν σε ένα εμπειριστατωμένο συμπέρασμα. Παρατηρώντας τις τελικές διδασκαλίες του Φ6, διαπιστώνεται πως η φάση του σχεδιασμού της έρευνας εξακολουθεί να απουσιάζει από τις διδασκαλίες. Από την άλλη, βελτίωση σε σχέση με τις αρχικές διδασκαλίες καταγράφεται στη διάσταση της δημιουργίας του ερωτήματος που ενώ απουσίαζε τελείως από τις αρχικές ενότητες, υπήρχαν ρητά αποτυπωμένα στα φύλλα εργασίας των τελικών, χωρίς όμως να γίνεται απόπειρα καλλιέργειας δεξιοτήτων ανάπτυξης σωστών επιστημονικά ερωτημάτων από τους μαθητές. Επίσης, βελτίωση σημειώθηκε και στα στάδια της διεξαγωγής της έρευνας και της καταγραφής των δεδομένων, όπου η χρήση νέων τεχνολογιών (τάμπλετ, αισθητήρας ήχου & δύναμης) εδραιώθηκε και στις δύο τελικές ενότητες. Είναι χαρακτηριστική η δήλωση του φοιτητή στην τελική συνέντευξη «από τις πρώτες διδασκαλίες που κάναμε στο εργαστήριο είδα πως αυτή με το ταμπλετάκι κύλησε καλύτερα και τα παιδιά λειτουργούσαν περισσότερο σαν επιστήμονες με τις μετρήσεις που έκαναν με τους αισθητήρες».

Φ6	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>		1 <sup>η</sup> τελική	2 <sup>η</sup> τελική
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	1	1		1	1
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ	0	0	+	1	1
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	0	0		0	0
ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	2	1	+	2	2
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	2	0	+	2	2
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	2	0		1	1
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	1	0		1	0
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	1	1		1	1

Πίνακας 21. Αποτελέσματα ενότητων Φ6

#### «Φ7» Αποτελέσματα Ενοτήτων Δ.Μ.

Συνεχίζοντας στα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 22 και αφορούν τον έβδομο φοιτητή (Φ7), διακρίνεται πως στις δύο από τις τρεις αρχικές ενότητες η δόμησή τους περιορίστηκε στα πλαίσια της ενδεικτικής διδασκαλίας Δ.Μ. που δόθηκε στην αρχή της εκπαίδευσής τους. Σε μια μόνο ενότητα ο φοιτητής έδωσε τη δυνατότητα στους μαθητές να χρησιμοποιήσουν νέες τεχνολογίες για την διεξαγωγή της έρευνας (τάμπλετ & αισθητήρα έντασης ρεύματος), να καταγράψουν τα δεδομένα σε πίνακα που υπήρχε στο φύλλο εργασίας και να διακρίνουν πιθανούς συσχετισμούς για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Στις τελικές ενότητες παρατηρήθηκαν αρκετές τροποποιήσεις σε σχέση με την ενδεικτική διδασκαλία. Αρχικά και στις δύο διδασκαλίες καθιέρωσε τη χρήση νέων τεχνολογιών (τάμπλετ & αισθητήρας απόστασης) οι οποίες βοήθησαν στο να τονιστεί η σημασία της επιλογής των κατάλληλων εργαλείων για τη συλλογή των δεδομένων και να εξοικειώσει τους



μαθητές στη χρήση τους (*διεξαγωγή της έρευνας*), ενώ εκτός από τα διαγράμματα που καταγράφονταν στο τάμπλετ υπήρχαν και ξεχωριστοί πίνακες στο φύλλο εργασίας για την πιο στοχευμένη *καταγραφή δεδομένων* και την εν συνεχεία *ανάλυσή τους*. Στη δεύτερη τελική διδασκαλία παρατηρήθηκε εμπλουτισμός της διάστασης του *προσανατολισμού* καθώς έγινε χρήση βίντεο μέσω του προτζέκτορα της αίθουσας ώστε να αναδειχθεί το απαραίτητο θεωρητικό πλαίσιο για την υλοποίηση της έρευνας, αλλά και η ανίχνευση των αντιλήψεων των μαθητών πραγματοποιήθηκε μέσα από συζήτηση – σχολιασμό κάποιων εικόνων που παρουσιάζονταν στο φύλλο εργασίας. Τέλος, ο Φ7 το μεγαλύτερο βάρος στη δεύτερη τελική ενότητα το έριξε στη φάση του *σχεδιασμού της έρευνας* όπου επεδίωξε οι μαθητές να σχεδιάσουν μόνοι τους την πειραματική διαδικασία με κάποια συγκεκριμένα υλικά που τους παρείχε. Όπως χαρακτηριστικά ανέφερε και στην τελική συνέντευξη *«βασικός μου στόχος ήταν να εντάξω στα παιδιά τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και τελικά να αναπτύξουν ένα πείραμα μόνοι τους, να σκεφτούν πως να χρησιμοποιήσουν τα εργαλεία που τους δίνονταν για να πάρουν τα δεδομένα και να απαντήσουν στο ερώτημα»*.

Φ7	1 <sup>η</sup>	2 <sup>η</sup>	3 <sup>η</sup>		1 <sup>η</sup> τελική	2 <sup>η</sup> τελική
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	1	1	1	+	1	2
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ	1	1	1		1	1
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	1	1	0	+	1	2
ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	2	1	1	+	2	2
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	2	1	1	+	2	2
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	2	1	0	+	2	2
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	1	1	1		1	1
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	1	1	0		1	0

Πίνακας 22. Αποτελέσματα ενότητων Φ7

#### «Φ8» Αποτελέσματα Ενοτήτων Δ.Μ.

Όσον αφορά τον τελευταίο φοιτητή (Φ8), τόσο οι αρχικές όσο και οι τελικές ενότητες που ανέπτυξε ήταν ακριβώς στην ίδια λογική και δεν σημειώθηκε καμία μεταβολή σε κάποια διάσταση της Δ.Μ. ύστερα από τις δράσεις που έγιναν πάνω στη ΦτΕ (βλ. Πίνακα 23). Είναι χαρακτηριστικό πως οι δύο τελικές ενότητες που ανέπτυξε ο φοιτητής ήταν οι ίδιες με την δεύτερη και την τρίτη αρχική, πραγματοποιώντας μόνο μικρές αλλαγές μορφολογικού χαρακτήρα προσθέτοντας κάποιες φωτογραφίες και αλλάζοντας σειρά σε κάποιες ερωτήσεις. Αυτό που μπορεί να σημειωθεί είναι πως σε κάθε ενότητα ακολουθούσε την ίδια ακριβώς πορεία ξεκινώντας με ένα μικρό κείμενο για να κεντρίσει το ενδιαφέρον των μαθητών, στη συνέχεια ρωτούσε τις απόψεις των μαθητών πάνω στο θέμα που θα μελετήσουν, έδινε τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές για την δραστηριότητα και αφότου την εκτελούσαν, κατέληγαν απευθείας στην αξιολόγηση της όλης πορείας, παραλείποντας όλα τα ενδιάμεσα στάδια (καταγραφή, ανάλυση, συμπέρασμα), ενώ από όλες τις

ενότητες απουσίαζε και η διάσταση του σχεδιασμού της έρευνας. Η όλη πορεία του Φ8 στην δόμηση των ενοτήτων δείχνει να μην έχει κατανοήσει πως ακριβώς πραγματοποιείται μια μάθηση μέσω διερεύνησης, όπως επίσης και ποια είναι η εκπαιδευτική χρήση του πειράματος. Χαρακτηριστική ήταν η απάντηση του κατά τη διάρκεια της τελικής συνέντευξης στην ερώτηση «τί πιστεύεις πως είναι το πείραμα;» όπου ανέφερε «*βασικά παίρνουμε τα χεράκια μας και δοκιμάζουμε τα υλικά και τα εργαλεία για να τα συνδυάσουμε με τέτοιο τρόπο ώστε να καταλήξουμε σε ένα νέο αποτέλεσμα, έχουμε δηλαδή ένα στόχο και προσπαθούμε να τον πετύχουμε*».

Φ8	1 <sup>ο</sup>	2 <sup>ο</sup>	3 <sup>ο</sup>	1 <sup>ο</sup> ΤΕΛΙΚΟ	2 <sup>ο</sup> ΤΕΛΙΚΟ
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	1	1	1	1	1
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ	1	1	1	1	1
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	0	0	0	0	0
ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	1	1	1	1	1
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	0	0	0	0	0
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	0	0	0	0	0
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	0	0	0	0	0
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	1	1	1	1	1

Πίνακας 23. Αποτελέσματα ενοτήτων Φ8

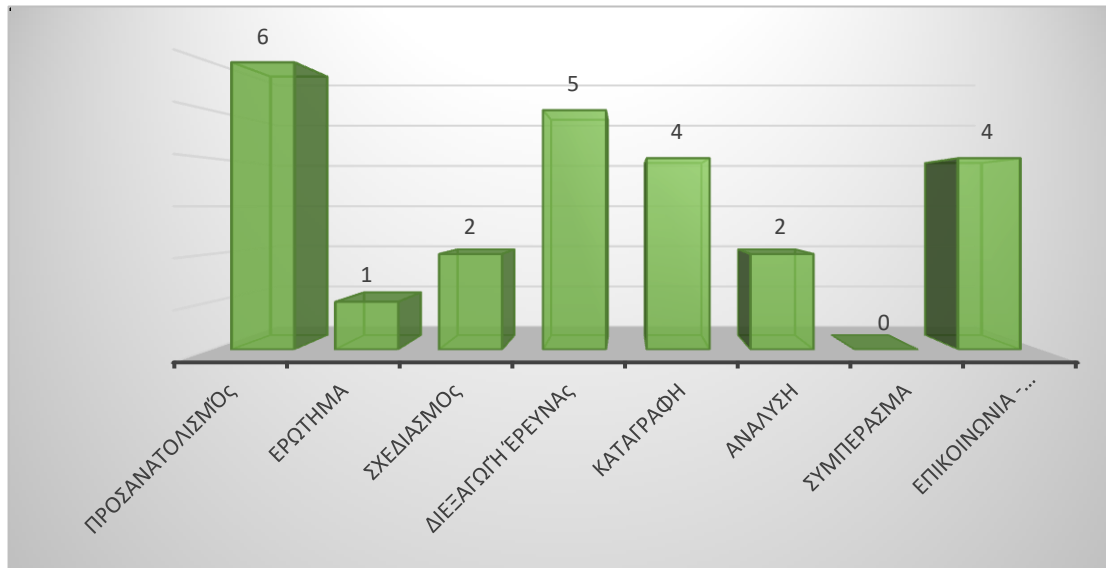
#### Σύνοψη Ενοτήτων Δ.Μ.

Στον Πίνακα 24 συγκεντρώθηκαν όλες οι διαστάσεις της Δ.Μ. στις οποίες σημειώθηκε βελτίωση από τον κάθε φοιτητή μετά τις δράσεις που πραγματοποιήθηκαν πάνω στη ΦτΕ. Οι φοιτητές Φ3 και Φ7 σημείωσαν βελτίωση σε περισσότερες διαστάσεις (6 και 5 αντίστοιχα) σε σχέση με τους υπόλοιπους, κάτι που έρχεται σε αντιστοιχία και με τη βελτίωση που σημείωσαν πάνω στις αντιλήψεις στη ΦτΕ (βλ. Εικόνα 12, σελ. 64). Επίσης, είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως οι ίδιοι φοιτητές διατηρούσαν από τις καλύτερες τελικές αντιλήψεις πάνω στη ΦτΕ (ο Φ3: 15/16 και ο Φ7: 14/16), ενώ από την άλλη ο Φ8 που είχε τις χειρότερες αντιλήψεις (8/16) πάνω στη ΦτΕ δε σημείωσε βελτίωση σε κανένα στάδιο της Δ.Μ.

