



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΗ
ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ
ΚΑΙ ΑΛΛΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥΣ**

ΘΕΟΔΩΡΙΔΟΥ ΘΕΟΔΩΡΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΚΙΟΛΜΑΣ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ

ΠΑΤΡΑ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ, 2026

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας Θεοδωρίδου Θεοδώρας που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασής ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημοσίου δανεισμού, παρουσίασής στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβασή στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωσή δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευσή, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοσή, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



Η ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΗ
ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ
ΚΑΙ ΑΛΛΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥΣ

ΘΕΟΔΩΡΙΔΟΥ ΘΕΟΔΩΡΑ

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Γκιόλμας Αριστοτέλης

Συν-Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Κατσιαμπούρα Ιωάννα

ΠΑΤΡΑ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ, 2026

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	7
Abstract.....	8
Εισαγωγή	9
Η σημασία της διδασκαλίας της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση	9
Σύγχρονες προκλήσεις στη διδασκαλία της Φυσικής.....	11
Η μετάβαση από την παραδοσιακή στη μαθητοκεντρική μάθηση	13
Υφιστάμενη έρευνα, ερευνητικό κενό και συμβολή της παρούσας μελέτης	16
Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης	18
Κεφάλαιο Α: Θεωρητικό πλαίσιο της μάθησης βασισμένης στην έρευνα	19
Α1. Ορισμός της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση	19
Α2. Ιστορική εξέλιξη της διερεύνησης στην επιστημονική εκπαίδευση	21
Α3. Θεωρία της κονστρουκτιβιστικής μάθησης και διερεύνηση	23
Α4. Τύποι διερεύνησης στην επιστημονική εκπαίδευση	26
Α5. Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση στη διδασκαλία της Φυσικής.....	29
Κεφαλαίο Β: Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση	32
Β1. Επιστημονική Εκπαίδευση με βάση τη Διερεύνηση (IBSE) στα σχολικά προγράμματα σπουδών	33
Β2. Οφέλη της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση	35
Β3. Περιορισμοί και κριτική της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση	38
Κεφάλαιο Γ. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στη διδασκαλία της Φυσικής με βάση τη Διερεύνηση	40
Γ1. Ο εκπαιδευτικός ως διαμεσολαβητής και καθοδηγητής της μάθησης.....	42
Γ2. Στήριξη της σκέψης και της διερεύνησης των μαθητών.....	44
Γ3. Διαχείριση της τάξης σε περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης.....	47
Γ4. Τεχνικές ερωτήσεων και επιστημονικός διάλογος στη διερευνητική μάθηση	49
Γ5. Πρακτικές αξιολόγησης σε περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης.....	51
Γ6. Πεποιθήσεις, αυτοαποτελεσματικότητα και παιδαγωγική γνώση περιεχομένου των εκπαιδευτικών	54
Κεφάλαιο Δ. Το μοντέλο 5Ε ως πλαίσιο διερευνητικής μάθησης.....	57
Δ1. Επισκόπηση του μοντέλου 5Ε του Bybee	57
Δ2. Εμπλοκή, Εξερεύνηση, Επεξήγηση, Επεξεργασία και Αξιολόγηση στη Φυσική	59
Δ3. Το μοντέλο 5Ε ως πλαίσιο υποστήριξης του εκπαιδευτικού	64
Δ4. Νεότερες προσεγγίσεις στη διερευνητική μάθηση: Το πλαίσιο των Pedaste et al.....	66
Δ4.1. Η σύγχρονη εξέλιξη της διερευνητικής μάθησης	66
Δ4.2. Ψηφιακά περιβάλλοντα και τεχνολογικά υποστηριζόμενη διερεύνηση.....	67

Λ4.3. Σύνδεση των νεότερων προσεγγίσεων με τη διδασκαλία της Φυσικής.....	68
Κεφάλαιο Ε. Μεθοδολογία της έρευνας.....	69
Ε1. Σχεδιασμός της έρευνας.....	70
Ε2. Συμμετέχοντες στην έρευνα.....	73
Ε3. Ερευνητικό εργαλείο.....	76
Ε4. Διαδικασία συλλογής δεδομένων.....	79
Ε5. Ηθικές πτυχές.....	81
Ε6. Ανάλυση δεδομένων.....	83
Κεφάλαιο ΣΤ. Αποτελέσματα της έρευνας.....	87
ΣΤ1. Χαρακτηριστικά του δείγματος.....	89
ΣΤ1.1. Φύλο των συμμετεχόντων.....	89
ΣΤ1.2. Ηλικιακή κατανομή.....	90
ΣΤ1.3. Χρόνια διδακτικής εμπειρίας.....	91
ΣΤ1.4. Χώρος εργασίας.....	92
ΣΤ1.5. Ανώτατο επίπεδο σπουδών.....	93
ΣΤ1.6. Προηγούμενη επιμόρφωση σχετικά με την IBL.....	94
ΣΤ1.7. Βαθμός εξοικείωσης με τη διερευνητική μάθηση.....	95
ΣΤ2. Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη διερευνητική μάθηση.....	97
ΣΤ2.1. Ενεργός και μαθητοκεντρικός χαρακτήρας της μάθησης.....	98
ΣΤ2.2. Ανακάλυψη και οικοδόμηση της γνώσης.....	98
ΣΤ2.3. Πειραματισμός, παρατήρηση και διερεύνηση φυσικών φαινομένων.....	99
ΣΤ2.4. Μεταβολή του ρόλου του εκπαιδευτικού και του μαθητή.....	100
ΣΤ2.5. Συμμετοχή, ενδιαφέρον, κριτική σκέψη και κατανόηση.....	101
ΣΤ2.6. Συνολική αποτίμηση των αντιλήψεων για την IBL.....	102
ΣΤ3. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού και των μαθητών στη διερευνητική μάθηση.....	103
ΣΤ3.1. Ο εκπαιδευτικός ως καθοδηγητής και διευκολυντής.....	103
ΣΤ3.2. Ο εκπαιδευτικός ως οργανωτής της διερευνητικής διαδικασίας.....	104
ΣΤ3.3. Καθοδήγηση μέσω ερωτημάτων και ανατροφοδότησης.....	104
ΣΤ3.4. Ο μαθητής ως ενεργός ερευνητής.....	105
ΣΤ3.5. Διατύπωση ερωτημάτων, υποθέσεων και εξαγωγή συμπερασμάτων.....	106
ΣΤ3.6. Αυτονομία, πρωτοβουλία και ανάληψη ευθύνης από τους μαθητές/μαθήτριες.....	106
ΣΤ3.7. Συνεργασία και αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών.....	107
ΣΤ3.8. Η αλληλεξάρτηση των ρόλων εκπαιδευτικού και μαθητή.....	107
ΣΤ3.9. Συνολική αποτίμηση των αντιλήψεων για τους ρόλους εκπαιδευτικού και μαθητών.....	108
ΣΤ4. Αντιλήψεις και εμπειρίες ανάλογα με τον βαθμό εξοικείωσης με την IBL.....	109

ΣΤ4.1. Εκπαιδευτικοί που δεν γνωρίζουν την IBL	109
ΣΤ4.2. Εκπαιδευτικοί που γνωρίζουν την IBL αλλά δεν την έχουν εφαρμόσει	111
ΣΤ4.3. Εκπαιδευτικοί που γνωρίζουν και έχουν εφαρμόσει την IBL	114
ΣΤ4.4. Συγκριτική αποτίμηση των τριών ομάδων	119
ΣΤ5. Παράγοντες που επηρεάζουν την εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης	120
ΣΤ5.1. Ο διαθέσιμος διδακτικός χρόνος	121
ΣΤ5.2. Έκταση της ύλης και ανάγκη κάλυψης του αναλυτικού προγράμματος	122
ΣΤ5.3. Εξεταστικό σύστημα και προσανατολισμός στις Πανελλαδικές Εξετάσεις	122
ΣΤ5.4. Υλικοτεχνικές υποδομές και εργαστηριακός εξοπλισμός	123
ΣΤ5.5. Χαρακτηριστικά των μαθητών και διαχείριση της τάξης	124
ΣΤ5.6. Διαφορές μεταξύ σχολείου και φροντιστηρίου	125
ΣΤ5.7. Αλληλεπίδραση των παραγόντων	125
ΣΤ5.8. Συνολική αποτίμηση των παραγόντων που επηρεάζουν την εφαρμογή της IBL	126
ΣΤ6. Αντιλαμβανόμενα οφέλη, επιφυλάξεις και προϋποθέσεις συστηματικότερης εφαρμογής της IBL	127
ΣΤ6.1. Ενεργός συμμετοχή και αυξημένο ενδιαφέρον των μαθητών	128
ΣΤ6.2. Βαθύτερη κατανόηση και σύνδεση θεωρίας με πράξη	128
ΣΤ6.3. Ανάπτυξη κριτικής σκέψης και δεξιοτήτων διερεύνησης	129
ΣΤ6.4. Συνεργασία και ανάπτυξη μαθητικής αυτονομίας	130
ΣΤ6.5. Επιφυλάξεις σχετικά με τον χρόνο και την οργανωτική εφαρμογή	130
ΣΤ6.6. Επιφυλάξεις σχετικά με τις διαφορετικές ανάγκες και δυνατότητες των μαθητών	131
ΣΤ6.7. Περισσότερος χρόνος και μεγαλύτερη ευελιξία στο πρόγραμμα σπουδών	131
ΣΤ6.8. Υποδομές, εξοπλισμός και διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό	132
ΣΤ6.9. Επιμόρφωση και υποστήριξη των εκπαιδευτικών	132
ΣΤ6.10. Θεσμική και οργανωτική υποστήριξη	133
ΣΤ6.11. Συνολική αποτίμηση των οφελών, των επιφυλάξεων και των προϋποθέσεων εφαρμογής	134
ΣΤ7. Συνολική σύνθεση των αποτελεσμάτων σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα	135
ΣΤ7.1. Σύνθεση των ευρημάτων για το πρώτο ερευνητικό ερώτημα	135
ΣΤ7.2. Σύνθεση των ευρημάτων για το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα	137
ΣΤ7.3. Σύνθεση των ευρημάτων για το τρίτο ερευνητικό ερώτημα	138
ΣΤ7.4. Συνολική εικόνα των αποτελεσμάτων	139
Συμπεράσματα	141
Βιβλιογραφικές Αναφορές	144
Παράρτημα	150

Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα ΣΤ 1. Κατανομή των συμμετεχόντων ως προς το φύλο.....	89
Διάγραμμα ΣΤ 2. Ηλικιακή κατανομή των συμμετεχόντων	90
Διάγραμμα ΣΤ 3. Κατανομή ως προς τα χρόνια διδακτικής εμπειρίας	92
Διάγραμμα ΣΤ 4. Κατανομή των συμμετεχόντων ως προς τον χώρο εργασίας	93
Διάγραμμα ΣΤ 5. Ανώτατο επίπεδο σπουδών των συμμετεχόντων.....	94
Διάγραμμα ΣΤ 6. Προηγούμενη επιμόρφωση σχετικά με την IBL	94
Διάγραμμα ΣΤ 7. Βαθμός εξοικείωσης των συμμετεχόντων με την IBL.....	96

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη διερευνά τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών Φυσικής της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (Inquiry-Based Learning – IBL), με ιδιαίτερη έμφαση στον ρόλο του εκπαιδευτικού και στους παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματική εφαρμογή της στη διδακτική πράξη. Στόχος της έρευνας είναι η διερεύνηση των εμπειριών, των πεποιθήσεων και των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί κατά την εφαρμογή διερευνητικών προσεγγίσεων στη διδασκαλία της Φυσικής, καθώς και η αποτύπωση των συνθηκών που μπορούν να διευκολύνουν ή να περιορίσουν την αξιοποίησή τους στο σχολικό περιβάλλον.

Για την επίτευξη του σκοπού της μελέτης υιοθετήθηκε ποιοτική ερευνητική προσέγγιση. Στην έρευνα συμμετείχαν τριάντα εκπαιδευτικοί που ασχολούνται με τη διδασκαλία της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, οι οποίοι επιλέχθηκαν με σκόπιμη δειγματοληψία και αντιπροσώπευαν διαφορετικά επίπεδα επαγγελματικής εμπειρίας και εκπαιδευτικού υπόβαθρου. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω δομημένου ερωτηματολογίου, ειδικά σχεδιασμένου για τις ανάγκες της μελέτης, το οποίο περιλάμβανε δημογραφικά στοιχεία και ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων αναλύθηκαν ποιοτικά, με στόχο την ανάδειξη επαναλαμβανόμενων θεμάτων και προτύπων σχετικά με τις αντιλήψεις και τις εμπειρίες τους από την εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης.

Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ιδιαίτερα θετικές στάσεις των εκπαιδευτικών απέναντι στη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση. Οι συμμετέχοντες τη συνδέουν με την ενεργό συμμετοχή των μαθητών, τη συνεργασία, τον πειραματισμό, την ανάπτυξη της επιστημονικής συλλογιστικής και τη βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση. Παράλληλα, αναδεικνύεται η μεταβολή του ρόλου του εκπαιδευτικού από μεταδότη γνώσης σε διευκολυντή, καθοδηγητή και οργανωτή ουσιαστικών μαθησιακών εμπειριών. Η μετάβαση αυτή απαιτεί αυξημένη προετοιμασία, παιδαγωγική ευελιξία, αποτελεσματική διαχείριση της τάξης και κατάλληλη καθοδήγηση των μαθητών.

Παρά τη θετική αποτίμηση της IBL, η εφαρμογή της στην εκπαιδευτική πράξη φαίνεται να περιορίζεται από σημαντικά εμπόδια. Μεταξύ αυτών συγκαταλέγονται ο περιορισμένος διαθέσιμος χρόνος διδασκαλίας, οι απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών, η εξετασιοκεντρική προσέγγιση της διδασκαλίας, οι ανεπαρκείς εργαστηριακοί πόροι και η περιορισμένη επαγγελματική κατάρτιση των εκπαιδευτικών. Ιδιαίτερη σημασία αποδίδεται

στη συνεχή επαγγελματική ανάπτυξη, στην πρακτική επιμόρφωση, στην καθοδήγηση και στην ανταλλαγή εμπειριών μεταξύ των εκπαιδευτικών.

Συνολικά, τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι η αποτελεσματική ενσωμάτωση της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση στη διδασκαλία της Φυσικής δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τη θετική στάση των εκπαιδευτικών, αλλά και από την ύπαρξη κατάλληλων παιδαγωγικών, οργανωτικών και υλικοτεχνικών προϋποθέσεων. Η ενίσχυση της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών και η παροχή κατάλληλης υποστήριξης μπορούν να συμβάλουν στη συστηματικότερη και αποτελεσματικότερη εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Abstract

This study investigates secondary education Physics teachers' perceptions of Inquiry-Based Learning (IBL), with particular emphasis on the role of the teacher and the factors influencing its effective implementation in teaching practice. The aim of the research is to explore teachers' experiences, beliefs, and challenges associated with the implementation of inquiry-based approaches in Physics education, as well as to identify the conditions that may facilitate or hinder their use in the school environment.

To achieve the objectives of the study, a qualitative research approach was adopted. Thirty secondary education Physics teachers participated in the study. The participants were selected through purposive sampling and represented diverse levels of professional experience and educational backgrounds. Data were collected through a structured questionnaire specifically designed for the purposes of the study, which included demographic items and open-ended questions. Participants' responses were analysed qualitatively in order to identify recurring themes and patterns related to their perceptions and experiences of implementing inquiry-based learning.

The findings indicate highly positive attitudes among teachers towards Inquiry-Based Learning. Participants associated IBL with active student engagement, collaboration, experimentation, the development of scientific reasoning, and deeper conceptual understanding. At the same time, the findings highlight a shift in the teacher's role from that of a transmitter of knowledge to that of a facilitator, guide, and organiser of meaningful

learning experiences. This transition requires increased preparation, pedagogical flexibility, effective classroom management, and appropriate guidance of students.

Despite the positive perceptions of IBL, its implementation in educational practice appears to be constrained by several significant barriers. These include limited instructional time, curriculum requirements, examination-oriented teaching, inadequate laboratory resources, and insufficient professional training for teachers. Particular importance is attributed to continuous professional development, practical training, mentoring, and the exchange of experiences among teachers.

Overall, the findings suggest that the effective integration of Inquiry-Based Learning into Physics education depends not only on teachers' positive attitudes, but also on the availability of appropriate pedagogical, organisational, and material resources. Strengthening teachers' professional development and providing appropriate support may therefore contribute to the more systematic and effective implementation of inquiry-based learning in secondary education.

Εισαγωγή

Η σημασία της διδασκαλίας της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Η διδασκαλία της Φυσικής κατέχει σημαντική θέση στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, καθώς παρέχει στους μαθητές/μαθήτριες εννοιολογικά και μεθοδολογικά εργαλεία για την κατανόηση του φυσικού κόσμου. Παράλληλα, συμβάλλει στην ανάπτυξη της αναλυτικής και κριτικής σκέψης, της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων και του επιστημονικού γραμματισμού (National Research Council 2000, Bybee 1997, Osborne 2014, OECD 2017). Οι δεξιότητες αυτές είναι σημαντικές τόσο για όσους θα ακολουθήσουν σπουδές στους τομείς της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών (STEM), όσο και για τη διαμόρφωση πολιτών που μπορούν να αξιολογούν επιστημονικές πληροφορίες και να συμμετέχουν σε ζητήματα σχετικά με την επιστήμη και την τεχνολογία (Millar & Osborne 1998, Hodson 2003, OECD 2017).

Κεντρικός στόχος της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες είναι οι μαθητές/μαθήτριες να μπορούν να αξιοποιούν την επιστημονική γνώση, να αξιολογούν κριτικά δεδομένα και να

λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις (National Research Council 2012, OECD 2026). Η επίτευξη αυτού του στόχου προϋποθέτει μια διδασκαλία που υπερβαίνει την απλή μετάδοση γνώσεων και δίνει στους μαθητές/μαθήτριες ευκαιρίες συμμετοχής σε επιστημονικές πρακτικές. Σε αυτές περιλαμβάνονται η διατύπωση ερωτημάτων, ο σχεδιασμός διερευνήσεων, η συλλογή και ανάλυση δεδομένων, καθώς και η ανάπτυξη εξηγήσεων και επιχειρημάτων με βάση αποδεικτικά στοιχεία (National Research Council 2012, Pedaste et al. 2015). Μέσα από αυτές τις διαδικασίες, οι μαθητές/μαθητήριες /μαθήτριες προσεγγίζουν όχι μόνο το περιεχόμενο της επιστημονικής γνώσης, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο αυτή παράγεται, ελέγχεται και αναθεωρείται (National Research Council 2012, OECD 2026).

Η μελέτη της Φυσικής απαιτεί, επιπλέον, γνωστικές δεξιότητες υψηλότερου επιπέδου. Οι μαθητές/μαθητήριες /μαθήτριες καλούνται να ερμηνεύουν δεδομένα, να διερευνούν σχέσεις μεταξύ μεταβλητών και να χρησιμοποιούν εννοιολογικά και μαθηματικά μοντέλα για την περιγραφή, την πρόβλεψη και την ερμηνεία φυσικών φαινομένων (OECD, 2026). Η ανάπτυξη αυτών των δεξιοτήτων στηρίζεται στην ουσιαστική εννοιολογική κατανόηση και στην ενεργό εμπλοκή των μαθητών, αντί να εξαντλείται στην απομνημόνευση τύπων και διαδικασιών. Έρευνες δείχνουν ότι διδακτικές προσεγγίσεις που ενισχύουν την ενεργό συμμετοχή μπορούν να οδηγήσουν σε καλύτερη εννοιολογική κατανόηση και μαθησιακά αποτελέσματα σε σύγκριση με αποκλειστικά παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας (Hake 1998, Freeman et al. 2014, Banda & Nzabahimana 2021).

Μια ακόμη δυνατότητα της διδασκαλίας της Φυσικής είναι η σύνδεση της θεωρητικής γνώσης με φαινόμενα της καθημερινής ζωής και σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές. Έννοιες όπως η ενέργεια, η κίνηση, ο ηλεκτρισμός και τα κύματα επιτρέπουν στους μαθητές/μαθητήριες /μαθήτριες να αναγνωρίζουν τη σχέση του μαθήματος με τον κόσμο που τους περιβάλλει (Nair & Sawtelle 2019, OECD 2026). Η αξιοποίηση οικείων και αυθεντικών πλαίσίων μπορεί να διευκολύνει τη σύνδεση των επιστημονικών εννοιών με τις εμπειρίες τους (Bennett et al. 2007, Giamellaro 2025). Όταν οι μαθητές/μαθητήριες /μαθήτριες αντιλαμβάνονται τη συνάφεια της Φυσικής με ζητήματα που τους ενδιαφέρουν, είναι επίσης δυνατό, υπό κατάλληλες διδακτικές συνθήκες, να ενισχυθούν το ενδιαφέρον, τα κίνητρα και η συμμετοχή τους (Nair & Sawtelle 2019, Giamellaro 2025).

Στο πλαίσιο αυτό, τα εργαστηριακά πειράματα, η διερεύνηση προβλημάτων και η συνεργατική εργασία αποκτούν ιδιαίτερη σημασία. Οι δραστηριότητες αυτές δίνουν στους μαθητές/μαθητήριες τη δυνατότητα να διατυπώνουν ερωτήματα, να σχεδιάζουν και να

πραγματοποιούν διερευνήσεις, να αναλύουν δεδομένα και να παρουσιάζουν τεκμηριωμένα συμπεράσματα (Pedaste et al. 2015, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine [NASEM], 2020). Παράλληλα, μπορούν να συμβάλουν στην καλλιέργεια της κριτικής σκέψης, της δημιουργικότητας, της συνεργασίας και της επικοινωνίας. Έτσι, η μαθησιακή διαδικασία περιλαμβάνει, πέρα από την απόκτηση γνώσεων, την ανάπτυξη πρακτικών που βοηθούν τους μαθητές/μαθήτριες να προσεγγίζουν τα προβλήματα με διερευνητικό τρόπο (NASEM, 2020).

Παρά την εκπαιδευτική της αξία, η Φυσική αποτελεί συχνά απαιτητικό γνωστικό αντικείμενο (McDermott & Redish 1999, Duit & Treagust 2003). Ο αφηρημένος χαρακτήρας πολλών εννοιών μπορεί να δυσχεράνει την κατανόησή τους και να ευνοήσει τη διατήρηση εναλλακτικών αντιλήψεων (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Οι δυσκολίες αυτές αναδεικνύουν την ανάγκη για διδακτικές προσεγγίσεις που ενισχύουν την ενεργό συμμετοχή και υποστηρίζουν τη βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση (Hake 1998, National Research Council 2000, Freeman et al. 2014). Σε αυτή την κατεύθυνση εντάσσεται η διερευνητική και, γενικότερα, η μαθητοκεντρική διδασκαλία, που κατέχει σημαντική θέση στη σύγχρονη έρευνα για την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες (Minner et al. 2010, Furtak et al. 2012, Dobber et al. 2017).

Σύγχρονες προκλήσεις στη διδασκαλία της Φυσικής

Παρά τη σημαντική θέση της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, η διδασκαλία και η μάθησή της συνοδεύονται από προκλήσεις (McDermott & Redish 1999, Redish 2003). Πολλοί μαθητές/μαθήτριες δυσκολεύονται να κατανοήσουν βασικές έννοιες, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την επίδοση, τη στάση και το ενδιαφέρον τους για το μάθημα (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Οι δυσκολίες αυτές συνδέονται με τον αφηρημένο χαρακτήρα της Φυσικής, τη χρήση μαθηματικών αναπαραστάσεων, την ανάγκη σύνδεσης διαφορετικών μορφών γνώσης, αλλά και τον τρόπο οργάνωσης της διδασκαλίας (Hake 1998, Redish 2003).

Μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις είναι η επιμονή εναλλακτικών αντιλήψεων. Οι μαθητές/μαθήτριες προσέρχονται στην τάξη έχοντας ήδη διαμορφώσει, μέσα από τις καθημερινές τους εμπειρίες, ερμηνείες για τα φυσικά φαινόμενα, οι οποίες δεν συμφωνούν πάντοτε με τις επιστημονικά αποδεκτές εξηγήσεις (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Τέτοιες αντιλήψεις έχουν καταγραφεί σε περιοχές όπως η μηχανική, η θερμότητα, τα κύματα, η οπτική και ο ηλεκτρομαγνητισμός και συχνά διατηρούνται ακόμη και μετά την τυπική

διδασκαλία (Duit & Treagust 2003, Resbiantoro et al. 2022). Η αντιμετώπισή τους απαιτεί πρακτικές που αναδεικνύουν τις αρχικές ιδέες των μαθητών και τους βοηθούν να τις επεξεργαστούν, οικοδομώντας σταδιακά επιστημονικά αποδεκτά εννοιολογικά μοντέλα (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003).

Μια δεύτερη πρόκληση αφορά τους περιορισμούς της παραδοσιακής διδασκαλίας (Hake 1998, Redish 2003). Σε περισσότερο δασκαλοκεντρικά περιβάλλοντα, η έμφαση δίνεται συχνά στην παρουσίαση της ύλης, στην επίλυση τυποποιημένων ασκήσεων και στην εφαρμογή μαθηματικών τύπων (Redish 2003). Παρότι οι πρακτικές αυτές διευκολύνουν τη συστηματική παρουσίαση του περιεχομένου, δεν εξασφαλίζουν από μόνες τους βαθιά εννοιολογική κατανόηση (Hake 1998, Freeman et al. 2014). Όταν οι μαθητές/μαθήτριες έχουν κυρίως παθητικό ρόλο, περιορίζονται οι ευκαιρίες τους να διατυπώσουν ερωτήματα, να ελέγξουν υποθέσεις, να ερμηνεύσουν δεδομένα και να αναπτύξουν τεκμηριωμένες εξηγήσεις (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015).

Η έρευνα στη διδακτική της Φυσικής έχει αναδείξει την ανάγκη αντιμετώπισης αυτών των περιορισμών (McDermott & Redish 1999, Redish 2003). Ο Hake (1998) διαπίστωσε ότι η διαδραστική συμμετοχή των μαθητών συνδέεται με μεγαλύτερα μαθησιακά οφέλη στην εννοιολογική κατανόηση από ό,τι οι περισσότερο παραδοσιακές προσεγγίσεις. Αντίστοιχα, η μετα-ανάλυση των Freeman et al. (2014) έδειξε ότι η ενεργητική μάθηση μπορεί να βελτιώσει τις επιδόσεις και να μειώσει την πιθανότητα αποτυχίας σε μαθήματα των τομέων STEM. Τα ευρήματα αυτά υποστηρίζουν διδακτικές προσεγγίσεις στις οποίες οι μαθητές/μαθήτριες συμμετέχουν ενεργά στην οικοδόμηση της γνώσης (Hake 1998, Freeman et al. 2014).

Εξίσου σημαντική είναι η σύνδεση της επιστημονικής γνώσης με την καθημερινή εμπειρία των μαθητών (Bennett et al. 2007, Osborne 2014). Όταν η Φυσική παρουσιάζεται κυρίως ως σύνολο εξισώσεων και διαδικασιών επίλυσης ασκήσεων, οι μαθητές/μαθήτριες ενδέχεται να δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τη σχέση της με πραγματικά φαινόμενα και προβλήματα (Redish 2003, Bennett et al. 2007). Η αποσύνδεση αυτή μπορεί να περιορίσει το ενδιαφέρον και τα κίνητρά τους, ενισχύοντας την αντίληψη ότι πρόκειται για ένα δύσκολο αντικείμενο, απομακρυσμένο από την καθημερινή ζωή (Osborne et al. 2003, Bennett et al. 2007). Γι' αυτό, η διδασκαλία χρειάζεται να συνδέει τις επιστημονικές έννοιες με αυθεντικά προβλήματα, πειραματικές διαδικασίες και καταστάσεις που έχουν νόημα για τους μαθητές/μαθήτριες (National Research Council 2000, Osborne 2014).

Η αξιοποίηση μαθητοκεντρικών και διερευνητικών προσεγγίσεων θέτει, παράλληλα, αυξημένες απαιτήσεις στον εκπαιδευτικό (Dobber et al. 2017). Ένα περιβάλλον στο οποίο οι μαθητές/μαθήτριες διατυπώνουν υποθέσεις, διερευνούν προβλήματα, αναλύουν δεδομένα και κατασκευάζουν εξηγήσεις απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό, κατάλληλη καθοδήγηση και παιδαγωγική ευελιξία (Hmelo-Silver et al. 2007, Pedaste et al. 2015, Dobber et al. 2017). Η αποτελεσματικότητα της διερευνητικής μάθησης εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο η αυτονομία των μαθητών συνδυάζεται με την υποστήριξη του εκπαιδευτικού (Hmelo-Silver et al. 2007, Furtak et al. 2012, Pedaste et al. 2015).

Η εφαρμογή αυτών των προσεγγίσεων επηρεάζεται επίσης από τις συνθήκες της σχολικής πράξης (Dobber et al. 2017, Akuma & Callaghan 2019). Ο περιορισμένος διδακτικός χρόνος, η ανάγκη κάλυψης της ύλης, οι απαιτήσεις αξιολόγησης, ο εργαστηριακός εξοπλισμός, το μέγεθος των τάξεων και η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών μπορούν να δυσχεράνουν τη συστηματική εφαρμογή ενεργητικών και διερευνητικών δραστηριοτήτων (Dobber et al. 2017, Akuma & Callaghan 2019).

Συνεπώς, η αποτελεσματική διδασκαλία της Φυσικής απαιτεί περισσότερα από την επιλογή και παρουσίαση του επιστημονικού περιεχομένου (Redish 2003, National Research Council 2000). Χρειάζεται μαθησιακά περιβάλλοντα που λαμβάνουν υπόψη τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις, ενθαρρύνουν την ενεργό συμμετοχή και προσφέρουν ευκαιρίες για επιστημονικό συλλογισμό, διερεύνηση και συνεργασία (National Research Council 2000, Hmelo-Silver et al. 2007, Pedaste et al. 2015). Οι προκλήσεις αυτές εξηγούν τη στροφή προς περισσότερο ενεργητικές και μαθητοκεντρικές προσεγγίσεις, οι οποίες εξετάζονται στην επόμενη ενότητα (Hake 1998, Freeman et al. 2014, Dobber et al. 2017).

Η μετάβαση από την παραδοσιακή στη μαθητοκεντρική μάθηση

Τις τελευταίες δεκαετίες, η εκπαιδευτική θεωρία και πρακτική έχουν στραφεί σταδιακά από παραδοσιακές, δασκαλοκεντρικές μορφές διδασκαλίας προς ενεργητικές και μαθητοκεντρικές προσεγγίσεις (Prince 2004, Prince & Felder 2006, Freeman et al. 2014). Στο παραδοσιακό μοντέλο, ο εκπαιδευτικός έχει τον κεντρικό ρόλο στην οργάνωση και παρουσίαση της γνώσης, ενώ οι μαθητές/μαθήτριες λειτουργούν κυρίως ως αποδέκτες του διδακτικού περιεχομένου (Prince 2004, Hmelo-Silver et al. 2007). Οι μαθητοκεντρικές προσεγγίσεις, αντίθετα, δίνουν έμφαση στη συμμετοχή, στην αλληλεπίδραση και στην επίλυση προβλημάτων, ώστε οι μαθητές/μαθήτριες να οικοδομούν σταδιακά τη γνώση μέσα από τις μαθησιακές τους εμπειρίες (Prince 2004, Freeman et al. 2014).

Η μετατόπιση αυτή συνδέεται με τις κονστρουκτιβιστικές θεωρίες μάθησης, σύμφωνα με τις οποίες η γνώση οικοδομείται ενεργά μέσα από την αλληλεπίδραση του μαθητή με το περιβάλλον, τις προηγούμενες γνώσεις του και τις νέες εμπειρίες (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Οι μαθητές/μαθήτριες επεξεργάζονται πληροφορίες, ελέγχουν ιδέες και αναθεωρούν προηγούμενες αντιλήψεις, εντάσσοντας τη νέα γνώση στα γνωστικά τους σχήματα. Η διαδικασία αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία στις φυσικές επιστήμες, καθώς οι μαθητές/μαθήτριες διαθέτουν ήδη διαμορφωμένες αντιλήψεις για τα φυσικά φαινόμενα όταν εισέρχονται στην τάξη (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003).

Βασικό στοιχείο της μαθητοκεντρικής προσέγγισης αποτελεί η ενεργητική μάθηση (Prince 2004, Freeman et al. 2014). Οι μαθητές/μαθήτριες συμμετέχουν σε δραστηριότητες που απαιτούν σκέψη, συζήτηση, εφαρμογή γνώσεων, επίλυση προβλημάτων και αναστοχασμό, αντί να περιορίζονται στην παρακολούθηση της διδασκαλίας (Prince 2004). Ο Prince (2004) αναδεικνύει τη συμβολή τέτοιων δραστηριοτήτων στη συμμετοχή και στη μάθηση, ενώ η μετα-ανάλυση των Freeman et al. (2014) έδειξε καλύτερες επιδόσεις και χαμηλότερα ποσοστά αποτυχίας σε μαθήματα STEM σε σύγκριση με τη διδασκαλία που βασίζεται κυρίως σε παραδοσιακές διαλέξεις.

Στο πλαίσιο αυτής της μετάβασης, η Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (*Inquiry-Based Learning* – IBL) αποτελεί σημαντική μαθητοκεντρική προσέγγιση στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών (National Research Council 2000, Minner et al. 2010, Pedaste et al. 2015). Εμπλέκει τους μαθητές/μαθήτριες σε πρακτικές της επιστημονικής διερεύνησης: διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, σχεδιασμό δραστηριοτήτων, συλλογή και ανάλυση δεδομένων και ανάπτυξη τεκμηριωμένων εξηγήσεων (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015). Έτσι, η επιστήμη προσεγγίζεται όχι μόνο ως σύνολο γνώσεων, αλλά και ως διαδικασία διερεύνησης και τεκμηρίωσης (National Research Council 2000, National Research Council 2012).

Η διερευνητική μάθηση έχει συνδεθεί με θετικά μαθησιακά αποτελέσματα (Minner et al. 2010, Furtak et al. 2012, Freeman et al. 2014). Οι Prince και Felder (2006) επισημαίνουν ότι επαγωγικές προσεγγίσεις, όπως η διερευνητική μάθηση και η μάθηση βασισμένη σε προβλήματα, μπορούν να υποστηρίξουν βαθύτερη κατανόηση και εφαρμογή της γνώσης σε νέες καταστάσεις. Η σύνθεση ερευνών των Minner et al. (2010) ανέδειξε θετική σχέση ανάμεσα στη συμμετοχή σε διαδικασίες διερεύνησης και στην κατανόηση του επιστημονικού

περιεχομένου, ενώ η μετα-ανάλυση των Furtak et al. (2012) παρέχει επιπλέον τεκμηρίωση για τη θετική επίδραση της διερευνητικής διδασκαλίας.