	Φ1	Φ2	Φ3	Φ4	Φ5	Φ6	Φ7	Φ8	ΣΥΝ
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	+	+	+	+	+		+		6
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ						+			1
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ			+				+		2
ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	+		+	+		+	+		5
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	+		+			+	+		4
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ			+				+		2
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ									0
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	+	+	+	+					4

Πίνακας 24. Βελτίωση διδασκαλιών ανά διάσταση Δ.Μ.

Στο ραβδόγραμμα της Εικόνας 13 φανερώνονται οι διαστάσεις της Δ.Μ. που παρατηρήθηκε συχνότερη βελτίωση από τους φοιτητές και προεξέχουσα θέση έχουν οι διαστάσεις του *προσανατολισμού*, όπου 6 φοιτητές την εμπλούτισαν με νέα στοιχεία και της *διεξαγωγής της έρευνας*, όπου βελτιώθηκε από 5 φοιτητές. Ακολούθησαν οι διαστάσεις της *καταγραφής των δεδομένων* και της *επικοινωνίας - αξιολόγησης* με 4 φοιτητές να πραγματοποιούν ενισχυτικές αλλαγές. Από την άλλη καμία βελτίωση δε σημειώθηκε στο στάδιο της *εξαγωγής συμπεράσματος*, ενώ στη δημιουργία ερωτήματος μόλις ένας φοιτητής σημείωσε βελτίωση χωρίς όμως να παρατηρηθεί προσθήκη κάποιου στοιχείου σε σχέση με την ενδεικτική διδασκαλία.



Εικόνα 13. Βελτίωση σταδίων Διερευνητικής Μάθησης

Για να μπορέσουμε να διακρίνουμε με ποιον τρόπο οι δράσεις πάνω στη ΦτΕ επηρέασαν τη δόμηση διδασκαλιών μέσω διερεύνησης από τους φοιτητές, πραγματοποιήθηκε αντιστοίχιση μεταξύ των διαστάσεων της Δ.Μ. και των πτυχών της ΦτΕ που παρουσιάστηκαν στους φοιτητές (βλ. Εικόνα 8, σελ. 52). Έτσι, σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν στην Εικόνα 13, προκύπτει η επίδραση της κάθε πτυχής της ΦτΕ στη δόμηση της κάθε ενότητας από τους φοιτητές, η οποία και αποτυπώνεται στον Πίνακα 25. Από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η μεγαλύτερη επίδραση παρατηρείται από την *έμφορτη θεωρίας φύση*, όπου 6 φοιτητές βελτίωσαν τη διάσταση του **προσανατολισμού**. Ύστερα, ακολουθεί η *εμπειρική φύση*, η οποία επηρέασε 5 φοιτητές, ώστε να εμπλουτίσουν τη διάσταση της Δ.Μ. που σχετίζεται με την *διεξαγωγή της έρευνας*. Στη συνέχεια, η πτυχή των *κοινωνικών διαστάσεων της επιστήμης* επηρέασε 4 φοιτητές στο να προσθέσουν στοιχεία στη διάσταση της **επικοινωνίας – αξιολόγησης**, ενώ εξίσου σημαντική επιρροή δείχνει να είχε και η πτυχή της *αναγνώρισης και διαχείρισης των ανώμαλων δεδομένων* όπου 4 φοιτητές παρατηρήθηκε να βελτιώνουν τη διάσταση της **καταγραφής των δεδομένων**. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί, πως τη μικρότερη επιρροή κατέγραψαν η *συμπερασματική φύση* όπου δε σημειώθηκε καμία μεταβολή και η πτυχή που αναφέρει πως η *έρευνα ξεκινά πάντα με ένα ερώτημα* με μία μόλις μεταβολή.

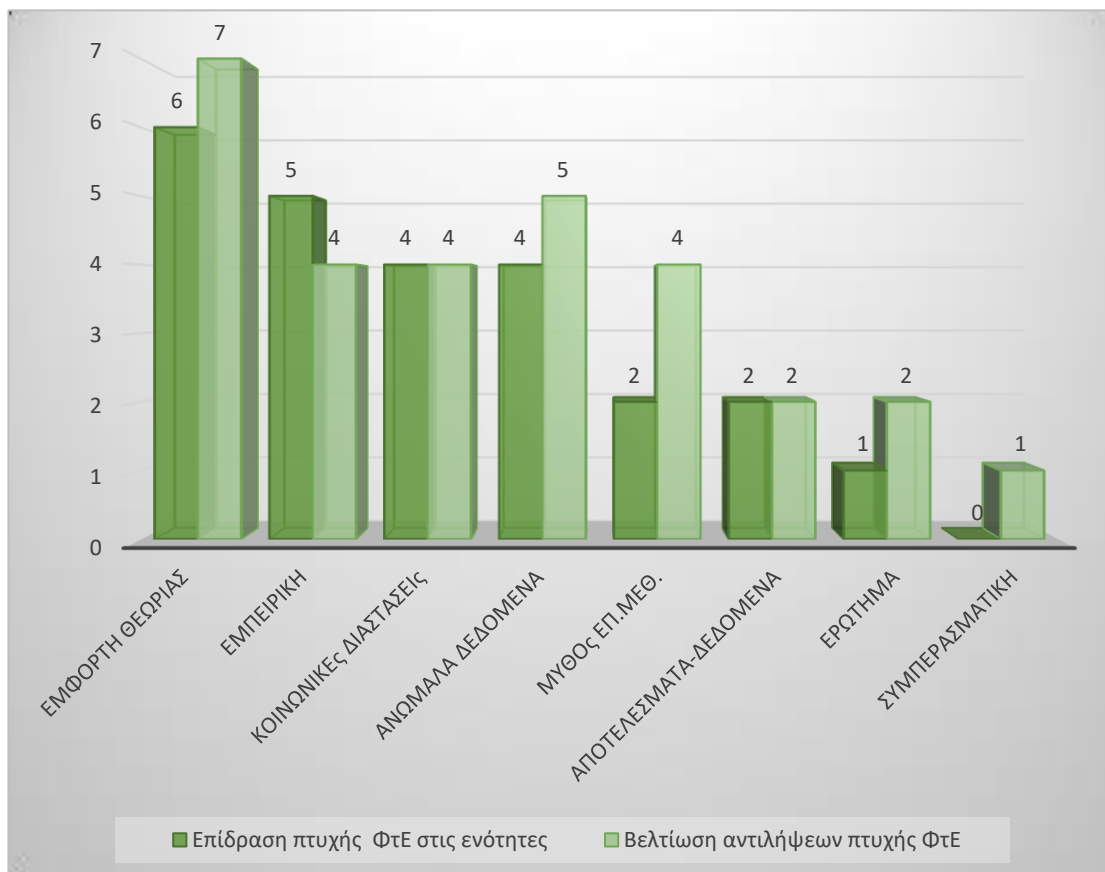
<b>Διαστάσεις Δ.Μ.</b>		<b>Πτυχές ΦτΕ</b>
<b>Προσανατολισμός</b>	<b>6</b>	<i>Έμφορτη θεωρίας φύση</i>
<b>Δημιουργία Ερωτήσεων</b>	<b>1</b>	<i>Η έρευνα ξεκινά με ερώτημα</i>
<b>Σχεδιασμός Έρευνας</b>	<b>2</b>	<i>Μύθος επιστημονικής μεθόδου</i>
<b>Διεξαγωγή Έρευνας</b>	<b>5</b>	<i>Εμπειρική φύση</i>
<b>Καταγραφή Δεδομένων</b>	<b>4</b>	<i>Αναγνώριση και διαχείριση ανώμαλων δεδομένων</i>
<b>Ανάλυση Δεδομένων</b>	<b>2</b>	<i>Τα ερευνητικά αποτελέσματα να συμφωνούν με τα δεδομένα</i>
<b>Συμπέρασμα</b>	<b>0</b>	<i>Συμπερασματική φύση</i>
<b>Επικοινωνία – Αξιολόγηση</b>	<b>4</b>	<i>Κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης</i>

Πίνακας 25. Αντιστοίχιση σταδίων Δ.Μ. - πτυχών ΦτΕ

### 7.3 Σχέση Αντιλήψεων ΦτΕ - Ενοτήτων Δ.Μ.

Σε αυτό το τμήμα της εργασίας θα ελεγχθεί αν και σε τι βαθμό υπάρχει συσχέτιση της βελτίωσης των ενοτήτων Δ.Μ. που ανέπτυξαν οι φοιτητές με τις αντιλήψεις που τελικά κατείχαν πάνω σε συγκεκριμένες πτυχές της ΦτΕ. Για να γίνει αυτό θα χρειαστεί να γίνει μία συσχέτιση των αποτελεσμάτων που πήραμε στις δύο προηγούμενες ενότητες 7.1 και 7.2.

Στο ραβδόγραμμα της Εικόνας 14, αντιπαραβάλλονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν σχετικά με την επίδραση που είχε η κάθε πτυχή της ΦτΕ στην ανάπτυξη ενοτήτων Δ.Μ. από τη μία και της συνολικής βελτίωσης που σημειώθηκε στις αντιλήψεις των φοιτητών στην κάθε πτυχή από την άλλη. Παρατηρώντας το ραβδόγραμμα μπορούμε να διακρίνουμε πως η πτυχή με τη μεγαλύτερη επίδραση στις ενότητες Δ.Μ. είναι αυτή της «έμφορτης θεωρίας» με 6 μονάδες, είναι παράλληλα και η πτυχή που σημειώθηκε η μεγαλύτερη βελτίωση στις αντιλήψεις των φοιτητών (+7 μονάδες). Αλλά και στα υπόλοιπα αποτελέσματα παρατηρείται μια σχετική αναλογία, καθώς στην «εμπειρική φύση», στις «κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης» και στην «αναγνώριση και διαχείριση των ανώμαλων δεδομένων» που έχουν σημαντική επίδραση στη δόμηση των ενοτήτων (+5,+4 και +4 αντίστοιχα), οι αντιλήψεις των φοιτητών σημείωσαν αντίστοιχα μια αξιοσημείωτη βελτίωση (+4, +4 και +5 μονάδες αντίστοιχα). Από την άλλη, στις πτυχές με τη μικρότερη επίδραση στη δόμηση διδασκαλιών, η «συμπερασματική φύση» (0) και «η έρευνα ξεκινά με ερώτημα» (+1), οι φοιτητές κατέγραψαν τη μικρότερη βελτίωση αντιλήψεων (+1 και +2 αντίστοιχα).



Εικόνα 14. Σχέση επίδρασης πτυχής ΦτΕ στις ενότητες - Βελτίωσης αντιλήψεων πτυχής ΦτΕ

Ανεξάρτητα όμως από την ποσοτική αποτύπωση της συσχέτισης μεταξύ της επίδρασης των πτυχών της ΦτΕ στις ενότητες Δ.Μ. που ανέπτυξαν οι φοιτητές και της βελτίωσης των αντιλήψεων τους σε κάθε πτυχή της ΦτΕ, είναι πολύ σημαντική και μια ποιοτική ανάλυση αυτής της συσχέτισης. Για το λόγο αυτό, στον Πίνακα 26 παρουσιάζονται αναλυτικά για τον κάθε έναν φοιτητή, από τη μία οι διαστάσεις της Δ.Μ. στις οποίες σημείωσε πρόοδο και από την άλλη οι πτυχές της ΦτΕ που καταγράφηκε βελτίωση στις αντιλήψεις του. Στις θέσεις που υπάρχει το πορτοκαλί φόντο είναι τα σημεία όπου καταγράφεται ταυτόχρονη βελτίωση και των δύο. Στο ροζ φόντο είναι τα σημεία που υπάρχει εμπλουτισμός της διάστασης Δ.Μ. από τον φοιτητή, χωρίς παράλληλη βελτίωση των αντιλήψεών του στην αντίστοιχη πτυχή, αλλά διατηρώντας ενημερωμένες απόψεις στη συγκεκριμένη πτυχή. Τέλος, με καφέ φόντο αποτυπώνεται η εξέλιξη της συγκεκριμένης διάστασης χωρίς βελτίωση των αντιλήψεων, με τον φοιτητή όμως να κατέχει μη επαρκώς ενημερωμένες αντιλήψεις στην συγκεκριμένη πτυχή. Στη συνέχεια γίνεται μια αναλυτικότερη παρουσίαση της συσχέτισης αυτής για κάθε πτυχή της ΦτΕ ξεχωριστά.

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ Δ.Μ.	Φ1	Φ2	Φ3	Φ4	Φ5	Φ6	Φ7	Φ8	ΠΤΥΧΕΣ ΦτΕ								
Προσανατολισμός	+	+	+	=	+	+	+	+	+	=	+	Έμφορτη θεωρίας φύση					
Δημιουργία ερωτήσεων	=	=	=	+	=	=	=	=	=	-	+	+	=	=	=	+	Η έρευνα ξεκινά με ερώτημα
Σχεδιασμός Έρευνας	=	+	=	=	+	+	=	+	=	=	=	=	+	+	=	=	Μύθος επιστημονικής μεθόδου
Διεξαγωγή Έρευνας	+	+	=	=	+	+	+	=	=	=	+	+	+	=	=	+	Εμπειρική φύση
Καταγραφή Δεδομένων	+	=	=	=	+	+	=	+	=	+	+	+	+	=	=	=	Αναγνώριση και διαχείριση ανώμαλων δεδομένων
Ανάλυση Δεδομένων	=	=	=	+	+	=	=	=	+	=	-	+	+	=	=	=	Τα ερευνητικά αποτελέσματα να συμφωνούν με τα δεδομένα
Συμπέρασμα	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	+	=	=	=	=	Συμπερασματική φύση
Επικοινωνία - Αξιολόγηση	+	+	+	+	+	+	+	=	=	=	=	=	=	=	=	=	Κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης
	Εμπλουτισμός σταδίου κατέχοντας από την αρχή ενημερωμένες αντιλήψεις στη συγκεκριμένη πτυχή																
	Εμπλουτισμός σταδίου με ταυτόχρονη βελτίωση των αρχικών τους αντιλήψεων στη συγκεκριμένη πτυχή																
	Εμπλουτισμός σταδίου κατέχοντας μη επαρκώς ενημερωμένες τελικές αντιλήψεις στην πτυχή																

Πίνακας 26. Συσχέτιση βελτίωσης σταδίων Δ.Μ. - αντιλήψεων ΦτΕ

Έμφορτη θεωρίας φύση

Ξεκινώντας από την πτυχή με τη μεγαλύτερη επίδραση στις ενότητες των φοιτητών, αυτή της «έμφορτης θεωρίας», καταγράφηκε βελτίωση από 6 φοιτητές στη διάσταση του *προσανατολισμού*. Από αυτές παρατηρείται αντίστοιχη βελτίωση των αντιλήψεων πάνω στη συγκεκριμένη πτυχή σε 4 φοιτητές. Από τις άλλες 2 περιπτώσεις, στη μία ο φοιτητής κατείχε από την αρχή ως το τέλος ενημερωμένες απόψεις πάνω στη συγκεκριμένη πτυχή και στην άλλη ο φοιτητής δεν είχε επαρκώς ενημερωμένες απόψεις για να δικαιολογούν την εξέλιξη του. Έτσι, προκύπτει πως σε 5/6 περιπτώσεις όπου οι φοιτητές βελτίωσαν τη συγκεκριμένη διάσταση στις ενότητες που ανέπτυξαν, παρατηρείται πως ταυτόχρονα κατείχαν ενημερωμένες

απόψεις στην αντίστοιχη πτυχή της ΦτΕ. Η συγκεκριμένη πτυχή φαίνεται σε γενικές γραμμές να έχει επιρροή στους φοιτητές καθώς στην τελική συνέντευξη όταν τους ζητήθηκε να αντιστοιχήσουν τα στάδια της Δ.Μ. με τις πτυχές της ΦτΕ που τους παρουσιάστηκαν, κατάφεραν με ευκολία όλοι να αντιστοιχήσουν σωστά αυτή την πτυχή και όπως αναφέρει ο Φ7 «η έμφορτη θεωρίας είναι ουσιαστικά το αρχικό στάδιο της έρευνας, για να ξεκινήσεις δηλαδή μια έρευνα χρειάζεσαι κάποιες βασικές γνώσεις για να μπορείς να την στηρίζεις».

#### Η έρευνα ξεκινά με ερώτημα

Συνεχίζοντας με την πτυχή «η έρευνα ξεκινά με ένα ερώτημα», βελτίωση στην ενότητα και συγκεκριμένα στο στάδιο της δημιουργίας ερωτήσεων σημειώθηκε από μόλις έναν φοιτητή, ο οποίος βέβαια ήταν από τους φοιτητές που παρουσίασε εξέλιξη και στις αντιλήψεις του πάνω στη συγκεκριμένη πτυχή. Ο Φ6 ήταν ο φοιτητής που από τις αρχικές του διδασκαλίες απουσίαζε εντελώς η διάσταση της δημιουργίας ερωτήσεων και στις τελικές ενότητες που ανέπτυξε απλά έθετε το ερώτημα ρητά στο φύλλο εργασίας, όπως ακριβώς παρουσιαζόταν και στην ενδεικτική διδασκαλία, χωρίς δηλαδή να προσθέσει κάτι καινούργιο ή να παροτρύνει τους μαθητές να θέσουν μόνοι τους το ερώτημα. Στην ερώτηση που του έγινε μετά την επίσκεψη στο ερευνητικό κέντρο σχετικά με τι του έκανε εντύπωση και πως σκέφτεται να το αξιοποιήσει στη δόμηση της ενότητάς του, απάντησε «αυτό που μου έμεινε ήταν πως οι ερευνητές έχουν ένα ερώτημα που καλούνται να απαντήσουν και αν αυτό δεν τους οδηγήσει σε κάποια λύση, μπορεί να τους γεννήσει κάποιο νέο ερώτημα και να στραφούν αλλού. Οπότε θεωρώ πολύ σημαντικό στη διδασκαλία μας κι εμείς να ξεκινάμε με ένα ερώτημα».

#### Μύθος της επιστημονικής μεθόδου

Η επίδραση της πτυχής του «μύθου της επιστημονικής μεθόδου» στην ανάπτυξη των τελικών διδασκαλιών, καταγράφεται σε 2 φοιτητές οι οποίοι εμπλούτισαν τη διάσταση του σχεδιασμού της έρευνας, είτε σχεδιάζοντας έρευνες χωρίς πειραματική διαδικασία που βασίζονταν στη συστηματική παρατήρηση, είτε αφήνοντας το σχεδιασμό της έρευνας αποκλειστικά στους μαθητές. Και οι δύο αυτοί φοιτητές ήταν ανάμεσα σε αυτούς που σημείωσαν παράλληλα βελτίωση και στις αντιλήψεις τους πάνω στη συγκεκριμένη πτυχή. Αν και όταν ζητήθηκε από τους φοιτητές στις τελικές συνεντεύξεις να αντιστοιχήσουν την πτυχή με κάποια διάσταση της Δ.Μ. παρατηρήθηκε μεγάλη δυσκολία και οι απαντήσεις απλώνονταν σε όλο το φάσμα των διαστάσεων της Δ.Μ., οι δύο συγκεκριμένοι φοιτητές ανέφεραν ορθώς τον σχεδιασμό της έρευνας, δείχνοντας να κατανοούν τη συσχέτιση. Η γενικότερη πάντως δυσκολία που παρατηρήθηκε στη συγκεκριμένη πτυχή, αποτυπώνεται και στις τελικές αντιλήψεις των φοιτητών, όπου στον «μύθο της επιστημονικής μεθόδου» κατέχουν τις λιγότερο ενημερωμένες απόψεις σε σχέση με τις υπόλοιπες πτυχές (βλ. Εικόνα 12, σελ. 64).

### Εμπειρική φύση

Η πτυχή με τη δεύτερη μεγαλύτερη επίδραση στις ενότητες που έφτιαξαν οι φοιτητές είναι αυτή της «εμπειρικής φύσης», όπου καταγράφηκε βελτίωση από 5 φοιτητές στη διάσταση της διεξαγωγής της έρευνας. Από αυτούς ταυτόχρονη βελτίωση και στις ιδέες τους για την εμπειρική φύση της επιστήμης σημείωσαν 3 φοιτητές. Στις 2 περιπτώσεις που δεν σημειώθηκε βελτίωση, πρέπει να σημειώσουμε πως οι συγκεκριμένοι φοιτητές κατείχαν από την αρχή ενημερωμένες απόψεις πάνω στη συγκεκριμένη πτυχή. Ένα πάντως από τα πολύ χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτής της συσχέτισης είναι η αναφορά που έκανε ο Φ1 στη συζήτηση που έγινε μετά την επίσκεψη στο ερευνητικό κέντρο σχετικά με το πως θα μπορούσε να ενσωματώσει στην ενότητά του στοιχεία από τον τρόπο που εργάζονται οι επιστήμονες: *«μου έκανε πάντως μεγάλη εντύπωση το ότι είχαν αγοράσει ένα όργανο για παλιότερη έρευνα και του έκαναν τις απαραίτητες τροποποιήσεις για να μπορέσουν να καλύψουν τις ανάγκες της νέας τους έρευνας, αυτό θα μπορούσαμε κι εμείς να το εντάξουμε στις διδασκαλίες μας, βάζοντας τα παιδιά να κατασκευάσουν ή να εξελίσσουν τα εργαλεία που χρειαζόμαστε»*. Ο συγκεκριμένος φοιτητής στην τελική ενότητα που ανέπτυξε αφιέρωσε 3 διδακτικές ώρες ώστε οι μαθητές να κατασκευάσουν ηλιακούς φούρνους με διαφορετικά υλικά, για τις ανάγκες της έρευνάς τους.