Η μετάβαση προς τη μαθητοκεντρική μάθηση μεταβάλλει και τον ρόλο του εκπαιδευτικού (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017). Ο εκπαιδευτικός καλείται να σχεδιάζει μαθησιακά περιβάλλοντα, να υποστηρίζει τη διατύπωση ερωτημάτων, να καθοδηγεί τη διερεύνηση και να παρέχει βοήθεια ανάλογα με τις ανάγκες των μαθητών (Dobber et al. 2017). Επομένως, η μαθητοκεντρική διδασκαλία προϋποθέτει σχεδιασμένη και κατάλληλα προσαρμοσμένη καθοδήγηση (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017).

Η καθοδήγηση είναι ιδιαίτερα σημαντική στην IBL, όπου το επίπεδό της μπορεί να επηρεάσει τα μαθησιακά αποτελέσματα (Hmelo-Silver et al. 2007, Furtak et al. 2012). Η πλήρης αυτονομία ενδέχεται να δυσκολέψει μαθητές/μαθήτριες που δεν διαθέτουν επαρκείς προηγούμενες γνώσεις ή εμπειρία στη διερεύνηση (Hmelo-Silver et al. 2007). Για τον λόγο αυτό, προτείνεται η παροχή υποστήριξης ή «σκαλωσιάς» (*scaffolding*), η οποία προσαρμόζεται στις ανάγκες των μαθητών και μειώνεται σταδιακά καθώς αναπτύσσουν μεγαλύτερη αυτονομία (Hmelo-Silver et al. 2007, Pedaste et al. 2015).

Η εφαρμογή μαθητοκεντρικών προσεγγίσεων δημιουργεί επίσης απαιτήσεις για τον εκπαιδευτικό και το σχολικό περιβάλλον (Dobber et al. 2017, Akuma & Callaghan 2019). Απαιτεί παιδαγωγικό σχεδιασμό, διαχείριση της τάξης, επαρκή χρόνο και πόρους, καθώς και κατάλληλη επαγγελματική προετοιμασία (Dobber et al. 2017, Akuma & Callaghan 2019). Ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να προσαρμόζει την ισορροπία ανάμεσα στην αυτονομία και στην καθοδήγηση στις γνώσεις και στις δυνατότητες των μαθητών (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017).

Παράλληλα, η υιοθέτηση αυτών των προσεγγίσεων μπορεί να απαιτεί αναπροσαρμογή της αξιολόγησης (National Research Council 2000, National Research Council 2012). Όταν η αξιολόγηση επικεντρώνεται στην ανάκληση πληροφοριών και στην επίλυση τυποποιημένων ασκήσεων, ενδέχεται να μην αποτυπώνει επαρκώς δεξιότητες που καλλιεργούνται μέσω της διερεύνησης, όπως η ερμηνεία δεδομένων, η επιστημονική συλλογιστική και η τεκμηρίωση επιχειρημάτων (National Research Council 2000, National Research Council 2012).

Συνεπώς, η μετάβαση στη μαθητοκεντρική μάθηση συνιστά ευρύτερη αλλαγή στην αντίληψη για τη μάθηση και για τους ρόλους μαθητή και εκπαιδευτικού (Prince 2004, Hmelo-Silver et

al. 2007). Ο μαθητής συμμετέχει ενεργά στην οικοδόμηση της γνώσης, ενώ ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει σύνθετο ρόλο ως οργανωτής και καθοδηγητής της μαθησιακής διαδικασίας (National Research Council 2000, Dobber et al. 2017). Η μεταβολή αυτή καθιστά σημαντική τη μελέτη τόσο της αποτελεσματικότητας της IBL όσο και των συνθηκών που επηρεάζουν την εφαρμογή της στη σχολική τάξη, ζητήματα που εξετάζονται στην επόμενη ενότητα (Furtak et al. 2012, Pedaste et al. 2015, Dobber et al. 2017).

Υφιστάμενη έρευνα, ερευνητικό κενό και συμβολή της παρούσας μελέτης

Η Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (*Inquiry-Based Learning* – IBL) έχει μελετηθεί εκτενώς στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών, στο πλαίσιο της μετάβασης προς περισσότερο ενεργητικά και μαθητοκεντρικά μαθησιακά περιβάλλοντα (National Research Council 2000, Minner et al. 2010, Furtak et al. 2012, Pedaste et al. 2015). Η έρευνα έχει εξετάσει τόσο τα μαθησιακά της αποτελέσματα όσο και τις συνθήκες εφαρμογής της (Minner et al. 2010, Furtak et al. 2012, Dobber et al. 2017). Μελέτες και μετα-αναλύσεις συνδέουν τη συμμετοχή των μαθητών σε διαδικασίες διερεύνησης με την εννοιολογική κατανόηση, την επιστημονική συλλογιστική και την αξιοποίηση τεκμηρίων (Minner et al. 2010, Furtak et al. 2012). Αντίστοιχα, η ενεργητική μάθηση έχει συσχετιστεί με καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σύγκριση με τη διδασκαλία που βασίζεται κυρίως στη διάλεξη (Freeman et al. 2014).

Τα οφέλη αυτά, ωστόσο, δεν προκύπτουν μόνο από την ενεργό συμμετοχή ή την αυξημένη αυτονομία των μαθητών (Hmelo-Silver et al. 2007, Furtak et al. 2012). Η βιβλιογραφία αναδεικνύει τη σημασία της κατάλληλης καθοδήγησης κατά τη διερευνητική διαδικασία (Hmelo-Silver et al. 2007, Alfieri et al. 2011, Lazonder & Harmsen 2016). Μαθητές/μαθήτριες με περιορισμένες προηγούμενες γνώσεις ή εμπειρία στη διερεύνηση ενδέχεται να δυσκολεύονται να σχεδιάσουν μια έρευνα, να ερμηνεύσουν δεδομένα και να διατυπώσουν τεκμηριωμένες εξηγήσεις (Hmelo-Silver et al. 2007, Pedaste et al. 2015). Η παιδαγωγική υποστήριξη, προσαρμοσμένη στις ανάγκες τους, αποτελεί επομένως ουσιαστική προϋπόθεση για την εφαρμογή της IBL (Hmelo-Silver et al. 2007, Furtak et al. 2012, Pedaste et al. 2015).

Στο πλαίσιο αυτό, ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει σύνθετο ρόλο ως οργανωτής, διευκολυντής και καθοδηγητής της μαθησιακής διαδικασίας (Crawford 2000, Dobber et al. 2017). Καλείται να σχεδιάζει δραστηριότητες, να υποστηρίζει τη διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, να παρακολουθεί την πορεία της διερεύνησης και να παρέχει βοήθεια χωρίς να περιορίζει αδικαιολόγητα την αυτονομία των μαθητών. Η διατήρηση αυτής της ισορροπίας απαιτεί

παιδαγωγικές γνώσεις, δεξιότητες και επαγγελματική προετοιμασία (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017).

Παρά τα τεκμηριωμένα οφέλη της, η IBL δεν ενσωματώνεται πάντοτε συστηματικά στην καθημερινή σχολική πρακτική (Keys & Bryan 2001, Anderson 2002, Dobber et al. 2017). Η εφαρμογή της επηρεάζεται από τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία και τη μάθηση, την προηγούμενη εμπειρία, την κατάρτιση και την αυτοπεποίθησή τους ως προς την οργάνωση διερευνητικών δραστηριοτήτων (Keys & Bryan 2001, Wallace & Kang 2004, Dobber et al. 2017). Παράλληλα, παράγοντες όπως ο διαθέσιμος χρόνος, η κάλυψη της ύλης, οι απαιτήσεις αξιολόγησης, ο εργαστηριακός εξοπλισμός και οι ευκαιρίες επαγγελματικής ανάπτυξης μπορούν να διευκολύνουν ή να περιορίσουν την εφαρμογή της (Anderson 2002, Wallace & Kang 2004, Dobber et al. 2017, Akuma & Callaghan 2019). Η ενσωμάτωση της διερευνητικής μάθησης συνδέεται, συνεπώς, με παιδαγωγικές, επαγγελματικές και οργανωτικές συνθήκες που συνυπάρχουν στη σχολική πράξη (Anderson 2002, Dobber et al. 2017).

Παρότι η διεθνής έρευνα έχει προσφέρει σημαντικά στοιχεία για τα οφέλη και τις προϋποθέσεις της IBL, έχει αξία να εξεταστεί πώς οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται και εφαρμόζουν τη διερεύνηση στις συνθήκες της σχολικής τάξης (Keys & Bryan 2001, Wallace & Kang 2004, Dobber et al. 2017). Μια διδακτική προσέγγιση ερμηνεύεται και προσαρμόζεται από τους εκπαιδευτικούς με βάση τις ανάγκες των μαθητών και τις δυνατότητες του σχολικού περιβάλλοντος (Keys & Bryan 2001, Anderson 2002, Wallace & Kang 2004). Οι εμπειρίες και οι δυσκολίες που αναφέρουν αποτελούν, επομένως, σημαντική πηγή για την κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την εφαρμογή της IBL (Keys & Bryan 2001, Dobber et al. 2017).

Η οπτική αυτή έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη διδασκαλία της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (McDermott & Redish 1999, Redish 2003). Οι αφηρημένες έννοιες, οι μαθηματικές αναπαραστάσεις και οι πειραματικές διαδικασίες του μαθήματος συνυπάρχουν με απαιτήσεις χρόνου, εξοπλισμού, διαχείρισης της τάξης και παιδαγωγικής υποστήριξης (Redish 2003, Dobber et al. 2017, Akuma & Callaghan 2019). Η μελέτη των εμπειριών των εκπαιδευτικών Φυσικής μπορεί έτσι να φωτίσει τη σχέση ανάμεσα στις δυνατότητες της IBL που περιγράφει η βιβλιογραφία και στην εφαρμογή της υπό τις πραγματικές συνθήκες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Keys & Bryan 2001, Anderson 2002, Dobber et al. 2017).

Με βάση τα παραπάνω, η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται στις αντιλήψεις και τις εμπειρίες εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Εξετάζει ειδικότερα πώς αντιλαμβάνονται τον ρόλο τους στη διερευνητική μάθηση, ποια οφέλη αναγνωρίζουν και ποιοι παράγοντες, κατά την εμπειρία τους, διευκολύνουν ή δυσχεραίνουν την εφαρμογή της. Η συμβολή της έγκειται στην ανάδειξη της οπτικής των εκπαιδευτικών, ώστε να γίνει καλύτερα κατανοητό πώς οι παιδαγωγικές δυνατότητες της IBL συνδέονται με τις συνθήκες της σχολικής πράξης και ποιες ανάγκες προκύπτουν ως προς την επαγγελματική ανάπτυξη, την παιδαγωγική υποστήριξη και την οργάνωση της διδασκαλίας.

Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης

Η Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (*Inquiry-Based Learning* – IBL) αποτελεί μαθητοκεντρική προσέγγιση που συνδέεται με την ενεργό συμμετοχή, την επιστημονική συλλογιστική και την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών στις φυσικές επιστήμες (Minner et al. 2010, Furtak et al. 2012, Pedaste et al. 2015). Όπως αναδείχθηκε στις προηγούμενες ενότητες, η εφαρμογή της επηρεάζεται επίσης από τον ρόλο και την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, καθώς και από τις συνθήκες διδασκαλίας (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017).

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνήσει τις αντιλήψεις και τις εμπειρίες εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση σχετικά με την IBL. Η έμφαση δίνεται στον ρόλο που αναλαμβάνουν κατά τη διερευνητική διαδικασία, στις πρακτικές που συνδέουν με αυτήν και στους παράγοντες που, σύμφωνα με τις εμπειρίες τους, διευκολύνουν ή περιορίζουν την εφαρμογή της. Εξετάζεται επίσης πώς αντιλαμβάνονται τη σημασία της καθοδήγησης, της παιδαγωγικής υποστήριξης και της επαγγελματικής τους προετοιμασίας.

Με βάση τον παραπάνω σκοπό, η έρευνα οργανώνεται γύρω από τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

1. Πώς αντιλαμβάνονται οι εκπαιδευτικοί τον ρόλο της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση στη διδασκαλία της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση;
2. Ποιοι παράγοντες, σύμφωνα με τις αντιλήψεις και τις εμπειρίες των εκπαιδευτικών, επηρεάζουν την αποτελεσματική εφαρμογή των διερευνητικών διδακτικών στρατηγικών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση;

3. Πώς αντιλαμβάνονται οι εκπαιδευτικοί ότι οι διδακτικές πρακτικές και ο ρόλος τους σε περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης επηρεάζουν τη συμμετοχή και την κατανόηση των μαθητών;

Η διερεύνηση αυτών των ερωτημάτων επιδιώκει να φωτίσει τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί Φυσικής αντιλαμβάνονται και βιώνουν την IBL στη σχολική πράξη. Τα ευρήματα μπορούν να αναδείξουν ανάγκες σχετικές με την επαγγελματική τους ανάπτυξη και την υποστήριξη της διερευνητικής διδασκαλίας.

Κεφάλαιο Α: Θεωρητικό πλαίσιο της μάθησης βασισμένης στην έρευνα

A1. Ορισμός της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση

Η Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (*Inquiry-Based Learning* – IBL) αποτελεί μαθητοκεντρική παιδαγωγική προσέγγιση που δίνει έμφαση στην ενεργό συμμετοχή των μαθητών στην οικοδόμηση της γνώσης (National Research Council 2000, Prince & Felder 2006, Pedaste et al. 2015). Οι μαθητές/μαθήτριες εμπλέκονται στη διερεύνηση ερωτημάτων και προβλημάτων, στη διατύπωση υποθέσεων, στον σχεδιασμό διερευνήσεων, στην ανάλυση δεδομένων και στη διαμόρφωση τεκμηριωμένων εξηγήσεων (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015).

Η διερεύνηση κατέχει κεντρική θέση στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες, καθώς συνδέεται με τον τρόπο ανάπτυξης και τεκμηρίωσης της επιστημονικής γνώσης (National Research Council 2000, National Research Council 2012). Το National Research Council (2000) την περιγράφει ως πολύπλευρη δραστηριότητα, η οποία περιλαμβάνει παρατήρηση, διατύπωση ερωτημάτων, εξέταση πηγών, σχεδιασμό ερευνών, συλλογή και ανάλυση δεδομένων, ανάπτυξη εξηγήσεων και επικοινωνία αποτελεσμάτων. Στο εκπαιδευτικό πλαίσιο, η IBL επιτρέπει στους μαθητές/μαθήτριες να συμμετέχουν σε αντίστοιχες πρακτικές και να κατανοούν τόσο τις επιστημονικές έννοιες όσο και τον τρόπο με τον οποίο οι εξηγήσεις οικοδομούνται και αξιολογούνται βάσει τεκμηρίων (National Research Council 2000, National Research Council 2012, Pedaste et al. 2015).

Η διερευνητική διαδικασία δεν ακολουθεί αναγκαστικά μια αυστηρά γραμμική πορεία. Το πλαίσιο των Pedaste et al. (2015) αναδεικνύει τον δυναμικό και επαναληπτικό χαρακτήρα της μέσα από αλληλένδετες διαδικασίες, όπως η διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, η

διερεύνηση, η ερμηνεία δεδομένων, η εξαγωγή συμπερασμάτων, η επικοινωνία και ο αναστοχασμός. Το πλαίσιο αυτό παρουσιάζεται αναλυτικότερα στην ενότητα Δ4.

Η IBL δεν αποτελεί μία ενιαία διδακτική μέθοδο με σταθερή μορφή (Bell et al. 2005, Pedaste et al. 2015). Οι δραστηριότητες διαφοροποιούνται ανάλογα με την αυτονομία των μαθητών και την καθοδήγηση που παρέχει ο εκπαιδευτικός (Bell et al. 2005, Hmelo-Silver et al. 2007). Μπορούν να κυμαίνονται από δομημένες μορφές, στις οποίες ο εκπαιδευτικός καθορίζει σε μεγάλο βαθμό το ερώτημα και τη διαδικασία, έως ανοικτές μορφές, στις οποίες οι μαθητές/μαθήτριες αναλαμβάνουν μεγαλύτερη ευθύνη για τον σχεδιασμό της διερεύνησης (Bell et al. 2005).

Η μαθητοκεντρική φύση της IBL δεν συνεπάγεται απουσία καθοδήγησης (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017). Αντίθετα, η κατάλληλη υποστήριξη συνδέεται με την αποτελεσματικότητα της διερευνητικής μάθησης (Hmelo-Silver et al. 2007, Furtak et al. 2012, Lazonder & Harmsen 2016). Μια μορφή της είναι η παιδαγωγική «σκαλωσιά» (*scaffolding*), μέσω της οποίας ο εκπαιδευτικός βοηθά τους μαθητές/μαθήτριες να αντιμετωπίσουν σύνθετες δραστηριότητες και να αποκτήσουν σταδιακά μεγαλύτερη αυτονομία (Hmelo-Silver et al. 2007).

Ο βαθμός καθοδήγησης έχει αποτελέσει αντικείμενο επιστημονικής συζήτησης (Kirschner et al. 2006, Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Οι Kirschner et al. (2006) υποστήριξαν ότι η ελάχιστη καθοδήγηση μπορεί να επιβαρύνει τη λειτουργική μνήμη, ιδιαίτερα των αρχάριων μαθητών. Οι Hmelo-Silver et al. (2007), από την άλλη, διευκρίνισαν ότι η διερευνητική μάθηση δεν ταυτίζεται με τη διερεύνηση χωρίς υποστήριξη. Το ζήτημα, επομένως, αφορά τον τρόπο, την έκταση και τη χρονική στιγμή παροχής της καθοδήγησης (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016).

Ερευνητικές συνθέσεις και μετα-αναλύσεις υποστηρίζουν την εκπαιδευτική αξία της διερευνητικής μάθησης υπό κατάλληλες συνθήκες (Minner et al. 2010, Alfieri et al. 2011, Furtak et al. 2012, Lazonder & Harmsen 2016). Οι Minner et al. (2010) ανέδειξαν θετική σχέση ανάμεσα στη συμμετοχή σε διαδικασίες διερεύνησης και στην εννοιολογική κατανόηση, ενώ οι Furtak et al. (2012) διαπίστωσαν συνολικά θετική επίδραση στα μαθησιακά αποτελέσματα. Τα ευρήματα αυτά αναδεικνύουν τη σημασία του συνδυασμού ενεργού διερεύνησης, κατάλληλου σχεδιασμού και παιδαγωγικής καθοδήγησης (Hmelo-Silver et al. 2007, Furtak et al. 2012, Lazonder & Harmsen 2016).

Συνολικά, η IBL μπορεί να οριστεί ως παιδαγωγικό πλαίσιο στο οποίο οι μαθητές/μαθήτριες οικοδομούν επιστημονική γνώση μέσα από τη διατύπωση ερωτημάτων, τη διερεύνηση, την επεξεργασία δεδομένων, την τεκμηρίωση και τον αναστοχασμό (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015). Ο εκπαιδευτικός οργανώνει το μαθησιακό περιβάλλον, προσαρμόζει την καθοδήγηση στις ανάγκες των μαθητών και υποστηρίζει τη σύνδεση των διερευνητικών εμπειριών με τις επιστημονικές έννοιες (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017). Αυτή η αντίληψη της IBL ως οργανωμένης και κατάλληλα καθοδηγούμενης διαδικασίας αποτελεί βάση για την εξέταση της ιστορικής της εξέλιξης και των θεωρητικών αρχών της στις επόμενες ενότητες (Furtak et al. 2012, Pedaste et al. 2015, Lazonder & Harmsen 2016).

A2. Ιστορική εξέλιξη της διερεύνησης στην επιστημονική εκπαίδευση

Η διερεύνηση στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών δεν αποτελεί πρόσφατη προσέγγιση. Διαμορφώθηκε σταδιακά μέσα από εξελίξεις στην εκπαιδευτική θεωρία, την ψυχολογία της μάθησης και τη διδακτική των φυσικών επιστημών (DeBoer 2000, National Research Council 2000). Κατά τον 20ό αιώνα, η έμφαση μετατοπίστηκε σταδιακά από τη μετάδοση ενός καθορισμένου σώματος γνώσεων προς την ενεργό συμμετοχή των μαθητών, την επίλυση προβλημάτων και τη γνωριμία τους με τις διαδικασίες επιστημονικής διερεύνησης (DeBoer 2000, National Research Council 2000).

Οι πρώιμες θεωρητικές βάσεις αυτής της μετατόπισης συνδέονται με τον John Dewey και το κίνημα της προοδευτικής εκπαίδευσης στις αρχές του 20ού αιώνα (Dewey 1910, 2007, DeBoer 2000). Ο Dewey αμφισβήτησε τη μάθηση ως παθητική αποδοχή πληροφοριών και υποστήριξε τη συμμετοχή των μαθητών στην αντιμετώπιση πραγματικών προβλημάτων. Συνέδεσε τη σκέψη με τη διερεύνηση προβληματικών καταστάσεων, τη διατύπωση πιθανών εξηγήσεων, την εξέταση στοιχείων και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων (Dewey 1910, 2007). Οι ιδέες αυτές αποτέλεσαν θεωρητική βάση για μεταγενέστερες μορφές μάθησης μέσω της εμπειρίας και της διερεύνησης (Dewey 2007, DeBoer 2000).

Κατά τις δεκαετίες του 1950 και του 1960, η διερεύνηση απέκτησε μεγαλύτερη σημασία στο πλαίσιο μεταρρυθμίσεων της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες. Οι επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις της περιόδου ενίσχυσαν το ενδιαφέρον για την αναθεώρηση των προγραμμάτων σπουδών και για τη διδασκαλία όχι μόνο των επιστημονικών γνώσεων, αλλά και των διαδικασιών μέσω των οποίων αυτές παράγονται και τεκμηριώνονται (DeBoer 2000). Ιδιαίτερη επίδραση άσκησε ο Joseph Schwab, ο οποίος υποστήριξε ότι οι φυσικές επιστήμες

δεν πρέπει να παρουσιάζονται αποκλειστικά ως σύνολο οριστικών γνώσεων, αλλά σε συνδυασμό με τις διαδικασίες διερεύνησης μέσα από τις οποίες αναπτύσσονται (Schwab 1962, DeBoer 2000). Έτσι, οι μαθητές/μαθήτριες καλούνται να κατανοήσουν τόσο επιστημονικές έννοιες και θεωρίες όσο και τον τρόπο με τον οποίο εξετάζονται στοιχεία και οικοδομούνται εξηγήσεις (Schwab 1962, DeBoer 2000).

Στις επόμενες δεκαετίες, η διερεύνηση συνδέθηκε περισσότερο με την ανάπτυξη της επιστημονικής παιδείας. Η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες άρχισε να αποσκοπεί και στην ικανότητα των μαθητών να εξετάζουν προβλήματα, να αξιολογούν στοιχεία και να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις (DeBoer 2000, National Research Council 2000). Σημαντικό ορόσημο αποτέλεσε η αναγνώριση της διερεύνησης σε εκπαιδευτικά πρότυπα και πλαίσια για τις φυσικές επιστήμες (National Research Council 1996, 2000). Το National Research Council (2000) τόνισε την ανάγκη οι μαθητές/μαθήτριες να συμμετέχουν σε παρατηρήσεις, να διατυπώνουν ερωτήματα, να σχεδιάζουν διερευνήσεις, να αναλύουν δεδομένα και να επικοινωνούν εξηγήσεις βασισμένες σε τεκμήρια. Η διερεύνηση αναγνωρίστηκε, με αυτόν τον τρόπο, ως ουσιαστική διάσταση της μάθησης των φυσικών επιστημών (National Research Council 2000).

Παράλληλα, οι κονστрукτιβιστικές θεωρίες ενίσχυσαν τη θεωρητική βάση της διερευνητικής μάθησης. Σύμφωνα με αυτές, οι μαθητές/μαθήτριες οικοδομούν τη γνώση ερμηνεύοντας τις νέες πληροφορίες σε σχέση με τις προϋπάρχουσες γνώσεις και αντιλήψεις τους (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Η θεώρηση αυτή συνδέεται με τη διερεύνηση, καθώς οι μαθητές/μαθήτριες διατυπώνουν και ελέγχουν ιδέες και αναθεωρούν τις εξηγήσεις τους με βάση τα στοιχεία που προκύπτουν (Duit & Treagust 2003, Pedaste et al. 2015).

Η ανάπτυξη της σχετικής έρευνας οδήγησε και στην εμπειρική εξέταση της διερευνητικής διδασκαλίας (Minner et al. 2010, Furtak et al. 2012). Η ανασκόπηση των Minner et al. (2010) ανέδειξε θετική σχέση ανάμεσα στη συμμετοχή των μαθητών σε διαδικασίες διερεύνησης και στην κατανόηση του επιστημονικού περιεχομένου. Αντίστοιχα, η μετα-ανάλυση των Furtak et al. (2012) κατέδειξε συνολικά θετικές επιδράσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα.

Η εξέλιξη της IBL συνοδεύτηκε, ωστόσο, από συζήτηση για τον βαθμό καθοδήγησης που χρειάζονται οι μαθητές/μαθήτριες (Kirschner et al. 2006, Hmelo-Silver et al. 2007). Οι Kirschner et al. (2006) άσκησαν κριτική στις προσεγγίσεις ελάχιστης καθοδήγησης, υποστηρίζοντας ότι μπορεί να επιβαρύνουν τη λειτουργική μνήμη, ιδίως των αρχάριων μαθητών. Οι Hmelo-Silver et al. (2007) διευκρίνισαν ότι η διερευνητική μάθηση δεν ταυτίζεται

με την απουσία καθοδήγησης: οι εφαρμογές της μπορούν να περιλαμβάνουν υποδείξεις, ανατροφοδότηση, καθοδηγητικές ερωτήσεις και δομημένες δραστηριότητες (Hmelo-Silver et al. 2007, Alfieri et al. 2011). Η παιδαγωγική στήριξη (*scaffolding*) απέκτησε έτσι κεντρική θέση στη συζήτηση για την IBL (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016).

Στη νεότερη έρευνα, το ενδιαφέρον στρέφεται στο είδος και στον βαθμό υποστήριξης που ανταποκρίνεται σε διαφορετικές μαθησιακές συνθήκες (Furtak et al. 2012, Lazonder & Harmsen 2016). Η μετα-ανάλυση των Lazonder και Harmsen (2016) έδειξε θετική επίδραση της καθοδήγησης στις διερευνητικές δραστηριότητες και στα μαθησιακά αποτελέσματα. Η σύγχρονη προσέγγιση δίνει, συνεπώς, έμφαση στην προσαρμογή της υποστήριξης στις ανάγκες και στις προηγούμενες γνώσεις των μαθητών (Hmelo-Silver et al. 2007, Furtak et al. 2012, Lazonder & Harmsen 2016).

Η ιστορική εξέλιξη της διερεύνησης αποτυπώνει μια ευρύτερη αλλαγή στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (DeBoer 2000, National Research Council 2000). Από τις ιδέες του Dewey για τη μάθηση μέσα από προβλήματα και την έμφαση του Schwab στην επιστήμη ως διαδικασία διερεύνησης, η IBL εξελίχθηκε σε προσέγγιση που συνδυάζει την ενεργό συμμετοχή των μαθητών με την παιδαγωγική καθοδήγηση (Dewey 2007, Schwab 1962, DeBoer 2000, Hmelo-Silver et al. 2007). Η σύνδεσή της με τις κονστρουκτιβιστικές αντιλήψεις για τη μάθηση εξετάζεται στην επόμενη ενότητα (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003).

A3. Θεωρία της κονστρουκτιβιστικής μάθησης και διερεύνηση

Η κονστρουκτιβιστική θεωρία της μάθησης αποτελεί σημαντικό θεωρητικό υπόβαθρο για τις μαθητοκεντρικές προσεγγίσεις στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών, μεταξύ των οποίων και η Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (*Inquiry-Based Learning* – IBL) (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Σύμφωνα με την κεντρική της θέση, η γνώση δεν μεταδίδεται αυτούσια από τον εκπαιδευτικό στον μαθητή, αλλά οικοδομείται μέσα από τη σχέση των νέων εμπειριών με τις προϋπάρχουσες γνώσεις και αντιλήψεις του. Η μάθηση αποτελεί, επομένως, ενεργό διαδικασία ερμηνείας και αναδιοργάνωσης της κατανόησης (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003).

Η σημασία της προϋπάρχουσας γνώσης είναι ιδιαίτερα εμφανής στη διδασκαλία της Φυσικής (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Οι μαθητές/μαθήτριες έχουν ήδη διαμορφώσει αντιλήψεις για φαινόμενα που σχετίζονται, για παράδειγμα, με την κίνηση, τη δύναμη, την ενέργεια, τη θερμότητα ή τον ηλεκτρισμό. Οι αντιλήψεις αυτές δεν συμφωνούν πάντοτε με τις

επιστημονικά αποδεκτές ερμηνείες και μπορεί να παραμένουν ανθεκτικές στη διδασκαλία (Driver et al. 1994, McDermott & Redish 1999, Duit & Treagust 2003).

Η παρουσίαση μιας επιστημονικής εξήγησης δεν αρκεί, συνεπώς, για να μεταβάλει την κατανόηση των μαθητών. Χρειάζονται ευκαιρίες να εκφράσουν τις αρχικές τους ιδέες, να τις εξετάσουν υπό το φως νέων δεδομένων και να αναδιοργανώσουν σταδιακά τα εννοιολογικά τους σχήματα (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Η διαδικασία αυτή συνδέεται με την εννοιολογική αλλαγή (*conceptual change*), η οποία αφορά μια πιο σύνθετη αναδόμηση της σκέψης και όχι απλώς την αντικατάσταση μιας λανθασμένης απάντησης από μια σωστή (Posner et al. 1982, Duit & Treagust 2003).

Η IBL συνδέεται με αυτή την αντίληψη για τη μάθηση, καθώς δίνει στους μαθητές/μαθήτριες τη δυνατότητα να διατυπώνουν ερωτήματα και υποθέσεις, να πραγματοποιούν παρατηρήσεις ή πειράματα και να αξιολογούν τις ιδέες τους με βάση τα δεδομένα που συλλέγουν. Η διερεύνηση μπορεί έτσι να δημιουργήσει συνθήκες ενεργού οικοδόμησης της γνώσης και αναθεώρησης προηγούμενων αντιλήψεων (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015).

Για την κατανόηση της κονστρουκτιβιστικής μάθησης είναι χρήσιμη η διάκριση ανάμεσα στην ατομική και την κοινωνική διάσταση της οικοδόμησης της γνώσης (Driver et al. 1994, Vygotsky 1978). Η πρώτη εστιάζει στον τρόπο με τον οποίο ο μαθητής αναδιοργανώνει τη σκέψη του μέσα από τις εμπειρίες του. Η δεύτερη αναδεικνύει τη σημασία της γλώσσας, του διαλόγου και της συνεργασίας (Vygotsky 1978, Driver et al. 1994). Οι δύο διαστάσεις λειτουργούν συμπληρωματικά σε ένα διερευνητικό μαθησιακό περιβάλλον (Driver et al. 1994).

Η κοινωνική διάσταση συνδέεται με το έργο του Vygotsky (1978) και με την έννοια της **Ζώνης Επικείμενης Ανάπτυξης** (*Zone of Proximal Development – ZPD*). Η ZPD αναφέρεται στη διαφορά ανάμεσα σε όσα μπορεί να επιτύχει ένας μαθητής ανεξάρτητα και σε όσα μπορεί να επιτύχει με καθοδήγηση ή συνεργασία (Vygotsky 1978). Η έννοια αυτή είναι σχετική με την IBL, καθώς οι μαθητές/μαθήτριες συχνά αντιμετωπίζουν σύνθετα προβλήματα για τα οποία χρειάζονται παιδαγωγική υποστήριξη (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017). Παράλληλα, μέσα από την ομαδική διερεύνηση μπορούν να συγκρίνουν υποθέσεις, να συζητούν δεδομένα και να αιτιολογούν ή να αναθεωρούν τις εξηγήσεις τους (Vygotsky 1978, Driver et al. 1994, National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015).

Στο πλαίσιο αυτό αποκτά σημασία η παιδαγωγική στήριξη ή «σκαλωσιά» (*scaffolding*) (Wood et al. 1976, Hmelo-Silver et al. 2007). Μπορεί να περιλαμβάνει καθοδηγητικές ερωτήσεις, υποδείξεις, ανατροφοδότηση ή κατάλληλη διάρθρωση μιας δραστηριότητας (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Σκοπός της είναι να βοηθά τον μαθητή να ανταποκρίνεται σε απαιτητικές δραστηριότητες, ενώ η υποστήριξη μειώνεται σταδιακά καθώς αναπτύσσονται οι γνώσεις και η αυτονομία του (Wood et al. 1976, Hmelo-Silver et al. 2007).

Αυτή η προσέγγιση αναδεικνύει τον ενεργό και σύνθετο ρόλο του εκπαιδευτικού (Crawford 2000, Crawford 2007, Dobber et al. 2017). Ο εκπαιδευτικός οργανώνει μαθησιακές καταστάσεις που ενεργοποιούν τις προηγούμενες γνώσεις, υποστηρίζει τη διατύπωση και τον έλεγχο υποθέσεων, παρακολουθεί την εξέλιξη της σκέψης των μαθητών και παρεμβαίνει όταν χρειάζεται (Crawford 2000, Dobber et al. 2017). Παράλληλα, βοηθά τους μαθητές/μαθήτριες να συνδέουν όσα παρατηρούν κατά τη διερεύνηση με την επιστημονική γνώση (Crawford 2007).

Μια συμπληρωματική οπτική για τη γνωστική εμπλοκή προσφέρει το πλαίσιο ICAP της Chi (2009), το οποίο διακρίνει τέσσερις μορφές συμμετοχής: παθητική, ενεργό, εποικοδομητική και διαδραστική. Το πλαίσιο υποστηρίζει ότι η παραγωγή νέων ιδεών και η ουσιαστική αλληλεπίδραση μπορούν να οδηγήσουν σε βαθύτερη μάθηση από την παθητική λήψη πληροφοριών (Chi 2009). Η IBL μπορεί να προσφέρει ευκαιρίες για εποικοδομητική και διαδραστική εμπλοκή όταν οι μαθητές/μαθήτριες παράγουν υποθέσεις, ερμηνεύουν δεδομένα και συζητούν τεκμηριωμένες εξηγήσεις (Chi 2009, Pedaste et al. 2015).

Η σύνδεση της IBL με τον κονστрукτιβισμό δεν σημαίνει, ωστόσο, ότι κάθε ανεξάρτητη εξερεύνηση οδηγεί σε αποτελεσματική μάθηση (Kirschner et al. 2006, Hmelo-Silver et al. 2007). Το μαθησιακό περιβάλλον χρειάζεται να λαμβάνει υπόψη τις προηγούμενες γνώσεις και τις ανάγκες υποστήριξης των μαθητών (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Η ανεπαρκής καθοδήγηση μπορεί να δυσχεράνει τόσο την επεξεργασία σύνθετων πληροφοριών όσο και τη σύνδεση των ευρημάτων μιας διερεύνησης με τις αντίστοιχες επιστημονικές έννοιες (Kirschner et al. 2006, Hmelo-Silver et al. 2007).

Συνολικά, ο κονστрукτιβισμός προσφέρει ένα πλαίσιο για την κατανόηση της IBL, συνδέοντας την ενεργό οικοδόμηση της γνώσης με τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις, την εννοιολογική αλλαγή, την κοινωνική αλληλεπίδραση και την παιδαγωγική υποστήριξη (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003, Hmelo-Silver et al. 2007, Pedaste et al. 2015). Η διερεύνηση αποτελεί έτσι μαθησιακό περιβάλλον στο οποίο οι μαθητές/μαθήτριες επεξεργάζονται και

αναθεωρούν τις εξηγήσεις τους μέσα από την επαφή με φαινόμενα, τεκμήρια, συμμαθητές/μαθήτριες και εκπαιδευτικούς (National Research Council 2000, Driver et al. 1994, Pedaste et al. 2015). Ο τρόπος κατανομής της ευθύνης μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών οδηγεί στη διάκριση των διαφορετικών τύπων και επιπέδων διερεύνησης, που εξετάζεται στη συνέχεια (Bell et al. 2005).

A4. Τύποι διερεύνησης στην επιστημονική εκπαίδευση

Η Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση μπορεί να οργανωθεί με διαφορετικούς τρόπους, ανάλογα με την αυτονομία των μαθητών και την καθοδήγηση που παρέχει ο εκπαιδευτικός (Bell et al. 2005, National Research Council 2000). Βασικά κριτήρια διαφοροποίησης είναι ποιος καθορίζει το ερευνητικό ερώτημα και τη διαδικασία, καθώς και αν το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι γνωστό εκ των προτέρων. Καθώς αυξάνεται το επίπεδο διερεύνησης, περισσότερες αποφάσεις περνούν από τον εκπαιδευτικό στους μαθητές/μαθήτριες (Bell et al. 2005).

Οι Bell et al. (2005) διακρίνουν τέσσερα επίπεδα: **διερεύνηση επιβεβαίωσης, δομημένη, καθοδηγούμενη και ανοικτή διερεύνηση**. Πρόκειται για διαφορετικούς τρόπους οργάνωσης της διδασκαλίας. Η επιλογή τους εξαρτάται από τους μαθησιακούς στόχους, τις προηγούμενες γνώσεις και την εμπειρία των μαθητών, καθώς και από τις συνθήκες της τάξης (Bell et al. 2005, Lazonder & Harmsen 2016).

Διερεύνηση επιβεβαίωσης

Στη διερεύνηση επιβεβαίωσης, ο εκπαιδευτικός παρέχει το ερευνητικό ερώτημα, τη διαδικασία και το αναμενόμενο αποτέλεσμα ή την επιστημονική αρχή που θα εξεταστεί. Οι μαθητές/μαθήτριες πραγματοποιούν μετρήσεις ή παρατηρήσεις και συγκρίνουν τα δεδομένα τους με το ήδη γνωστό αποτέλεσμα (Bell et al. 2005).

Η μορφή αυτή προσφέρει περιορισμένη αυτονομία, αλλά μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές/μαθήτριες να εξοικειωθούν με εργαστηριακά όργανα, μετρήσεις και καταγραφή δεδομένων ή να εξετάσουν μια έννοια που έχει ήδη παρουσιαστεί. Επειδή οι βασικές αποφάσεις είναι προκαθορισμένες, οι ευκαιρίες ανάπτυξης ανεξάρτητων διερευνητικών δεξιοτήτων παραμένουν περιορισμένες (Bell et al. 2005).

Δομημένη διερεύνηση

Στη δομημένη διερεύνηση, ο εκπαιδευτικός παρέχει το ερώτημα και τη διαδικασία, ενώ οι μαθητές/μαθήτριες αναλύουν τα δεδομένα και διαμορφώνουν οι ίδιοι το συμπέρασμα (Bell et al. 2005). Μπορεί να αποτελέσει σημείο εισαγωγής στη διερευνητική μάθηση για μαθητές/μαθήτριες με περιορισμένη εμπειρία, καθώς τους επιτρέπει να επικεντρωθούν στην παρατήρηση, στη μέτρηση και στην ερμηνεία των ευρημάτων χωρίς να χρειάζεται ακόμη να σχεδιάσουν το πείραμα (Bell et al. 2005, Hmelo-Silver et al. 2007, National Research Council 2000).

Ο εκπαιδευτικός διατηρεί τον έλεγχο της διαδικασίας και μπορεί να κατευθύνει την προσοχή σε συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους (Bell et al. 2005, Dobber et al. 2017). Ωστόσο, οι μαθητές/μαθήτριες δεν αποφασίζουν τη μέθοδο διερεύνησης. Γι' αυτό η δομημένη διερεύνηση μπορεί να λειτουργήσει ως ενδιάμεσο στάδιο προς μορφές με μεγαλύτερη μαθητική αυτονομία (Bell et al. 2005).

Καθοδηγούμενη διερεύνηση

Στην καθοδηγούμενη διερεύνηση, ο εκπαιδευτικός παρέχει συνήθως το ερώτημα ή το πρόβλημα, ενώ οι μαθητές/μαθήτριες σχεδιάζουν τη διαδικασία. Αποφασίζουν ποια δεδομένα χρειάζονται, πώς θα τα συλλέξουν και πώς θα τα αναλύσουν, ώστε να καταλήξουν σε τεκμηριωμένα συμπεράσματα (Bell et al. 2005). Η συμμετοχή τους στον σχεδιασμό αυξάνει τις απαιτήσεις επιστημονικής συλλογιστικής και τους επιτρέπει να εξοικειωθούν περισσότερο με τις αποφάσεις που περιλαμβάνει η επιστημονική πρακτική (National Research Council 2000, 2012).

Η μορφή αυτή αναδεικνύει τη σημασία της ισορροπίας ανάμεσα στην αυτονομία και στην υποστήριξη (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Η κατάλληλη καθοδήγηση μπορεί να ενισχύσει τα μαθησιακά αποτελέσματα χωρίς να αφαιρεί από τους μαθητές/μαθήτριες την ευθύνη των βασικών αποφάσεων (Furtak et al. 2012). Ο εκπαιδευτικός παρακολουθεί την πορεία της διερεύνησης, θέτει ερωτήσεις και παρέχει ανατροφοδότηση όταν χρειάζεται, βοηθώντας παράλληλα τους μαθητές/μαθήτριες να συνδέσουν τις εμπειρίες τους με την επιστημονική γνώση (Crawford 2007, Dobber et al. 2017). Η υποστήριξη αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν δεν έχουν προηγούμενη εμπειρία στον σχεδιασμό διερευνήσεων (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016).

Ανοικτή διερεύνηση

Στην ανοικτή διερεύνηση, οι μαθητές/μαθήτριες έχουν τον μεγαλύτερο βαθμό αυτονομίας: διατυπώνουν το ερώτημα, σχεδιάζουν τη μέθοδο, συλλέγουν και αναλύουν δεδομένα και διαμορφώνουν τα συμπεράσματά τους (Bell et al. 2005). Ο εκπαιδευτικός οργανώνει τις κατάλληλες συνθήκες, εξασφαλίζει πόρους και παρέχει υποστήριξη όταν χρειάζεται (Crawford 2007, Dobber et al. 2017).

Η ανοικτή διερεύνηση προσφέρει ευκαιρίες για ανάπτυξη αυτονομίας, δημιουργικότητας και σύνθετων δεξιοτήτων επιστημονικής σκέψης. Οι μαθητές/μαθήτριες καλούνται, μεταξύ άλλων, να αξιολογούν την ποιότητα των δεδομένων τους και να εξετάζουν εναλλακτικές εξηγήσεις (Bell et al. 2005, National Research Council 2000, 2012). Ταυτόχρονα, η διατύπωση κατάλληλων ερωτημάτων και ο σχεδιασμός έγκυρης διαδικασίας μπορεί να είναι ιδιαίτερα απαιτητικά για όσους έχουν περιορισμένες προηγούμενες γνώσεις (Kirschner et al. 2006, Lazonder & Harmsen 2016). Επομένως, και η ανοικτή διερεύνηση χρειάζεται κατάλληλη παιδαγωγική στήριξη, η οποία προσαρμόζεται στις ανάγκες των μαθητών χωρίς να υποκαθιστά τις αποφάσεις τους (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016).

Η διάκριση των τεσσάρων επιπέδων μπορεί να συνοψιστεί ως εξής (Bell et al., 2005):

Τύπος διερεύνησης	Ερευνητικό ερώτημα	Διαδικασία/μέθοδος	Αποτέλεσμα/συμπέρασμα	Αυτονομία μαθητή
Επιβεβαίωσης	Δίνεται από τον εκπαιδευτικό	Δίνεται από τον εκπαιδευτικό	Γνωστό εκ των προτέρων	Πολύ χαμηλή
Δομημένη	Δίνεται από τον εκπαιδευτικό	Δίνεται από τον εκπαιδευτικό	Προκύπτει από τους μαθητές/μαθήτριες	Χαμηλή-μέτρια
Καθοδηγούμενη	Δίνεται από τον εκπαιδευτικό	Σχεδιάζεται από τους μαθητές/μαθήτριες	Προκύπτει από τους μαθητές/μαθήτριες	Μέτρια-υψηλή
Ανοικτή	Διατυπώνεται από τους μαθητές/μαθήτριες	Σχεδιάζεται από τους μαθητές/μαθήτριες	Προκύπτει από τους μαθητές/μαθήτριες	Υψηλή

Η παραπάνω ταξινόμηση δείχνει ότι η μετάβαση από τη διερεύνηση επιβεβαίωσης προς την ανοικτή διερεύνηση συνοδεύεται από σταδιακή μεταφορά της ευθύνης για τη μαθησιακή διαδικασία από τον εκπαιδευτικό προς τους μαθητές/μαθήτριες (Bell et al., 2005). Αυτό, ωστόσο, δεν σημαίνει ότι το υψηλότερο επίπεδο αυτονομίας είναι πάντοτε και το καταλληλότερο (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Η επιλογή του τύπου διερεύνησης πρέπει να πραγματοποιείται με βάση τους μαθησιακούς στόχους, την πολυπλοκότητα του αντικειμένου, τις προηγούμενες γνώσεις και δεξιότητες των μαθητών και τον διαθέσιμο χρόνο και εξοπλισμό (Bell et al. 2005, Lazonder & Harmsen 2016).

Στην πράξη, επομένως, τα διαφορετικά επίπεδα μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά (Bell et al., 2005). Οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν αρχικά να συμμετέχουν σε περισσότερες δομημένες δραστηριότητες και, καθώς αποκτούν γνώσεις και διερευνητικές δεξιότητες, να αναλαμβάνουν σταδιακά μεγαλύτερη ευθύνη για τον σχεδιασμό και την πραγματοποίηση της διερεύνησης (Bell et al. 2005, Hmelo-Silver et al. 2007). Η σταδιακή αυτή μετάβαση επιτρέπει στον εκπαιδευτικό να προσαρμόζει το επίπεδο καθοδήγησης στις ανάγκες των μαθητών, διατηρώντας παράλληλα τον ενεργό και μαθητοκεντρικό χαρακτήρα της IBL (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016).

A5. Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση στη διδασκαλία της Φυσικής

Η Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (*Inquiry-Based Learning* – IBL) παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη Φυσική, καθώς η κατανόηση του αντικειμένου απαιτεί τη σύνδεση θεωρητικών εννοιών με την παρατήρηση, τον πειραματισμό, τη μέτρηση και τα μαθηματικά μοντέλα (National Research Council 2000, Etkina & Van Heuvelen 2007). Η γνώση νόμων και εξισώσεων δεν αρκεί από μόνη της· οι μαθητές/μαθήτριες χρειάζεται να μπορούν να χρησιμοποιούν τις έννοιες για να ερμηνεύουν φυσικά φαινόμενα και εμπειρικά δεδομένα (McDermott & Redish 1999, Docktor & Mestre 2014). Η IBL μπορεί να υποστηρίξει αυτή τη σύνδεση μέσα από τη διατύπωση προβλέψεων, τον σχεδιασμό πειραμάτων, την ανάλυση δεδομένων και την αξιολόγηση επιστημονικών εξηγήσεων (National Research Council 2000, Etkina & Van Heuvelen 2007).

Μία βασική πρόκληση στη διδασκαλία της Φυσικής είναι η ανάπτυξη ουσιαστικής εννοιολογικής κατανόησης (McDermott & Redish 1999, Docktor & Mestre 2014). Οι μαθητές/μαθήτριες συχνά διαθέτουν διαισθητικές αντιλήψεις για τη δύναμη, την κίνηση, την ενέργεια ή τη θερμότητα, οι οποίες μπορεί να διαφέρουν από τις επιστημονικές εξηγήσεις και να παραμένουν ακόμη και μετά τη διδασκαλία (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Επιπλέον, η σωστή χρήση ενός μαθηματικού τύπου δεν σημαίνει απαραίτητα ότι έχει κατανοηθεί η φυσική έννοια που εκφράζει (Duit & Treagust 2003, Docktor & Mestre 2014).

Η διερευνητική διδασκαλία προσφέρει ευκαιρίες να αναδειχθούν και να εξεταστούν αυτές οι αρχικές αντιλήψεις (Duit & Treagust 2003, National Research Council 2000). Για παράδειγμα, οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να προβλέψουν την εξέλιξη ενός φαινομένου, να πραγματοποιήσουν ένα πείραμα και να συγκρίνουν την πρόβλεψή τους με τα δεδομένα. Αν προκύψει διαφορά, καλούνται να επανεξετάσουν την εξήγησή τους (Etkina & Van Heuvelen 2007, Pedaste et al. 2015). Το πείραμα λειτουργεί έτσι ως μέσο ελέγχου ιδεών και οικοδόμησης

κατανόησης, πέρα από την επιβεβαίωση μιας ήδη διδαγμένης θεωρίας (Etkina & Van Heuvelen 2007).

Η αξία της ενεργού συμμετοχής στη διδασκαλία της Φυσικής υποστηρίζεται από ερευνητικά ευρήματα (Hake 1998, Freeman et al. 2014). Στη μελέτη του Hake (1998), οι τάξεις που χρησιμοποιούσαν διαδραστικές μεθόδους παρουσίασαν υψηλότερα μαθησιακά κέρδη στην εννοιολογική κατανόηση της Μηχανικής από τάξεις με περισσότερο παραδοσιακή διδασκαλία.

Η μελέτη αυτή αφορά γενικότερα τη διαδραστική συμμετοχή και όχι αποκλειστικά την IBL, στηρίζει, επομένως, την ευρύτερη αρχή της ενεργού γνωστικής εμπλοκής, χωρίς να αποτελεί από μόνη της άμεση τεκμηρίωση για κάθε μορφή διερευνητικής μάθησης (Hake 1998, Freeman et al. 2014).

Πιο άμεσα συνδεδεμένη με τη διερευνητική διδασκαλία της Φυσικής είναι η προσέγγιση *Investigative Science Learning Environment* (ISLE). Σε αυτήν, οι μαθητές/μαθήτριες παρατηρούν φαινόμενα, προτείνουν διαφορετικές εξηγήσεις, σχεδιάζουν πειράματα για να τις ελέγξουν και αξιοποιούν τα αποτελέσματα για να αναθεωρήσουν τις ιδέες τους (Etkina & Van Heuvelen 2007). Η μάθηση αφορά έτσι τόσο τις φυσικές έννοιες όσο και τις διαδικασίες με τις οποίες αναπτύσσεται και ελέγχεται η επιστημονική γνώση (Etkina & Van Heuvelen 2007, National Research Council 2000).

Το εργαστήριο προσφέρει σημαντικές δυνατότητες για αυτή τη μορφή μάθησης. Όταν οι μαθητές/μαθήτριες ακολουθούν μόνο προκαθορισμένες οδηγίες για να επαληθεύσουν έναν γνωστό νόμο, οι αποφάσεις που λαμβάνουν είναι περιορισμένες. Σε ένα διερευνητικό εργαστήριο, καλούνται επιπλέον να διατυπώσουν υποθέσεις, να σχεδιάσουν τη διαδικασία, να αξιολογήσουν μετρήσεις και να ερμηνεύσουν αποτελέσματα (Hofstein & Lunetta 2004). Αυτό προϋποθέτει κατανόηση των μεταβλητών, των περιορισμών και της αβεβαιότητας των μετρήσεων, καθώς και εξέταση του κατά πόσο τα δεδομένα υποστηρίζουν ένα φυσικό μοντέλο (Etkina et al. 2009). Με αυτόν τον τρόπο, η IBL μπορεί να καλλιεργήσει την επιστημονική συλλογιστική παράλληλα με την εννοιολογική κατανόηση (Furtak et al. 2012, Etkina et al. 2009).

Η διερεύνηση μπορεί επίσης να συνδέσει την εννοιολογική κατανόηση με την επίλυση προβλημάτων. Η έμφαση στις τυποποιημένες μαθηματικές ασκήσεις δεν εξασφαλίζει ότι οι μαθητές/μαθήτριες κατανοούν τις φυσικές αρχές που εφαρμόζουν (McDermott & Redish 1999, Docktor & Mestre 2014). Σε μια διερευνητική δραστηριότητα, μπορούν, για παράδειγμα, να μεταβάλλουν ένα φυσικό μέγεθος, να μετρούν τις συνέπειες, να αναπαριστούν γραφικά τα

δεδομένα και στη συνέχεια να αναζητούν τη μαθηματική σχέση που περιγράφει το φαινόμενο (Etkina & Van Heuvelen 2007). Έτσι συνδέονται οι μετρήσεις, οι γραφικές αναπαραστάσεις, τα μαθηματικά μοντέλα και η φυσική ερμηνεία (Etkina & Van Heuvelen 2007, Docktor & Mestre 2014).

Οι ψηφιακές προσομοιώσεις, τα εικονικά εργαστήρια και τα συστήματα συλλογής δεδομένων διευρύνουν τις δυνατότητες διερεύνησης, ιδιαίτερα όταν ένα φαινόμενο δεν μπορεί εύκολα να μελετηθεί με τον διαθέσιμο σχολικό εξοπλισμό (de Jong et al. 2013). Η χρήση της τεχνολογίας, ωστόσο, δεν καθιστά αυτομάτως μια δραστηριότητα διερευνητική. Η παιδαγωγική της αξία εξαρτάται από το αν οι μαθητές/μαθήτριες τη χρησιμοποιούν για να διατυπώσουν και να ελέγξουν υποθέσεις, να αναλύσουν αποτελέσματα και να απαντήσουν σε ουσιαστικά ερωτήματα (de Jong et al. 2013, Pedaste et al. 2015).

Η εφαρμογή της IBL στη Φυσική απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό από τον εκπαιδευτικό. Χρειάζεται να επιλέγει κατάλληλα φαινόμενα, να προβλέπει πιθανές δυσκολίες, να οργανώνει τις δραστηριότητες με βάση τον διαθέσιμο χρόνο και εξοπλισμό και να παρακολουθεί πώς οι μαθητές/μαθήτριες ερμηνεύουν τα ευρήματά τους (Crawford 2007, Dobber et al. 2017). Ο ρόλος του περιλαμβάνει την υποστήριξη της συζήτησης και τη σύνδεση των διερευνητικών εμπειριών με τις επιδιωκόμενες φυσικές έννοιες (Crawford 2007, Dobber et al. 2017). Η κατάλληλη καθοδήγηση βοηθά ώστε ο πειραματισμός να συμβάλλει στους μαθησιακούς στόχους (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016).

Για τον λόγο αυτό, η επιστημονική γνώση του εκπαιδευτικού χρειάζεται να συνδυάζεται με παιδαγωγική γνώση: κατανόηση των συνηθισμένων αντιλήψεων των μαθητών, ικανότητα σχεδιασμού δραστηριοτήτων και προσαρμογής της υποστήριξης στις ανάγκες της τάξης (Crawford 2007, Dobber et al. 2017). Συνολικά, η IBL προσφέρει δυνατότητες σύνδεσης της θεωρίας, του πειραματισμού, των μαθηματικών αναπαραστάσεων και της επιστημονικής συλλογιστικής (Etkina & Van Heuvelen 2007, Docktor & Mestre 2014). Η αξιοποίησή τους εξαρτάται από τον σχεδιασμό και την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, καθώς και από τις συνθήκες της σχολικής πράξης (National Research Council 2000, Furtak et al. 2012, Crawford 2007, Dobber et al. 2017, Lazonder & Harmsen 2016). Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, οι συνθήκες αυτές περιλαμβάνουν το πρόγραμμα σπουδών, τον χρόνο και τις διαθέσιμες υποδομές, ζητήματα που εξετάζονται στο επόμενο κεφάλαιο (Anderson 2002, Akuma & Callaghan 2019).

Κεφαλαίο Β: Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Η εφαρμογή της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση (*Inquiry-Based Learning* – IBL) στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Σε αυτό το επίπεδο, οι μαθητές/μαθήτριες έρχονται σε επαφή με πιο σύνθετες και αφηρημένες επιστημονικές έννοιες, ενώ καλούνται να αναπτύξουν κριτική σκέψη, ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και επιστημονική συλλογιστική (National Research Council 2000, 2012). Η IBL μπορεί να υποστηρίξει αυτούς τους στόχους, δίνοντας στους μαθητές/μαθήτριες ευκαιρίες να διατυπώνουν ερωτήματα, να εξετάζουν δεδομένα και να αναπτύσσουν τεκμηριωμένες εξηγήσεις (National Research Council 2000, Minner et al. 2010).

Οι διερευνητικές δραστηριότητες μπορούν να οργανωθούν με διαφορετικό βαθμό μαθητικής αυτονομίας, ανάλογα με τους μαθησιακούς στόχους, την ηλικία και την προηγούμενη εμπειρία των μαθητών (Bell et al. 2005, Lazonder & Harmsen 2016). Μπορεί να περιλαμβάνουν τη διατύπωση υποθέσεων, τον σχεδιασμό ή την εκτέλεση πειραμάτων, την ανάλυση δεδομένων και την εξαγωγή συμπερασμάτων βάσει τεκμηρίων (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015). Η συμμετοχή σε αυτές τις διαδικασίες βοηθά τους μαθητές/μαθήτριες να συνδέουν τις επιστημονικές έννοιες με φαινόμενα και με πραγματικά ή προσομοιωμένα δεδομένα (Minner et al. 2010, Furtak et al. 2012, de Jong et al. 2013).

Η σχετική έρευνα παρέχει ενδείξεις για θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Η σύνθεση των Minner et al. (2010) συνέδεσε την ενεργό διερεύνηση, ιδιαίτερα τη χρήση στοιχείων για την ανάπτυξη εξηγήσεων, με την κατανόηση του επιστημονικού περιεχομένου. Η μετα-ανάλυση των Furtak et al. (2012) ανέδειξε συνολικά θετική επίδραση της διερευνητικής διδασκαλίας. Η αποτελεσματικότητα της IBL, ωστόσο, εξαρτάται από τον σχεδιασμό της δραστηριότητας και την υποστήριξη που παρέχεται στους μαθητές/μαθήτριες (Furtak et al. 2012, Lazonder & Harmsen 2016).

Η εφαρμογή της στη σχολική πράξη επηρεάζεται επίσης από τον διαθέσιμο χρόνο, την έκταση της ύλης, τις απαιτήσεις αξιολόγησης, τη σύνθεση της τάξης και την πρόσβαση σε εργαστηριακό ή τεχνολογικό εξοπλισμό (Anderson 2002, Akuma & Callaghan 2019). Οι συνθήκες αυτές μπορούν να δημιουργούν απόσταση ανάμεσα στις δυνατότητες της διερευνητικής μάθησης και στη συστηματική αξιοποίησή της στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Anderson 2002, Crawford 2007, Dobber et al. 2017).

Καθοριστικός είναι ο ρόλος του εκπαιδευτικού, ο οποίος σχεδιάζει τις δραστηριότητες, επιλέγει τον κατάλληλο βαθμό αυτονομίας, παρακολουθεί τη διερεύνηση και παρέχει υποστήριξη όταν χρειάζεται (Crawford 2007, Dobber et al. 2017). Η IBL προϋποθέτει καθοδήγηση προσαρμοσμένη στις γνώσεις και στις ανάγκες των μαθητών (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Απαιτεί, παράλληλα, από τον εκπαιδευτικό να ανταποκρίνεται στις διαφορετικές ιδέες που προκύπτουν και να βοηθά τους μαθητές/μαθήτριες να συνδέουν τα ευρήματά τους με την επιστημονική γνώση (Crawford 2007, Dobber et al. 2017). Η ποιότητα αυτής της υποστήριξης αποτελεί σημαντική παράμετρο της μαθησιακής διαδικασίας (Hmelo-Silver et al. 2007, Furtak et al. 2012).

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται η θέση της διερεύνησης στα προγράμματα σπουδών, τα μαθησιακά οφέλη που έχουν συνδεθεί με αυτήν, οι δυσκολίες εφαρμογής της και οι παράγοντες που μπορούν να την υποστηρίξουν. Η εξέταση αυτών των ζητημάτων διαμορφώνει το πλαίσιο για την ειδικότερη ανάλυση του ρόλου του εκπαιδευτικού στη διερευνητική διδασκαλία (Anderson 2002, Crawford 2007, Dobber et al. 2017).

B1. Επιστημονική Εκπαίδευση με βάση τη Διερεύνηση (IBSE) στα σχολικά προγράμματα σπουδών

Η Επιστημονική Εκπαίδευση με βάση τη Διερεύνηση (*Inquiry-Based Science Education – IBSE*) αφορά την ενσωμάτωση των αρχών της διερευνητικής μάθησης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και στα προγράμματα σπουδών τους (National Research Council 2000, Rocard et al. 2007). Στο πλαίσιο αυτό, οι μαθητές/μαθήτριες δεν καλούνται μόνο να αποκτήσουν επιστημονικές γνώσεις, αλλά και να διατυπώνουν ερωτήματα, να εξετάζουν φαινόμενα, να αναλύουν δεδομένα και να αναπτύσσουν και να επικοινωνούν εξηγήσεις βασισμένες σε τεκμήρια (National Research Council 2000, Rocard et al. 2007).

Η ανάπτυξη της IBSE συνδέεται με μια ευρύτερη μεταβολή των στόχων της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες (DeBoer 2000, National Research Council 2000, 2012). Η κατανόηση εννοιών και θεωριών παραμένει θεμελιώδης, αλλά συνοδεύεται από την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η επιστημονική γνώση παράγεται και ελέγχεται (National Research Council 2000, 2012). Η κατεύθυνση αυτή σχετίζεται με την επιστημονική παιδεία: την

ικανότητα των μαθητών να κατανοούν επιστημονικά ζητήματα, να αξιολογούν στοιχεία και να διαμορφώνουν τεκμηριωμένες κρίσεις (DeBoer 2000, OECD 2019, Rocard et al. 2007).

Η διερεύνηση απέκτησε κεντρική θέση σε θεσμικά πλαίσια για την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες (National Research Council 1996, 2000, 2012). Το National Research Council (2000) την αντιμετωπίζει τόσο ως μέσο μάθησης του επιστημονικού περιεχομένου όσο και ως αντικείμενο μάθησης: οι μαθητές/μαθήτριες εξοικειώνονται με τις διαδικασίες μέσω των οποίων αναπτύσσονται επιστημονικές εξηγήσεις. Σε επίπεδο προγράμματος σπουδών, αυτό σημαίνει ότι οι μαθησιακοί στόχοι χρειάζεται να περιλαμβάνουν ευκαιρίες για διατύπωση ερωτημάτων, χρήση δεδομένων, σύγκριση εξηγήσεων και τεκμηρίωση συμπερασμάτων. Η διερεύνηση μπορεί έτσι να αποτελεί οργανικό μέρος της διδασκαλίας και όχι μόνο μια περιστασιακή εργαστηριακή δραστηριότητα (National Research Council 2000, 2012, Minner et al. 2010).

Η ενσωμάτωση της IBSE δεν απαιτεί όλες οι δραστηριότητες να έχουν τη μορφή ανοικτής διερεύνησης (Bell et al. 2005, Hmelo-Silver et al. 2007). Ένα πρόγραμμα σπουδών μπορεί να περιλαμβάνει δομημένες, καθοδηγούμενες και ανοικτές δραστηριότητες, με διαφορετικό βαθμό αυτονομίας, ανάλογα με τους στόχους και την εμπειρία των μαθητών (Bell et al. 2005). Το πλαίσιο των Pedaste et al. (2015), το οποίο παρουσιάζεται αναλυτικότερα στην ενότητα Δ4, υπενθυμίζει επίσης ότι η διερεύνηση περιλαμβάνει περισσότερο από την εκτέλεση ενός πειράματος: συνδέει τα ερωτήματα με την επεξεργασία δεδομένων, την τεκμηρίωση, την επικοινωνία και τον αναστοχασμό.

Η παρουσία της διερεύνησης σε ένα επίσημο πρόγραμμα σπουδών δεν εξασφαλίζει την εφαρμογή της στη σχολική τάξη (Anderson 2002, Crawford 2007). Ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να μετατρέψει τις γενικές κατευθύνσεις σε δραστηριότητες κατάλληλες για τους μαθητές/μαθήτριες του, λαμβάνοντας υπόψη τον χρόνο, τις υποδομές και τις απαιτήσεις αξιολόγησης (Anderson 2002, Akuma & Callaghan 2019). Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, η έκταση της ύλης, η προετοιμασία για εξετάσεις και η διαθεσιμότητα εργαστηριακών ή τεχνολογικών μέσων μπορούν να επηρεάσουν τον βαθμό στον οποίο οι στόχοι της IBSE υλοποιούνται στην καθημερινή πράξη (Anderson 2002, Akuma & Callaghan 2019).

Σημασία έχουν επίσης οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για το τι συνιστά επιστημονική διερεύνηση και πώς μπορεί να οργανωθεί (Windschitl 2004, Wallace & Kang 2004). Έτσι, ακόμη και όταν το πρόγραμμα σπουδών υποστηρίζει την IBSE, η εφαρμογή της μπορεί να

διαφέρει μεταξύ εκπαιδευτικών και σχολικών πλαισίων (Windschitl 2004, Crawford 2007, Dobber et al. 2017). Η επαγγελματική ανάπτυξη είναι επομένως ουσιαστική: οι εκπαιδευτικοί χρειάζονται δυνατότητες να σχεδιάζουν διερευνητικές δραστηριότητες, να επιλέγουν κατάλληλο επίπεδο καθοδήγησης και να υποστηρίζουν τη συλλογιστική των μαθητών (Crawford 2007, Dobber et al. 2017).

Εξίσου σημαντική είναι η συνοχή ανάμεσα στους στόχους της IBSE και στην αξιολόγηση (National Research Council 2000). Αν η διδασκαλία καλλιεργεί την ανάλυση δεδομένων και την επιστημονική επιχειρηματολογία, αλλά η αξιολόγηση εστιάζει μόνο στην ανάκληση πληροφοριών ή σε τυποποιημένες ασκήσεις, οι δεξιότητες αυτές ενδέχεται να μην αποτυπώνονται επαρκώς. Η ουσιαστική ενσωμάτωση της διερεύνησης προϋποθέτει, συνεπώς, σύνδεση μεταξύ στόχων, διδακτικών πρακτικών και τρόπων αξιολόγησης (National Research Council 2000, 2012).

Συνολικά, η IBSE διευρύνει τον προσανατολισμό των προγραμμάτων σπουδών, συνδέοντας τη γνώση των επιστημονικών εννοιών με τις πρακτικές μέσω των οποίων αυτή αναπτύσσεται και τεκμηριώνεται (DeBoer 2000, National Research Council 2000, 2012). Η εφαρμογή της, ωστόσο, εξαρτάται από τις επιλογές και την προετοιμασία του εκπαιδευτικού, τις δυνατότητες των μαθητών και τις συνθήκες του σχολείου (Anderson 2002, Crawford 2007, Akuma & Callaghan 2019, Dobber et al. 2017). Τα οφέλη της διερευνητικής μάθησης και οι προϋποθέσεις επίτευξής τους εξετάζονται στις επόμενες ενότητες.

B2. Οφέλη της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση

Η Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (*Inquiry-Based Learning – IBL*) έχει συνδεθεί με γνωστικά και κοινωνικά οφέλη για τους μαθητές/μαθήτριες (Minner et al. 2010, Furtak et al. 2012, Lazonder & Harmsen 2016). Μέσα από τη διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, την ανάλυση δεδομένων και την ανάπτυξη τεκμηριωμένων εξηγήσεων, οι μαθητές/μαθήτριες συμμετέχουν στην οικοδόμηση και αξιολόγηση της γνώσης (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015). Τα οφέλη αυτά συνδέονται με τον κατάλληλο σχεδιασμό των δραστηριοτήτων, την ουσιαστική επεξεργασία των δεδομένων και την παροχή καθοδήγησης (Minner et al. 2010, Furtak et al. 2012).

Ένα βασικό πιθανό όφελος είναι η εννοιολογική κατανόηση. Οι μαθητές/μαθήτριες συνδέουν επιστημονικές έννοιες με παρατηρήσεις, εξετάζουν αν τα δεδομένα υποστηρίζουν τις αρχικές

τους ιδέες και, όταν χρειάζεται, αναθεωρούν τις εξηγήσεις τους (Duit & Treagust 2003, National Research Council 2000). Η σύνθεση ερευνών των Minner et al. (2010) ανέδειξε θετική σχέση ανάμεσα σε χαρακτηριστικά της διερεύνησης και στη μάθηση του επιστημονικού περιεχομένου, ιδιαίτερα όταν οι μαθητές/μαθήτριες χρησιμοποιούν στοιχεία για να διαμορφώσουν συμπεράσματα. Το όφελος συνδέεται, επομένως, με τη γνωστική επεξεργασία που συνοδεύει τη δραστηριότητα και όχι απλώς με την εκτέλεση ενός πειράματος (Minner et al. 2010).

Αντίστοιχα, η μετα-ανάλυση των Furtak et al. (2012) κατέδειξε συνολικά θετική επίδραση της διερευνητικής διδασκαλίας στα μαθησιακά αποτελέσματα, αναδεικνύοντας παράλληλα τη σημασία του τρόπου οργάνωσης και υποστήριξής της. Τα ευρήματα υποστηρίζουν τον συνδυασμό ενεργού διερεύνησης με κατάλληλη παιδαγωγική καθοδήγηση (Hmelo-Silver et al. 2007, Furtak et al. 2012, Lazonder & Harmsen 2016).