### Αναγνώριση και διαχείριση των ανώμαλων δεδομένων

Στη συνέχεια, έχουμε άλλη μια πτυχή στην οποία καταγράφηκε έντονη επίδραση στη δόμηση των εννοιών από τους φοιτητές, αυτή της «αναγνώρισης και διαχείρισης των ανώμαλων δεδομένων». Η επίδραση αυτή αποτυπώθηκε στο ότι στη διάσταση της καταγραφής των δεδομένων 4 φοιτητές την εμπλούτισαν με καινούργια στοιχεία σε σχέση με την ενδεικτική διδασκαλία. Από τους 4 φοιτητές οι 2 κατέγραψαν παράλληλη βελτίωση στις αντιλήψεις τους στη συγκεκριμένη πτυχή, ένας δε σημείωσε βελτίωση αλλά κατείχε ενημερωμένες απόψεις τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της εκπαίδευσής του, ενώ υπήρξε και ένας ο οποίος παρά τις προσθήκες που έκανε στο στάδιο της καταγραφής των δεδομένων, διατήρησε μέχρι το τέλος ασαφείς απόψεις πάνω στη συγκεκριμένη πτυχή. Την επιρροή της συγκεκριμένης πτυχής αποτύπωσε με την απάντησή του ο Φ3, όταν ρωτήθηκε στη συνάντηση μετά την επίσκεψη στο ερευνητικό κέντρο τι του έκανε εντύπωση στον τρόπο εργασίας των επιστημόνων και πως θα μπορούσε να το συμπεριλάβει στη διδασκαλία του, που απάντησε πως *«αυτό που μου έμεινε είναι πως κάποιες φορές οι επιστήμονες περιμένουν ένα αποτέλεσμα αλλά τους εμφανίζεται κάποιο άλλο και πρέπει να σκεφτούν προς τα πού θα πρέπει να κινηθούν και τι να αλλάξουν. Από την άλλη και οι μαθητές είναι καλό όταν συλλέγουν τα δεδομένα τους να κάνουν λάθη για να σκεφτούν μετά τι λάθος έκαναν και τι να αλλάξουν για να φτάσουν στο σωστό συμπέρασμα»*



Τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα

Προχωρώντας στην πτυχή «τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα», παρατηρούμε ότι έχει επίδραση σε δύο φοιτητές οι οποίοι εμπλούτισαν τη διάσταση της ανάλυσης των δεδομένων. Από αυτούς ο ένας σημείωσε ταυτόχρονη βελτίωση των αντιλήψεων του στην παραπάνω πτυχή (από ασαφείς σε ενημερωμένες), ενώ ο άλλος δε σημείωσε βελτίωση καθώς είχε τόσο αρχικά όσο και στο τέλος ενημερωμένες απόψεις. Επιπρόσθετα στα παραπάνω, θα πρέπει να σημειωθεί πως και οι δύο φοιτητές ήταν σε θέση στο τέλος να κάνουν τη συσχέτιση μεταξύ του σταδίου της ανάλυσης των δεδομένων και της συγκεκριμένης πτυχής της ΦτΕ, όπως βέβαια και η πλειοψηφία των φοιτητών (7/8). Σε ερώτηση που έγινε στο τέλος στον Φ7 σχετικά με το ποια πτυχή της ΦτΕ τον επηρέασε κατά τη δόμηση των τελικών ενοτήτων, ανέφερε μεταξύ άλλων πως «...και όταν ήμουν στο στάδιο της ανάλυσης και ερμηνείας των δεδομένων είχα πάντα στο μυαλό μου πως τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα. Σε αυτό νομίζω με βοήθησε πολύ και το ταμπλετάκι, με τα διαγράμματα που εμφάνιζε βοηθούσε τους μαθητές να δώσουν ευκολότερα την ερμηνεία».

Συμπερασματική φύση

Η πτυχή της «συμπερασματικής φύσης» είναι η μόνη πτυχή που όπως φαίνεται και στην Εικόνα 14 (βλ. σελ. 76), δεν είχε καμία επίδραση στις διδασκαλίες των φοιτητών, καθώς το στάδιο της εξαγωγής του συμπεράσματος δεν βελτιώθηκε από κανέναν φοιτητή μετά την παρέμβαση πάνω στη ΦτΕ, ενώ όσοι φοιτητές είχαν το στάδιο της εξαγωγής συμπεράσματος στις διδασκαλίες τους ήταν σε αντιστοιχία με το ενδεικτικό φύλλο εργασίας. Η μόνη διαφοροποίηση που παρατηρήθηκε ήταν από τον Φ5, ο οποίος παρέθεσε στο φύλλο εργασίας επιστημονική γνώση που σχετιζόταν με την έρευνα, ώστε το συμπέρασμα να βγει σε συνδυασμό με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και όσων είναι ήδη γνωστά. Παρόλα αυτά, λόγω των μικρών τροποποιήσεων που έκανε σε σχέση με τις ενότητες που δόμησε αρχικά, αυτό υπήρξε τόσο στην αρχική όσο και στην αντίστοιχη τελική ενότητα και για το λόγο αυτό δεν καταγράφηκε κάποια βελτίωση. Αυτό που έχει ενδιαφέρον είναι πως στη συγκεκριμένη πτυχή παρατηρήθηκε η μικρότερη βελτίωση από τη μία, αλλά ταυτόχρονα οι φοιτητές κατέγραψαν και τις πιο ενημερωμένες απόψεις. Επίσης στις τελικές συνεντεύξεις όλοι οι φοιτητές μπόρεσαν με μεγάλη ευκολία να κάνουν τη σύνδεση μεταξύ της προαναφερθείσας πτυχής της ΦτΕ και της αντίστοιχης διάστασης της Δ.Μ..

Κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης

Τέλος, στην πτυχή των «κοινωνικών διαστάσεων της επιστήμης», 4 φοιτητές εμπλούτισαν τη διάσταση της επικοινωνίας - αξιολόγησης, από τους οποίους οι 3 σημείωσαν ταυτόχρονα και βελτίωση αντιλήψεων στην αντίστοιχη πτυχή. Ο τέταρτος

φοιτητής που τροποποίησε τη συγκεκριμένη διάσταση δεν κατέγραψε βελτίωση των αντιλήψεών του στην πτυχή των κοινωνικών διαστάσεων της επιστήμης, αφού κατείχε από την αρχή ενημερωμένες απόψεις. Αξίζει να σημειωθεί πως όλοι οι φοιτητές στο τέλος μπόρεσαν να αντιστοιχίσουν τη συγκεκριμένη πτυχή με τη διάσταση της επικοινωνίας - αξιολόγησης. Είναι χαρακτηριστικό επίσης, πως σε ερώτηση που έγινε στον Φ2 κατά την τελική συνέντευξη, σχετικά με το ποια πτυχή της ΦτΕ τον επηρέασε στην ανάπτυξη της διδασκαλίας του ανέφερε *«οι κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης. Ήταν η πτυχή που μπόρεσα αμέσως να καταλάβω σε ποιο στάδιο της διδασκαλίας αναφέρεται, γιατί αφορά τα τελευταία στάδια της ΔΜ και στο να διαπραγματευτείς και να επιχειρηματολογήσεις για τα συμπεράσματά σου»*.

### Σύνοψη ενότητας

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω προκύπτει μια εμφανής συσχέτιση μεταξύ των διαστάσεων της Δ.Μ. στις οποίες οι φοιτητές εστίασαν περισσότερο προσθέτοντας καινούργια στοιχεία και των αντιλήψεων που οι ίδιοι κατείχαν στην αντίστοιχη πτυχή της ΦτΕ. Αυτό αποτυπώνεται στο ότι από τις 24 φορές που καταγράφηκε βελτίωση κάποιου σταδίου Δ.Μ., τις 22 οι φοιτητές εμφάνισαν είτε βελτίωση στην αντίστοιχη πτυχή (16 φορές), είτε δεν χρειάστηκε να σημειωθεί κάποια βελτίωση καθώς οι απόψεις τους στην αντίστοιχη πτυχή παρέμειναν ενημερωμένες από την αρχή ως το τέλος της εκπαίδευσής τους (6 φορές). Στις υπόλοιπες 2 περιπτώσεις ο εμπλουτισμός της διάστασης δεν μπορούμε να ισχυριστούμε πως σχετίζεται με τις απόψεις των φοιτητών στις αντίστοιχες πτυχές, καθώς αυτές δεν ταυτίζονταν με τις επικρατούσες επιστημονικές.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

### 8.1 Συμπεράσματα - Συζήτηση

Όπως είδαμε και στο πρώτο μέρος της παρούσας έρευνας ο συνδυασμός διδασκαλιών Δ.Μ. με ρητές αναφορές σε πτυχές της ΦτΕ που προτείνεται από ερευνητές της εκπαίδευσης, είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για την προώθηση του οράματος της δημιουργίας επιστημονικά εγγράμματων πολιτών (Hodson, 1992; NRC 1996; 2000; Abd-El-Khalick et al, 2004; Capps & Crawford, 2013). Όμως, οι εσφαλμένες αντιλήψεις που κατέχουν οι εκπαιδευτικοί πάνω στη ΦτΕ είναι ένας από τους παράγοντες που περιορίζουν την εφαρμογή της παραπάνω προσέγγισης στη σχολική τάξη (Roehrig & Luft, 2004), με αποτέλεσμα η επιμόρφωσή τους πάνω σε αυτόν τον τομέα να κρίνεται απαραίτητη. Η παρούσα έρευνα προσπάθησε να ελέγξει τον τρόπο με τον οποίο δράσεις πάνω στη ΦτΕ (ρητή διαπραγμάτευση πτυχών της ΦτΕ & επίσκεψη σε ερευνητικό κέντρο), μπορούν να επηρεάσουν τους μελλοντικούς δασκάλους στην δόμηση και υλοποίηση διδασκαλιών Δ.Μ., καθώς και τις ίδιες τους τις αντιλήψεις πάνω στη ΦτΕ.

Τα αποτελέσματα έδειξαν σε πρώτο βαθμό πως υπήρξε μια γενική βελτίωση πάνω στις αντιλήψεις των φοιτητών στη ΦτΕ. Οι αρχικές αντιλήψεις των φοιτητών ήταν κατά κύριο λόγο μη ενημερωμένες (οι ενημερωμένες απόψεις κατείχαν ποσοστό μόλις 34,4%), κάτι που έρχεται σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες στη βιβλιογραφία (Lederman, 1992; Schwartz & Lederman, 2008; Akerson & Donnelly, 2008) και τελικά κατέληξαν να είναι σε μεγάλο βαθμό ενημερωμένες (65,6%) μετά τις δράσεις που έγιναν πάνω στη ΦτΕ. Η παραπάνω βελτίωση όμως, δεν παρατηρήθηκε εξίσου σε όλες τις πτυχές της ΦτΕ, αλλά οφείλεται κυρίως σε συγκεκριμένες πτυχές. Οι πτυχές στις οποίες καταγράφηκε η μεγαλύτερη βελτίωση αντιλήψεων ήταν αυτές:

- της «έμφορτης θεωρίας»
- της «αναγνώρισης και διαχείρισης των ανώμαλων δεδομένων»
- της «εμπειρικής φύσης» και
- των «κοινωνικών διαστάσεων της επιστήμης».