Η IBL μπορεί επίσης να συμβάλει στην κριτική σκέψη και την επιστημονική συλλογιστική (National Research Council 2000, 2012). Οι μαθητές/μαθήτριες καλούνται να ελέγχουν την αξιοπιστία των δεδομένων, να συγκρίνουν εξηγήσεις, να εξετάζουν σχέσεις μεταξύ μεταβλητών και να αιτιολογούν τα συμπεράσματά τους (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015). Πρόκειται για δραστηριότητες που απαιτούν περισσότερα από την ανάκληση πληροφοριών. Στο πλαίσιο ICAP, η Chi (2009) συνδέει την παραγωγή ιδεών και την ουσιαστική αλληλεπίδραση με βαθύτερη γνωστική επεξεργασία. Οι διερευνητικές δραστηριότητες μπορούν να δημιουργήσουν τέτοιες συνθήκες όταν ζητούν από τους μαθητές/μαθήτριες να ερμηνεύουν, να αιτιολογούν και να συζητούν τα ευρήματά τους (Chi 2009, Pedaste et al. 2015).

Μια συναφής διάσταση είναι η επιστημονική παιδεία: η ικανότητα κατανόησης επιστημονικών ζητημάτων, αξιολόγησης στοιχείων και διαμόρφωσης τεκμηριωμένων κρίσεων (DeBoer 2000, National Research Council 2000, OECD 2019). Μέσω της διερεύνησης, οι μαθητές/μαθήτριες εξοικειώνονται με τον τρόπο με τον οποίο διατυπώνονται και ελέγχονται επιστημονικοί ισχυρισμοί (National Research Council 2000). Η δεξιότητα αυτή έχει σημασία και πέρα από το σχολικό μάθημα, καθώς η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες αφορά όλους τους μελλοντικούς πολίτες, ανεξάρτητα από τις σπουδές που θα επιλέξουν (DeBoer 2000, OECD 2019).

Η διερεύνηση προσφέρει ακόμη ευκαιρίες για ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων (Prince & Felder 2006). Ανάλογα με τον βαθμό αυτονομίας της δραστηριότητας, οι μαθητές/μαθήτριες μπορεί να χρειάζεται να επιλέξουν δεδομένα, μεταβλητές ή μεθόδους και να επανεξετάσουν τη στρατηγική τους με βάση τα αποτελέσματα (Bell et al. 2005, Pedaste et al. 2015). Οι Prince και Felder (2006) συνδέουν τις επαγωγικές μορφές διδασκαλίας, στις οποίες περιλαμβάνεται η διερευνητική μάθηση, με την ενεργό αντιμετώπιση σύνθετων προβλημάτων. Στη Φυσική, η διερεύνηση μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές/μαθήτριες να συνδέουν την εννοιολογική γνώση και τις μαθηματικές αναπαραστάσεις με εμπειρικά δεδομένα και τη φυσική ερμηνεία ενός προβλήματος (Docktor & Mestre 2014, Etkina & Van Heuvelen 2007).

Πέρα από τα γνωστικά αποτελέσματα, η IBL μπορεί να ενισχύσει την ενεργό συμμετοχή και το ενδιαφέρον, ιδιαίτερα όταν οι μαθητές/μαθήτριες διερευνούν φαινόμενα που θεωρούν σχετικά με τις εμπειρίες τους (Prince 2004, Prince & Felder 2006, Minner et al. 2010, Bennett et al. 2007). Η συμμετοχή σε προβλέψεις, πειράματα και αναζήτηση εξηγήσεων τους δίνει πιο ενεργό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία (Prince 2004, Freeman et al. 2014). Ωστόσο, η διερεύνηση δεν είναι εξίσου ενδιαφέρουσα για κάθε μαθητή και η μεγαλύτερη αυτονομία δεν οδηγεί αυτομάτως σε ισχυρότερα κίνητρα. Η πολυπλοκότητα της δραστηριότητας, οι προηγούμενες γνώσεις, η καθοδήγηση και η συνάφεια του θέματος επηρεάζουν την ανταπόκριση των μαθητών (Hmelo-Silver et al. 2007, Bennett et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016).

Σχετικά με την ενεργό συμμετοχή, η μετα-ανάλυση των Freeman et al. (2014) διαπίστωσε καλύτερες επιδόσεις και χαμηλότερα ποσοστά αποτυχίας σε περιβάλλοντα ενεργού μάθησης σε μαθήματα STEM, σε σύγκριση με την παραδοσιακή διάλεξη. Η μελέτη αφορά την ενεργό μάθηση γενικότερα και όχι ειδικά την IBL. Τα ευρήματά της, επομένως, υποστηρίζουν το ευρύτερο παιδαγωγικό πλαίσιο της ενεργού συμμετοχής, χωρίς να τεκμηριώνουν τα ίδια αποτελέσματα για κάθε διερευνητική δραστηριότητα.

Τέλος, η IBL μπορεί να προσφέρει ευκαιρίες για συνεργασία και επικοινωνία (National Research Council 2000, Chi 2009). Σε ομαδικές δραστηριότητες, οι μαθητές/μαθήτριες διατυπώνουν υποθέσεις, συγκρίνουν ερμηνείες και παρουσιάζουν τα συμπεράσματά τους (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015). Ο διάλογος μπορεί να τους βοηθήσει να αιτιολογήσουν σαφέστερα τις ιδέες τους και να επανεξετάσουν προηγούμενες αντιλήψεις (Driver et al. 1994, Chi 2009). Η ουσιαστική συνεργασία, ωστόσο, εξαρτάται από τη δομή της

δραστηριότητας και από τον τρόπο με τον οποίο ο εκπαιδευτικός υποστηρίζει την αλληλεπίδραση (Dobber et al. 2017).

Συνολικά, η IBL μπορεί, υπό κατάλληλες συνθήκες, να υποστηρίξει την εννοιολογική κατανόηση, την επιστημονική συλλογιστική, την επίλυση προβλημάτων, την επιστημονική παιδεία και τη συνεργασία (National Research Council 2000, Minner et al. 2010, Furtak et al. 2012). Τα μαθησιακά αποτελέσματα εξαρτώνται από το είδος της δραστηριότητας, τις γνώσεις των μαθητών, την καθοδήγηση και το μαθησιακό περιβάλλον (Hmelo-Silver et al. 2007, Furtak et al. 2012, Lazonder & Harmsen 2016). Για τον λόγο αυτό, τα πιθανά οφέλη χρειάζεται να εξεταστούν μαζί με τους περιορισμούς και τις προϋποθέσεις εφαρμογής της διερευνητικής μάθησης, που παρουσιάζονται στην επόμενη ενότητα.

B3. Περιορισμοί και κριτική της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση

Παρά τα οφέλη που έχουν συνδεθεί με τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (*Inquiry-Based Learning* – IBL), η εφαρμογή της παρουσιάζει περιορισμούς που χρειάζεται να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό της (Anderson 2002, Akuma & Callaghan 2019). Η αποτελεσματικότητά της εξαρτάται, μεταξύ άλλων, από τις προηγούμενες γνώσεις των μαθητών, την πολυπλοκότητα της δραστηριότητας, την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού και τις συνθήκες του σχολείου (Hmelo-Silver et al. 2007, Furtak et al. 2012, Lazonder & Harmsen 2016).

Ένα από τα περισσότερο συζητημένα ζητήματα είναι ο βαθμός καθοδήγησης (Kirschner et al. 2006, Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Οι Kirschner et al. (2006) άσκησαν κριτική σε προσεγγίσεις ελάχιστης καθοδήγησης, επισημαίνοντας τις δυσκολίες που μπορεί να αντιμετωπίσουν οι αρχάριοι μαθητές/μαθήτριες. Όταν δεν διαθέτουν επαρκείς προηγούμενες γνώσεις, μπορεί να δυσκολεύονται να επιλέξουν σημαντικά στοιχεία, να σχεδιάσουν μια διαδικασία και να συνδέσουν τα αποτελέσματά της με τις επιστημονικές έννοιες.

Η κριτική αυτή συνδέεται με τη θεωρία του γνωστικού φορτίου (Kirschner et al. 2006, Sweller 2011). Μια διερευνητική δραστηριότητα μπορεί να απαιτεί ταυτόχρονα κατανόηση του περιεχομένου, διαχείριση μεταβλητών, συλλογή δεδομένων και ερμηνεία αποτελεσμάτων. Αν οι απαιτήσεις αυτές είναι υπερβολικές για τον μαθητή, η προσοχή του ενδέχεται να απομακρυνθεί από τον βασικό μαθησιακό στόχο (Kirschner et al. 2006, Sweller 2011). Ο

σχεδιασμός της διερεύνησης χρειάζεται, συνεπώς, να λαμβάνει υπόψη την πολυπλοκότητα της εργασίας και τις γνώσεις των μαθητών.

Η κριτική στην ελάχιστη καθοδήγηση δεν αφορά αναγκαστικά όλες τις μορφές IBL. Οι Hmelo-Silver et al. (2007) επισημαίνουν ότι κατάλληλα σχεδιασμένα διερευνητικά περιβάλλοντα περιλαμβάνουν παιδαγωγική στήριξη (*scaffolding*), όπως καθοδηγητικές ερωτήσεις, ανατροφοδότηση και οργάνωση σύνθετων εργασιών σε διαχειρίσιμα βήματα. Το ζήτημα αφορά, επομένως, τη μορφή, την έκταση και τη χρονική στιγμή της υποστήριξης (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Η μετα-ανάλυση των Lazonder και Harmsen (2016) διαπίστωσε θετική επίδραση της καθοδήγησης στις διερευνητικές δραστηριότητες και στα μαθησιακά αποτελέσματα.

Ένας δεύτερος περιορισμός είναι ο διαθέσιμος διδακτικός χρόνος. Η διατύπωση ερωτημάτων, η συλλογή δεδομένων και η συζήτηση των αποτελεσμάτων μπορεί να απαιτούν περισσότερο χρόνο από την άμεση παρουσίαση του περιεχομένου (Pedaste et al. 2015, Akuma & Callaghan 2019). Η ανάγκη κάλυψης της ύλης και προετοιμασίας για εξετάσεις μπορεί έτσι να περιορίσει τη συστηματική εφαρμογή διερευνητικών δραστηριοτήτων στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Anderson 2002, Akuma & Callaghan 2019).

Σημαντικοί είναι επίσης οι υλικοτεχνικοί και οργανωτικοί περιορισμοί. Ορισμένες δραστηριότητες απαιτούν εργαστηριακούς χώρους, όργανα μέτρησης, υλικά ή ψηφιακά εργαλεία, των οποίων η διαθεσιμότητα επηρεάζει τις επιλογές του εκπαιδευτικού (National Research Council 2006, Akuma & Callaghan 2019). Η διερεύνηση δεν προϋποθέτει πάντοτε εργαστηριακό πείραμα, αλλά η έλλειψη πόρων μπορεί να περιορίσει συγκεκριμένες μορφές εφαρμογής της (National Research Council 2000, Akuma & Callaghan 2019). Σε πολυπληθείς τάξεις δυσκολεύει επιπλέον η παρακολούθηση των ομάδων και η παροχή εξατομικευμένης υποστήριξης (Anderson 2002, Akuma & Callaghan 2019, Dobber et al. 2017). Οι διαφορές στις γνώσεις και στις διερευνητικές δεξιότητες των μαθητών καθιστούν αναγκαία την προσαρμογή της δυσκολίας και της καθοδήγησης (Lazonder & Harmsen 2016).

Οι γνώσεις και οι αντιλήψεις του εκπαιδευτικού επηρεάζουν επίσης την εφαρμογή της IBL (Crawford 2007, Dobber et al. 2017). Ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να αποφασίζει πότε θα παρέμβει, πόση αυτονομία θα δώσει και πώς θα αξιοποιήσει τις διαφορετικές ερμηνείες που αναπτύσσουν οι μαθητές/μαθήτριες. Ο Windschitl (2004) επισημαίνει ότι οι αντιλήψεις για το τι συνιστά διερεύνηση επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο αυτή οργανώνεται. Για παράδειγμα,

η IBL μπορεί να ταυτιστεί είτε με την πλήρως ελεύθερη εξερεύνηση είτε με κάθε εργαστηριακή άσκηση, ακόμη και όταν οι μαθητές/μαθήτριες απλώς ακολουθούν προκαθορισμένες οδηγίες (Bell et al. 2005, Windschitl 2004). Η επαγγελματική ανάπτυξη χρειάζεται, επομένως, να καλύπτει τον σχεδιασμό δραστηριοτήτων, την αναγνώριση των ιδεών των μαθητών και την παροχή κατάλληλης υποστήριξης (Bell et al. 2005, Hmelo-Silver et al. 2007, Crawford 2007, Dobber et al. 2017).

Πρόκληση αποτελεί και η αξιολόγηση. Η διερευνητική διδασκαλία επιδιώκει δεξιότητες όπως η διατύπωση υποθέσεων, η ανάλυση δεδομένων και η επιστημονική επιχειρηματολογία (National Research Council 2000, 2012, Pedaste et al. 2015). Αν η αξιολόγηση επικεντρώνεται στην ανάκληση πληροφοριών και σε τυποποιημένες ασκήσεις, μπορεί να προκύψει αναντιστοιχία με αυτούς τους στόχους, ιδίως σε περιβάλλοντα όπου οι συμβατικές εξετάσεις έχουν μεγάλη βαρύτητα (National Research Council 2000, 2012, Anderson 2002). Επιπλέον, η αποτίμηση μιας διερευνητικής δεξιότητας απαιτεί να εξετάζεται και η διαδικασία με την οποία ο μαθητής καταλήγει στο συμπέρασμα, πέρα από την τελική απάντηση (National Research Council 2000).

Οι περιορισμοί αυτοί δείχνουν ότι η καταλληλότητα μιας διερευνητικής δραστηριότητας εξαρτάται από τους στόχους της, τις γνώσεις των μαθητών, το επίπεδο καθοδήγησης και τις συνθήκες εφαρμογής (Bell et al. 2005, Furtak et al. 2012, Lazonder & Harmsen 2016). Για την αξιοποίηση των πιθανών οφελών της IBL απαιτούνται επαρκής χρόνος και πόροι, συνοχή μεταξύ διδασκαλίας και αξιολόγησης και υποστήριξη των εκπαιδευτικών στον σχεδιασμό της (Anderson 2002, Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017). Ο εκπαιδευτικός είναι εκείνος που προσαρμόζει τη διερεύνηση στις ανάγκες των μαθητών και στις πραγματικές συνθήκες της τάξης (Crawford 2007, Dobber et al. 2017). Ο ρόλος του εξετάζεται ειδικότερα στο επόμενο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο Γ. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στη διδασκαλία της Φυσικής με βάση τη Διερεύνηση

Η μετάβαση από περισσότερο δασκαλοκεντρικές μορφές διδασκαλίας προς τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (*Inquiry-Based Learning* – IBL) μεταβάλλει τον ρόλο του εκπαιδευτικού (Crawford 2000, 2007, Dobber et al. 2017). Ο εκπαιδευτικός καλείται να σχεδιάζει μαθησιακές καταστάσεις στις οποίες οι μαθητές/μαθήτριες διατυπώνουν ερωτήματα, εξετάζουν

φαινόμενα, ερμηνεύουν δεδομένα και αναπτύσσουν εξηγήσεις βασισμένες σε τεκμήρια (Crawford 2000, Hmelo-Silver et al. 2007).

Ο ρόλος αυτός συνοδεύεται από σύνθετες παιδαγωγικές αποφάσεις (Crawford 2007, Dobber et al. 2017). Ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να επιλέγει τον κατάλληλο βαθμό αυτονομίας, να αποφασίζει πότε και πώς θα παρέμβει και να μειώνει σταδιακά την υποστήριξη όταν οι μαθητές/μαθήτριες είναι έτοιμοι να αναλάβουν περισσότερη ευθύνη (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Παράλληλα, παρακολουθεί την εξέλιξη της σκέψης τους και αναγνωρίζει αντιλήψεις ή δυσκολίες που μπορούν να αποτελέσουν αφετηρία για επανεξέταση των ιδεών τους με βάση τα δεδομένα (Hmelo-Silver et al. 2007, Furtak et al. 2012).

Οι απαιτήσεις αυτές είναι ιδιαίτερα σημαντικές στη Φυσική (McDermott & Redish 1999, Docktor & Mestre 2014). Οι μαθητές/μαθήτριες χρειάζεται να συνδέουν λεκτικές εξηγήσεις, μαθηματικές σχέσεις, γραφήματα και πειραματικά δεδομένα, ενώ συχνά διαθέτουν προϋπάρχουσες αντιλήψεις για την κίνηση, τις δυνάμεις, την ενέργεια και άλλα φαινόμενα (Redish 2003, Docktor & Mestre 2014, Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Ο εκπαιδευτικός οργανώνει τη διερεύνηση ώστε η παρατήρηση και ο πειραματισμός να συνδέονται με την εννοιολογική και μαθηματική ερμηνεία (McDermott & Redish 1999, Etkina & Van Heuvelen 2007, Docktor & Mestre 2014).

Ο ρόλος του περιλαμβάνει τον σχεδιασμό δραστηριοτήτων, την παροχή παιδαγωγικής στήριξης (*scaffolding*), την οργάνωση της συνεργασίας, τη διατύπωση ερωτήσεων που ενισχύουν την επιστημονική συλλογιστική και την αξιοποίηση της αξιολόγησης για την υποστήριξη της μάθησης (Crawford 2000, 2007, Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017). Η καθοδήγηση χρειάζεται να προσαρμόζεται στους στόχους της δραστηριότητας και στις γνώσεις των μαθητών: όσοι έχουν μικρή εμπειρία στη διερεύνηση μπορεί να χρειάζονται σαφέστερη δομή, ενώ στη συνέχεια μπορούν να αναλαμβάνουν μεγαλύτερη αυτονομία (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016).

Σημασία έχει επίσης ο τρόπος με τον οποίο ο εκπαιδευτικός αντιλαμβάνεται την επιστημονική διερεύνηση (Windschitl 2004, Wallace & Kang 2004). Οι πεποιθήσεις του για τη γνώση, τις δυνατότητες των μαθητών και τον δικό του ρόλο επηρεάζουν τις αποφάσεις που λαμβάνει στην τάξη (Wallace & Kang 2004, Windschitl 2004, Crawford 2007). Η εφαρμογή της IBL

συνδέεται, επομένως, με τις γνώσεις, την εμπειρία και την επαγγελματική του προετοιμασία (Crawford 2007, Dobber et al. 2017).

Η εξέταση του ρόλου του εκπαιδευτικού είναι απαραίτητη για την κατανόηση της εφαρμογής της IBL στη διδασκαλία της Φυσικής (Crawford 2000, 2007, Dobber et al. 2017). Στις επόμενες ενότητες αναλύονται ειδικότερα η διαμεσολάβηση της μάθησης, η υποστήριξη της διερεύνησης, η διαχείριση της τάξης, οι ερωτήσεις και ο επιστημονικός διάλογος, καθώς και η αξιολόγηση.

Γ1. Ο εκπαιδευτικός ως διαμεσολαβητής και καθοδηγητής της μάθησης

Στη διδασκαλία της Φυσικής με βάση τη Διερεύνηση, ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει τον σχεδιασμό μαθησιακών περιβαλλόντων στα οποία οι μαθητές/μαθήτριες συμμετέχουν ενεργά στην οικοδόμηση της επιστημονικής κατανόησης (Crawford 2000, 2007, Dobber et al. 2017). Οργανώνει δραστηριότητες που τους επιτρέπουν να παρατηρούν φαινόμενα, να διατυπώνουν ερωτήματα και υποθέσεις, να αναλύουν δεδομένα και να αναπτύσσουν εξηγήσεις βασισμένες σε τεκμήρια (Crawford 2000).

Η μετατόπιση αυτή συνδέεται με τις κονστρουκτιβιστικές αντιλήψεις για τη μάθηση: οι μαθητές/μαθήτριες οικοδομούν την κατανόησή τους μέσα από την αλληλεπίδραση με φαινόμενα, δεδομένα και τις ιδέες των άλλων (Driver et al. 1994, Vygotsky 1978). Η διερευνητική διδασκαλία μπορεί να τους δώσει την ευκαιρία να εκφράσουν τις αρχικές τους αντιλήψεις, να τις συγκρίνουν με εμπειρικά στοιχεία και, όταν χρειάζεται, να τις αναθεωρήσουν (Posner et al. 1982, Duit & Treagust 2003).

Η διαμεσολάβηση του εκπαιδευτικού έχει ιδιαίτερη σημασία στη Φυσική, όπου η κατανόηση απαιτεί συχνά τη σύνδεση παρατηρήσεων και πειραματικών δεδομένων με λεκτικές εξηγήσεις, γραφήματα, μαθηματικές σχέσεις και επιστημονικά μοντέλα (McDermott & Redish 1999, Redish 2003, Docktor & Mestre 2014). Ο εκπαιδευτικός χρειάζεται, επομένως, να σχεδιάζει δραστηριότητες που οδηγούν τους μαθητές/μαθήτριες από την παρατήρηση και την πρόβλεψη προς την ανάλυση και την επιστημονική ερμηνεία (Etkina & Van Heuvelen 2007, National Research Council 2006).

Για παράδειγμα, στη μελέτη μιας σχέσης μεταξύ φυσικών μεγεθών, οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να μεταβάλουν μία παράμετρο, να πραγματοποιήσουν μετρήσεις και να

κατασκευάσουν γραφική παράσταση πριν εξετάσουν τη μαθηματική σχέση (Etkina & Van Heuvelen 2007, Docktor & Mestre 2014). Ο εκπαιδευτικός οργανώνει τη δραστηριότητα και παρεμβαίνει με τρόπο που βοηθά τους μαθητές/μαθήτριες να συνδέσουν τα ευρήματά τους με τους επιδιωκόμενους εννοιολογικούς στόχους (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017).

Η λειτουργία του ως διαμεσολαβητή απαιτεί συνεχή παρακολούθηση της μαθητικής σκέψης και κατάλληλες παιδαγωγικές αποφάσεις (Crawford 2000, 2007, Dobber et al. 2017). Μία βασική απόφαση αφορά την ισορροπία ανάμεσα στην αυτονομία των μαθητών και στην καθοδήγηση. Όταν όλες οι απαντήσεις και τα βήματα δίνονται εκ των προτέρων, περιορίζονται οι ευκαιρίες λήψης αποφάσεων· όταν η υποστήριξη δεν επαρκεί, οι μαθητές/μαθήτριες μπορεί να δυσκολευτούν να προχωρήσουν τη διερεύνησή τους (Bell et al. 2005, National Research Council 2000, Hmelo-Silver et al. 2007). Η καθοδήγηση μπορεί να περιλαμβάνει ερωτήσεις, υποδείξεις, ανατροφοδότηση και προτροπές για σύγκριση προβλέψεων με δεδομένα ή για τεκμηρίωση συμπερασμάτων (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016, Dobber et al. 2017).

Μια ακόμη σημαντική λειτουργία είναι η αναγνώριση των αρχικών αντιλήψεων και των εννοιολογικών δυσκολιών των μαθητών (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Οι διαισθητικές εξηγήσεις τους για φυσικά φαινόμενα μπορούν να αποτελέσουν αφετηρία διερεύνησης, ακόμη και όταν διαφέρουν από τις επιστημονικά αποδεκτές ερμηνείες (McDermott & Redish 1999, Posner et al. 1982, Etkina & Van Heuvelen 2007). Ο εκπαιδευτικός μπορεί, για παράδειγμα, να ζητήσει μια αιτιολογημένη πρόβλεψη, να οργανώσει μια παρατήρηση ή μέτρηση και έπειτα να καλέσει τους μαθητές/μαθήτριες να συγκρίνουν το αποτέλεσμα με την αρχική τους εξήγηση (Etkina & Van Heuvelen 2007). Έτσι υποστηρίζει την επανεξέταση των ιδεών τους με βάση στοιχεία, διατηρώντας τον επιστημονικό προσανατολισμό της δραστηριότητας (Driver et al. 1994, Crawford 2007, Dobber et al. 2017).

Ο εκπαιδευτικός καλλιεργεί επίσης τη σταδιακή ανάληψη ευθύνης από τους μαθητές/μαθήτριες, προσφέροντάς τους ευκαιρίες να προτείνουν ερωτήματα, να επιλέγουν τρόπους ελέγχου των ιδεών τους και να αξιολογούν τα συμπεράσματά τους (Crawford 2000, National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015). Ο κατάλληλος βαθμός αυτονομίας εξαρτάται από τις προηγούμενες γνώσεις, την εμπειρία στη διερεύνηση και την πολυπλοκότητα της δραστηριότητας (Bell et al. 2005, Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Η υποστήριξη χρειάζεται, συνεπώς, να προσαρμόζεται και να μεταβάλλεται καθώς αναπτύσσονται οι δεξιότητες των μαθητών (Dobber et al. 2017).

Η αλλαγή του ρόλου του εκπαιδευτικού επηρεάζει και την επικοινωνία στην τάξη (Crawford 2000, Dobber et al. 2017). Οι μαθητικές απαντήσεις αποτελούν αφορμή για εξηγήσεις, επιχειρήματα και σύγκριση διαφορετικών ερμηνειών, αλλά και πηγή πληροφοριών για το πώς σκέφτονται οι μαθητές/μαθήτριες και τι υποστήριξη χρειάζονται (Driver et al. 1994, National Research Council 2000, Dobber et al. 2017).

Συνολικά, ο εκπαιδευτικός στη διερευνητική διδασκαλία της Φυσικής λειτουργεί ως σχεδιαστής μαθησιακών εμπειριών και καθοδηγητής της επιστημονικής συλλογιστικής (Crawford 2000, 2007, Dobber et al. 2017). Η αποτελεσματικότητα αυτού του ρόλου εξαρτάται από την ικανότητά του να παρέχει υποστήριξη ανάλογη με τις ανάγκες των μαθητών, επιτρέποντάς τους παράλληλα να αναλαμβάνουν ευθύνη για τη σκέψη και τη διερεύνησή τους (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Η υποστήριξη αυτή εξετάζεται αναλυτικότερα στην επόμενη ενότητα.

Γ2. Στήριξη της σκέψης και της διερεύνησης των μαθητών

Η στήριξη της μαθητικής σκέψης αποτελεί βασική λειτουργία του εκπαιδευτικού στη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (Crawford 2007, Dobber et al. 2017). Η διατύπωση υποθέσεων, ο σχεδιασμός διερευνήσεων, η διαχείριση μεταβλητών και η ανάπτυξη εξηγήσεων απαιτούν δεξιότητες που δεν είναι εξίσου ανεπτυγμένες σε όλους τους μαθητές/μαθήτριες (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015). Ο εκπαιδευτικός παρέχει, επομένως, την υποστήριξη που τους επιτρέπει να συμμετέχουν ουσιαστικά και να αναλαμβάνουν σταδιακά μεγαλύτερη ευθύνη (Hmelo-Silver et al. 2007).

Η υποστήριξη αυτή περιγράφεται συχνά με τον όρο παιδαγωγική στήριξη (*scaffolding*): προσωρινή βοήθεια για την αντιμετώπιση απαιτήσεων που οι μαθητές/μαθήτριες δεν μπορούν ακόμη να διαχειριστούν πλήρως μόνοι τους (Wood et al. 1976, Hmelo-Silver et al. 2007). Σκοπός της είναι να αντιμετωπίζει εμπόδια στη μάθηση, διατηρώντας παράλληλα την ανάγκη οι ίδιοι οι μαθητές/μαθήτριες να σκέφτονται και να λαμβάνουν αποφάσεις (Hmelo-Silver et al. 2007).

Η στήριξη μπορεί να αφορά τόσο τη διαδικασία όσο και την επιστημονική συλλογιστική (Lazonder & Harmsen 2016, Dobber et al. 2017). Σε διαδικαστικό επίπεδο, ο εκπαιδευτικός μπορεί να βοηθά τους μαθητές/μαθήτριες να προσδιορίζουν μεταβλητές, να οργανώνουν ένα πείραμα και να καταγράφουν συστηματικά δεδομένα (National Research Council 2000,

Pedaste et al. 2015). Σε γνωστικό επίπεδο, μπορεί να τους καλεί να συγκρίνουν προβλέψεις με αποτελέσματα, να εξετάζουν εναλλακτικές εξηγήσεις και να αιτιολογούν τα συμπεράσματά τους με συγκεκριμένα τεκμήρια (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017).

Η διάκριση αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία στη Φυσική. Ένας μαθητής μπορεί να εκτελεί σωστά μια μέτρηση, αλλά να δυσκολεύεται να ερμηνεύσει τη φυσική σημασία της ή να τη συνδέσει με μια μαθηματική σχέση και τη γραφική της παράσταση (McDermott & Redish 1999, Redish 2003, Docktor & Mestre 2014). Η υποστήριξη χρειάζεται, επομένως, να συνδέει την πειραματική διαδικασία με τις επιστημονικές έννοιες (Etkina & Van Heuvelen 2007, Docktor & Mestre 2014). Η μετα-ανάλυση των Lazonder και Harmsen (2016) αναδεικνύει τη θετική επίδραση της καθοδήγησης τόσο στις διερευνητικές διαδικασίες όσο και στα μαθησιακά αποτελέσματα, χωρίς να υποδεικνύει μία ίδια μορφή υποστήριξης για κάθε μαθητή και δραστηριότητα (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016).

Μια συνηθισμένη μορφή στήριξης είναι οι καθοδηγητικές ερωτήσεις (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017). Ερωτήματα όπως «Ποια μεταβλητή θα αλλάξετε;», «Τι χρειάζεται να παραμείνει σταθερό;», «Τι προβλέπετε και γιατί;» και «Ποια δεδομένα υποστηρίζουν το συμπέρασμά σας;» στρέφουν την προσοχή των μαθητών σε κρίσιμα σημεία, αφήνοντάς τους την ευθύνη να αναπτύξουν την απάντηση (Crawford 2007, Hmelo-Silver et al. 2007).

Στη Φυσική χρειάζεται επίσης υποστήριξη για τη σύνδεση πολλαπλών αναπαραστάσεων: του φαινομένου, της λεκτικής περιγραφής, των δεδομένων, της γραφικής παράστασης και της μαθηματικής σχέσης (Redish 2003, Docktor & Mestre 2014). Ο εκπαιδευτικός μπορεί να χρησιμοποιήσει οργανωμένους πίνακες δεδομένων, κατάλληλα διαγράμματα, ερωτήματα σύγκρισης ή ψηφιακές προσομοιώσεις (de Jong et al. 2013, Docktor & Mestre 2014). Σε μια διερεύνηση της κίνησης, για παράδειγμα, μπορεί να ζητήσει από τους μαθητές/μαθήτριες να μετατρέψουν μετρήσεις θέσης και χρόνου σε γράφημα και να εξηγήσουν πώς η μορφή του συνδέεται με την κίνηση του σώματος (Redish 2003, Etkina & Van Heuvelen 2007, Docktor & Mestre 2014).

Μια ακόμη μορφή στήριξης αφορά τις αρχικές αντιλήψεις των μαθητών (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Ο εκπαιδευτικός μπορεί να τους ζητήσει να προβλέψουν τι θα συμβεί σε ένα φυσικό φαινόμενο και να αιτιολογήσουν την πρόβλεψή τους. Η σύγκριση με μια μεταγενέστερη παρατήρηση ή μέτρηση προσφέρει αφορμή να επανεξετάσουν την αρχική τους εξήγηση (McDermott & Redish 1999, Posner et al. 1982, Etkina & Van Heuvelen 2007). Σε

μια δραστηριότητα για ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, για παράδειγμα, οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να προβλέψουν τις συνέπειες μιας μεταβολής, να πραγματοποιήσουν τη μέτρηση και να εξετάσουν αν τα ευρήματα υποστηρίζουν τη συλλογιστική τους (Etkina & Van Heuvelen 2007, Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003).

Η στήριξη μπορεί, τέλος, να έχει μεταγνωστικό χαρακτήρα. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να ζητά από τους μαθητές/μαθήτριες να εξηγούν γιατί επέλεξαν μια διαδικασία, αν τα δεδομένα τους επαρκούν για ένα συμπέρασμα και τι θα άλλαζαν αν επαναλάμβαναν τη διερεύνηση (National Research Council 2000, Hmelo-Silver et al. 2007, Pedaste et al. 2015). Έτσι, η προσοχή στρέφεται και στη διαδικασία μέσω της οποίας προέκυψε η απάντηση.

Κεντρικό χαρακτηριστικό της παιδαγωγικής στήριξης είναι η σταδιακή προσαρμογή και απόσυρσή της (Wood et al. 1976, Hmelo-Silver et al. 2007). Στην αρχή μπορεί να χρειάζονται σαφέστερες οδηγίες και εργαλεία οργάνωσης. Καθώς οι μαθητές/μαθήτριες αποκτούν εμπειρία, ο εκπαιδευτικός μπορεί να χρησιμοποιεί γενικότερες προτροπές και να τους αφήνει περισσότερες αποφάσεις (Dobber et al. 2017, Lazonder & Harmsen 2016). Αν καθορίζει διαρκώς κάθε βήμα και ερμηνεύει ο ίδιος τα δεδομένα, περιορίζονται οι ευκαιρίες των μαθητών να αναπτύξουν ανεξάρτητες διερευνητικές δεξιότητες (Bell et al. 2005, National Research Council 2000).

Η αποτελεσματική στήριξη απαιτεί, συνεπώς, συνεχή παρατήρηση και παιδαγωγική κρίση (Crawford 2007, Dobber et al. 2017). Διαφορετικές ομάδες μπορεί να χρειάζονται διαφορετική βοήθεια ακόμη και στην ίδια δραστηριότητα (Lazonder & Harmsen 2016). Ο εκπαιδευτικός καλείται να εντοπίζει πού δυσκολεύονται οι μαθητές/μαθήτριες και να παρεμβαίνει διατηρώντας την ευθύνη της σκέψης και της διερεύνησης στα χέρια τους (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017).

Συνολικά, η στήριξη της διερεύνησης περιλαμβάνει διαδικαστική, εννοιολογική, αναπαραστατική και μεταγνωστική βοήθεια, προσαρμοσμένη στην πρόοδο των μαθητών (Crawford 2007, Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Η παροχή της προϋποθέτει επίσης οργάνωση του χρόνου, των υλικών και της εργασίας διαφορετικών ομάδων, ώστε όλοι οι μαθητές/μαθήτριες να μπορούν να συμμετέχουν ενεργά και με ασφάλεια (Akuma & Callaghan 2019, Dobber et al. 2017). Αυτές οι απαιτήσεις συνδέονται με τη διαχείριση της τάξης, η οποία εξετάζεται στην επόμενη ενότητα.

Γ3. Διαχείριση της τάξης σε περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης

Η εφαρμογή της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση στη Φυσική απαιτεί κατάλληλη οργάνωση του μαθησιακού περιβάλλοντος (Crawford 2000, Dobber et al. 2017). Η εργασία σε ομάδες, ο πειραματισμός, η χρήση εξοπλισμού και η συζήτηση δημιουργούν περισσότερες παράλληλες δραστηριότητες από όσες συνήθως περιλαμβάνει μια διδασκαλία με κοινή, προκαθορισμένη διαδικασία (National Research Council 2000, Hofstein & Lunetta 2004). Η αποτελεσματική διαχείριση αποσκοπεί στην οργάνωση αυτής της συμμετοχής, ώστε η διερεύνηση να πραγματοποιείται με ασφάλεια και να παραμένει προσανατολισμένη στους μαθησιακούς στόχους (Crawford 2007, Dobber et al. 2017).

Αφετηρία αποτελούν οι σαφείς κανόνες και διαδικασίες. Πριν από μια δραστηριότητα, οι μαθητές/μαθήτριες χρειάζεται να γνωρίζουν τον στόχο, τον διαθέσιμο χρόνο, τον τρόπο χρήσης των υλικών και τι αναμένεται να παρουσιάσουν στο τέλος (National Research Council 2000, 2006, Crawford 2007, Akuma & Callaghan 2019). Η οργανωτική σαφήνεια μπορεί να τους βοηθήσει να επικεντρωθούν στις γνωστικές απαιτήσεις της διερεύνησης και να λάβουν αποφάσεις μέσα σε ένα κατανοητό πλαίσιο (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016).

Η διαχείριση του χρόνου αποτελεί επίσης μέρος του διδακτικού σχεδιασμού (Anderson 2002, Akuma & Callaghan 2019). Μια διερεύνηση περιλαμβάνει συνήθως διατύπωση προβλέψεων, συλλογή δεδομένων, ανάλυση και συζήτηση συμπερασμάτων (Pedaste et al. 2015). Αν η προετοιμασία του εξοπλισμού ή η οργάνωση των ομάδων απορροφήσει μεγάλο μέρος της διδακτικής ώρας, μπορεί να περιοριστεί ο χρόνος για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Akuma & Callaghan 2019). Ο εκπαιδευτικός χρειάζεται, επομένως, να προβλέπει χρόνο και για τη συζήτηση που συνδέει τη δραστηριότητα με τις επιστημονικές έννοιες (Crawford 2007, Dobber et al. 2017).

Η συνεργατική εργασία απαιτεί περισσότερα από την κατανομή των μαθητών σε ομάδες (National Research Council 2000, Dobber et al. 2017). Χωρίς οργάνωση, ορισμένοι μπορεί να αναλάβουν όλη την εργασία και άλλοι να συμμετέχουν ελάχιστα. Η ανάθεση και εναλλαγή ρόλων, όπως ο χειρισμός του εξοπλισμού, η καταγραφή δεδομένων και η παρουσίαση συμπερασμάτων, μπορεί να διευκολύνει τη συμμετοχή (Crawford 2007, National Research Council 2000, Dobber et al. 2017). Ο εκπαιδευτικός χρειάζεται παράλληλα να παρακολουθεί αν οι μαθητές/μαθήτριες συζητούν τις υποθέσεις τους, συγκρίνουν ερμηνείες και αποφασίζουν

από κοινού. Ο καταμερισμός των εργασιών δεν εξασφαλίζει από μόνος του ουσιαστική γνωστική συνεργασία (Driver et al. 1994, Chi 2009, Dobber et al. 2017).

Οι ομάδες διαφέρουν ως προς τις προηγούμενες γνώσεις, τις διερευνητικές δεξιότητες και την εξοικείωση με την αυτόνομη εργασία (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017, Lazonder & Harmsen 2016). Ο εκπαιδευτικός παρακολουθεί την πρόοδό τους και κρίνει πότε μια δυσκολία αποτελεί μέρος της μάθησης και πότε χρειάζεται παρέμβαση (Crawford 2007, Dobber et al. 2017). Η παροχή έγκαιρης και διαφοροποιημένης βοήθειας γίνεται δυσκολότερη σε πολυπληθείς τάξεις, όπου αυξάνονται οι ομάδες, οι ανάγκες εξοπλισμού και οι απαιτήσεις εποπτείας (Anderson 2002, Akuma & Callaghan 2019).

Στο εργαστήριο της Φυσικής, η προετοιμασία των υλικών και η ασφάλεια αποτελούν ιδιαίτερες ευθύνες (Hofstein & Lunetta 2004, National Research Council 2006). Η έγκαιρη οργάνωση των οργάνων και η εξοικείωση των μαθητών με τη χρήση τους μπορούν να περιορίσουν καθυστερήσεις και τεχνικά προβλήματα (Akuma & Callaghan 2019, National Research Council 2006). Παράλληλα, ο εκπαιδευτικός ορίζει και εποπτεύει κανόνες ασφαλούς χειρισμού για δραστηριότητες που περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, ηλεκτρικά κυκλώματα, πηγές θερμότητας ή κινούμενα σώματα (Hofstein & Lunetta 2004). Ο βαθμός αυτονομίας των μαθητών προσαρμόζεται και στους κινδύνους του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται (Bell et al. 2005, National Research Council 2000, 2006).

Εξίσου σημαντικό είναι το κλίμα της τάξης. Η διερεύνηση προϋποθέτει ότι οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να εκφράζουν αβεβαιότητα, να διατυπώνουν προβλέψεις και να τις αναθεωρούν όταν τα δεδομένα δεν τις υποστηρίζουν (Driver et al. 1994, National Research Council 2000, Duit & Treagust 2003). Αν κάθε λανθασμένη πρόβλεψη αντιμετωπίζεται ως αποτυχία, ενδέχεται να διστάζουν να εκθέσουν τη σκέψη τους. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να αξιοποιεί τις διαφορετικές απαντήσεις ως αφετηρία εξέτασης και συζήτησης (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003).

Η διαχείριση της διερευνητικής τάξης περιλαμβάνει, συνεπώς, την οργάνωση του χρόνου, του χώρου, των υλικών και των ομάδων, καθώς και τη διασφάλιση ενεργού και ασφαλούς συμμετοχής (Hofstein & Lunetta 2004, Akuma & Callaghan 2019, Dobber et al. 2017). Ο εκπαιδευτικός διαμορφώνει ένα σαφές πλαίσιο εργασίας και το προσαρμόζει ώστε οι μαθητές/μαθήτριες να μπορούν να συζητούν, να λαμβάνουν αποφάσεις και να ελέγχουν τις ιδέες τους (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016, Crawford 2007). Σε αυτό το

πλαίσιο, οι ερωτήσεις και ο επιστημονικός διάλογος αποτελούν βασικά μέσα υποστήριξης της σκέψης των μαθητών και εξετάζονται στην επόμενη ενότητα (Crawford 2007, Dobber et al. 2017).

Γ4. Τεχνικές ερωτήσεων και επιστημονικός διάλογος στη διερευνητική μάθηση

Οι ερωτήσεις του εκπαιδευτικού αποτελούν βασικό μέσο υποστήριξης της σκέψης των μαθητών στη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (Crawford 2000, Dobber et al. 2017). Μπορούν να αναδείξουν αρχικές αντιλήψεις, να προκαλέσουν προβλέψεις και να στρέψουν την προσοχή στα δεδομένα που απαιτούνται για την τεκμηρίωση μιας εξήγησης (Crawford 2000, National Research Council 2000). Η λειτουργία τους, επομένως, εκτείνεται πέρα από τον έλεγχο της γνώσης στην ανάπτυξη της επιστημονικής συλλογιστικής.

Οι ερωτήσεις ανάκλησης πληροφοριών είναι χρήσιμες για τον έλεγχο βασικών γνώσεων, αλλά από μόνες τους δεν επαρκούν για τη διερεύνηση (Crawford 2000, National Research Council 2000). Χρειάζονται επίσης ερωτήσεις που καλούν τους μαθητές/μαθήτριες να προβλέψουν, να συγκρίνουν ερμηνείες και να αιτιολογήσουν τα συμπεράσματά τους (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017). Αντί, για παράδειγμα, να ζητείται μόνο ο τύπος μιας φυσικής σχέσης, ο εκπαιδευτικός μπορεί να ρωτήσει: «Τι μεταβολή παρατηρείτε στα δεδομένα;», «Πώς την εξηγείτε;» ή «Τι προβλέπετε ότι θα συμβεί αν αλλάξουμε αυτή την παράμετρο;». Έτσι, οι μαθητές/μαθήτριες καλούνται να αναπτύξουν και να τεκμηριώσουν τη σκέψη τους (Crawford 2007, Dobber et al. 2017).

Το περιεχόμενο των ερωτήσεων μεταβάλλεται ανάλογα με το στάδιο της διερεύνησης (Pedaste et al. 2015, Dobber et al. 2017). Πριν από ένα πείραμα, μπορούν να ενεργοποιήσουν προηγούμενες γνώσεις και να οδηγήσουν στη διατύπωση προβλέψεων. Κατά τη διάρκειά του, μπορούν να εστιάσουν στις μεταβλητές ή σε ένα απρόσμενο εύρημα. Μετά τη συλλογή δεδομένων, υποστηρίζουν τη σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις αρχικές προβλέψεις και την ανάπτυξη τεκμηριωμένων συμπερασμάτων (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015).

Στη Φυσική, οι ερωτήσεις βοηθούν επίσης τον εκπαιδευτικό να αναγνωρίζει τις διαισθητικές αντιλήψεις των μαθητών (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003, McDermott & Redish 1999). Μια επιστημονικά ανεπαρκής εξήγηση μπορεί να αποτελέσει αφετηρία διαδοχικών

ερωτήσεων, μέσα από τις οποίες ο μαθητής αποσαφηνίζει τη συλλογιστική του και τη συγκρίνει με παρατηρήσεις (Driver et al. 1994, Crawford 2007, Etkina & Van Heuvelen 2007). Οι απαντήσεις προσφέρουν στον εκπαιδευτικό πληροφορίες για την κατανόηση των μαθητών και τον βοηθούν να προσαρμόσει την επόμενη παρέμβασή του (Duit & Treagust 2003, Dobber et al. 2017).

Σημασία έχει και ο τρόπος με τον οποίο ο εκπαιδευτικός ανταποκρίνεται στις απαντήσεις. Η παροχή χρόνου για σκέψη, η προσεκτική ακρόαση και η αναζήτηση διευκρινίσεων επιτρέπουν στους μαθητές/μαθήτριες να αναπτύξουν τη συλλογιστική τους (Hmelo-Silver et al. 2007, Crawford 2000, Dobber et al. 2017). Ο εκπαιδευτικός μπορεί να ζητήσει από έναν μαθητή να εξηγήσει περισσότερο την ιδέα του ή από την υπόλοιπη τάξη να συγκρίνει δύο διαφορετικές εξηγήσεις με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα (National Research Council 2000, Crawford 2007). Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητικές ιδέες γίνονται αντικείμενο συλλογικής εξέτασης (Driver et al. 1994, National Research Council 2000).

Ο επιστημονικός διάλογος στη διερευνητική μάθηση στηρίζεται στην αιτιολόγηση και στην επιχειρηματολογία (National Research Council 2012, Osborne 2014). Οι μαθητές/μαθήτριες καλούνται να εξηγούν τι υποστηρίζουν, γιατί το υποστηρίζουν και ποια στοιχεία ενισχύουν τον ισχυρισμό τους (National Research Council 2000, 2012). Στη Φυσική, η τεκμηρίωση μπορεί να απαιτεί τη σύνδεση παρατηρήσεων και μετρήσεων με γραφήματα, μαθηματικές σχέσεις και θεωρητικά μοντέλα (Redish 2003, Docktor & Mestre 2014, Osborne 2014). Ο εκπαιδευτικός τους βοηθά να συνδέουν αυτές τις διαφορετικές αναπαραστάσεις και να εξετάζουν την επάρκεια των εξηγήσεών τους (Redish 2003, Docktor & Mestre 2014).

Για να αναπτυχθεί τέτοιος διάλογος, χρειάζεται ένα κλίμα στο οποίο οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να εκφράζουν αβεβαιότητα, να διαφωνούν αιτιολογημένα και να αναθεωρούν τις απόψεις τους (Driver et al. 1994, National Research Council 2012, Osborne 2014). Η ισχύς μιας εξήγησης κρίνεται από τη συλλογιστική και τα τεκμήριά της. Αυτό ισχύει και στη συνεργατική διερεύνηση, όπου οι μαθητές/μαθήτριες συγκρίνουν προβλέψεις και συζητούν την ερμηνεία των δεδομένων μεταξύ τους (Driver et al. 1994, Chi 2009, National Research Council 2000). Ο εκπαιδευτικός παρακολουθεί τη συζήτηση και παρεμβαίνει όταν χρειάζεται, επιτρέποντας παράλληλα την ουσιαστική ανταλλαγή ιδεών ανάμεσα στους μαθητές/μαθήτριες (Crawford 2007, Dobber et al. 2017).

Η επιλογή ερωτήσεων απαιτεί προσαρμοστική παιδαγωγική κρίση. Μια ερώτηση που υποδεικνύει την απάντηση περιορίζει τη σκέψη των μαθητών, ενώ μια πολύ γενική ερώτηση μπορεί να μην προσφέρει αρκετή βοήθεια όταν οι προηγούμενες γνώσεις τους είναι περιορισμένες (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να προσαρμόζει τις ερωτήσεις στο στάδιο της διερεύνησης και στις ανάγκες των μαθητών (Dobber et al. 2017, Lazonder & Harmsen 2016).

Συνολικά, οι ερωτήσεις και ο διάλογος βοηθούν τους μαθητές/μαθήτριες να εκφράζουν, να ελέγχουν και να αναθεωρούν ιδέες με βάση επιστημονικά τεκμήρια (Crawford 2000, 2007, National Research Council 2012, Osborne 2014, Dobber et al. 2017). Παράλληλα, επιτρέπουν στον εκπαιδευτικό να παρακολουθεί την εξέλιξη της κατανόησής τους και να προσαρμόζει τη διδασκαλία του. Αυτή η λειτουργία συνδέεται με τη διαμορφωτική αξιολόγηση, η οποία εξετάζεται στην επόμενη ενότητα (National Research Council 2000, Dobber et al. 2017).

Γ5. Πρακτικές αξιολόγησης σε περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης

Η αξιολόγηση αποτελεί μέρος της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση, καθώς παρέχει πληροφορίες τόσο για την κατανόηση του επιστημονικού περιεχομένου όσο και για την ικανότητα συμμετοχής σε επιστημονικές πρακτικές (National Research Council 2000, 2012). Οι στόχοι της διερευνητικής διδασκαλίας περιλαμβάνουν τη διατύπωση υποθέσεων, τον σχεδιασμό διερευνήσεων, την ανάλυση δεδομένων και την ανάπτυξη τεκμηριωμένων εξηγήσεων. Οι πρακτικές αξιολόγησης χρειάζεται, επομένως, να εξετάζουν περισσότερα από την ανάκληση πληροφοριών ή την εφαρμογή απομνημονευμένων σχέσεων (National Research Council 2000, 2012, Pedaste et al. 2015).

Η ανάγκη αυτή είναι ιδιαίτερα εμφανής στη Φυσική (McDermott & Redish 1999, Docktor & Mestre 2014). Ένας μαθητής μπορεί να χρησιμοποιεί σωστά έναν μαθηματικό τύπο χωρίς να κατανοεί τη φυσική σημασία του ή να εκτελεί μια εργαστηριακή διαδικασία χωρίς να μπορεί να ερμηνεύσει τα αποτελέσματά της (Redish 2003, Docktor & Mestre 2014, Hofstein & Lunetta 2004, National Research Council 2006). Για τον λόγο αυτό, η αξιολόγηση χρειάζεται να λαμβάνει υπόψη τη συλλογιστική, τα στοιχεία που χρησιμοποιεί ο μαθητής και τον τρόπο με τον οποίο αιτιολογεί το συμπέρασμά του (National Research Council 2000, 2012).

Σημαντικό ρόλο έχει η διαμορφωτική αξιολόγηση, δηλαδή η συλλογή και αξιοποίηση πληροφοριών για την εξέλιξη της μαθητικής κατανόησης κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας

(Black & Wiliam 1998). Σε μια διερευνητική δραστηριότητα, ο εκπαιδευτικός μπορεί να παρακολουθεί τις προβλέψεις, τις ερωτήσεις και τις συζητήσεις των μαθητών, καθώς και τους πίνακες δεδομένων, τα γραφήματα και τις εξηγήσεις τους (National Research Council 2000, 2006, Dobber et al. 2017). Οι πληροφορίες αυτές τον βοηθούν να εντοπίζει δυσκολίες και να προσαρμόζει την υποστήριξη που παρέχει (Black & Wiliam 1998).

Οι ερωτήσεις του εκπαιδευτικού μπορούν να λειτουργούν ταυτόχρονα ως μέσο διδασκαλίας και αξιολόγησης (Black & Wiliam 1998, Dobber et al. 2017). Η ερώτηση «Τι περιμένετε να συμβεί και γιατί;» μπορεί να αναδείξει αρχικές αντιλήψεις πριν από ένα πείραμα (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Ερωτήσεις όπως «Ποια στοιχεία υποστηρίζουν το συμπέρασμά σας;» ή «Πώς εξηγείτε τη διαφορά ανάμεσα στην πρόβλεψη και στην παρατήρηση;» βοηθούν τον εκπαιδευτικό να παρακολουθήσει την εξέλιξη της συλλογιστικής των μαθητών (National Research Council 2000, Etkina & Van Heuvelen 2007).

Η διαμορφωτική αξιολόγηση αποκτά παιδαγωγική αξία όταν τα ευρήματά της επηρεάζουν τις επόμενες διδακτικές αποφάσεις (Black & Wiliam 1998). Αν εμφανιστεί μια κοινή εννοιολογική δυσκολία, ο εκπαιδευτικός μπορεί να ζητήσει πρόσθετη μέτρηση, να θέσει νέο ερώτημα ή να οργανώσει συζήτηση διαφορετικών ερμηνειών (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Με αυτόν τον τρόπο, η αξιολόγηση συνδέεται με την παιδαγωγική στήριξη (*scaffolding*), καθώς βοηθά τον εκπαιδευτικό να αποφασίσει πότε και πώς χρειάζεται να παρέμβει (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017). Η ανατροφοδότηση μπορεί επίσης να κατευθύνει τον μαθητή να επανεξετάσει τα δεδομένα ή την αιτιολόγησή του, χωρίς να τερματίζει τη διερεύνηση με την άμεση παροχή της απάντησης (Black & Wiliam 1998, Hmelo-Silver et al. 2007).

Η τελική αξιολόγηση μπορεί αντίστοιχα να περιλαμβάνει έργα που αντανakλούν τους στόχους της διερεύνησης. Οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να κληθούν να ερμηνεύσουν ένα γράφημα, να αναλύσουν δεδομένα, να αξιολογήσουν μια εξήγηση ή να σχεδιάσουν έναν τρόπο πειραματικού ελέγχου (National Research Council 2000, 2012, Pedaste et al. 2015). Για παράδειγμα, μπορούν να εξετάσουν δεδομένα για την περίοδο ενός εκκρεμούς, να προσδιορίσουν ποια μεταβλητή φαίνεται να την επηρεάζει και να αιτιολογήσουν πώς θα έλεγχαν το συμπέρασμά τους. Έτσι αξιολογείται η χρήση της γνώσης σε μια νέα κατάσταση, πέρα από την ανάκληση μιας μαθηματικής σχέσης (National Research Council 2000, Docktor & Mestre 2014).

Ιδιαίτερη σημασία έχει η αξιολόγηση της χρήσης επιστημονικών τεκμηρίων. Ο μαθητής χρειάζεται να προσδιορίζει ποια δεδομένα στηρίζουν έναν ισχυρισμό και να εξηγεί τη σχέση τους με το συμπέρασμα (National Research Council 2000, 2012, Osborne 2014). Μπορεί επίσης να αξιολογείται η ικανότητά του να επιλέγει μεταβλητές και μετρήσεις ή να εντοπίζει περιορισμούς σε μια πειραματική διαδικασία (National Research Council 2000, 2006, Pedaste et al. 2015). Τα έργα αυτά παρέχουν πληροφορίες για τη συλλογιστική του που δεν προκύπτουν απαραίτητα από μια συμβατική αριθμητική άσκηση.

Στις ομαδικές δραστηριότητες, ένα κοινό αποτέλεσμα δεν δείχνει από μόνο του τι έχει κατανοήσει κάθε μαθητής. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να συνδυάζει μια ομαδική αναφορά ή παρουσίαση με ατομικές εξηγήσεις και σύντομες γραπτές απαντήσεις (National Research Council 2000, Dobber et al. 2017). Η αυτοαξιολόγηση και η αξιολόγηση από συμμαθητές/μαθήτριες μπορούν επίσης να αξιοποιηθούν με σαφή κριτήρια, όπως η επάρκεια των δεδομένων, ο έλεγχος των μεταβλητών και η ποιότητα της αιτιολόγησης (Black & Wiliam 1998, National Research Council 2000, 2012, Osborne 2014).

Η αξιολόγηση σύνθετων διερευνητικών δεξιοτήτων μπορεί, ωστόσο, να είναι χρονοβόρα και απαιτεί σαφή κριτήρια για συνεπή και κατανοητή ανατροφοδότηση (Anderson 2002, Akuma & Callaghan 2019, National Research Council 2000). Κρίσιμο είναι επίσης να υπάρχει συνοχή ανάμεσα στους μαθησιακούς στόχους, στη διδασκαλία και στην αξιολόγηση. Αν η διδασκαλία καλλιεργεί την ανάλυση δεδομένων και την επιχειρηματολογία, ενώ η αξιολόγηση εξετάζει μόνο την ανάκληση πληροφοριών, ένα μέρος των επιδιωκόμενων δεξιοτήτων μένει εκτός αποτίμησης (National Research Council 2000, 2012).

Συνολικά, η αξιολόγηση στη διερευνητική μάθηση ενσωματώνεται στις ερωτήσεις, στον διάλογο και στην καθοδήγηση, ενώ περιλαμβάνει και τελικές δραστηριότητες που αποτιμούν την εννοιολογική κατανόηση και τη χρήση επιστημονικών πρακτικών (Black & Wiliam 1998, National Research Council 2000, 2012, Dobber et al. 2017). Αναδεικνύει έτσι μια ακόμη πλευρά του σύνθετου ρόλου του εκπαιδευτικού: να συλλέγει και να ερμηνεύει στοιχεία για τη μάθηση, ώστε να λαμβάνει τεκμηριωμένες διδακτικές αποφάσεις (Crawford 2007, Black & Wiliam 1998, Dobber et al. 2017).

Γ6. Πεποιθήσεις, αυτοαποτελεσματικότητα και παιδαγωγική γνώση περιεχομένου των εκπαιδευτικών

Η εφαρμογή της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση (*Inquiry-Based Learning* – IBL) επηρεάζεται τόσο από τις συνθήκες του σχολείου όσο και από τις γνώσεις και τις αντιλήψεις του εκπαιδευτικού (Anderson 2002, Akuma & Callaghan 2019). Ιδιαίτερη σημασία έχουν οι πεποιθήσεις του για τη διδασκαλία και τη μάθηση, η αυτοαποτελεσματικότητά του και η παιδαγωγική γνώση περιεχομένου που διαθέτει. Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να επηρεάσουν τον τρόπο με τον οποίο ερμηνεύει τη διερεύνηση και τις επιλογές που κάνει στην τάξη (Keys & Bryan 2001, Wallace & Kang 2004, Lotter et al. 2007).

Οι πεποιθήσεις του εκπαιδευτικού αποτελούν ένα πλαίσιο για τη λήψη διδακτικών αποφάσεων (Wallace & Kang 2004, Windschitl 2004). Αν αντιλαμβάνεται τη μάθηση κυρίως ως μετάδοση γνώσεων, μπορεί να δίνει έμφαση στην παρουσίαση του περιεχομένου και στην καθοδήγηση προς προκαθορισμένες απαντήσεις. Αν τη συνδέει με την ενεργό οικοδόμηση της γνώσης, μπορεί να δίνει περισσότερο χώρο στις ιδέες των μαθητών, στη διερεύνηση φαινομένων και στην ανάπτυξη εξηγήσεων από δεδομένα (Keys & Bryan 2001, Lotter et al. 2007).

Οι πεποιθήσεις αφορούν επίσης τη φύση της επιστήμης. Όταν η επιστημονική γνώση παρουσιάζεται ως σύνολο οριστικών γεγονότων, η διερεύνηση μπορεί να περιοριστεί στην επιβεβαίωση γνωστών αποτελεσμάτων. Η έμφαση στη διατύπωση ερωτημάτων, στην αξιολόγηση δεδομένων και στη σύγκριση εξηγήσεων προσφέρει ευρύτερες δυνατότητες συμμετοχής των μαθητών σε επιστημονικές πρακτικές (National Research Council 2000, 2012, Osborne 2014). Γι' αυτό η ίδια κατεύθυνση ενός προγράμματος σπουδών μπορεί να μεταφραστεί στην τάξη ως πειραματισμός, ως αύξηση της μαθητικής αυτονομίας ή ως συστηματική χρήση τεκμηρίων και επιχειρηματολογίας, ανάλογα με το πώς ο εκπαιδευτικός κατανοεί τη διερεύνηση (Anderson 2002, Bell et al. 2005, Wallace & Kang 2004, Windschitl 2004, Keys & Bryan 2001).

Μια δεύτερη διάσταση είναι η αυτοαποτελεσματικότητα: η πεποίθηση του εκπαιδευτικού ότι μπορεί να οργανώσει και να πραγματοποιήσει τις ενέργειες που απαιτούνται για έναν συγκεκριμένο διδακτικό στόχο (Bandura 1997). Η έννοια αφορά την εκτίμηση της ικανότητάς του να αξιοποιήσει τις γνώσεις του σε ορισμένες συνθήκες και όχι απλώς μια γενική αίσθηση αυτοπεποίθησης.

Στη διερευνητική διδασκαλία, ο εκπαιδευτικός μπορεί να χρειαστεί να διαχειριστεί απρόβλεπτες ερωτήσεις, διαφορετικές προτάσεις πειραματισμού ή δεδομένα που αποκλίνουν από τα αναμενόμενα (Crawford 2000, 2007, Dobber et al. 2017). Η διαχείρισή τους απαιτεί ευελιξία και αποφάσεις κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Ένας εκπαιδευτικός που αμφιβάλλει για την ικανότητά του σε αυτές τις απαιτήσεις μπορεί να επιλέγει περισσότερο ελεγχόμενες δραστηριότητες, ακόμη κι αν αναγνωρίζει την αξία της IBL (Lotter et al. 2007). Είναι, επομένως, χρήσιμο η αυτοαποτελεσματικότητα να εξετάζεται σε σχέση με συγκεκριμένες πρακτικές, όπως ο συντονισμός μιας ανοικτής διερεύνησης ή η καθοδήγηση επιστημονικού διαλόγου (Bandura 1997).

Η τρίτη διάσταση είναι η παιδαγωγική γνώση περιεχομένου (*Pedagogical Content Knowledge* – PCK). Σύμφωνα με την έννοια που συνδέεται με τον Shulman (1986), ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να γνωρίζει όχι μόνο το επιστημονικό περιεχόμενο, αλλά και πώς μπορεί να το καταστήσει κατανοητό στους μαθητές/μαθήτριες : ποιες αναπαραστάσεις είναι κατάλληλες, ποιες δυσκολίες είναι πιθανές και ποιες διδακτικές στρατηγικές μπορούν να υποστηρίξουν τη μάθηση.

Η PCK είναι ιδιαίτερα σημαντική στη Φυσική, όπου οι μαθητές/μαθήτριες συχνά διαθέτουν επίμονες εναλλακτικές αντιλήψεις για τη δύναμη, την κίνηση, την ενέργεια, τον ηλεκτρισμό και τη θερμότητα (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003, McDermott & Redish 1999). Ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να μπορεί να προβλέπει πιθανές ερμηνείες των μαθητών και να σχεδιάζει δραστηριότητες που τις αναδεικνύουν και επιτρέπουν την εξέτασή τους (Shulman 1986, Duit & Treagust 2003). Για τη διερευνητική διδασκαλία αυτό σημαίνει επιλογή κατάλληλων φαινομένων, ερωτημάτων, μεταβλητών και δεδομένων με βάση σαφείς εννοιολογικούς στόχους (Crawford 2007, Dobber et al. 2017, Etkina & Van Heuvelen 2007). Ένα εντυπωσιακό πείραμα δεν επαρκεί αν οι μαθητές/μαθήτριες δεν υποστηρίζονται ώστε να συνδέσουν τα ευρήματά του με τις επιστημονικές έννοιες (National Research Council 2000, Hmelo-Silver et al. 2007).

Η παιδαγωγική γνώση περιεχομένου βοηθά επίσης τον εκπαιδευτικό να ερμηνεύει τις απαντήσεις των μαθητών (Shulman 1986, Dobber et al. 2017). Μια λανθασμένη απάντηση μπορεί να οφείλεται σε εναλλακτική αντίληψη, σε μαθηματική δυσκολία ή σε εσφαλμένη ανάγνωση ενός γραφήματος. Η αναγνώριση της πηγής της δυσκολίας επιτρέπει την επιλογή καταλληλότερης παρέμβασης (Driver et al. 1994, Redish 2003, Docktor & Mestre 2014, Duit & Treagust 2003).

Οι πεποιθήσεις, η αυτοαποτελεσματικότητα και η PCK αλληλεπιδρούν (Lotter et al. 2007). Ένας εκπαιδευτικός μπορεί να έχει θετική στάση προς τη διερεύνηση, αλλά να διστάζει να την εφαρμόσει επειδή δεν αισθάνεται προετοιμασμένος να διαχειριστεί ανοικτές ερωτήσεις ή πειραματικές δραστηριότητες (Keys & Bryan 2001, Lotter et al. 2007). Αντίστοιχα, η ισχυρή γνώση της Φυσικής δεν συνεπάγεται από μόνη της ικανότητα αναγνώρισης των μαθητικών αντιλήψεων ή σχεδιασμού κατάλληλων διερευνητικών εμπειριών (Shulman 1986, Crawford 2007).

Για τον λόγο αυτό, η επαγγελματική ανάπτυξη χρειάζεται να εκτείνεται πέρα από την παρουσίαση έτοιμων δραστηριοτήτων (Keys & Bryan 2001, Crawford 2007). Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να ωφεληθούν από ευκαιρίες να συμμετέχουν οι ίδιοι σε διερευνήσεις, να μελετούν παραδείγματα μαθητικής σκέψης, να σχεδιάζουν και να δοκιμάζουν δραστηριότητες και να αναστοχάζονται τις επιλογές τους. Η σύνδεση με το διδακτικό περιεχόμενο, η ενεργός συμμετοχή, η συνεργασία και η διάρκεια αποτελούν σημαντικά χαρακτηριστικά της επαγγελματικής ανάπτυξης (Desimone 2009). Ο κοινός σχεδιασμός και η συζήτηση εργασιών μαθητών μπορούν επίσης να βοηθήσουν στη σύνδεση των αρχών της IBL με τις συνθήκες της σχολικής τάξης (Keys & Bryan 2001, Desimone 2009).

Οι επιλογές του εκπαιδευτικού διαμορφώνονται, παράλληλα, μέσα σε ένα σχολικό και οργανωτικό πλαίσιο. Ο διαθέσιμος χρόνος, το πρόγραμμα σπουδών, οι απαιτήσεις αξιολόγησης, το μέγεθος της τάξης και οι υποδομές επηρεάζουν τις δυνατότητες εφαρμογής της IBL (Anderson 2002, Akuma & Callaghan 2019, Dobber et al. 2017). Η μελέτη των διδακτικών πρακτικών χρειάζεται, επομένως, να λαμβάνει υπόψη τόσο τα χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού όσο και τις συνθήκες στις οποίες εργάζεται.

Συνολικά, ο εκπαιδευτικός διαμεσολαβεί ανάμεσα στις θεωρητικές αρχές της IBL και στην εφαρμογή τους στη διδασκαλία της Φυσικής (Crawford 2000, 2007, Dobber et al. 2017). Οι πεποιθήσεις του επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο κατανοεί τη διερεύνηση, η αυτοαποτελεσματικότητά του σχετίζεται με την εκτίμησή του ότι μπορεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της και η παιδαγωγική γνώση περιεχομένου υποστηρίζει τον σχεδιασμό και την ερμηνεία της μαθητικής σκέψης (Shulman 1986, Lotter et al. 2007). Η αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων με τις συνθήκες του σχολείου βοηθά να κατανοηθεί γιατί η IBL μπορεί να εφαρμόζεται διαφορετικά από εκπαιδευτικό σε εκπαιδευτικό (Keys & Bryan 2001, Wallace & Kang 2004, Windschitl 2004, Desimone 2009).

Κεφάλαιο Δ. Το μοντέλο 5E ως πλαίσιο διερευνητικής μάθησης

Η Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση απαιτεί ένα διδακτικό πλαίσιο που συνδυάζει την ενεργό συμμετοχή των μαθητών με την κατάλληλη καθοδήγηση του εκπαιδευτικού (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Το μοντέλο 5E, που συνδέεται με το έργο του Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), οργανώνει τη μάθηση σε πέντε φάσεις: Εμπλοκή, Εξερεύνηση, Επεξήγηση, Επεξεργασία και Αξιολόγηση (Bybee et al. 2006).

Στη διδασκαλία της Φυσικής, το μοντέλο επιτρέπει τη διερεύνηση φαινομένων, την αξιοποίηση των προηγούμενων αντιλήψεων των μαθητών, τη διαμόρφωση επιστημονικών εξηγήσεων και την εφαρμογή της νέας γνώσης (Bybee et al. 2006, Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Το κεφάλαιο παρουσιάζει τις φάσεις του μοντέλου και εξετάζει πώς ο εκπαιδευτικός οργανώνει την καθοδήγηση και την αξιολόγηση κατά την εφαρμογή τους (Hmelo-Silver et al. 2007, Crawford 2007).

Δ1. Επισκόπηση του μοντέλου 5E του Bybee

Το διδακτικό μοντέλο 5E αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) και συνδέεται με το έργο του Rodger W. Bybee και των συνεργατών του. Προσφέρει ένα πλαίσιο σχεδιασμού της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, οργανωμένο σε πέντε αλληλοσυνδεόμενες φάσεις: **Εμπλοκή (Engage), Εξερεύνηση (Explore), Επεξήγηση (Explain), Επεξεργασία (Elaborate) και Αξιολόγηση (Evaluate)** (Bybee et al. 2006).