Μαζί με τις παραπάνω, σημαντική βελτίωση σημειώθηκε και στην πτυχή του «μύθου της επιστημονικής μεθόδου». Στη συγκεκριμένη πτυχή οι φοιτητές είχαν αρχικά κατά κύριο λόγο εσφαλμένες αντιλήψεις και για το λόγο αυτό, παρόλη τη βελτίωση που καταγράφηκε, εξακολούθησε να είναι αυτή με τις λιγότερο ενημερωμένες απόψεις. Αυτό σε ορισμένες περιπτώσεις οφειλόταν στη σύγχυση που τους προκάλεσε η ύπαρξη συγκεκριμένων διαστάσεων της Δ.Μ. και τους οδήγησε στο να την παραλληλίσουν με μια συγκεκριμένη πορεία που ακολουθούν και οι επιστήμονες για την παραγωγή της επιστημονικής γνώσης. Από την άλλη όμως υπήρξαν και πτυχές στις οποίες δεν σημειώθηκε σημαντική βελτίωση και αυτές ήταν της «συμπερασματικής φύσης» και στο ότι «η έρευνα ξεκινά με ένα ερώτημα». Οπότε, ένα πρώτο συμπέρασμα στο οποίο μπορούμε να καταλήξουμε, είναι πως οι συγκεκριμένες βραχυπρόθεσμες αλλά στοχευμένες δράσεις πάνω στη ΦτΕ, μπορεί σε

γενικές γραμμές να βοηθήσαν τους εκπαιδευτικούς να βελτιώσουν τις αντιλήψεις τους πάνω στη ΦτΕ, αλλά αυτό εν τέλει οφείλεται στον εμπλουτισμό των απόψεών τους μόνο σε ορισμένες από τις πτυχές που παρουσιάστηκαν.

Σε σχέση με την εξέλιξη των διδασκαλιών Δ.Μ. μετά τη συμμετοχή σε δράσεις σχετικές με τη ΦτΕ, τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι φοιτητές εστίασαν σε συγκεκριμένες διαστάσεις στις οποίες και εμβάθυναν. Οι διαστάσεις οι οποίες έκριναν οι φοιτητές πως θα πρέπει να διαπραγματευτούν περισσότερο με τους μαθητές, ήταν κυρίως αυτές:

- του *προσανατολισμού*
- της *διεξαγωγής της έρευνας*
- της *καταγραφής των δεδομένων* και
- της *επικοινωνίας - αξιολόγησης*

Οι διαστάσεις της *διεξαγωγής της έρευνας* και της *καταγραφής των δεδομένων*, που εμπλουτίστηκαν από τους φοιτητές μετά τις επιμορφωτικές δράσεις πάνω στη ΦτΕ, πραγματοποιήθηκε κυρίως μέσα από τη χρήση νέων τεχνολογιών (τάμπλετ και αισθητήρων) και εκμεταλλευόμενοι τις δυνατότητες που προσφέρουν στην εμβάθυνση στον επιστημονικό τρόπο εργασίας (Friedler, Nachmias & Linn ,1990), αλλά και στη μάθηση σχετικά με τις επιστημονικές μετρήσεις και την καταγραφή τους (Linn & Songer, 1991). Αντιθέτως, υπήρχαν διαστάσεις της Δ.Μ., όπως της *δημιουργίας ερωτήματος* και της *εξαγωγής συμπεράσματος* στις οποίες δε σημειώθηκαν καθόλου μεταβολές. Είναι χαρακτηριστικό πως και οι δύο διαστάσεις παρατηρήθηκαν στις αρχικές ενότητες των φοιτητών με τη μορφή ρητών ερωτήσεων. Παρόλα αυτά η συγκεκριμένη προσέγγιση θεωρήθηκε επαρκής και διατηρήθηκε και κατά τη δόμηση των τελικών ενοτήτων.

Μέσα από τη συσχέτιση η οποία αναδείχτηκε στην ενότητα 6.2 μεταξύ των διαστάσεων της Δ.Μ. και των πτυχών της ΦτΕ που επιλέχθηκαν για να επιμορφωθούν οι φοιτητές, προκύπτει πως οι πτυχές που επηρέασαν τους φοιτητές στο να τροποποιήσουν τις διδασκαλίες τους μετά τις δράσεις που πραγματοποιήθηκαν πάνω στη ΦτΕ, ήταν κατά σειρά δυναμικής αυτές:

- της «έμφορτης θεωρίας»
- της «εμπειρικής φύσης»
- της «αναγνώρισης και διαχείρισης των ανώμαλων δεδομένων» και
- των «κοινωνικών διαστάσεων της επιστήμης»

Η μεγάλη αλλαγή που σημειώθηκε στις αντιλήψεις των φοιτητών σχετικά με την επίδραση που έχουν οι πεποιθήσεις και οι πρότερες γνώσεις των επιστημόνων στην έρευνα που πρόκειται να πραγματοποιήσουν, αποτυπώθηκε στην εμφανή διαφορά προσέγγισης της διάστασης του *προσανατολισμού*, όπου ενώ σε πολλές αρχικές περιπτώσεις απουσίαζε αυτή η διάσταση, τελικά προσεγγίστηκε και μάλιστα με πολύ ευφάνταστους τρόπους (κόμικς, δραστηριότητες, κατασκευές κ.α.). Οι αναφορές της εμπειρικής φύσης σε επιλογές «κατάλληλων εργαλείων μέτρησης» για την πραγματοποίηση ερευνών, καθώς και οι διαπιστώσεις που έγιναν από τους φοιτητές για κατασκευές/τροποποιήσεις οργάνων από του επιστήμονες στο

ερευνητικό κέντρο, αποτυπώθηκαν στις εκπαιδευτικές πρακτικές των φοιτητών, από τη μία μέσω της χρήσης τάμπλετ και αισθητήρων και από την άλλη μέσα από την κατασκευή οργάνων μέτρησης (ηλιακός φούρνος, διακόπτης). Επίσης, η πτυχή της «αναγνώρισης και διαχείρισης των ανώμαλων δεδομένων» φανερώθηκε στις τελικές ενότητες μέσω των δυνατοτήτων που παρέχουν οι νέες τεχνολογίες στην καταγραφή μετρήσεων με διάφορους τρόπους (αριθμητικές, διαγράμματα, πίνακες κ.α.) καθώς και στη διαπραγμάτευση σφαλμάτων μέτρησης. Ακόμη, η ανάγκη κοινοποίησης της κάθε επιστημονικής έρευνας στην επιστημονική κοινότητα, αποτυπώθηκε κατά την ανάπτυξη των τελικών ενοτήτων Δ.Μ. από τις προσπάθειες ορισμένων φοιτητών, ώστε οι μαθητές να παρουσιάσουν τα αποτελέσματα της έρευνας που πραγματοποίησαν στην υπόλοιπη τάξη. Τέλος, είναι σημαντικό να σημειωθεί πως η αντιστοιχία μεταξύ διαστάσεων της Δ.Μ. και πτυχών της ΦτΕ μπόρεσε να γίνει και από τους φοιτητές όταν αυτό τους ζητήθηκε, κάτι που δείχνει πως ήταν σε θέση να κάνουν τη συσχέτιση, με εξαίρεση την πτυχή του «μύθου της επιστημονικής μεθόδου, όπου παρατηρήθηκαν για άλλη μια φορά δυσκολίες. Οπότε ένα δεύτερο συμπέρασμα που μπορεί να βγει είναι πως η επιμόρφωση πάνω στη ΦτΕ, βοήθησε μεν τους φοιτητές να βελτιώσουν την προσέγγιση τους πάνω στη δόμηση διδασκαλιών Δ.Μ., αλλά αυτό συνέβη για συγκεκριμένες μόνο διαστάσεις της Δ.Μ., που παρατηρήθηκε επίδραση από τις προαναφερθείσες πτυχές της ΦτΕ.

Όπως μπορούμε να διακρίνουμε από τα παραπάνω, οι πτυχές της ΦτΕ που επηρέασαν περισσότερο τους φοιτητές στη δόμηση διδασκαλιών Δ.Μ., ταυτίζονται με αυτές που οι φοιτητές στο σύνολό τους κατέγραψαν τη μεγαλύτερη βελτίωση αντιλήψεων. Αυτό σε ένα πρώτο βαθμό δείχνει πως υπάρχει έντονη συσχέτιση μεταξύ των απόψεων των φοιτητών πάνω στη ΦτΕ και των πρακτικών που υιοθετούν στις ενότητες της Δ.Μ., καθώς η βελτίωση αυτή αποτυπώθηκε στα φύλλα εργασίας που δόμησαν. Την παραπάνω διαπίστωση έρχονται να ενισχύσουν τα στοιχεία που αφορούν τη συσχέτιση μεταξύ των αντιλήψεων στη ΦτΕ και των διαστάσεων της Δ.Μ. που επέλεξε να εμβαθύνει ο κάθε φοιτητής ξεχωριστά. Τα στοιχεία αυτά δείχνουν πως στη μεγάλη τους πλειοψηφία (22/24), οι διαστάσεις της Δ.Μ. τις οποίες επέλεξε ο κάθε φοιτητής να εμπλουτίσει, συμπίπτουν είτε με βελτίωση των αντιλήψεών του στη συσχετιζόμενη πτυχή της ΦτΕ (16/24), είτε με τη διατήρηση ενημερωμένων αντιλήψεων σε αυτή την πτυχή από την αρχή της έρευνας (6/24). Συνυπολογίζοντας την παραπάνω αντιστοιχία και έρευνες που έχουν δείξει πως οι εσφαλμένες αντιλήψεις των εκπαιδευτικών είναι αποτρεπτικός παράγοντας για την εφαρμογή διδασκαλιών Δ.Μ. (Roehrig & Luft, 2004), μπορούμε να οδηγηθούμε στη διαπίστωση πως όταν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί κατέχουν ενημερωμένες απόψεις πάνω σε συγκεκριμένες πτυχές της ΦτΕ, αυτό μπορεί να τους οδηγήσει σε βελτίωση των πρακτικών που υιοθετούν κατά την ανάπτυξη εφαρμογών της Δ.Μ..

## 8.2 Περιορισμοί – Προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση

Στην παρούσα έρευνα επιχειρήθηκε να ανιχνευθεί ο τρόπος με τον οποίο σύντομες, αλλά στοχευμένες δράσεις πάνω στη ΦτΕ, επηρεάζουν τους φοιτητές στη δόμηση και εφαρμογή ενοτήτων Δ.Μ.. Οι φοιτητές από τη μεριά τους βρήκαν

ενδιαφέρουσα την όλη διαδικασία επιμόρφωσής τους και οι μόνες παρατηρήσεις τους σχετίζονταν με την υποστήριξη σε υλικό/ιδέες για τις διδασκαλίες τους, προτάσεις ύπαρξης περισσότερων διδασκαλιών πάνω στη ΦτΕ ώστε να υπάρχει πιο έντονος αναστοχασμός και τέλος σε σχέση με την επίσκεψη στο ερευνητικό κέντρο πως θα έπρεπε να είναι πιο εστιασμένη και αναλυτική ενώ κάποιοι πρότειναν οι επισκέψεις να ήταν τακτικές και σε βάθος εξαμήνου.

Αν και εύλογες οι επιθυμίες των φοιτητών, στο πλαίσιο της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας δεν ήταν δυνατό μια τόσο σε βάθος παρέμβαση. Αλλά θα είχε ενδιαφέρον σε μια μελλοντική έρευνα να ελεγχθεί η επίδραση που μπορεί να έχει στις πρακτικές, στη δόμηση και την εκτέλεση διδασκαλιών Δ.Μ. από εκπαιδευτικούς, μια σε βάθος χρόνου συμμετοχή σε αυθεντικές επιστημονικές έρευνες. Έρευνες έχουν αναδείξει πως ο συνδυασμός των καθοδηγητικών δεξιοτήτων των επιστημόνων με τη συμμετοχή των δασκάλων σε αυθεντικές επιστημονικές έρευνες, μπορεί να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς και κατ' επέκταση και τους μαθητές να αναπτύξουν καλύτερη κατανόηση πάνω στην επιστημονική έρευνα (Hughes, Molyneaux & Dixon, 2011).