Οι φάσεις αυτές συγκροτούν μια μαθησιακή ακολουθία. Αρχικά ενεργοποιούνται το ενδιαφέρον και οι προηγούμενες γνώσεις των μαθητών. Ακολουθεί η διερεύνηση ενός φαινομένου ή προβλήματος, ώστε οι παρατηρήσεις τους να αποτελέσουν βάση για την ανάπτυξη επιστημονικών εξηγήσεων. Στη συνέχεια, οι μαθητές/μαθήτριες εφαρμόζουν τη νέα γνώση σε πρόσθετες καταστάσεις, ενώ η αξιολόγηση παρέχει πληροφορίες για την πορεία της μάθησής τους (Bybee et al. 2006). Η λειτουργία κάθε φάσης στη διδασκαλία της Φυσικής εξετάζεται στην επόμενη ενότητα.

Η λογική του μοντέλου συνδέεται με τις κονστрукτιβιστικές προσεγγίσεις, σύμφωνα με τις οποίες οι μαθητές/μαθήτριες ερμηνεύουν τις νέες εμπειρίες με βάση τις ήδη διαμορφωμένες αντιλήψεις τους και σταδιακά αναδιοργανώνουν την κατανόησή τους (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Στο 5E, επομένως, η επιστημονική εξήγηση δεν χρειάζεται να προηγείται

της μαθητικής διερεύνησης: οι αρχικές ιδέες και η επαφή με το φαινόμενο μπορούν να αποτελέσουν αφετηρία για την ανάπτυξη ή την αναθεώρηση των εξηγήσεων (Bybee et al. 2006).

Η οργάνωση αυτή συνδέεται με τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (*Inquiry-Based Learning* – IBL), στην οποία οι μαθητές/μαθήτριες διατυπώνουν ερωτήματα, πραγματοποιούν παρατηρήσεις ή πειράματα, αναλύουν δεδομένα και αναπτύσσουν τεκμηριωμένες εξηγήσεις (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015). Το 5E προσφέρει μια δομή για την ένταξη τέτοιων διαδικασιών στη διδασκαλία. Δεν ταυτίζεται, ωστόσο, με την IBL: αποτελεί συγκεκριμένο διδακτικό μοντέλο, ενώ η IBL περιγράφει ένα ευρύτερο σύνολο αρχών και πρακτικών (Bybee et al. 2006, National Research Council 2000).

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού μεταβάλλεται ανάλογα με τη φάση. Αρχικά αναδεικνύει τις προηγούμενες αντιλήψεις των μαθητών, στη συνέχεια οργανώνει και παρακολουθεί τη διερεύνηση και, κατά την επεξήγηση, τους βοηθά να συνδέσουν τα ευρήματά τους με επιστημονικές έννοιες (Bybee et al. 2006, Crawford 2007). Η ενεργός συμμετοχή των μαθητών, συνεπώς, συνοδεύεται από κατάλληλη διδακτική καθοδήγηση (Hmelo-Silver et al. 2007).

Στη Φυσική, το μοντέλο μπορεί να διευκολύνει τη σύνδεση της εμπειρικής διερεύνησης με την εννοιολογική και μαθηματική επεξεργασία (McDermott & Redish 1999, Docktor & Mestre 2014). Οι μαθητές/μαθήτριες χρειάζεται συχνά να συνδυάζουν παρατηρήσεις, μετρήσεις, πίνακες, γραφικές παραστάσεις και θεωρητικά μοντέλα για να ερμηνεύσουν ένα φαινόμενο (Redish 2003, Docktor & Mestre 2014). Για παράδειγμα, σε μια ενότητα για την κίνηση μπορούν να ξεκινήσουν από διαφορετικές προβλέψεις, να συλλέξουν και να αναλύσουν δεδομένα και έπειτα να συνδέσουν τα ευρήματά τους με μαθηματικές σχέσεις και να εφαρμόσουν τη νέα γνώση σε άλλη περίπτωση (Bybee et al. 2006, Etkina & Van Heuvelen 2007).

Η Εξερεύνηση μπορεί να περιλαμβάνει εργαστηριακό πείραμα, μετρήσεις με αισθητήρες, ψηφιακές προσομοιώσεις ή ανάλυση δεδομένων, ανάλογα με τον στόχο και τους διαθέσιμους πόρους (de Jong et al. 2013, National Research Council 2006). Παράλληλα, οι πέντε φάσεις δεν αποτελούν άκαμπτη διαδικασία με προκαθορισμένη διάρκεια. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να προσαρμόζει την έμφαση σε καθεμία σύμφωνα με τις ανάγκες των μαθητών και τις συνθήκες της τάξης (Bybee et al. 2006). Έτσι, το μοντέλο συνδέει τις προηγούμενες αντιλήψεις, τη

διερεύνηση, την επιστημονική εξήγηση, την εφαρμογή της γνώσης και την αξιολόγηση σε ένα ενιαίο πλαίσιο διδασκαλίας.

Δ2. Εμπλοκή, Εξερεύνηση, Επεξήγηση, Επεξεργασία και Αξιολόγηση στη Φυσική

Η εφαρμογή του μοντέλου 5E στη διδασκαλία της Φυσικής οργανώνεται γύρω από πέντε αλληλοσυνδεδεμένες φάσεις: την Εμπλοκή (Engage), την Εξερεύνηση (Explore), την Επεξήγηση (Explain), την Επεξεργασία (Elaborate) και την Αξιολόγηση (Evaluate). Κάθε φάση επιτελεί διαφορετική λειτουργία στη μαθησιακή διαδικασία, ενώ η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από τη μεταξύ τους σύνδεση και από τον τρόπο με τον οποίο ο εκπαιδευτικός προσαρμόζει τις δραστηριότητες στις προηγούμενες γνώσεις, στις ανάγκες των μαθητών και στους μαθησιακούς στόχους (Bybee et al., 2006).

Εμπλοκή (Engage)

Η πρώτη φάση αποσκοπεί στην ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος και των προηγούμενων γνώσεων των μαθητών και στη δημιουργία ενός κατάλληλου σημείου εκκίνησης για τη μαθησιακή διαδικασία (Bybee et al., 2006). Ο εκπαιδευτικός μπορεί να παρουσιάσει ένα φυσικό φαινόμενο, μια προβληματική κατάσταση, μια σύντομη επίδειξη ή ένα ερώτημα που προκαλεί την περιέργεια και ενθαρρύνει τους μαθητές/μαθήτριες να εκφράσουν τις αρχικές τους ιδέες και προβλέψεις (Bybee et al. 2006, Crawford 2007).

Στη διδασκαλία της Φυσικής η συγκεκριμένη φάση αποκτά ιδιαίτερη σημασία, επειδή οι μαθητές/μαθήτριες συχνά προσεγγίζουν τα φυσικά φαινόμενα έχοντας ήδη σχηματίσει διαισθητικές ερμηνείες μέσα από την καθημερινή τους εμπειρία (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Οι αντιλήψεις αυτές μπορεί να διαφέρουν από τα επιστημονικά μοντέλα και να επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο ερμηνεύονται οι νέες πληροφορίες (Driver et al. 1994, McDermott & Redish 1999). Για τον λόγο αυτό, η Εμπλοκή δεν έχει αποκλειστικά τον χαρακτήρα της δημιουργίας ενδιαφέροντος. Παρέχει επίσης στον εκπαιδευτικό τη δυνατότητα να ανιχνεύσει την προηγούμενη γνώση και τις πιθανές εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών (Bybee et al. 2006, Duit & Treagust 2003).

Για παράδειγμα, πριν από τη μελέτη της πτώσης των σωμάτων, οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να κληθούν να προβλέψουν ποιο από δύο σώματα διαφορετικής μάζας θα φτάσει πρώτο στο

έδαφος υπό κατάλληλες συνθήκες και να αιτιολογήσουν την πρόβλεψή τους. Αντί να δοθεί αμέσως η επιστημονική εξήγηση, οι διαφορετικές προβλέψεις μπορούν να αποτελέσουν αφετηρία για την επόμενη φάση. Με αυτόν τον τρόπο, οι αρχικές ιδέες των μαθητών γίνονται ορατές και δημιουργείται ένα ερώτημα που μπορεί να διερευνηθεί (Bybee et al. 2006, Etkina & Van Heuvelen 2007).

Εξερεύνηση (Explore)

Στη φάση της Εξερεύνησης οι μαθητές/μαθήτριες έρχονται σε άμεση επαφή με το φαινόμενο, τα υλικά, τα δεδομένα ή μια κατάλληλη προσομοίωση και έχουν την ευκαιρία να αναζητήσουν σχέσεις και μοτίβα μέσα από ενεργό διερεύνηση (Bybee et al., 2006). Ανάλογα με τον μαθησιακό στόχο και το επίπεδο αυτονομίας που έχει επιλεγεί, μπορούν να πραγματοποιούν μετρήσεις, να μεταβάλλουν παραμέτρους, να συγκρίνουν αποτελέσματα και να οργανώνουν τα δεδομένα τους (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015).

Η Εξερεύνηση δεν πρέπει να συγχέεται με την απλή εκτέλεση μιας εργαστηριακής διαδικασίας (Hofstein & Lunetta 2004, National Research Council 2006). Μια δραστηριότητα στην οποία οι μαθητές/μαθήτριες ακολουθούν μηχανικά προκαθορισμένα βήματα, χωρίς να χρειάζεται να προβλέψουν, να ερμηνεύσουν ή να λάβουν αποφάσεις, παρέχει περιορισμένες δυνατότητες διερευνητικής σκέψης (National Research Council 2000, Hofstein & Lunetta 2004). Το κρίσιμο στοιχείο είναι η ενεργή γνωστική συμμετοχή των μαθητών στην εξέταση του φαινομένου και στην αναζήτηση σχέσεων στα δεδομένα (Chi 2009, National Research Council 2000).

Για παράδειγμα, στη μελέτη της ηλεκτρικής αντίστασης οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να μεταβάλλουν κατάλληλες παραμέτρους ενός κυκλώματος, να πραγματοποιούν μετρήσεις και να οργανώνουν τα αποτελέσματά τους σε πίνακες ή γραφικές παραστάσεις. Αντίστοιχα, στη μελέτη της κίνησης μπορούν να συλλέγουν δεδομένα θέσης και χρόνου και να εξετάζουν τη μορφή των αντίστοιχων γραφικών παραστάσεων. Έτσι, η πειραματική εμπειρία δεν λειτουργεί απλώς ως επιβεβαίωση μιας σχέσης που έχει ήδη παρουσιαστεί, αλλά ως βάση για την αναζήτηση και ερμηνεία φυσικών σχέσεων. Η εργαστηριακή δραστηριότητα μπορεί με αυτόν τον τρόπο να υποστηρίξει ουσιαστικότερες συνδέσεις μεταξύ παρατήρησης, δεδομένων και επιστημονικής γνώσης (Hofstein & Lunetta, 2004).

Κατά τη διάρκεια της Εξερεύνησης, ο εκπαιδευτικός παρακολουθεί τη διαδικασία και παρέχει υποστήριξη χωρίς να αφαιρεί από τους μαθητές/μαθήτριες το βασικό γνωστικό έργο (Hmelo-Silver et al. 2007, Dobber et al. 2017). Οι παρεμβάσεις του μπορούν να αφορούν την αποσαφήνιση της διαδικασίας, την ασφαλή χρήση του εξοπλισμού ή ερωτήσεις που στρέφουν την προσοχή σε σημαντικά χαρακτηριστικά των δεδομένων (National Research Council 2000, 2006, Dobber et al. 2017). Η ποσότητα και το είδος της καθοδήγησης διαφοροποιούνται ανάλογα με την προηγούμενη εμπειρία των μαθητών και τη δυσκολία της δραστηριότητας (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016).

Επεξήγηση (Explain)

Η φάση της Επεξήγησης αποτελεί τη μετάβαση από τη διερευνητική εμπειρία προς τη συστηματικότερη εννοιολογική κατανόηση. Οι μαθητές/μαθήτριες καλούνται αρχικά να περιγράψουν τι παρατήρησαν, να παρουσιάσουν τα δεδομένα τους, να αναγνωρίσουν σχέσεις και να διατυπώσουν πιθανές εξηγήσεις. Ο εκπαιδευτικός αξιοποιεί αυτές τις ιδέες για να εισαγάγει ή να αποσαφηνίσει την επιστημονική ορολογία, τις έννοιες, τα μοντέλα και, όπου απαιτείται, τις μαθηματικές σχέσεις που συνδέονται με το υπό μελέτη φαινόμενο (Bybee et al., 2006).

Η συγκεκριμένη φάση είναι ιδιαίτερα σημαντική στη Φυσική, επειδή η παρατήρηση ενός φαινομένου δεν οδηγεί αυτόματα στην επιστημονικά αποδεκτή ερμηνεία του (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003). Οι μαθητές/μαθήτριες μπορεί να παρατηρήσουν σωστά ένα αποτέλεσμα αλλά να το εξηγήσουν χρησιμοποιώντας μια μη επιστημονική ή ελλιπή νοητική αναπαράσταση (Driver et al. 1994, McDermott & Redish 1999). Επομένως, ο εκπαιδευτικός εξακολουθεί να έχει ουσιαστικό διδακτικό ρόλο: βοηθά τους μαθητές/μαθήτριες να συνδέσουν τα εμπειρικά ευρήματα με τις επιστημονικές έννοιες και να αναγνωρίσουν τα όρια των αρχικών τους εξηγήσεων (Crawford 2007, Dobber et al. 2017).

Για παράδειγμα, μετά τη συλλογή δεδομένων για την κίνηση ενός σώματος, οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να παρουσιάσουν τις γραφικές τους παραστάσεις και να περιγράψουν τις σχέσεις που παρατηρούν. Ο εκπαιδευτικός μπορεί στη συνέχεια να υποστηρίξει τη σύνδεση μεταξύ της μορφής της γραφικής παράστασης και των αντίστοιχων φυσικών μεγεθών και να εισαγάγει την κατάλληλη επιστημονική και μαθηματική περιγραφή. Η εξίσωση, επομένως, δεν εμφανίζεται απομονωμένη από το φυσικό νόημα, αλλά συνδέεται

με τις παρατηρήσεις και τα δεδομένα που έχουν προηγηθεί (McDermott & Redish 1999, Redish 2003, Docktor & Mestre 2014).

Η Επεξήγηση περιλαμβάνει επίσης τη σύγκριση διαφορετικών μαθητικών ερμηνειών (Bybee et al. 2006, Driver et al. 1994). Οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να κληθούν να αιτιολογήσουν γιατί θεωρούν μία εξήγηση περισσότερο συμβατή με τα δεδομένα και να επανεξετάσουν τις αρχικές τους προβλέψεις (National Research Council 2000, 2012, Osborne 2014). Με τον τρόπο αυτό, η επιστημονική εξήγηση δεν παρουσιάζεται αποκλειστικά ως πληροφορία που παρέχεται από τον εκπαιδευτικό, αλλά συνδέεται με μια διαδικασία τεκμηρίωσης και αναθεώρησης της σκέψης (Driver et al. 1994, Duit & Treagust 2003).

Επεξεργασία (Elaborate)

Στη φάση της Επεξεργασίας οι μαθητές/μαθήτριες καλούνται να επεκτείνουν και να εφαρμόσουν τη νέα τους κατανόηση σε διαφορετικά φαινόμενα, προβλήματα ή καταστάσεις (Bybee et al., 2006). Η φάση αυτή είναι απαραίτητη, επειδή η κατανόηση μιας έννοιας σε ένα συγκεκριμένο πειραματικό πλαίσιο δεν συνεπάγεται αυτόματα ότι ο μαθητής μπορεί να την αναγνωρίσει και να την αξιοποιήσει σε διαφορετικές συνθήκες (Bybee et al., 2006).

Στη Φυσική, η Επεξεργασία μπορεί να περιλαμβάνει την εφαρμογή μιας αρχής σε ένα νέο πρόβλημα, τη διερεύνηση μιας διαφορετικής περίπτωσης ή τη σύνδεση της έννοιας με ένα φαινόμενο της καθημερινής ζωής. Για παράδειγμα, μετά τη μελέτη της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας σε μια απλή πειραματική διάταξη, οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να εξετάσουν πώς η ίδια αρχή χρησιμοποιείται για την ερμηνεία της κίνησης σε διαφορετικά φυσικά ή τεχνολογικά συστήματα (Bybee et al. 2006, Docktor & Mestre 2014).

Η Επεξεργασία δεν πρέπει να περιορίζεται στην επανάληψη παρόμοιων ασκήσεων με διαφορετικές αριθμητικές τιμές. Στόχος είναι η μεταφορά και αναδιοργάνωση της γνώσης σε ένα νέο πλαίσιο, ώστε να εξετάζεται κατά πόσο οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να αναγνωρίσουν τη βαθύτερη φυσική αρχή πίσω από διαφορετικές επιφανειακές μορφές ενός προβλήματος (Bybee et al. 2006, Docktor & Mestre 2014). Στο πλαίσιο αυτό μπορούν επίσης να συνδυάζονται διαφορετικές αναπαραστάσεις, όπως λεκτικές εξηγήσεις, διαγράμματα, γραφικές παραστάσεις και μαθηματικές σχέσεις (Redish 2003, Docktor & Mestre 2014).

Αξιολόγηση (Evaluate)

Η πέμπτη φάση αφορά την αξιολόγηση της εξέλιξης της κατανόησης και των δεξιοτήτων των μαθητών. Στο μοντέλο 5E, ωστόσο, η αξιολόγηση δεν πρέπει να θεωρείται αποκλειστικά ως τελική διαδικασία που πραγματοποιείται μετά την ολοκλήρωση των προηγούμενων φάσεων. Στοιχεία για τη μαθησιακή πρόοδο μπορούν να συλλέγονται σε ολόκληρη τη μαθησιακή ακολουθία, μέσα από τις προβλέψεις, τις ερωτήσεις, τις παρατηρήσεις, τις συζητήσεις, τα δεδομένα και τις εξηγήσεις των μαθητών (Bybee et al., 2006).

Στη διδασκαλία της Φυσικής, η αξιολόγηση μπορεί να περιλαμβάνει εννοιολογικές ερωτήσεις, ερμηνεία γραφικών παραστάσεων και πειραματικών δεδομένων, σχεδιασμό μιας απλής διερεύνησης, γραπτές εξηγήσεις ή εφαρμογή μιας έννοιας σε μια νέα κατάσταση (National Research Council 2000, 2012, Docktor & Mestre 2014). Με αυτόν τον τρόπο, δεν εξετάζεται μόνο εάν ο μαθητής μπορεί να ανακαλέσει έναν τύπο ή έναν νόμο, αλλά και εάν μπορεί να τον συνδέσει με το φυσικό φαινόμενο, να χρησιμοποιήσει κατάλληλα δεδομένα και να αιτιολογήσει το συμπέρασμά του (National Research Council 2012, Osborne 2014).

Ιδιαίτερη σημασία έχει η διαμορφωτική λειτουργία της αξιολόγησης. Οι πληροφορίες που συλλέγονται κατά τη διάρκεια των προηγούμενων φάσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον εκπαιδευτικό για την προσαρμογή της καθοδήγησης και των επόμενων μαθησιακών δραστηριοτήτων (Black & Wiliam 1998, Bybee et al. 2006). Παράλληλα, η αυτοαξιολόγηση και η αξιολόγηση μεταξύ ομοτίμων μπορούν να δώσουν στους μαθητές/μαθήτριες ευκαιρίες να αναστοχαστούν σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο άλλαξε η αρχική τους σκέψη και με τα στοιχεία που υποστηρίζουν πλέον τις εξηγήσεις τους (Black & Wiliam, 1998). Η λογική αυτή είναι συμβατή με τη διαμορφωτική αξιολόγηση, στην οποία τα στοιχεία για τη μάθηση αξιοποιούνται για την υποστήριξη των επόμενων βημάτων της διδασκαλίας και της μάθησης (Black & Wiliam, 1998).

Οι πέντε φάσεις του μοντέλου 5E συγκροτούν, επομένως, μια συνεκτική μαθησιακή ακολουθία: οι προηγούμενες αντιλήψεις και το ενδιαφέρον των μαθητών ενεργοποιούνται, δημιουργούνται ευκαιρίες για διερεύνηση, οι εμπειρίες και τα δεδομένα συνδέονται με επιστημονικές εξηγήσεις, η νέα γνώση εφαρμόζεται σε διαφορετικά πλαίσια και η εξέλιξη της κατανόησης αξιολογείται (Bybee et al., 2006). Η ακολουθία αυτή είναι ιδιαίτερα συναφής με τη διδασκαλία της Φυσικής, όπου η εννοιολογική κατανόηση χρειάζεται να συνδέεται με την παρατήρηση, τον πειραματισμό, τα δεδομένα, τις πολλαπλές αναπαραστάσεις και τη μαθηματική περιγραφή (McDermott & Redish 1999, Redish 2003, Docktor & Mestre 2014).

Παρά τη διακριτή παρουσίαση των πέντε φάσεων, το μοντέλο δεν πρέπει να ερμηνεύεται ως μια απολύτως γραμμική διαδικασία (Bybee et al., 2006). Τα στοιχεία αξιολόγησης, για παράδειγμα, μπορούν να εμφανίζονται από την αρχική Εμπλοκή, ενώ τα αποτελέσματα μιας Επεξήγησης μπορεί να καταστήσουν αναγκαία μια νέα διερεύνηση (Bybee et al., 2006). Ο εκπαιδευτικός καλείται επομένως να χρησιμοποιεί τις φάσεις ως οργανωτικό πλαίσιο και όχι ως άκαμπτη σειρά ενεργειών (Bybee et al. 2006, Crawford 2007). Αυτή η δυνατότητα προσαρμογής συνδέει το μοντέλο 5E με τον ενεργό και διαμεσολαβητικό ρόλο του εκπαιδευτικού που αναπτύχθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο και προετοιμάζει την εξέταση του τρόπου με τον οποίο το μοντέλο μπορεί να υποστηρίξει τον σχεδιασμό και την εφαρμογή της διερευνητικής διδασκαλίας (Crawford 2007, Dobber et al. 2017).

Δ3. Το μοντέλο 5E ως πλαίσιο υποστήριξης του εκπαιδευτικού

Η Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση απαιτεί από τον εκπαιδευτικό να συνδυάζει την ενεργό συμμετοχή των μαθητών με σαφείς μαθησιακούς στόχους και κατάλληλη καθοδήγηση (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Το μοντέλο 5E τον υποστηρίζει στον σχεδιασμό, καθώς οργανώνει τις δραστηριότητες σε μια συνεκτική μαθησιακή ακολουθία, με συγκεκριμένο παιδαγωγικό σκοπό για κάθε φάση (Bybee et al. 2006).

Η ακολουθία αυτή βοηθά τον εκπαιδευτικό να σχεδιάσει τη μετάβαση από τις προηγούμενες γνώσεις και αντιλήψεις των μαθητών προς τη διερεύνηση και την ανάπτυξη επιστημονικής κατανόησης (Bybee et al. 2006, Driver et al. 1994). Ο σχεδιασμός δεν αφορά μόνο το περιεχόμενο που θα παρουσιαστεί, αλλά και τη μαθησιακή πορεία: ποιες ιδέες έχουν αρχικά οι μαθητές/μαθήτριες, ποια εμπειρία θα τους επιτρέψει να τις εξετάσουν, πώς θα συνδέσουν τα ευρήματά τους με την επιστημονική εξήγηση και πώς θα εφαρμόσουν τη νέα γνώση.

Η δομή αυτή είναι χρήσιμη στη Φυσική, όπου χρειάζεται συχνά να συνδεθούν πειραματικές δραστηριότητες, εννοιολογικές εξηγήσεις, μαθηματικές σχέσεις και διαφορετικές αναπαραστάσεις (McDermott & Redish 1999, Redish 2003, Docktor & Mestre 2014). Το 5E επιτρέπει στον εκπαιδευτικό να οργανώσει μια πορεία από το φαινόμενο και τις αρχικές σκέψεις των μαθητών προς την επιστημονική ερμηνεία και την εφαρμογή της (Bybee et al. 2006, Etkina & Van Heuvelen 2007).

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού διαφοροποιείται στις πέντε φάσεις. Στην Εμπλοκή προκαλεί το ενδιαφέρον και αναδεικνύει τις αρχικές αντιλήψεις. Στην Εξερεύνηση οργανώνει τη

διερεύνηση, παρακολουθεί τους μαθητές/μαθήτριες και παρέχει υποστήριξη όπου χρειάζεται. Στην Επεξήγηση τους βοηθά να συνδέσουν παρατηρήσεις και δεδομένα με επιστημονικές έννοιες. Στην Επεξεργασία προσφέρει ευκαιρίες εφαρμογής της γνώσης σε νέα πλαίσια, ενώ στην Αξιολόγηση εξετάζει την πρόοδο και τις δυσκολίες τους (Bybee et al. 2006). Ο βαθμός καθοδήγησης μπορεί, επομένως, να μεταβάλλεται ανάλογα με τη φάση, τη δυσκολία του αντικειμένου και τις ανάγκες των μαθητών (Dobber et al. 2017, Lazonder & Harmsen 2016).

Οι απαντήσεις των μαθητών σε όλη αυτή την πορεία μπορούν να αξιοποιηθούν διαμορφωτικά (Black & Wiliam 1998). Οι αρχικές προβλέψεις, οι δυσκολίες κατά τη διερεύνηση και οι εξηγήσεις που διατυπώνονται αργότερα δείχνουν στον εκπαιδευτικό πώς εξελίσσεται η κατανόηση (Bybee et al. 2006). Με βάση αυτά τα στοιχεία μπορεί να αποφασίσει αν χρειάζεται περισσότερη καθοδήγηση, πρόσθετη διερεύνηση ή επανεξέταση μιας έννοιας. Έτσι, η αξιολόγηση τροφοδοτεί τις επόμενες διδακτικές αποφάσεις (Black & Wiliam 1998, Dobber et al. 2017).

Το 5E μπορεί επίσης να λειτουργήσει ως εργαλείο αναστοχασμού κατά την προετοιμασία μιας ενότητας. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να εξετάζει αν το αρχικό πρόβλημα αναδεικνύει τις αντιλήψεις των μαθητών, αν η διερεύνηση παρέχει κατάλληλα δεδομένα, τότε χρειάζεται να εισαχθεί η επιστημονική εξήγηση και πώς θα διαπιστωθεί αν οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να εφαρμόσουν τη νέα γνώση (Bybee et al. 2006). Με αυτόν τον τρόπο συνδέει πιο συστηματικά τους στόχους, τις δραστηριότητες και την αξιολόγηση.

Η ύπαρξη του μοντέλου, ωστόσο, δεν εξασφαλίζει από μόνη της ποιοτική διδασκαλία (Anderson 2002, Crawford 2007). Η εφαρμογή του εξαρτάται από τις γνώσεις και τις διδακτικές αποφάσεις του εκπαιδευτικού, την ποιότητα των δραστηριοτήτων και της καθοδήγησης, αλλά και από τον χρόνο, το πρόγραμμα σπουδών, την υποδομή και τη σύνθεση της τάξης (Crawford 2007, Dobber et al. 2017, Akuma & Callaghan 2019). Το 5E είναι, επομένως, πιο χρήσιμο ως **ευέλικτο πλαίσιο σχεδιασμού** που προσαρμόζεται στους στόχους του μαθήματος και στις πραγματικές συνθήκες της τάξης, παρά ως σταθερή συνταγή πέντε βημάτων (Bybee et al. 2006).

Δ4. Νεότερες προσεγγίσεις στη διερευνητική μάθηση: Το πλαίσιο των Pedaste et al.

Η εξέλιξη της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη πλαισίων που επιχειρούν να περιγράψουν με μεγαλύτερη συστηματικότητα τις διαδικασίες μέσα από τις οποίες οργανώνεται η διερεύνηση (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015). Σημαντική συμβολή προς αυτή την κατεύθυνση αποτελεί το πλαίσιο των Pedaste et al. (2015), το οποίο προέκυψε από συστηματική ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας και επιχείρησε να συνθέσει διαφορετικές περιγραφές του κύκλου της διερευνητικής μάθησης σε ένα ενιαίο θεωρητικό σχήμα.

Δ4.1. Η σύγχρονη εξέλιξη της διερευνητικής μάθησης

Όπως αναφέρθηκε στο θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας, η διερευνητική μάθηση δεν ταυτίζεται με μια διαδικασία ελεύθερης ανακάλυψης κατά την οποία οι μαθητές/μαθήτριες εργάζονται χωρίς ουσιαστική καθοδήγηση (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Αντίθετα, μπορεί να οργανώνεται ως μια δυναμική μαθησιακή διαδικασία, στην οποία οι μαθητές/μαθήτριες διερευνούν ερωτήματα και προβλήματα, συλλέγουν και ερμηνεύουν δεδομένα, αναπτύσσουν συμπεράσματα και αναστοχάζονται σχετικά με τη διαδικασία και τα αποτελέσματα της διερεύνησής τους (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015).

Οι Pedaste et al. (2015), μέσα από συστηματική ανασκόπηση διαφορετικών μοντέλων διερευνητικής μάθησης, πρότειναν ένα συνθετικό πλαίσιο που περιλαμβάνει πέντε γενικές φάσεις: **Προσανατολισμό (Orientation)**, **Εννοιολόγηση (Conceptualization)**, **Διερεύνηση (Investigation)**, **Συμπέρασμα (Conclusion)** και **Συζήτηση (Discussion)**. Οι φάσεις αυτές περιλαμβάνουν επιμέρους διαδικασίες και δεν συγκροτούν υποχρεωτικά μια αυστηρά γραμμική ακολουθία. Οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να επιστρέφουν σε προηγούμενες φάσεις, να αναθεωρούν ερωτήματα και υποθέσεις και να επανεξετάζουν την ερμηνεία των δεδομένων τους καθώς εξελίσσεται η διερεύνηση (Pedaste et al., 2015).

Στον Προσανατολισμό, οι μαθητές/μαθήτριες εισάγονται σε ένα θέμα ή πρόβλημα με στόχο την ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος και της περιέργειάς τους. Η Εννοιολόγηση αφορά την ανάπτυξη ερευνητικών ερωτημάτων ή υποθέσεων που μπορούν να καθοδηγήσουν την επόμενη φάση. Κατά τη Διερεύνηση, πραγματοποιούνται διαδικασίες εξερεύνησης ή πειραματισμού και συλλέγονται και ερμηνεύονται δεδομένα. Στη φάση του Συμπεράσματος, τα αποτελέσματα

συνδέονται με τα αρχικά ερωτήματα ή τις υποθέσεις, ώστε να διαμορφωθούν τεκμηριωμένα συμπεράσματα (Pedaste et al., 2015).

Ιδιαίτερη θέση στο συγκεκριμένο πλαίσιο κατέχει η Συζήτηση, η οποία συνδέεται με δύο βασικές διαδικασίες: την επικοινωνία και τον αναστοχασμό. Οι μαθητές/μαθήτριες παρουσιάζουν και συζητούν τα αποτελέσματά τους, εξετάζουν τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιήθηκε η διερεύνηση και μπορούν να αναθεωρήσουν στοιχεία της σκέψης ή της μεθοδολογίας τους. Η επικοινωνία και ο αναστοχασμός δεν περιορίζονται υποχρεωτικά στο τέλος, αλλά μπορούν να εμφανίζονται σε διαφορετικά σημεία του κύκλου. Αυτό αποτελεί ένα από τα χαρακτηριστικά που αναδεικνύουν τον δυναμικό και επαναληπτικό χαρακτήρα της διερευνητικής μάθησης (Pedaste et al., 2015).

Σε σχέση με το μοντέλο 5E, το πλαίσιο των Pedaste et al. δεν χρειάζεται να αντιμετωπιστεί ως ανταγωνιστικό ή ως αντικατάστασή του. Τα δύο πλαίσια έχουν διαφορετικό προσανατολισμό. Το 5E λειτουργεί κυρίως ως διδακτικό μοντέλο οργάνωσης μιας μαθησιακής ακολουθίας, ενώ το πλαίσιο των Pedaste et al. επιχειρεί να συνθέσει και να περιγράψει τις βασικές φάσεις και διαδικασίες που εμφανίζονται στη διερευνητική μάθηση (Bybee et al. 2006, Pedaste et al. 2015). Παρά τις διαφορές τους, και τα δύο αναδεικνύουν τη σημασία της ενεργού συμμετοχής των μαθητών, της επεξεργασίας εμπειριών και δεδομένων, της ανάπτυξης εξηγήσεων και του αναστοχασμού (Bybee et al. 2006, Pedaste et al. 2015).

Δ4.2. Ψηφιακά περιβάλλοντα και τεχνολογικά υποστηριζόμενη διερεύνηση

Η διερευνητική μάθηση μπορεί επίσης να υποστηριχθεί από ψηφιακά εργαλεία και περιβάλλοντα, τα οποία διευρύνουν τις δυνατότητες πειραματισμού, συλλογής δεδομένων και αναπαράστασης φυσικών φαινομένων (de Jong et al., 2013). Προσομοιώσεις, εικονικά εργαστήρια και ψηφιακά εργαλεία συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων μπορούν να ενσωματωθούν σε διαφορετικές φάσεις ενός κύκλου διερεύνησης, ιδιαίτερα όταν η πραγματοποίηση ενός αντίστοιχου πειράματος στο σχολικό εργαστήριο είναι δύσκολη λόγω περιορισμών χρόνου, εξοπλισμού ή της φύσης του φαινομένου (de Jong et al. 2013, Pedaste et al. 2015).

Στη διδασκαλία της Φυσικής, οι δυνατότητες αυτές παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς αρκετές μεταβλητές και φυσικές διαδικασίες μπορούν να οπτικοποιηθούν ή να μεταβληθούν συστηματικά σε ένα ψηφιακό περιβάλλον (de Jong et al., 2013). Οι

μαθητές/μαθήτριες μπορούν, για παράδειγμα, να μεταβάλλουν παραμέτρους ενός συστήματος, να παρατηρούν άμεσα τις συνέπειες των μεταβολών, να πραγματοποιούν επαναλαμβανόμενες δοκιμές και να συγκρίνουν τα αποτελέσματά τους. Η τεχνολογία μπορεί έτσι να διευκολύνει τη σύνδεση μεταξύ φυσικού φαινομένου, δεδομένων και διαφορετικών αναπαραστάσεων (de Jong et al. 2013, Docktor & Mestre 2014).

Ωστόσο, η χρήση ψηφιακών εργαλείων δεν καθιστά από μόνη της μια δραστηριότητα διερευνητική (de Jong et al., 2013). Η εκπαιδευτική τους αξία εξαρτάται από τα ερωτήματα που τίθενται, τις αποφάσεις που καλούνται να λάβουν οι μαθητές/μαθήτριες, τον τρόπο με τον οποίο επεξεργάζονται τα δεδομένα και την καθοδήγηση που παρέχεται (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Επομένως, η τεχνολογία λειτουργεί ως μέσο υποστήριξης της διερεύνησης και όχι ως υποκατάστατο της διερευνητικής διαδικασίας ή του εκπαιδευτικού (de Jong et al. 2013, Dobber et al. 2017).