Επίσης, ένας άλλος παράγοντας που μπορεί να έθεσε περιορισμούς στην παρούσα έρευνα είναι η έλλειψη εμπειρίας από τους φοιτητές, κάτι που φάνηκε και στην επιθυμία τους για περισσότερα υλικά και ιδέες. Έτσι, καθώς έρευνες τονίζουν τον συγκεκριμένο παράγοντα ως ανασταλτικό για την εφαρμογή διδασκαλιών μέσω διερεύνησης (Luft, 2001), θα υπήρχε έντονο ενδιαφέρον να ερευνηθεί ποια αντίδραση θα είχαν εν ενεργεία εκπαιδευτικοί ακολουθώντας μια ανάλογη διαδικασία.

Τέλος, είναι σημαντικό να σημειώσουμε πως οι φοιτητές τελικά, έδειξαν μεγαλύτερη ευκολία στο να εντάξουν στη διδασκαλία τους τις πτυχές της «εμπειρικής φύσης» και της «αναγνώρισης και διαχείρισης των ανώμαλων δεδομένων», εκμεταλευόμενοι δυνατότητες που τους έδιναν τα τάμπλετ με τους ανάλογους αισθητήρες. Μάλιστα η χρήση των τάμπλετ από ορισμένους φοιτητές, λόγω της μεγάλης ακρίβειας των μετρήσεων, τους έδινε την ευκαιρία να διαπραγματευτούν την έννοια των σφαλμάτων και την αξία της επανάληψης στις μετρήσεις (Linn & Songer, 1991) και κατ' επέκταση να κάνουν αναφορές στην πτυχή της «αναγνώρισης και διαχείρισης των ανώμαλων δεδομένων». Οπότε μια ενδιαφέρουσα πρόταση για μελλοντική έρευνα θα ήταν να ελεγχθούν οι δυνατότητες που μπορεί να παρέχουν τα μικροϋπολογιστικά συστήματα στην ένταξη της ΦτΕ σε διδασκαλίες μέσω διερεύνησης.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abd-El-Khalick F., Bell R. L. & Lederman N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417-437.

Abd-El-Khalick F. & Lederman N., (2000) Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature, *International Journal of Science Education*, 22:7, 665-701.

Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching* 37, 10, 1057-1095.

Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397–419

Abd-El-Khalick, F., Waters, M., & Le, A. P. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of research in science teaching*, 45(7), 835-855.

Abell, S. (2007). Research on science teacher knowledge. In S.K. Abell & N.G. Lederman, Eds., *Handbook of research on science education* (pp. 1105-1149). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum.

Akerson V. & Abd-El-Khalick F. (2003). Teaching Elements of Nature of Science: A Yearlong Case Study of a Fourth-Grade Teacher. *Journal of research in science teaching*, 40(10), 1025–1049.

Akerson, V.L., & Donnelly, L.A. (2008). Relationships among learner characteristics and preservice elementary teachers' views of nature of science. *Journal of Elementary Science Education*, 20(1), 45–58.

Bell, R. L., Blair, L., Crawford, B., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of a science apprenticeship program on students' understanding of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 487–509.

Bell, R. L., & Matkins, J. J. (2003). *Learning about the nature of science in an elementary science methods course: Content vs. context*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia, PA.

Bell T., Urhahne D., Schanze S. & Ploetzner R., (2010): Collaborative Inquiry Learning: Models, tools, and challenges, *International Journal of Science Education*, 32 (3), 349-377.

Bybee, R. (1997). *Toward an understanding of scientific literacy*. In W. Graber & C. Bolte (Eds.), *Scientific literacy*, (pp. 37 – 68). Kiel, Germany: Institute for Science Education (IPN).

Bybee, R.W., J.A. Taylor, A. Gardner, P. Van Scotter, J. Carlson Powell, A. Westbrook, and N. Landes. (2006). BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. A report prepared for the Office of Science Education, National Institutes of Health. Colorado Springs, CO: BSCS.

- Capps D. & Crawford B. (2013) Inquiry-Based Professional Development: What does it take to support teachers in learning about inquiry and nature of science?, *International Journal of Science Education*, 35:12, 1947-1978
- Cuevas, P., Lee, O., Hart, J., & Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 337–357.
- de Jong, T., & van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179–201
- Deboer, G. E. (2000) Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meaning and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 582–601
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996), *Young people's images of science*, Open University Press.
- Duit, R., Gropengießer, H., & Kattmann, U. (2005). Towards science education research that is relevant for improving practice: The model of educational reconstruction. In H. Fischer (Ed.), *Developing standards in research on science education*. The ESERA Summer School 2004. London: Palmer Press
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – A framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *The World of Science Education: Science Education Research and Practice in Europe* (pp.13-37). Rotterdam: Sense Publishers.
- Flick, L. & Lederman, N., (2006). *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*, Dordrecht: Springer Netherlands.
- Friedler, Y., Nachmias, R., & Linn, M. C. (1990). Learning scientific reasoning skills in microcomputer-based laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2), 173–192
- Hanuscin, D. L., Lee, M. H., & Akerson, V. L. (2011). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Education*, 95(1), 145–167.
- Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: An exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14, 541–562.
- Hodson, D. (2011). *Looking to the future: Building a curriculum for social activism*. Rotterdam: Sense Publisher
- Hughes, R., Molyneaux, K., & Dixon, P. (2012). The role of scientist mentors on teachers' perceptions of the community of science during a summer research experience. *Research in Science Education*, 42(5), 915–942.
- Ireland, J., Watters, J. J., Lunn Brownlee, J., & Lupton, M. (2014). Approaches to Inquiry Teaching: Elementary teacher's perspectives. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1733–1750
- Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching* 39, 7, 551-578.



Khishfe, R., & Lederman, N. G. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic:

Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 377–394.

Khishfe, R., & Lederman, N. G. (2007). Relationship between instructional context and views of nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(8), 939-962

Lederman J., Lederman N.G., Bartos S., Bartels S., Meyer A. & Schwartz R. (2014). Meaningful Assessment of Learners' Understandings About Scientific Inquiry—The Views About Scientific Inquiry (VASI) Questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*. 51 (1), 65–83.

Lederman N. G., (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*. 29 (4), 331-359.

Lederman, N. G., 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, 497–521.

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831–880). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Linn M. & Songer N., (1991). Teaching Thermodynamics to Middle School Students: What Are Appropriate Cognitive Demands? *Journal of Research in Science Teaching* 28 (10), 885-918.

Luft, J. A. (2001). Changing inquiry practice and beliefs? The impact of a one-year inquiry-based professional development program on the beliefs and practices of secondary science teachers. *International Journal of Science Education*, 23, 517–534.

Lunetta V., Hofstein A. & Clough M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research, theory, and practice, In N, Lederman & S. Abel (Eds.), *Handbook of research on science education*. (pp. 393-441), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

McComas, W. F. and Olson, J. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In W. F. McComas (Ed.) *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. Kluwer Academic Publishers. (pp. 41-52).

McComas, W.F. (1998). The principal elements of the nature of science: dispelling the myths. In W. F. McComas (Ed.) *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. Kluwer (Springer) Academic Publishers (pp. 53-70)

McComas, W. 2004. Keys to teaching the nature of science. *The Science Teacher*, 71(9): 24 – 27.

Mayring, P. (2015). Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. In A. Bikner-Ahsbals, C. Knipping, & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education* (pp. 365-380). Dordrecht: Springer Netherlands.

National Research Council (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council [NRC]. (2000). Inquiry and the national science education standards. Washington, DC: National Academy Press.

- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation*. London: King's College
- Richmond, G., & Kurth, L. A. (1999). Moving from outside to inside: High school students' use of apprenticeships as vehicles for entering the culture and practice of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 677–697.
- Roehrig G. H. & Luft J. A. (2004). Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons, *International Journal of Science Education*, 26:1, 3-24.
- Schwartz, R.S., Lederman, N.G., & Crawford, B.S. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88, 610–645
- Schwartz, R. S., Lederman, N., & Lederman, J., (2008). An instrument to assess views of scientific inquiry: The VOSI questionnaire. In Paper presented at the international conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST). Baltimore, MD.
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Stavrou D. & Duit R., (2014). Teaching and Learning the Interplay Between Chance and Determinism in Nonlinear Systems. *International Journal of Science Education*. 36 (3), 506-530.
- Thornton, R. K., & Sokoloff, D. R. (1990). Learning motion concepts using real-time microcomputer-based laboratory tools. *American Journal of Physics*, 58(9), 858-867.
- Van Dijk, E. M., & Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 23 (6), 885-897.
- Ward H., Roden J., Hewlett C. & Foreman J. (2005). *Teaching Science in the Primary Classroom*, Paul Chapman Publishing, London.
- Wheeler, G. (2000). The three faces of inquiry. In J. Minstrell & E. H. van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 14–19). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science
- Williams, J., & Lockley, J. (2012). Using CoRes to Develop the Pedagogical Content Knowledge ( PCK ) of Early Career Science and Technology Teachers. *Journal of Technology Education*, 24 (1), 34–53.
- Windschitl, M. (2004). Folk theories of 'inquiry': How preservice teachers reproduce the discourse and practices of an atheoretical scientific method. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 481–512.
- Σταύρου, Δ. (2013). Μη Γραμμικά Δυναμικά Συστήματα στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 6(1-2), 49-66
- Χαλκιά Κ., (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά Ζητήματα, Προβληματισμοί, Προτάσεις*. Αθήνα: Πατάκη

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

## ΑΡΧΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

1. Τι είναι κατά την άποψή σας επιστήμη; Τι θεωρείτε πως κάνει τις θετικές επιστήμες να διαφέρουν από άλλους κλάδους οι οποίοι χρησιμοποιούν έρευνα (π.χ. κοινωνιολογία, ιστορία, φιλοσοφία κλπ.);
2. Οι επιστήμονες παρουσιάζουν το άτομο ως έναν κεντρικό πυρήνα που αποτελείται από θετικά φορτισμένα σωματίδια (πρωτόνια) και ουδέτερα σωματίδια(νετρόνια), με αρνητικά φορτισμένα σωματίδια (ηλεκτρόνια) να περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα. Πως είναι βέβαιοι οι επιστήμονες για τη δομή του ατόμου; Ποια συγκεκριμένα αποδεικτικά στοιχεία πιστεύετε πως χρησιμοποίησαν οι επιστήμονες για να προσδιορίσουν τη δομή του ατόμου;
3. Δύο μαθητές ρωτήθηκαν αν οι επιστημονικές έρευνες πρέπει πάντα να ξεκινάνε με ένα επιστημονικό ερώτημα. Ο ένας απάντησε ΝΑΙ ενώ ο άλλος ΟΧΙ. Με ποιον από τους δύο συμφωνείτε; Εξηγήστε γιατί.
4. *Ένα άτομο παρατήρησε εκατοντάδες διαφορετικά είδη πουλιών που τρώνε διαφορετικά είδη φαγητού και παρατήρησε πως τα είδη που έχουν ίδιες διατροφικές συνήθειες, τείνουν να έχουν και παρόμοια σχηματισμένα ράμφη. Π.χ. παρατήρησε πως αυτά που τρώνε καρπούς με σκληρά κελύφη έχουν κοντά και χοντρά ράμφη, ενώ αυτά που τρέφονται με έντομα έχουν μακριά και λεπτά. Αναρωτήθηκε αν το σχήμα των ραμφών συσχετίζεται με το είδος τροφής και ξεκίνησε να συλλέγει δεδομένα για να απαντήσει στο ερώτημά του. Τελικά κατέληξε στο συμπέρασμα πως υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της τροφής και του ράμφους.*  
  