Η τεχνολογικά υποστηριζόμενη διερεύνηση αναδεικνύει παράλληλα τη σημασία της ισορροπίας μεταξύ μαθητικής αυτονομίας και εκπαιδευτικής καθοδήγησης (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Ο εκπαιδευτικός εξακολουθεί να οργανώνει το μαθησιακό περιβάλλον, να υποστηρίζει τη διατύπωση κατάλληλων ερωτημάτων, να βοηθά τους μαθητές/μαθήτριες όταν εμφανίζονται εννοιολογικές ή διαδικαστικές δυσκολίες και να προωθεί την τεκμηρίωση και τον αναστοχασμό (Dobber et al. 2017, Pedaste et al. 2015). Η καθοδήγηση μπορεί να διαφοροποιείται ανάλογα με τη φάση της διερεύνησης, την προηγούμενη εμπειρία των μαθητών και την πολυπλοκότητα του προβλήματος (Lazonder & Harmsen, 2016).

Δ4.3. Σύνδεση των νεότερων προσεγγίσεων με τη διδασκαλία της Φυσικής

Το πλαίσιο των Pedaste et al. (2015) παρουσιάζει ιδιαίτερη συνάφεια με τη διδασκαλία της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, επειδή οι διαδικασίες που περιγράφει μπορούν να συνδεθούν άμεσα με τη διερεύνηση φυσικών φαινομένων (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015). Οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να ξεκινούν από την παρατήρηση ενός φαινομένου ή την παρουσίαση ενός προβλήματος, να διατυπώνουν ερωτήματα και υποθέσεις, να σχεδιάζουν ή να ακολουθούν κατάλληλες διαδικασίες διερεύνησης, να συλλέγουν και να αναλύουν δεδομένα και να εξετάζουν κατά πόσο τα αποτελέσματα υποστηρίζουν τις αρχικές τους προβλέψεις (National Research Council 2000, Pedaste et al. 2015).

Η συγκεκριμένη λογική είναι σημαντική στη Φυσική, καθώς επιτρέπει τη σύνδεση της εμπειρικής διερεύνησης με την ανάπτυξη επιστημονικών μοντέλων και τη μαθηματική περιγραφή (McDermott & Redish 1999, Etkina & Van Heuvelen 2007). Για παράδειγμα, η διερεύνηση της κίνησης ενός σώματος μπορεί να ξεκινήσει από ένα ερώτημα σχετικά με τη σχέση μεταξύ φυσικών μεγεθών, να οδηγήσει στη συλλογή μετρήσεων και στην κατασκευή γραφικών παραστάσεων και να καταλήξει στην αξιολόγηση μιας αρχικής υπόθεσης. Παράλληλα, ο αναστοχασμός μπορεί να αφορά όχι μόνο το τελικό συμπέρασμα, αλλά και την αξιοπιστία των μετρήσεων, την επιλογή των μεταβλητών και την επάρκεια της ερμηνείας (Pedaste et al. 2015, National Research Council 2006).

Το πλαίσιο αυτό επιτρέπει επίσης να γίνει περισσότερο εμφανής η μη γραμμικότητα της επιστημονικής διερεύνησης (Pedaste et al., 2015). Εάν τα δεδομένα δεν υποστηρίζουν μια αρχική υπόθεση, οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να επιστρέψουν στη διατύπωση του ερωτήματος, να τροποποιήσουν τη διαδικασία ή να επανεξετάσουν την ερμηνεία τους (Pedaste et al., 2015). Η δυνατότητα αναθεώρησης είναι σημαντική για την κατανόηση της διερεύνησης όχι ως μιας προκαθορισμένης σειράς βημάτων που οδηγεί πάντοτε στο αναμενόμενο αποτέλεσμα, αλλά ως διαδικασίας στην οποία τα συμπεράσματα αξιολογούνται με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία (National Research Council 2000, 2012, Pedaste et al. 2015).

Συνεπώς, το πλαίσιο των Pedaste et al. (2015) συμπληρώνει τη συζήτηση του μοντέλου 5E, αναδεικνύοντας με μεγαλύτερη σαφήνεια επιμέρους διαδικασίες της διερεύνησης, όπως η διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, ο πειραματισμός, η ερμηνεία δεδομένων, η επικοινωνία και ο αναστοχασμός (Bybee et al. 2006, Pedaste et al. 2015). Για την παρούσα μελέτη, η σημασία των δύο πλαισίων βρίσκεται κυρίως στο ότι αναδεικνύουν τη διερευνητική μάθηση ως μια οργανωμένη αλλά εύελικτη διαδικασία, στην οποία η μαθητική αυτονομία συνυπάρχει με την εκπαιδευτική καθοδήγηση (Hmelo-Silver et al. 2007, Lazonder & Harmsen 2016). Η παρατήρηση αυτή συνδέεται άμεσα με το ενδιαφέρον της έρευνας για τις αντιλήψεις και τις εμπειρίες των εκπαιδευτικών σχετικά με την εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης στη διδασκαλία της Φυσικής.

Κεφάλαιο Ε. Μεθοδολογία της έρευνας

Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει τη μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε για τη διερεύνηση των αντιλήψεων και των εμπειριών εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση σχετικά με τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (Inquiry-Based

Learning – IBL). Η μεθοδολογία της έρευνας διαμορφώθηκε σε άμεση συνάρτηση με τον σκοπό και τα ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης, με έμφαση στον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τη διερευνητική μάθηση, στον ρόλο που αποδίδουν στον εκπαιδευτικό και στους μαθητές/μαθήτριες, καθώς και στους παράγοντες που θεωρούν ότι διευκολύνουν ή περιορίζουν την εφαρμογή διερευνητικών πρακτικών στη διδασκαλία της Φυσικής.

Η έρευνα βασίστηκε στη συλλογή δεδομένων μέσω δομημένου ερωτηματολογίου, το οποίο περιλάμβανε τόσο κλειστού τύπου ερωτήσεις, κυρίως για την καταγραφή δημογραφικών και επαγγελματικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων, όσο και ανοικτού τύπου ερωτήσεις που επέτρεψαν στους εκπαιδευτικούς να αναπτύξουν ελεύθερα τις απόψεις, τις εμπειρίες και τους προβληματισμούς τους. Η κύρια αναλυτική έμφαση της έρευνας δόθηκε στα ποιοτικά δεδομένα που προέκυψαν από τις ανοικτές ερωτήσεις, ενώ τα δεδομένα των κλειστών ερωτήσεων αξιοποιήθηκαν περιγραφικά για την παρουσίαση των χαρακτηριστικών του δείγματος και του βαθμού εξοικείωσης των συμμετεχόντων με τη διερευνητική μάθηση.

Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται ο ερευνητικός σχεδιασμός, οι συμμετέχοντες και η διαδικασία επιλογής τους, η δομή και το περιεχόμενο του ερευνητικού εργαλείου, η διαδικασία συλλογής των δεδομένων και οι ηθικές παράμετροι που λήφθηκαν υπόψη κατά τη διεξαγωγή της έρευνας. Τέλος, περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων, με ιδιαίτερη έμφαση στη θεματική ανάλυση των ανοικτών απαντήσεων, μέσω της οποίας επιδιώχθηκε ο συστηματικός εντοπισμός, η οργάνωση και η ερμηνεία επαναλαμβανόμενων θεμάτων και μοτίβων που σχετίζονται με τα ερευνητικά ερωτήματα.

E1. Σχεδιασμός της έρευνας

Η παρούσα μελέτη ακολούθησε περιγραφικό και διερευνητικό ερευνητικό σχεδιασμό, με κυρίαρχο ποιοτικό προσανατολισμό. Η επιλογή αυτή συνδέθηκε άμεσα με τον σκοπό της έρευνας, ο οποίος δεν ήταν η πειραματική μέτρηση της αποτελεσματικότητας της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση ούτε ο έλεγχος αιτιωδών σχέσεων μεταξύ μεταβλητών, αλλά η διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται, ερμηνεύουν και, όπου υπάρχει σχετική εμπειρία, εφαρμόζουν τη διερευνητική μάθηση στο πλαίσιο της διδασκαλίας της Φυσικής.

Η ποιοτική προσέγγιση κρίθηκε ιδιαίτερα κατάλληλη για τη διερεύνηση των συγκεκριμένων ερευνητικών ερωτημάτων, καθώς επιτρέπει την εξέταση των αντιλήψεων, των εμπειριών και

των νοημάτων που αποδίδουν οι συμμετέχοντες σε ένα εκπαιδευτικό φαινόμενο (Creswell & Poth 2018, Tisdell & Merriam 2025). Στην παρούσα μελέτη, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν όχι μόνο οι γενικές στάσεις των εκπαιδευτικών απέναντι στην IBL, αλλά και ο τρόπος με τον οποίο περιγράφουν τον ρόλο του εκπαιδευτικού και των μαθητών, τις δυνατότητες εφαρμογής της προσέγγισης, τα εμπόδια που συναντούν ή αναμένουν να συναντήσουν και τις συνθήκες που θεωρούν απαραίτητες για τη συστηματικότερη αξιοποίησή της.

Η επιλογή αυτή παρουσιάζει ιδιαίτερη συνάφεια με το θεωρητικό πλαίσιο της μελέτης. Όπως αναπτύχθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, η εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης δεν εξαρτάται αποκλειστικά από την επιλογή συγκεκριμένων δραστηριοτήτων, αλλά συνδέεται με τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη μάθηση, τον βαθμό μαθητικής αυτονομίας, τη φύση και την έκταση της εκπαιδευτικής καθοδήγησης, καθώς και με τις συνθήκες μέσα στις οποίες πραγματοποιείται η διδασκαλία (Crawford 2007, Dobber et al. 2017). Παράγοντες όπως ο διαθέσιμος διδακτικός χρόνος, οι απαιτήσεις του αναλυτικού προγράμματος και του εξεταστικού συστήματος, οι διαθέσιμοι υλικοτεχνικοί πόροι και η επαγγελματική προετοιμασία των εκπαιδευτικών μπορούν επίσης να επηρεάσουν την εφαρμογή διερευνητικών πρακτικών (Anderson 2002, Akuma & Callaghan 2019).

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω δομημένου ερωτηματολογίου, το οποίο συνδύαζε κλειστού και ανοικτού τύπου ερωτήσεις. Οι κλειστές ερωτήσεις χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την καταγραφή βασικών δημογραφικών και επαγγελματικών χαρακτηριστικών του δείγματος, όπως το φύλο, η ηλικιακή ομάδα, τα χρόνια διδακτικής εμπειρίας, ο χώρος εργασίας, το επίπεδο σπουδών και η προηγούμενη συμμετοχή σε επιμόρφωση σχετική με την IBL. Τα στοιχεία αυτά αξιοποιήθηκαν περιγραφικά και όχι με σκοπό τη στατιστική γενίκευση των αποτελεσμάτων στον ευρύτερο πληθυσμό των εκπαιδευτικών Φυσικής.

Αντίθετα, οι ανοικτού τύπου ερωτήσεις αποτέλεσαν τον κύριο κορμό του ερευνητικού υλικού. Μέσω αυτών, οι συμμετέχοντες είχαν τη δυνατότητα να διατυπώσουν με δικά τους λόγια τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνονται τη διερευνητική μάθηση, τις διαφορές της από περισσότερο παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας, τον ρόλο του εκπαιδευτικού και των μαθητών, τα πλεονεκτήματα και τους πιθανούς περιορισμούς της, καθώς και τους παράγοντες που θεωρούν ότι επηρεάζουν τη δυνατότητα εφαρμογής της στη σχολική πράξη. Η χρήση ανοικτών ερωτήσεων κρίθηκε κατάλληλη, καθώς δεν περιόριζε τις απαντήσεις των

συμμετεχόντων σε προκαθορισμένες κατηγορίες και επέτρεπε την ανάδειξη διαφορετικών αντιλήψεων και εμπειριών (Cohen et al., 2018).

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του ερευνητικού σχεδιασμού αποτέλεσε η διαφοροποίηση μέρους του ερωτηματολογίου ανάλογα με τον βαθμό προηγούμενης εξοικείωσης των συμμετεχόντων με την IBL. Οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να δηλώσουν εάν δεν γνώριζαν τη διερευνητική μάθηση, εάν τη γνώριζαν αλλά δεν την είχαν εφαρμόσει ή εάν τη γνώριζαν και την είχαν ήδη εφαρμόσει στη διδασκαλία τους. Ανάλογα με την απάντησή τους, ακολουθούσαν διαφορετικές ομάδες ερωτήσεων, ώστε οι απαντήσεις να ανταποκρίνονται στο επίπεδο γνώσης και πραγματικής εμπειρίας κάθε συμμετέχοντα.

Η διακλάδωση αυτή επέτρεψε τη συλλογή δεδομένων από εκπαιδευτικούς με διαφορετικό βαθμό σχέσης με τη διερευνητική μάθηση. Για τους εκπαιδευτικούς χωρίς προηγούμενη γνώση της IBL διερευνήθηκαν κυρίως οι αντιλήψεις τους σχετικά με το πώς θα μπορούσε να διαμορφωθεί μια περισσότερο διερευνητική προσέγγιση στη Φυσική και ποιες δυσκολίες θα ανέμεναν κατά την εφαρμογή της. Για τους εκπαιδευτικούς που γνώριζαν την IBL αλλά δεν την είχαν εφαρμόσει, διερευνήθηκαν οι λόγοι μη εφαρμογής, τα εμπόδια που θεωρούσαν σημαντικά και οι συνθήκες υπό τις οποίες θα ήταν διατεθειμένοι να την αξιοποιήσουν. Τέλος, για όσους είχαν ήδη εφαρμόσει διερευνητικές δραστηριότητες, ζητήθηκαν συγκεκριμένα παραδείγματα εφαρμογής, εκτιμήσεις σχετικά με την ανταπόκριση και τη συμμετοχή των μαθητών, παρατηρήσεις για πιθανές διαφοροποιήσεις στην κατανόηση, καθώς και οι δυσκολίες που αντιμετώπισαν κατά την εφαρμογή.

Με τον τρόπο αυτό, ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου επέτρεψε να διακριθούν οι αντιλήψεις και οι προσδοκίες εκπαιδευτικών χωρίς πρακτική εμπειρία από τις απόψεις που βασίζονταν σε πραγματικές εμπειρίες εφαρμογής. Η διάκριση αυτή είναι σημαντική για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, καθώς μια αναμενόμενη δυσκολία εφαρμογής δεν ταυτίζεται κατ' ανάγκη με μια δυσκολία που έχει πράγματι αντιμετωπιστεί στη διδακτική πράξη.

Παράλληλα, κοινές ερωτήσεις προς το σύνολο των συμμετεχόντων διερεύνησαν την επίδραση του αναλυτικού προγράμματος και του εξεταστικού συστήματος στις διδακτικές επιλογές, τις πιθανές διαφορές μεταξύ σχολείου και φροντιστηρίου ως προς τις δυνατότητες εφαρμογής διερευνητικών πρακτικών, τα αντιλαμβανόμενα πλεονεκτήματα της IBL, τις πιθανές επιφυλάξεις απέναντι στην προσέγγιση και τις μορφές υποστήριξης που θα μπορούσαν να διευκολύνουν τη συστηματικότερη εφαρμογή της.

Τα δεδομένα που προέκυψαν από τις ανοικτές ερωτήσεις αντιμετωπίστηκαν ως το κύριο ποιοτικό υλικό της μελέτης και αναλύθηκαν με θεματική ανάλυση, σύμφωνα με το πλαίσιο των Braun και Clarke (2006). Η διαδικασία αυτή επέτρεψε τον εντοπισμό επαναλαμβανόμενων μοτίβων νοήματος, αλλά και την καταγραφή διαφοροποιήσεων μεταξύ των συμμετεχόντων. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε συνάρτηση με τα ερευνητικά ερωτήματα, χωρίς ωστόσο να περιορίζεται αποκλειστικά σε προκαθορισμένες κατηγορίες, ώστε να είναι δυνατή η ανάδειξη θεμάτων που προέκυπταν από το ίδιο το ερευνητικό υλικό.

Συνολικά, ο περιγραφικός και διερευνητικός σχεδιασμός με κυρίαρχο ποιοτικό προσανατολισμό κρίθηκε κατάλληλος για τον σκοπό της παρούσας μελέτης, καθώς επέτρεψε τη συστηματική διερεύνηση των αντιλήψεων και των εμπειριών των εκπαιδευτικών σχετικά με τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση, διατηρώντας παράλληλα τη δυνατότητα περιγραφικής αποτύπωσης βασικών χαρακτηριστικών του δείγματος. Η προσέγγιση αυτή δεν αποσκοπεί στη στατιστική γενίκευση των ευρημάτων στον συνολικό πληθυσμό των εκπαιδευτικών Φυσικής, αλλά στην πληρέστερη κατανόηση των διαφορετικών τρόπων με τους οποίους οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται και βιώνουν τη διερευνητική μάθηση στο πλαίσιο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

E2. Συμμετέχοντες στην έρευνα

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν συνολικά τριάντα ($N = 30$) εκπαιδευτικοί που διδάσκουν Φυσική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Η επιλογή των συμμετεχόντων πραγματοποιήθηκε με σκόπιμη δειγματοληψία (purposive sampling), καθώς βασικό κριτήριο συμμετοχής αποτέλεσε η ύπαρξη άμεσης επαγγελματικής εμπειρίας στη διδασκαλία της Φυσικής. Η συγκεκριμένη επιλογή ήταν συμβατή με τον σκοπό και τον ποιοτικό προσανατολισμό της έρευνας, δεδομένου ότι επιδιώχθηκε η συγκέντρωση απόψεων και εμπειριών από άτομα που είχαν άμεση σχέση με το υπό διερεύνηση εκπαιδευτικό πεδίο και μπορούσαν να τοποθετηθούν στα ζητήματα που εξετάζονταν (Creswell & Poth 2018, Tisdell & Merriam 2025).

Ως προς το φύλο, στο δείγμα συμμετείχαν 16 άνδρες (53,3%) και 14 γυναίκες (46,7%), παρουσιάζοντας σχετικά ισορροπημένη κατανομή. Αναφορικά με την ηλικία, 6 συμμετέχοντες (20,0%) ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα 23–30 ετών, 6 (20,0%) στην ομάδα 31–40 ετών, 10 (33,3%) στην ομάδα 41–50 ετών, 5 (16,7%) στην ομάδα 51–60 ετών και 3 (10,0%) ήταν ηλικίας 61 ετών και άνω. Η παρουσία εκπαιδευτικών από διαφορετικές ηλικιακές ομάδες

επέτρεψε τη συγκέντρωση απόψεων από συμμετέχοντες που βρίσκονταν σε διαφορετικά στάδια της επαγγελματικής τους πορείας.

Αντίστοιχη διαφοροποίηση παρατηρήθηκε στα χρόνια διδακτικής εμπειρίας. Επτά εκπαιδευτικοί (23,3%) δήλωσαν διδακτική εμπειρία έως 5 έτη, 10 (33,3%) από 6 έως 10 έτη, 7 (23,3%) από 11 έως 20 έτη και 6 (20,0%) περισσότερα από 21 έτη. Συνεπώς, στο δείγμα εκπροσωπούνταν τόσο εκπαιδευτικοί με σχετικά περιορισμένη διδακτική προϋπηρεσία όσο και εκπαιδευτικοί με πολυετή εμπειρία στη διδασκαλία.

Ως προς τον χώρο εργασίας, 14 συμμετέχοντες (46,7%) δήλωσαν ότι εργάζονταν σε δημόσιο σχολείο και 13 (43,3%) σε φροντιστήριο, ενώ 1 εκπαιδευτικός (3,3%) δήλωσε ιδιωτικό σχολείο. Επιπλέον, 2 συμμετέχοντες (6,7%) δήλωσαν ταυτόχρονη απασχόληση σε δημόσιο σχολείο, ιδιωτικό σχολείο και φροντιστήριο. Η διαφοροποίηση ως προς το επαγγελματικό πλαίσιο παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την παρούσα έρευνα, καθώς οι συνθήκες διδασκαλίας, οι διαθέσιμοι πόροι, ο αριθμός των μαθητών, ο διαθέσιμος χρόνος και οι απαιτήσεις που συνδέονται με την κάλυψη της ύλης και τις εξετάσεις ενδέχεται να διαφοροποιούνται ανάλογα με το εκπαιδευτικό περιβάλλον.

Σε σχέση με το ανώτατο επίπεδο σπουδών, 8 συμμετέχοντες (26,7%) δήλωσαν ως υψηλότερο ακαδημαϊκό προσόν το πτυχίο, 16 (53,3%) μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών και 6 (20,0%) διδακτορικό τίτλο. Επομένως, 22 από τους 30 συμμετέχοντες (73,3%) διέθεταν μεταπτυχιακό ή διδακτορικό τίτλο, στοιχείο που αποτυπώνει το ακαδημαϊκό υπόβαθρο του συγκεκριμένου δείγματος χωρίς, ωστόσο, να θεωρείται αντιπροσωπευτικό του συνόλου των εκπαιδευτικών Φυσικής.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η προηγούμενη επιμόρφωση των συμμετεχόντων σχετικά με τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση. Από τους 30 εκπαιδευτικούς, 8 (26,7%) δήλωσαν ότι είχαν παρακολουθήσει σχετική επιμόρφωση, ενώ 22 (73,3%) απάντησαν ότι δεν είχαν παρακολουθήσει. Το στοιχείο αυτό είναι σημαντικό για την κατανόηση του πλαισίου μέσα στο οποίο διαμορφώνονται οι αντιλήψεις των συμμετεχόντων, καθώς η εξοικείωση με τη διερευνητική μάθηση δεν προϋποθέτει απαραίτητα προηγούμενη οργανωμένη επιμόρφωση.

Η διαφοροποίηση αυτή γίνεται περισσότερο εμφανής στις απαντήσεις σχετικά με τον βαθμό εξοικείωσης με την IBL. Επτά συμμετέχοντες (23,3%) δήλωσαν ότι δεν γνώριζαν τη διερευνητική μάθηση, 12 (40,0%) ότι τη γνώριζαν αλλά δεν την είχαν εφαρμόσει και 11 (36,7%) ότι τη γνώριζαν και την είχαν ήδη εφαρμόσει στη διδακτική τους πρακτική. Συνεπώς,

23 από τους 30 συμμετέχοντες (76,7%) δήλωσαν κάποια προηγούμενη γνώση της IBL, ενώ λιγότεροι από τους μισούς του συνολικού δείγματος είχαν άμεση εμπειρία εφαρμογής της.

Η διαφοροποίηση ως προς την προηγούμενη γνώση και εμπειρία εφαρμογής αποτέλεσε σημαντικό χαρακτηριστικό του δείγματος και λήφθηκε υπόψη στον σχεδιασμό του ερωτηματολογίου. Οι εκπαιδευτικοί που δεν γνώριζαν την IBL κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις που αφορούσαν κυρίως τον τρόπο με τον οποίο φαντάζονταν μια περισσότερο διερευνητική προσέγγιση και τις δυσκολίες που θεωρούσαν ότι θα μπορούσαν να αντιμετωπίσουν. Όσοι γνώριζαν την προσέγγιση αλλά δεν την είχαν εφαρμόσει ερωτήθηκαν σχετικά με τους λόγους μη εφαρμογής, τα εμπόδια που θεωρούσαν ότι τους απέτρεπαν και τις συνθήκες υπό τις οποίες θα ήταν διατεθειμένοι να την αξιοποιήσουν. Αντίστοιχα, οι εκπαιδευτικοί με πραγματική εμπειρία εφαρμογής κλήθηκαν να περιγράψουν συγκεκριμένες διερευνητικές δραστηριότητες, την ανταπόκριση των μαθητών, πιθανές διαφοροποιήσεις στη συμμετοχή και στην κατανόηση, καθώς και τις δυσκολίες που είχαν αντιμετωπίσει.

Η συγκεκριμένη σύνθεση του δείγματος επέτρεψε, επομένως, την καταγραφή διαφορετικών οπτικών απέναντι στη διερευνητική μάθηση: από εκπαιδευτικούς χωρίς προηγούμενη εξοικείωση, από εκπαιδευτικούς με θεωρητική γνώση αλλά χωρίς εμπειρία εφαρμογής και από εκπαιδευτικούς που είχαν ήδη ενσωματώσει διερευνητικές δραστηριότητες στη διδασκαλία τους. Κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, η διάκριση αυτή είναι σημαντική, καθώς οι εκτιμήσεις σχετικά με πιθανές δυσκολίες εφαρμογής δεν έχουν το ίδιο βιωματικό υπόβαθρο με τις δυσκολίες που αναφέρονται από εκπαιδευτικούς οι οποίοι έχουν πράγματι εφαρμόσει την IBL.

Το μέγεθος και ο τρόπος συγκρότησης του δείγματος συνδέονται με τον διερευνητικό και κυρίως ποιοτικό χαρακτήρα της μελέτης. Η έρευνα δεν αποσκοπεί στη στατιστική αντιπροσώπευση του συνολικού πληθυσμού των εκπαιδευτικών Φυσικής ούτε στη γενίκευση των ποσοτικών κατανομών που παρατηρήθηκαν. Αντίθετα, τα δημογραφικά και επαγγελματικά χαρακτηριστικά αξιοποιούνται για την περιγραφή του συγκεκριμένου δείγματος και για την καλύτερη κατανόηση του πλαισίου μέσα στο οποίο διαμορφώθηκαν οι απόψεις και οι εμπειρίες των συμμετεχόντων (Creswell & Poth, 2018).

Συνολικά, η ετερογένεια του δείγματος ως προς την ηλικία, τη διδακτική εμπειρία, το εκπαιδευτικό πλαίσιο εργασίας, το επίπεδο σπουδών, την προηγούμενη επιμόρφωση και, κυρίως, τον βαθμό εξοικείωσης με τη διερευνητική μάθηση παρείχε ένα εύρος διαφορετικών οπτικών για τη μελέτη του υπό διερεύνηση φαινομένου. Οι διαφοροποιήσεις αυτές δεν

χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό τη δημιουργία στατιστικά συγκρίσιμων υποομάδων, αλλά ως στοιχεία του πλαισίου που συνέβαλαν στην πληρέστερη ερμηνεία των ποιοτικών δεδομένων.

E3. Ερευνητικό εργαλείο

Για τη συλλογή των δεδομένων της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκε δομημένο ερωτηματολόγιο, το οποίο σχεδιάστηκε με βάση τον σκοπό και τα ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης. Η επιλογή του ερωτηματολογίου κρίθηκε κατάλληλη, καθώς επέτρεψε τη συγκέντρωση δεδομένων από εκπαιδευτικούς με διαφορετικά δημογραφικά και επαγγελματικά χαρακτηριστικά, ενώ παράλληλα παρείχε στους συμμετέχοντες τη δυνατότητα να εκφράσουν με δικά τους λόγια τις αντιλήψεις, τις εμπειρίες και τους προβληματισμούς τους σχετικά με τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (Inquiry-Based Learning – IBL).

Το ερευνητικό εργαλείο συνδύαζε ερωτήσεις κλειστού και ανοικτού τύπου. Οι κλειστού τύπου ερωτήσεις χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την καταγραφή των βασικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων και του βαθμού εξοικειώσής τους με την IBL. Αντίθετα, οι ανοικτού τύπου ερωτήσεις αποτέλεσαν τον βασικό κορμό του ερευνητικού εργαλείου, καθώς επέτρεψαν την αναλυτικότερη διερεύνηση των αντιλήψεων και των εμπειριών των εκπαιδευτικών χωρίς τον περιορισμό προκαθορισμένων επιλογών απάντησης. Η χρήση ανοικτών ερωτήσεων είναι ιδιαίτερα κατάλληλη σε έρευνες διερευνητικού χαρακτήρα, όταν το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στον τρόπο με τον οποίο οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται και ερμηνεύουν ένα συγκεκριμένο φαινόμενο (Cohen et al., 2018).

Η αρχική ομάδα ερωτήσεων του ερωτηματολογίου αφορούσε τα δημογραφικά και επαγγελματικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων. Ειδικότερα, καταγράφηκαν το φύλο, η ηλικιακή ομάδα, τα χρόνια διδακτικής εμπειρίας, ο χώρος εργασίας, το ανώτατο επίπεδο σπουδών και η προηγούμενη συμμετοχή σε επιμόρφωση σχετική με τη διερευνητική μάθηση. Οι πληροφορίες αυτές χρησιμοποιήθηκαν για την περιγραφή του δείγματος και για την καλύτερη κατανόηση του επαγγελματικού και εκπαιδευτικού πλαισίου των συμμετεχόντων και όχι για την πραγματοποίηση στατιστικών συγκρίσεων μεταξύ επιμέρους ομάδων.

Στη συνέχεια, οι ερωτήσεις 7 έως 10 επικεντρώνονταν στις γενικότερες αντιλήψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την IBL. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να περιγράψουν πώς αντιλαμβάνονται τη διερευνητική μάθηση στη Φυσική, τι θεωρούν ότι τη διαφοροποιεί από την παραδοσιακή διδασκαλία, καθώς και ποιος θεωρούν ότι είναι ο ρόλος του εκπαιδευτικού και των μαθητών σε μία διερευνητική διδακτική προσέγγιση. Μέσω των συγκεκριμένων ερωτήσεων επιδιώχθηκε να διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί

νοηματοδοτούν την IBL και αντιλαμβάνονται τη μεταβολή των ρόλων που συνεπάγεται η μετάβαση από περισσότερο δασκαλοκεντρικές σε μαθητοκεντρικές και διερευνητικές μορφές διδασκαλίας.

Κεντρικό σημείο στη δομή του ερωτηματολογίου αποτέλεσε η ερώτηση 11, μέσω της οποίας οι συμμετέχοντες δήλωναν τον βαθμό εξοικείωσής τους με τη διερευνητική μάθηση. Οι διαθέσιμες κατηγορίες ήταν: α) «Δεν τη γνωρίζω», β) «Τη γνωρίζω αλλά δεν την έχω εφαρμόσει» και γ) «Τη γνωρίζω και την έχω εφαρμόσει». Η συγκεκριμένη ερώτηση λειτουργούσε ως σημείο διαφοροποίησης της επόμενης ομάδας ερωτήσεων, ώστε οι συμμετέχοντες να απαντούν σε θέματα που ανταποκρίνονταν στην πραγματική προηγούμενη γνώση και εμπειρία τους.

Ειδικότερα, οι συμμετέχοντες που δήλωσαν ότι δεν γνώριζαν την IBL κλήθηκαν να απαντήσουν στις ερωτήσεις 12Α και 13Α. Οι ερωτήσεις αυτές διερευνούσαν πώς φαντάζονταν ότι θα μπορούσε να διαμορφωθεί μια περισσότερο διερευνητική προσέγγιση στη διδασκαλία της Φυσικής και ποιες δυσκολίες πίστευαν ότι θα αντιμετώπιζαν εάν επιχειρούσαν να την εφαρμόσουν. Με τον τρόπο αυτό ήταν δυνατή η καταγραφή των αυθόρμητων αντιλήψεων και των αναμενόμενων δυσκολιών εκπαιδευτικών χωρίς προηγούμενη εξοικείωση με την προσέγγιση.

Οι συμμετέχοντες που δήλωσαν ότι γνώριζαν τη διερευνητική μάθηση αλλά δεν την είχαν εφαρμόσει ακολούθησαν διαφορετική διαδρομή στο ερωτηματολόγιο και απάντησαν στις ερωτήσεις 12Β, 13Β και 14Β. Οι ερωτήσεις αφορούσαν τους λόγους για τους οποίους δεν είχαν εφαρμόσει την IBL στη διδασκαλία της Φυσικής, τις δυσκολίες ή τα εμπόδια που θεωρούσαν ότι τους είχαν αποτρέψει, καθώς και τις συνθήκες υπό τις οποίες θα ήταν διατεθειμένοι να την εφαρμόσουν. Η συγκεκριμένη ομάδα ερωτήσεων επέτρεψε τη διερεύνηση του πιθανού χάσματος μεταξύ της γνώσης μιας διδακτικής προσέγγισης και της πραγματικής ενσωμάτωσής της στη διδακτική πρακτική.

Αντίστοιχα, οι εκπαιδευτικοί που δήλωσαν ότι γνώριζαν και είχαν ήδη εφαρμόσει την IBL απάντησαν στις ερωτήσεις 12Γ έως 16Γ. Αρχικά, τους ζητήθηκε να περιγράψουν ένα συγκεκριμένο παράδειγμα διερευνητικής μάθησης που είχαν εφαρμόσει. Στη συνέχεια, ερωτήθηκαν για τον τρόπο με τον οποίο ανταποκρίνονται οι μαθητές/μαθήτριες στις διερευνητικές δραστηριότητες, για πιθανές διαφοροποιήσεις που είχαν παρατηρήσει στην κατανόηση ή στη συμμετοχή των μαθητών, για τις δυσκολίες που αντιμετώπιζαν κατά την εφαρμογή της προσέγγισης και, τέλος, για το εάν θα επέλεγαν να εφαρμόσουν ξανά

διερευνητικές δραστηριότητες, αιτιολογώντας την απάντησή τους. Η συγκεκριμένη ομάδα ερωτήσεων ήταν ιδιαίτερα σημαντική, καθώς παρείχε δεδομένα που βασίζονταν σε δηλωμένες εμπειρίες πραγματικής εφαρμογής και όχι αποκλειστικά σε υποθετικές εκτιμήσεις.

Μετά τις διαφοροποιημένες αυτές διαδρομές, το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε μια τελική ομάδα κοινών ερωτήσεων, οι οποίες αφορούσαν ευρύτερους παράγοντες που ενδέχεται να επηρεάζουν την εφαρμογή της IBL. Συγκεκριμένα, εξετάστηκε ο τρόπος με τον οποίο το αναλυτικό πρόγραμμα και το εξεταστικό σύστημα επηρεάζουν τις διδακτικές επιλογές των εκπαιδευτικών, καθώς και οι πιθανές διαφορές μεταξύ σχολείου και φροντιστηρίου ως προς τη δυνατότητα εφαρμογής διερευνητικών πρακτικών. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αναφέρουν τα βασικά πλεονεκτήματα που αποδίδουν στη διερευνητική μάθηση στη Φυσική, πιθανές επιφυλάξεις ή προβληματισμούς σχετικά με την εφαρμογή της και τους παράγοντες ή τις μορφές υποστήριξης που θεωρούν ότι θα τους βοηθούσαν να εφαρμόζουν περισσότερο συστηματικά διερευνητικές πρακτικές.