Θεωρείτε την έρευνα του συγκεκριμένου ατόμου επιστημονική; Εξηγήστε γιατί ή γιατί όχι περιγράφοντας τι σημαίνει να κάνω κάτι με τον επιστημονικό τρόπο.
5. Κάποιοι επιστήμονες στην προσπάθειά τους να εξηγήσουν την εξαφάνιση των δεινοσαύρων 65 εκατομμύρια χρόνια πριν υποστηρίζουν ότι ένας τεράστιος μετεωρίτης χτύπησε τη Γη και οδήγησε σε μια ακολουθία γεγονότων τα οποία οδήγησαν στην εξαφάνισή τους. Κάποιοι άλλοι επιστήμονες υποστηρίζουν πως την εξαφάνιση την προκάλεσαν μαζικές και βίαιες εκρήξεις ηφαιστείων. Αν όλοι αυτοί οι επιστήμονες και των δύο ομάδων έχουν πρόσβαση στα ίδια δεδομένα, πως είναι δυνατόν να καταλήγουν σε διαφορετικά συμπεράσματα;

6. Ο πίνακας με τα παρακάτω δεδομένα, δείχνει τη σχέση μεταξύ της ανάπτυξης ενός φυτού σε μια εβδομάδα και την καθημερινή έκθεσή του στον ήλιο.

Καθημερινή έκθεση στον ήλιο (λεπτά)	Ανάπτυξη φυτού (εκ. ανά εβδομάδα)
0	25
5	20
10	15
15	5
20	10
25	0

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα, οι μαθητές κατέληξαν σε 3 διαφορετικά συμπεράσματα:

1. Το φυτό αναπτύσσεται περισσότερο με περισσότερη έκθεση στον ήλιο.
2. Το φυτό αναπτύσσεται περισσότερο με λιγότερη έκθεση στον ήλιο.
3. Η ανάπτυξη του φυτού δε σχετίζεται με την έκθεσή του στον ήλιο.

Ποιο συμπέρασμα είναι κατά τη γνώμη σας επιστημονικά σωστό και για ποιον λόγο;

7. Οι επιστήμονες κάποιες φορές έρχονται αντιμέτωποι με αντιφατικά ευρήματα (ανώμαλα δεδομένα). Πως πιστεύετε ότι οι επιστήμονες αναγνωρίζουν και διαχειρίζονται αυτές τις ανωμαλίες;
8. Μια ομάδα επιστημόνων που εργάζονται για μία φαρμακευτική βιομηχανία πραγματοποίησε μια επιστημονική έρευνα για να ελέγξει πιθανές παρενέργειες ενός φαρμάκου κατά την εγκυμοσύνη. Πραγματοποίησαν λοιπόν μια επιστημονική έρευνα ακολουθώντας όλες τις προβλεπόμενες διαδικασίες και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το φάρμακο δεν προκαλεί καμία παρενέργεια στις εγκύους. Θεωρείτε ότι μετά από το αποτέλεσμα της έρευνας το φάρμακο μπορεί να βγει σε κυκλοφορία; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

1. Η «επιστημονική μέθοδος» συχνά περιγράφεται ως μια διαδικασία που περιλαμβάνει τα εξής βήματα: Υπόθεση -> αναγνώριση ανεξάρτητων-εξαρτημένων μεταβλητών -> σχεδιασμός πειράματος -> συλλογή δεδομένων -> αποτελέσματα. Συμφωνείτε πως για να υπάρχει αληθινή επιστήμη, πρέπει να ακολουθηθεί η «επιστημονική μέθοδος»; Γιατί;
2. Οι επιστήμονες έχουν δει ποτέ τη βαρύτητα; ΝΑΙ-> εξηγήστε ΟΧΙ-> Πως κατέληξαν σε αυτό το συμπέρασμα;
3. Πως λειτουργεί κατά την άποψή σου η επιστήμη; Πως γεννιέται η επιστημονική γνώση;
4. Στην αστρονομία ή την ανατομία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πειράματα; Αν ναι, φέρε παραδείγματα. Αν όχι, πιστεύεις πως πρέπει να θεωρούνται επιστήμες;
5. Αν διαφορετικοί επιστήμονες εργάζονται πάνω στα ίδια ερωτήματα και ακολουθούν τις ΙΔΙΕΣ διαδικασίες συλλογής δεδομένων, θα καταλήξουν απαραίτητα στα ίδια συμπεράσματα; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΗΜΙΔΟΜΗΜΕΝΗΣ ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗΣ

1. Αν και πως αξιοποιήσατε/σας βοήθησε η παρέμβαση πάνω στη Φ.Τ.Ε. και η επίσκεψη στο Ι.Τ.Ε. να δομήσετε τις τελικές διδασκαλίες σας.
2. Προσπάθησε να αντιστοιχίσεις τις διαστάσεις της Δ.Μ. με τις πτυχές της Φ.Τ.Ε. αν πιστεύεις πως υπάρχει συσχέτιση μεταξύ τους και αιτιολόγησε.

<u>ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ Δ.Μ.</u>	<u>ΠΤΥΧΕΣ Φ.Τ.Ε.</u>
<b>Προσανατολισμός</b>	<i>Εμπειρική φύση</i>
<b>Δημιουργία Ερωτήσεων</b>	<i>Συμπερασματική φύση</i>
<b>Σχεδιασμός Έρευνας</b>	<i>Μύθος επιστημονικής μεθόδου</i>
<b>Διεξαγωγή Έρευνας</b>	<i>Έμφορτη θεωρίας φύση</i>
<b>Καταγραφή Δεδομένων</b>	<i>Κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης</i>
<b>Ανάλυση Δεδομένων</b>	<i>Η έρευνα ξεκινά με ένα ερώτημα</i>
<b>Συμπέρασμα</b>	<i>Αναγνώριση και διαχείριση ανώμαλων δεδομένων</i>
<b>Επικοινωνία – Αξιολόγηση</b>	<i>Τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα</i>

3. Ποιες πτυχές από αυτές που σου παρουσιάστηκαν θεωρείς ότι σε επηρέασαν ώστε να πάρουν οι διδασκαλίες σου την τελική τους μορφή και με ποιον τρόπο;
4. Θεωρείς πως η όλη πορεία σε βοήθησε στη δόμηση και εκτέλεση διδασκαλιών Δ.Μ.; Τι σε βοήθησε περισσότερο για να δώσεις την τελική μορφή στις διδασκαλίες σου; Τι θα άλλαζες στην όλη πορεία.
5. Τι δυσκολίες συνάντησες στην όλη πορεία δημιουργίας και εφαρμογής διδασκαλιών Διερευνητικής Μάθησης;
6. Σε τι βαθμό πιστεύεις πως πραγματοποιήσες ένα μάθημα μέσω διερεύνησης; Θα άλλαζες κάτι στη διδασκαλία σου; Τι; Επεξήγησε.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

<b>ΚΛΕΙΔΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ</b>				
<b>ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ:</b>		<b>ΘΕΜΑ:</b>		
<b>ΜΑΘΗΣΗ ΜΕΣΩ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ</b>		<b>ΝΑΙ</b>	<b>ΟΧΙ</b>	<b>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</b>
<b>ΠΡΟΫΠΑΡΧΟΥΣΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ</b>	Αναδεικνύονται οι προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών;			
	Σχετίζονται με το υπό μελέτη θέμα;			
<b>ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ</b>	Εκφράζονται οι αντιλήψεις των μαθητών;			
<b>ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ</b>	Υπάρχει ξεκάθαρο επιστημονικό ερώτημα;			
	Το ερώτημα το θέτουν οι μαθητές;			
<b>ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b>	Υπάρχει η διάσταση του σχεδιασμού της έρευνας;			
	Το σχέδιο της έρευνας γίνεται από τους μαθητές;			
<b>ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΩΝ/ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ</b>	Παρατηρείται η διάσταση επιλογής κατάλληλων εργαλείων/ υλικών;			
	Δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να επιλέξουν τα υλικά/ εργαλεία που χρειάζονται για την έρευνα;			
<b>ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ/ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ</b>	Υπάρχει η διάσταση της διερεύνησης;			
	Το πείραμα/ παρατήρηση εκτελείται από τα παιδιά;			
	Υπάρχει συστηματική καταγραφή των δεδομένων;			
<b>ΑΝΑΛΥΣΗ/ ΕΡΜΗΝΕΙΑ</b>	Γίνεται ανάλυση/ερμηνεία των δεδομένων;			
	Η ανάλυση/ερμηνεία γίνεται κατά κύριο λόγο από τους μαθητές;			

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	Υπάρχει εξαγωγή συμπερασμάτων από τους μαθητές;			
	Το συμπέρασμα προκύπτει από την ανάλυση δεδομένων;			
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ	Υπάρχει ξεκάθαρα η διάσταση της επικοινωνίας;			
	Η επικοινωνία των αποτελεσμάτων γίνεται από τους μαθητές;			
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ/ ΑΝΑΣΤΟΧΑΣΜΟΣ	Υπάρχει η συγκεκριμένη διάσταση;			
	Δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να κρίνουν και να αναστοχαστούν την όλη πορεία της έρευνας;			
<b>ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗ ΦΥΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ</b>	<b>ΝΑΙ</b>	<b>ΟΧΙ</b>	<b>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</b>	
Οι επιστημονικές έρευνες ξεκινούν με ένα ερώτημα				
Τα ερευνητικά αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν με τα δεδομένα				
Η αναγνώριση και διαχείριση των ανώμαλων δεδομένων				
Η εμπειρική φύση				
Η συμπερασματική φύση				
Η έμφορτη θεωρίας φύση				
Ο μύθος της επιστημονικής μεθόδου				
Κοινωνικές διαστάσεις της επιστήμης				



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5

### Σχέδιο Μαθήματος

#### **Γενικά Στοιχεία:**

**Όνοματεπώνυμο:** Δημήτρης Σταύρου

**Ημερομηνία:** 2-12-2009

**Σχολείο:** 7<sup>ο</sup> Δ.Σ. Ρεθύμνου

**Τάξη:** Ε΄1

**Αριθμός μαθητών:** 20

#### **Υλικοτεχνική υποδομή:**

**Συνθήκες χώρου διδασκαλίας:** Αίθουσα διδασκαλίας η οποία προσφέρεται για ομαδοσυνεργατική διδασκαλία, με επάρκεια σε χώρο και φωτισμό.

**Διαθέσιμα Μέσα:** Διαφανοσκόπιο, 1 Υπολογιστή, 1 Εκτυπωτή, 1 Οθόνη Προβολής

#### **Αντικείμενο Διδασκαλίας:**

**Θεματική ενότητα:** «Μηχανική»

**Τίτλος μαθήματος:** 'Τριβή'

**Περιεχόμενο μαθήματος:** Στο μάθημα αυτό θα ασχοληθούμε με την έννοια της «Τριβής».

Συγκεκριμένα θα δειχθεί ότι η τριβή είναι μια δύναμη που αντιτίθεται στην κίνηση των σωμάτων.

#### **Οργάνωση της διδασκαλίας:**

- **Γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών:** Οι μαθητές έχουν διδαχθεί σε προηγούμενα μαθήματα για τις δυνάμεις. Γνωρίζουν για τα αποτελέσματα των δυνάμεων, για δυνάμεις εξ επαφής και από απόσταση καθώς και για το βάρος. Επίσης έχουν διαπραγματευτεί και συνήθειες εναλλακτικές τους ιδέες, όπως: α) κατά τη διεύθυνση της οριζόντιας κίνησης ενός σώματος ασκείται μια δύναμη και β) κατά την ηρεμία δεν ασκούνται δυνάμεις.
- **Συνήθειες αντιλήψεις των μαθητών:** Οι μαθητές συνδέουν την τριβή με το τρίψιμο. Συνήθως η τριβή δεν αναγνωρίζεται ως δύναμη. Σε ορισμένες περιπτώσεις η τριβή θεωρείται ως μια αντίσταση στην κίνηση που δεν εφαρμόζεται σε κάποια κατεύθυνση και διαχωρίζεται από μια (άλλη) δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση.
- **Οργάνωση της τάξης:** Οι μαθητές λειτουργούν σε 4 ομάδες των 5 μελών (ομαδοσυνεργατική διδασκαλία).
- **Διάρκεια διδασκαλίας:** 1 διδακτική ώρα
- **Διαθέσιμα Υλικά:** κασετίνα

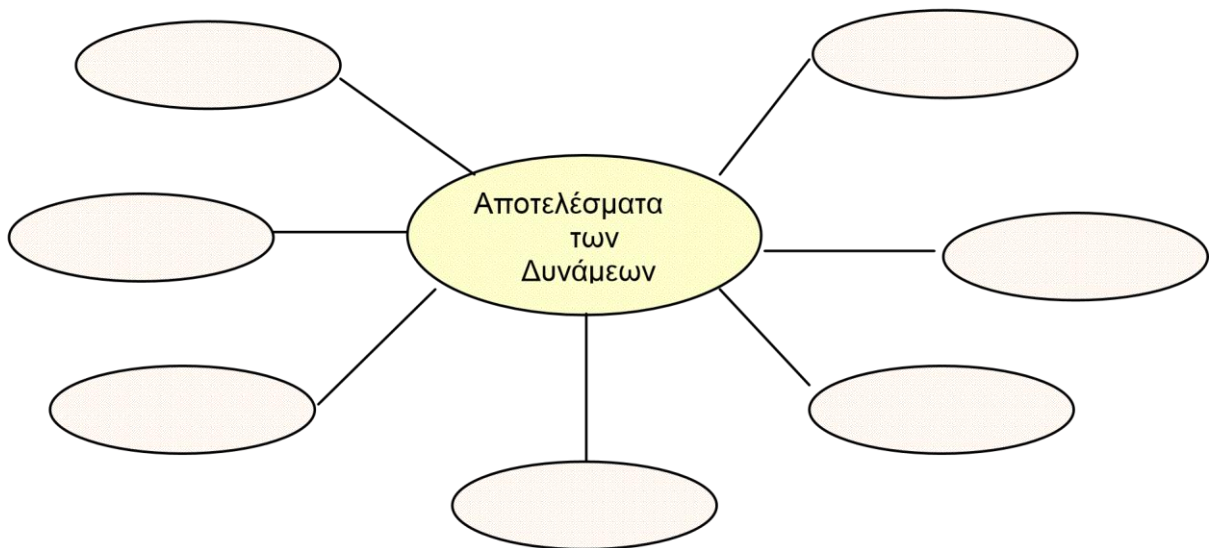
**Διδακτικοί στόχοι:****Στόχος του μαθήματος:**

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές την ύπαρξη της τριβής ως μια δύναμης που αντιτίθεται στην κίνηση των σωμάτων

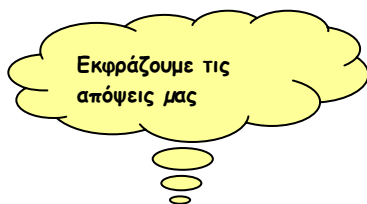
**Διάρθρωση πορείας της διδασκαλίας:**

Φάσεις της Διδασκαλίας	Διδακτικοί Στόχοι	Ενέργειες του διδάσκοντα	Αναμενόμενες ενέργειες των Μαθητών
<b>Προσανατολισμός</b>	Να αναφέρουν οι μαθητές τα αποτελέσματα των δυνάμεων	Ο διδάσκων μοιράζει τα φύλλα εργασίας και ζητά από τα παιδιά να συμπληρώσουν τα κενά κουτάκια που σχετίζονται με τα αποτελέσματα των δυνάμεων.	Τα παιδιά συζητούν μεταξύ τους και συμπληρώνουν όσα από τα αποτελέσματα των δυνάμεων θυμούνται από πρότερη διδασκαλία.
<b>Διερεύνηση Απόψεων / Διατύπωση Υποθέσεων</b>	Να εκφράσουν οι μαθητές τις απόψεις τους σε σχέση με το πώς σταματάει ένα σώμα, που αρχικά βρισκόταν σε κίνηση.	Ζητά από τους μαθητές να εκφράσουν και να αιτιολογήσουν τις απόψεις τους σχετικά με το πώς σταματάει ένα έλικθρο καθώς και να προτείνουν μια πειραματική διαδικασία με την οποία αυτές θα μπορούσαν να ελεγχθούν.	Οι μαθητές εκφράζουν ελεύθερα και αιτιολογούν τις απόψεις τους. Αναμένεται να αιτιολογήσουν το σταμάτημα ενός σώματος με τη σταδιακή μείωση μιας δύναμης, η οποία ασκείται κατά την οριζόντια κίνηση ενός σώματος.
<b>Αναδιοργάνωση Απόψεων / Πειραματική Αντιμετώπιση</b>	Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι το σταμάτημα ενός σώματος που αρχικά βρισκόταν σε κίνηση σχετίζεται με τη δύναμη της τριβής.	Ο διδάσκων προτρέπει τους μαθητές να εκτελέσουν την πειραματική διαδικασία που περιγράφεται στο φύλλο εργασίας. Κατά τη διαδικασία ο διδάσκων έχει ως σημείο αναφοράς τις ιδέες των παιδιών, τις οποίες συσχετίζει κάθε φορά με τα πειραματικά δεδομένα.	Οι μαθητές με βάση τις ιδέες τους κάνουν προβλέψεις, εκτελούν το πείραμα, καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους, ερμηνεύουν τα δεδομένα και διατυπώνουν το συμπέρασματά τους. Γενικό Σχήμα: μη άσκηση δύναμης κατά την οριζόντια διεύθυνση – συσχέτιση με αποτελέσματα δύναμης - ύπαρξη δύναμης που αντιτίθεται στην κίνηση.
<b>Εφαρμογή / Γενίκευση – Εμπέδωση</b>	Να μεταφέρουν οι μαθητές την γνώση τους και σε νέες καταστάσεις.	Ο διδάσκων ζητά από τους μαθητές να απαντήσουν εκ νέου στην αρχική κατάσταση καθώς και να απαντήσουν στο νέο πρόβλημα που παρουσιάζεται στο φύλλο εργασίας.	Οι μαθητές στηριζόμενοι στο συμπέρασμα που κατέληξαν απαντούν στα προβλήματα που τους τίθενται με βάση τη δύναμη της τριβής.
<b>Αναστοχασμός</b>	Να περιγράψουν οι μαθητές την πορεία μάθησής τους.	Ο διδάσκων ζητά από τους μαθητές να συνοψίσουν τα βασικά σημεία του μαθήματος, να συσχετίσουν τις αρχικές και τις τελικές τους απόψεις και να περιγράψουν την διαδικασία με την οποία οδηγήθηκαν από τις αρχικές τους στις τελικές τους απόψεις.	Οι μαθητές εκφράζουν τις όποιες αλλαγές ή επεκτάσεις των ιδεών τους συνέβησαν κατά τη μαθησιακή τους πορεία και περιγράφουν την πορεία σκέψης τους.

## ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



Συμπληρώστε στα παραπάνω κουτάκια όσα από τα αποτελέσματα που επιφέρει η άσκηση δύναμης σ' ένα σώμα θυμάστε.



Ο Γιάννης και η Βαλεντίνα όταν χιόνισε είχαν πάει στο πάρκο να κάνουν έλκηθρο. Η Βαλεντίνα ανέβηκε στο έλκηθρο και ο Γιάννης προσπάθησε να τη σπρώξει σε μια ευθεία. Η Βαλεντίνα ανησυχούσε για το αν θα σταματούσε το έλκηθρο. Εσείς τί πιστεύετε; Αιτιολογήστε τη γνώμη σας.




---



---



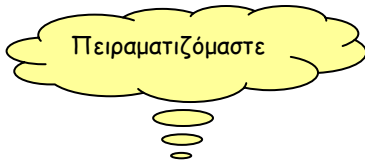
---

Προτείνετε μια πειραματική διαδικασία με την οποία θα μπορούσε να διαπιστωθεί αυτό που υποστηρίζετε.

---

---

---



Σπρώξτε την κασετίνα σας πάνω στο θρανίο σας και αφήστε την όταν αρχίζει να κινείται.

Τι περιμένετε να συμβεί; (Περιγράψτε αναλυτικά την πορεία και εξηγήστε γιατί θα συμβεί αυτό.)

---

---

---

Εκτελούμε την παραπάνω διαδικασία.

Τι παρατηρείτε;

---

---

---

(Συμφωνούν τα αποτελέσματα του πειράματος με αυτά που περιμένατε; Αν διαφέρουν σε τι διαφέρουν; Για ποιο λόγο;)

Για ποιο λόγο νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό; (Ασκούνται δυνάμεις στην κασετίνα κατά τη διάρκεια της κίνησης; )

---

---

---

Τι συμπέρασμα μπορούμε να βγάλουμε;

---

---

---



Μπορείτε τώρα να πείτε αν θα σταματούσε το έλκηθρο; Για ποιο λόγο;

---

---

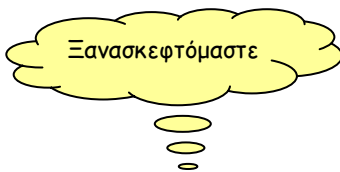
---

Ο Περικλής έσπρωξε στο πάτωμά μια κούτα με βιβλία για να φτάσει στην Άννα που ήταν στην άλλη άκρη του δωματίου. Η κούτα με τα βιβλία έφτασε μέχρι τη μέση του δωματίου και σταμάτησε. Για ποιο λόγο πιστεύετε ότι σταμάτησε;

---

---

---



Μπορείτε με λίγα λόγια να συνοψίσετε τα βασικά σημεία του σημερινού μαθήματος.

---

---

---

Τι υποστηρίζετε σχετικά με το τί συμβαίνει σ' ένα αντικείμενο που κινείται μέχρι να σταματήσει; Άλλαξε ή συμπληρώθηκε κάτι στις απόψεις σας; Αν ναι, τι συνέβαλε σε αυτό;

---

---

---

Περιγράψτε σύντομα τη διαδικασία που καταλήξατε στο συγκεκριμένο συμπέρασμα.

---

---

---