Η δομή του ερωτηματολογίου επέτρεψε, επομένως, τη συλλογή δεδομένων σε διαφορετικά αλλά αλληλοσυμπληρούμενα επίπεδα. Αρχικά καταγράφηκαν τα χαρακτηριστικά του δείγματος και οι γενικότερες αντιλήψεις για την IBL. Στη συνέχεια, η διαφοροποίηση των ερωτήσεων ανάλογα με τον βαθμό εξοικείωσης επέτρεψε να διακριθούν οι υποθετικές εκτιμήσεις από τις απόψεις εκπαιδευτικών που γνώριζαν την προσέγγιση χωρίς να την έχουν εφαρμόσει και από τις εμπειρίες όσων είχαν ήδη πραγματοποιήσει διερευνητικές δραστηριότητες. Τέλος, οι κοινές ερωτήσεις επέτρεψαν τη διερεύνηση παραγόντων που αφορούν το ευρύτερο εκπαιδευτικό και θεσμικό πλαίσιο εφαρμογής.

Η επιλογή της συγκεκριμένης δομής συνδέθηκε άμεσα με τα τρία ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης. Οι ερωτήσεις σχετικά με την έννοια της IBL, τη διαφοροποίησή της από την παραδοσιακή διδασκαλία και τους ρόλους εκπαιδευτικού και μαθητών συνέβαλαν κυρίως στη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τη διερευνητική μάθηση. Οι ερωτήσεις που αφορούσαν τις δυσκολίες εφαρμογής, το αναλυτικό πρόγραμμα, το εξεταστικό σύστημα, το εκπαιδευτικό πλαίσιο και τις απαιτούμενες μορφές υποστήριξης συνδέθηκαν κυρίως με τη διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την αποτελεσματική εφαρμογή της IBL. Τέλος, οι ερωτήσεις σχετικά με τον ρόλο του εκπαιδευτικού και των μαθητών, την ανταπόκριση των μαθητών και τις παρατηρούμενες διαφοροποιήσεις στην κατανόηση και στη συμμετοχή παρείχαν δεδομένα για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ διδακτικών πρακτικών, εκπαιδευτικού ρόλου και μαθητικής εμπλοκής.

Η χρήση του ερωτηματολογίου ως ερευνητικού εργαλείου παρείχε τη δυνατότητα συγκέντρωσης ενός ενιαίου σώματος δεδομένων από το σύνολο των συμμετεχόντων, διατηρώντας παράλληλα την ευελιξία που προσφέρουν οι ανοικτές ερωτήσεις. Ωστόσο, καθώς οι απαντήσεις στις ανοικτές ερωτήσεις καταγράφηκαν γραπτώς, δεν υπήρχε η δυνατότητα άμεσης υποβολής διευκρινιστικών ή συμπληρωματικών ερωτήσεων, όπως θα μπορούσε να συμβεί σε μια ημιδομημένη συνέντευξη. Το στοιχείο αυτό λαμβάνεται υπόψη κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων και κατά την αποτίμηση των περιορισμών της έρευνας.

Συνολικά, το ερευνητικό εργαλείο σχεδιάστηκε ώστε να εξυπηρετεί με συστηματικό τρόπο τον σκοπό και τα ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης, επιτρέποντας τόσο την περιγραφική αποτύπωση βασικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων όσο και, κυρίως, τη συλλογή ποιοτικού υλικού σχετικά με τις αντιλήψεις, τις εμπειρίες, τις δυσκολίες και τις προϋποθέσεις εφαρμογής της διερευνητικής μάθησης στη διδασκαλία της Φυσικής.

E4. Διαδικασία συλλογής δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω του δομημένου ερωτηματολογίου που περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα. Η διαδικασία οργανώθηκε με τρόπο ώστε να διευκολύνεται η συμμετοχή των εκπαιδευτικών και, παράλληλα, να διατηρείται ενιαία η βασική δομή του ερευνητικού εργαλείου για όλους τους συμμετέχοντες.

Το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηματολογίων διανεμήθηκε και συμπληρώθηκε ηλεκτρονικά μέσω της πλατφόρμας Google Forms, ενώ ένας μικρότερος αριθμός συμμετεχόντων συμπλήρωσε το ερωτηματολόγιο σε έντυπη μορφή. Η αξιοποίηση τόσο ηλεκτρονικής όσο και έντυπης μορφής διευκόλυνε τη συμμετοχή εκπαιδευτικών με διαφορετικές δυνατότητες πρόσβασης ή προτιμήσεις ως προς τον τρόπο συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου, χωρίς να μεταβάλλεται το περιεχόμενο των ερωτήσεων που τους παρουσιάζονταν.

Πριν από τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, οι εκπαιδευτικοί ενημερώθηκαν για τον σκοπό της έρευνας και για το γεγονός ότι η μελέτη πραγματοποιούνταν στο πλαίσιο μεταπτυχιακής διατριβής με αντικείμενο τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση στη διδασκαλία της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Παράλληλα, ενημερώθηκαν για τον εθελοντικό χαρακτήρα της συμμετοχής τους και για την εμπιστευτική διαχείριση των πληροφοριών που θα παρείχαν. Οι ηθικές διαστάσεις της διαδικασίας συλλογής και διαχείρισης των δεδομένων παρουσιάζονται αναλυτικότερα στην Ενότητα E5.

Τα ερωτηματολόγια συμπληρώθηκαν ατομικά και χωρίς άμεση παρέμβαση του ερευνητή κατά τη διατύπωση των απαντήσεων. Η διαδικασία αυτή ήταν ιδιαίτερα σημαντική για τις ερωτήσεις ανοικτού τύπου, καθώς οι συμμετέχοντες είχαν τη δυνατότητα να αναπτύξουν ελεύθερα τις απόψεις και τις εμπειρίες τους, χωρίς καθοδήγηση ως προς το περιεχόμενο ή την έκταση των απαντήσεών τους. Με αυτόν τον τρόπο επιδιώχθηκε οι απαντήσεις να αποτυπώνουν όσο το δυνατόν περισσότερο τις προσωπικές αντιλήψεις, εμπειρίες και εκτιμήσεις των ίδιων των εκπαιδευτικών.

Κατά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου ακολουθήθηκε η διαφοροποιημένη διαδρομή που περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα. Ειδικότερα, μετά τις κοινές ερωτήσεις σχετικά με τα δημογραφικά και επαγγελματικά χαρακτηριστικά και τις γενικότερες αντιλήψεις για την IBL, η ερώτηση 11 προσδιόριζε τον βαθμό εξοικείωσης κάθε συμμετέχοντα με τη διερευνητική μάθηση. Ανάλογα με την απάντηση, οι εκπαιδευτικοί απαντούσαν στην αντίστοιχη ομάδα ερωτήσεων που αφορούσε είτε τις εκτιμήσεις τους χωρίς προηγούμενη γνώση της IBL, είτε τους λόγους μη εφαρμογής της παρά την προηγούμενη γνώση, είτε τις πραγματικές εμπειρίες τους από την εφαρμογή διερευνητικών δραστηριοτήτων.

Η διαφοροποίηση αυτή είχε ως στόχο οι ερωτήσεις να ανταποκρίνονται στην πραγματική σχέση κάθε συμμετέχοντα με τη διερευνητική μάθηση. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύχθηκε, για παράδειγμα, να ζητείται από εκπαιδευτικούς χωρίς προηγούμενη εμπειρία εφαρμογής να περιγράψουν βιωμένες διδακτικές πρακτικές ή την πραγματική ανταπόκριση των μαθητών σε αυτές. Αντίστοιχα, οι εκπαιδευτικοί που είχαν ήδη εφαρμόσει την IBL είχαν τη δυνατότητα να αναφερθούν σε συγκεκριμένες εμπειρίες από τη διδακτική πράξη.

Μετά την ολοκλήρωση της συλλογής των δεδομένων, οι απαντήσεις των ερωτηματολογίων που είχαν συμπληρωθεί σε έντυπη μορφή ενσωματώθηκαν στο ίδιο σύνολο δεδομένων με τις ηλεκτρονικές απαντήσεις. Με τον τρόπο αυτό δημιουργήθηκε ένα ενιαίο σώμα ερευνητικού υλικού, ώστε όλες οι συμμετοχές να μπορούν να εξεταστούν στο πλαίσιο της ίδιας διαδικασίας ανάλυσης.

Ακολούθησε έλεγχος του συγκεντρωμένου υλικού, προκειμένου να διαπιστωθεί ότι οι συμπληρωμένες απαντήσεις των συμμετεχόντων είχαν συμπεριληφθεί στο σύνολο δεδομένων που προοριζόταν για ανάλυση. Το τελικό δείγμα που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα περιλάμβανε τριάντα ($N = 30$) συμμετέχοντες, όπως παρουσιάστηκε στην Ενότητα Ε2.

Κατά την προετοιμασία των δεδομένων για την ανάλυση διατηρήθηκε η διάκριση μεταξύ των κλειστού και των ανοικτού τύπου ερωτήσεων. Τα δεδομένα των κλειστών ερωτήσεων

οργανώθηκαν με σκοπό την περιγραφική παρουσίαση των χαρακτηριστικών του δείγματος και του βαθμού εξοικείωσης των συμμετεχόντων με την IBL. Οι ανοικτές απαντήσεις αποτέλεσαν το κύριο ποιοτικό υλικό της έρευνας και οργανώθηκαν για την επακόλουθη θεματική τους ανάλυση.

Παράλληλα, κατά την οργάνωση του υλικού διατηρήθηκε η διάκριση μεταξύ των τριών κατηγοριών εξοικείωσης με την IBL. Η διάκριση αυτή ήταν απαραίτητη, καθώς οι απαντήσεις των συμμετεχόντων στις διαφοροποιημένες ενότητες του ερωτηματολογίου δεν είχαν την ίδια βάση. Για τους εκπαιδευτικούς χωρίς προηγούμενη γνώση της IBL οι απαντήσεις αφορούσαν κυρίως εκτιμήσεις και προσδοκίες, για όσους γνώριζαν αλλά δεν είχαν εφαρμόσει την προσέγγιση αφορούσαν κυρίως αντιλαμβανόμενα εμπόδια και προϋποθέσεις εφαρμογής, ενώ για όσους είχαν ήδη εφαρμόσει διερευνητικές δραστηριότητες οι απαντήσεις βασίζονταν σε δηλωμένες εμπειρίες από τη διδακτική πράξη.

Η συγκεκριμένη διάκριση λήφθηκε υπόψη και κατά την επακόλουθη ερμηνεία των δεδομένων, προκειμένου να αποφεύγεται η εξίσωση υποθετικών εκτιμήσεων με εμπειρίες πραγματικής εφαρμογής. Παράλληλα, οι κοινές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου επέτρεψαν την εξέταση θεμάτων που αφορούσαν το σύνολο του δείγματος, όπως η επίδραση του αναλυτικού προγράμματος και του εξεταστικού συστήματος, τα πλεονεκτήματα της IBL, οι σχετικές επιφυλάξεις και οι προϋποθέσεις για τη συστηματικότερη εφαρμογή της.

Μετά την ολοκλήρωση της οργάνωσης και του αρχικού ελέγχου των δεδομένων, το ποιοτικό υλικό προετοιμάστηκε για τη διαδικασία κωδικοποίησης και θεματικής ανάλυσης. Η αναλυτική διαδικασία που ακολουθήθηκε για την αναγνώριση κωδικών, την ομαδοποίησή τους και τη διαμόρφωση θεμάτων και υποθεμάτων παρουσιάζεται στην Ενότητα Ε6.

Ε5. Ηθικές πτυχές

Κατά τον σχεδιασμό και τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στις βασικές αρχές δεοντολογίας που διέπουν την εκπαιδευτική έρευνα και, ειδικότερα, στην εθελοντική συμμετοχή, στην ενημέρωση των συμμετεχόντων, στην προστασία της ανωνυμίας και στην εμπιστευτική διαχείριση των δεδομένων. Η τήρηση των αρχών αυτών θεωρήθηκε απαραίτητη τόσο για την προστασία των συμμετεχόντων όσο και για την υπεύθυνη διαχείριση του ερευνητικού υλικού.

Η συμμετοχή των εκπαιδευτικών στην έρευνα ήταν εθελοντική. Πριν από τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν για τον σκοπό της μελέτης και για το

γεγονός ότι η έρευνα πραγματοποιούνταν στο πλαίσιο μεταπτυχιακής διατριβής με αντικείμενο τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση στη διδασκαλία της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Παράλληλα, ενημερώθηκαν για τον εθελοντικό χαρακτήρα της συμμετοχής τους και για την εμπιστευτική διαχείριση των πληροφοριών που θα παρείχαν.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην προστασία της ανωνυμίας των συμμετεχόντων. Το ερωτηματολόγιο δεν απαιτούσε την καταγραφή ονομάτων, συγκεκριμένων σχολικών μονάδων ή άλλων άμεσων προσωπικών αναγνωριστικών στοιχείων. Τα δημογραφικά και επαγγελματικά δεδομένα που συλλέχθηκαν περιορίστηκαν σε γενικές κατηγορίες, όπως το φύλο, η ηλικιακή ομάδα, τα χρόνια διδακτικής εμπειρίας, ο χώρος εργασίας και το επίπεδο σπουδών, οι οποίες ήταν απαραίτητες για την περιγραφή των χαρακτηριστικών του δείγματος.

Η προστασία της ανωνυμίας είναι ιδιαίτερα σημαντική στην παρούσα έρευνα, καθώς οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να εκφράσουν προσωπικές απόψεις και εμπειρίες σχετικά με τη διδακτική τους πρακτική, τις δυσκολίες εφαρμογής της διερευνητικής μάθησης, την επίδραση του αναλυτικού προγράμματος και του εξεταστικού συστήματος, καθώς και τις συνθήκες που θεωρούν ότι περιορίζουν ή διευκολύνουν την εφαρμογή της IBL. Η απουσία άμεσων αναγνωριστικών στοιχείων συνέβαλε στη δημιουργία ενός πλαισίου μέσα στο οποίο οι εκπαιδευτικοί μπορούσαν να διατυπώσουν τις απόψεις τους χωρίς αυτές να συνδέονται ονομαστικά με τους ίδιους ή με συγκεκριμένη εκπαιδευτική μονάδα.

Παράλληλα, οι απαντήσεις αντιμετωπίστηκαν ως ερευνητικά δεδομένα και εξετάστηκαν στο πλαίσιο του συνολικού υλικού της μελέτης. Κατά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων δεν χρησιμοποιούνται στοιχεία που να επιτρέπουν την άμεση ταυτοποίηση συγκεκριμένων συμμετεχόντων. Όπου αξιοποιούνται αποσπάσματα ανοικτών απαντήσεων για την τεκμηρίωση των θεμάτων που προέκυψαν από τη θεματική ανάλυση, αυτά παρουσιάζονται με ανώνυμη κωδικοποίηση των συμμετεχόντων και όχι με προσωπικά στοιχεία.

Η χρήση ανώνυμης κωδικοποίησης είναι σημαντική και για τη διαδικασία παρουσίασης των ποιοτικών αποτελεσμάτων. Η ενσωμάτωση χαρακτηριστικών αποσπασμάτων από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών επιτρέπει την άμεση σύνδεση των θεμάτων που προκύπτουν από την ανάλυση με το πρωτογενές ερευνητικό υλικό, χωρίς να αναιρείται η προστασία της ταυτότητας των συμμετεχόντων. Με τον τρόπο αυτό επιδιώκεται ισορροπία μεταξύ της αναλυτικής τεκμηρίωσης των ευρημάτων και της διατήρησης της ανωνυμίας.

Επιπλέον, κατά την ανάλυση των δεδομένων επιδιώχθηκε η πιστή απόδοση του νοήματος των απαντήσεων των συμμετεχόντων. Οι διαφορετικές απόψεις, συμπεριλαμβανομένων πιθανών

επιφυλάξεων ή αρνητικών τοποθετήσεων απέναντι στη διερευνητική μάθηση, αντιμετωπίστηκαν ως μέρος του ερευνητικού υλικού και δεν αποκλείστηκαν λόγω διαφοροποίησής τους από τις κυρίαρχες τάσεις που ενδεχομένως εμφανίζονταν στο δείγμα. Η προσέγγιση αυτή είναι σημαντική για την όσο το δυνατόν πληρέστερη και περισσότερο διαφανή παρουσίαση των αντιλήψεων και των εμπειριών των συμμετεχόντων.

Συνολικά, η διαδικασία συλλογής, οργάνωσης, ανάλυσης και παρουσίασης των δεδομένων σχεδιάστηκε με γνώμονα τον σεβασμό προς τους συμμετέχοντες και την προστασία των πληροφοριών που παρείχαν. Η εθελοντική συμμετοχή, η προηγούμενη ενημέρωση για τον σκοπό της μελέτης, η μη συλλογή άμεσων αναγνωριστικών στοιχείων και η ανώνυμη παρουσίαση των απαντήσεων αποτέλεσαν τις βασικές αρχές που διέπουν τη δεοντολογική διάσταση της παρούσας έρευνας.

Ε6. Ανάλυση δεδομένων

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε συνάρτηση με τον σκοπό και τα ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης και προσαρμόστηκε στη φύση των δεδομένων που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο. Δεδομένου ότι το ερευνητικό εργαλείο περιλάμβανε τόσο κλειστού όσο και ανοικτού τύπου ερωτήσεις, ακολουθήθηκαν δύο συμπληρωματικές διαδικασίες επεξεργασίας. Τα δεδομένα των κλειστών ερωτήσεων αξιοποιήθηκαν περιγραφικά για την παρουσίαση των χαρακτηριστικών του δείγματος και του βαθμού εξοικείωσης των συμμετεχόντων με τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (Inquiry-Based Learning – IBL), ενώ οι ανοικτές απαντήσεις αποτέλεσαν το κύριο ποιοτικό υλικό της έρευνας και αναλύθηκαν μέσω θεματικής ανάλυσης.

Περιγραφική επεξεργασία των κλειστών ερωτήσεων

Σε πρώτο επίπεδο πραγματοποιήθηκε οργάνωση και περιγραφική επεξεργασία των απαντήσεων στις κλειστού τύπου ερωτήσεις. Η επεξεργασία αφορούσε κυρίως τα δημογραφικά και επαγγελματικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, όπως το φύλο, η ηλικιακή ομάδα, τα χρόνια διδακτικής εμπειρίας, ο χώρος εργασίας, το ανώτατο επίπεδο σπουδών και η προηγούμενη επιμόρφωση σχετικά με την IBL.

Παράλληλα, εξετάστηκε η κατανομή των συμμετεχόντων ως προς τον βαθμό εξοικείωσής τους με τη διερευνητική μάθηση. Η συγκεκριμένη μεταβλητή είχε ιδιαίτερη σημασία για τη μελέτη, καθώς καθόριζε τη διαδρομή που ακολουθούσε κάθε συμμετέχων στο διαφοροποιημένο τμήμα του ερωτηματολογίου. Από το συνολικό δείγμα των 30 εκπαιδευτικών, 7 (23,3%) δήλωσαν ότι

δεν γνώριζαν την IBL, 12 (40,0%) ότι τη γνώριζαν αλλά δεν την είχαν εφαρμόσει και 11 (36,7%) ότι τη γνώριζαν και την είχαν εφαρμόσει.

Για την περιγραφική παρουσίαση των κλειστών ερωτήσεων χρησιμοποιήθηκαν απόλυτες συχνότητες και ποσοστά. Η χρήση των συγκεκριμένων δεικτών είχε αποκλειστικά περιγραφικό χαρακτήρα και δεν αποσκοπούσε σε επαγωγική στατιστική ανάλυση ή στη γενίκευση των αποτελεσμάτων στον ευρύτερο πληθυσμό των εκπαιδευτικών Φυσικής. Τα ποσοτικά αυτά στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν για την αποτύπωση της σύνθεσης του συγκεκριμένου δείγματος και ως συμπληρωματικό πλαίσιο για την ερμηνεία των ποιοτικών δεδομένων.

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στις ερωτήσεις που ακολουθούσαν τη διακλάδωση με βάση την εξοικείωση με την IBL. Στις συγκεκριμένες περιπτώσεις, οι απαντήσεις δεν εξετάστηκαν με βάση το συνολικό δείγμα των 30 συμμετεχόντων, αλλά σε σχέση με τον αριθμό των εκπαιδευτικών που ανήκαν στην αντίστοιχη κατηγορία. Με τον τρόπο αυτό αποφεύχθηκε η δημιουργία παραπλανητικών ποσοστών σε ερωτήσεις που δεν απευθύνονταν στο σύνολο του δείγματος.

Θεματική ανάλυση των ανοικτών απαντήσεων

Το κύριο στάδιο της ανάλυσης αφορούσε τις απαντήσεις στις ανοικτού τύπου ερωτήσεις. Για την επεξεργασία τους χρησιμοποιήθηκε η θεματική ανάλυση, η οποία επιτρέπει τον συστηματικό εντοπισμό, την οργάνωση, την ανάλυση και την παρουσίαση επαναλαμβανόμενων μοτίβων νοήματος μέσα σε ένα σύνολο ποιοτικών δεδομένων. Η διαδικασία οργανώθηκε με βάση το πλαίσιο των Braun και Clarke (2006), το οποίο περιλαμβάνει έξι βασικές φάσεις: εξοικείωση με τα δεδομένα, δημιουργία αρχικών κωδικών, αναζήτηση θεμάτων, επανεξέταση των θεμάτων, ορισμό και ονομασία τους και, τέλος, σύνθεση και παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Κατά την πρώτη φάση πραγματοποιήθηκε εξοικείωση με το σύνολο του ποιοτικού υλικού μέσω επαναλαμβανόμενης ανάγνωσης των ανοικτών απαντήσεων. Στόχος του σταδίου αυτού ήταν η διαμόρφωση συνολικής εικόνας για το περιεχόμενο των δεδομένων και ο αρχικός εντοπισμός επαναλαμβανόμενων ιδεών, αντιλήψεων, εμπειριών και προβληματισμών. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε τόσο στις απόψεις που εμφανίζονταν συχνά όσο και σε διαφοροποιημένες ή λιγότερο συχνές τοποθετήσεις, ώστε η ανάλυση να μην περιοριστεί αποκλειστικά στις κυρίαρχες τάσεις του δείγματος.

Στη δεύτερη φάση πραγματοποιήθηκε η αρχική κωδικοποίηση των απαντήσεων. Τμήματα του ερευνητικού υλικού που παρουσίαζαν αναλυτικό ενδιαφέρον αντιστοιχίστηκαν σε σύντομους κώδικες που αποτύπωναν το βασικό τους νόημα. Ενδεικτικά, οι κώδικες μπορούσαν να αφορούν την ενεργό συμμετοχή των μαθητών, την αυξημένη μαθητική αυτονομία, τον εκπαιδευτικό ως καθοδηγητή ή διευκολυντή, την ανάπτυξη κριτικής σκέψης, τη σύνδεση θεωρίας και πράξης, την έλλειψη διδακτικού χρόνου, την πίεση κάλυψης της ύλης, τον εξεταστικό προσανατολισμό, την έλλειψη κατάλληλου εξοπλισμού ή υποδομών και την ανάγκη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών.

Η κωδικοποίηση πραγματοποιήθηκε με προσανατολισμό στα ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης, χωρίς ωστόσο να περιορίζεται αποκλειστικά σε εκ των προτέρων καθορισμένες κατηγορίες. Με αυτόν τον τρόπο ήταν δυνατή τόσο η εξέταση θεμάτων που συνδέονταν άμεσα με το θεωρητικό και ερευνητικό πλαίσιο της εργασίας όσο και η ανάδειξη πρόσθετων μοτίβων που προέκυπταν από τις ίδιες τις απαντήσεις των συμμετεχόντων.

Κατά την τρίτη φάση, οι αρχικοί κώδικες εξετάστηκαν ως προς τις μεταξύ τους εννοιολογικές σχέσεις και οργανώθηκαν σε ευρύτερες υποκατηγορίες και υποψήφια θέματα. Για παράδειγμα, αναφορές στην έλλειψη χρόνου, στην ανάγκη κάλυψης της διδακτέας ύλης και στην πίεση των εξετάσεων μπορούσαν να ενταχθούν σε ένα ευρύτερο θέμα σχετικό με τους χρονικούς και θεσμικούς περιορισμούς εφαρμογής της IBL. Αντίστοιχα, αναφορές στην ενεργό συμμετοχή, στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης, στη συνεργασία και στη βαθύτερη κατανόηση μπορούσαν να οργανωθούν σε ευρύτερες θεματικές κατηγορίες σχετικές με τα αντιλαμβανόμενα μαθησιακά οφέλη της διερευνητικής προσέγγισης.

Στην τέταρτη φάση πραγματοποιήθηκε επανεξέταση των υποψήφιων θεμάτων σε σχέση τόσο με τις επιμέρους κωδικοποιημένες απαντήσεις όσο και με το συνολικό ερευνητικό υλικό. Εξετάστηκε κατά πόσο κάθε θέμα παρουσίαζε επαρκή εσωτερική συνοχή και ταυτόχρονα μπορούσε να διακριθεί εννοιολογικά από τα υπόλοιπα. Όπου κρίθηκε απαραίτητο, επιμέρους κώδικες μετακινήθηκαν, θέματα συνενώθηκαν ή διαχωρίστηκαν και οι αρχικές κατηγορίες αναδιαμορφώθηκαν, ώστε να αποδίδουν με μεγαλύτερη ακρίβεια το περιεχόμενο των απαντήσεων.

Η πέμπτη φάση αφορούσε τον ορισμό και την ονομασία των τελικών θεμάτων και υποθεμάτων. Για κάθε θεματική κατηγορία προσδιορίστηκε το κεντρικό νόημα που εξέφραζε και η σχέση της με τα ερευνητικά ερωτήματα. Η διαδικασία αυτή επέτρεψε τη μετάβαση από έναν μεγάλο αριθμό επιμέρους απαντήσεων και αρχικών κωδικών σε μια περισσότερη

οργανωμένη αναλυτική δομή, μέσω της οποίας μπορούσαν να παρουσιαστούν με συστηματικό τρόπο οι βασικές τάσεις αλλά και οι διαφοροποιήσεις που εντοπίστηκαν στο ερευνητικό υλικό.

Κατά την έκτη και τελική φάση πραγματοποιήθηκε η σύνθεση των αποτελεσμάτων. Τα θέματα και τα υποθέματα οργανώθηκαν σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα και υποστηρίχθηκαν, όπου κρίθηκε κατάλληλο, από χαρακτηριστικά αποσπάσματα των απαντήσεων των συμμετεχόντων. Τα αποσπάσματα επιλέχθηκαν με βάση την ικανότητά τους να αποδίδουν με σαφήνεια το περιεχόμενο της αντίστοιχης θεματικής κατηγορίας και παρουσιάζονται με ανώνυμη κωδικοποίηση, ώστε να διατηρείται η προστασία της ταυτότητας των συμμετεχόντων.

Ανάλυση των διαφοροποιημένων ομάδων ερωτήσεων

Κατά τη θεματική ανάλυση λήφθηκε ιδιαίτερα υπόψη η διαφοροποίηση των συμμετεχόντων ως προς την προηγούμενη σχέση τους με την IBL. Οι απαντήσεις των 7 εκπαιδευτικών που δήλωσαν ότι δεν γνώριζαν τη διερευνητική μάθηση αντιμετωπίστηκαν ως αντιλήψεις και προσδοκίες χωρίς προηγούμενη γνώση ή εφαρμογή. Οι απαντήσεις των 12 εκπαιδευτικών που γνώριζαν την IBL αλλά δεν την είχαν εφαρμόσει εξετάστηκαν κυρίως ως προς τους λόγους μη εφαρμογής, τα αντιλαμβανόμενα εμπόδια και τις προϋποθέσεις που θα μπορούσαν να διευκολύνουν μελλοντική εφαρμογή. Αντίστοιχα, οι απαντήσεις των 11 εκπαιδευτικών που είχαν ήδη εφαρμόσει την IBL εξετάστηκαν ως δηλωμένες εμπειρίες εφαρμογής, με έμφαση στις δραστηριότητες που περιέγραψαν, στην ανταπόκριση των μαθητών, στις παρατηρούμενες διαφοροποιήσεις στη συμμετοχή και στην κατανόηση και στις δυσκολίες που αντιμετώπισαν.

Η διάκριση αυτή διατηρήθηκε κατά την ερμηνεία των δεδομένων, καθώς κρίθηκε μεθοδολογικά σημαντικό να μην εξισώνονται οι προσδοκίες ή οι υποθετικές εκτιμήσεις των συμμετεχόντων με εμπειρίες που προέρχονται από πραγματική εφαρμογή διερευνητικών πρακτικών. Παράλληλα, οι απαντήσεις στις κοινές ερωτήσεις εξετάστηκαν στο σύνολο του διαθέσιμου υλικού, επιτρέποντας τον εντοπισμό κοινών ή διαφοροποιημένων αντιλήψεων σχετικά με το αναλυτικό πρόγραμμα, το εξεταστικό σύστημα, τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς της IBL και τις προϋποθέσεις συστηματικότερης εφαρμογής της.

Σύνδεση της ανάλυσης με τα ερευνητικά ερωτήματα

Η τελική οργάνωση των θεμάτων πραγματοποιήθηκε με γνώμονα τα τρία ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης. Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, το οποίο αφορά τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τον ρόλο της διερευνητικής μάθησης στη διδασκαλία

της Φυσικής, εξετάστηκε κυρίως μέσα από τις απαντήσεις που αφορούσαν την έννοια της IBL, τις διαφορές της από την παραδοσιακή διδασκαλία, τα αντιλαμβανόμενα πλεονεκτήματα και τον ρόλο εκπαιδευτικού και μαθητών.

Το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματική εφαρμογή διερευνητικών στρατηγικών, διερευνήθηκε μέσα από τις αναφορές σε δυσκολίες και εμπόδια, στους διαθέσιμους πόρους και στον διδακτικό χρόνο, στο αναλυτικό πρόγραμμα και στο εξεταστικό σύστημα, στις διαφορές μεταξύ εκπαιδευτικών πλαισίων και στις μορφές υποστήριξης που θεωρούν οι συμμετέχοντες απαραίτητες για τη συστηματικότερη εφαρμογή της IBL.

Τέλος, το τρίτο ερευνητικό ερώτημα, το οποίο αφορά τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται ότι οι διδακτικές πρακτικές και ο ρόλος τους σε περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης επηρεάζουν τη συμμετοχή και την κατανόηση των μαθητών, εξετάστηκε μέσα από τις απαντήσεις σχετικά με τον ρόλο του εκπαιδευτικού και των μαθητών και, ιδιαίτερα για τους εκπαιδευτικούς με εμπειρία εφαρμογής, μέσα από τις περιγραφές της ανταπόκρισης των μαθητών και των διαφοροποιήσεων που είχαν παρατηρήσει στη συμμετοχή και στην κατανόησή τους.

Η σύνδεση των θεμάτων με τα ερευνητικά ερωτήματα δεν αντιμετωπίστηκε ως άκαμπτη ταξινόμηση, καθώς ορισμένες θεματικές κατηγορίες μπορούσαν να συμβάλλουν στην κατανόηση περισσότερων από ενός ερευνητικών ερωτημάτων. Για παράδειγμα, ο ρόλος του εκπαιδευτικού συνδέεται τόσο με τον τρόπο κατανόησης της ίδιας της διερευνητικής προσέγγισης όσο και με τη μαθητική συμμετοχή και κατανόηση.

Συνολικά, ο συνδυασμός περιγραφικής επεξεργασίας των κλειστών ερωτήσεων και θεματικής ανάλυσης των ανοικτών απαντήσεων επέτρεψε την οργανωμένη αξιοποίηση του συνόλου του ερευνητικού υλικού. Τα περιγραφικά δεδομένα παρείχαν το απαραίτητο πλαίσιο για την παρουσίαση του δείγματος, ενώ η θεματική ανάλυση αποτέλεσε τον κύριο μηχανισμό διερεύνησης των αντιλήψεων και των εμπειριών των εκπαιδευτικών. Με τον τρόπο αυτό, η αναλυτική διαδικασία διατηρήθηκε συνεπής με τον κυρίως ποιοτικό, περιγραφικό και διερευνητικό χαρακτήρα της μελέτης και με τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν.

Κεφάλαιο ΣΤ. Αποτελέσματα της έρευνας

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων των 30 εκπαιδευτικών που συμμετείχαν στην έρευνα. Η παρουσίαση ακολουθεί τη

μεθοδολογική προσέγγιση που περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο και συνδυάζει την περιγραφική αποτύπωση των κλειστού τύπου ερωτήσεων με τη θεματική ανάλυση των ανοικτών απαντήσεων.

Αρχικά παρουσιάζονται τα βασικά δημογραφικά και επαγγελματικά χαρακτηριστικά του δείγματος, καθώς και στοιχεία που αφορούν την προηγούμενη επιμόρφωση και τον βαθμό εξοικείωσης των συμμετεχόντων με τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (Inquiry-Based Learning – IBL). Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα θέματα και τα υποθέματα που προέκυψαν από την ανάλυση των ανοικτών απαντήσεων, με έμφαση στον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τη διερευνητική μάθηση, στον ρόλο που αποδίδουν στον εκπαιδευτικό και στους μαθητές/μαθήτριες, στα οφέλη που συνδέουν με την εφαρμογή της, καθώς και στους παράγοντες που θεωρούν ότι διευκολύνουν ή περιορίζουν την αξιοποίησή της στη διδασκαλία της Φυσικής.

Κατά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων λαμβάνεται υπόψη η διαφοροποίηση των συμμετεχόντων ως προς την προηγούμενη εξοικείωσή τους με την IBL. Ειδικότερα, διακρίνονται οι εκπαιδευτικοί που δήλωσαν ότι δεν γνώριζαν τη συγκεκριμένη προσέγγιση, εκείνοι που τη γνώριζαν αλλά δεν την είχαν εφαρμόσει και εκείνοι που είχαν ήδη εμπειρία εφαρμογής της. Η διάκριση αυτή επιτρέπει την αποσαφήνιση του κατά πόσο οι απαντήσεις αφορούν προσδοκίες και αντιλήψεις ή δηλωμένες εμπειρίες από πραγματική εφαρμογή διερευνητικών πρακτικών.

Για την παρουσίαση των ποιοτικών αποτελεσμάτων χρησιμοποιούνται θεματικές κατηγορίες και υποκατηγορίες που προέκυψαν από την κωδικοποίηση του ερευνητικού υλικού. Όπου κρίνεται αναγκαίο, τα ευρήματα υποστηρίζονται από χαρακτηριστικά αποσπάσματα των απαντήσεων των συμμετεχόντων. Τα αποσπάσματα παρουσιάζονται ανώνυμα, με κωδικούς συμμετεχόντων, ώστε να διατηρείται η σύνδεσή τους με το πρωτογενές ερευνητικό υλικό χωρίς να αποκαλύπτεται η ταυτότητα των εκπαιδευτικών.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων στο παρόν κεφάλαιο επικεντρώνεται στην αποτύπωση των δεδομένων που προέκυψαν από την έρευνα. Η ερμηνεία των ευρημάτων σε συνάρτηση με το θεωρητικό πλαίσιο και τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών διαχωρίζεται από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, ώστε να είναι σαφής η διάκριση μεταξύ των δεδομένων της παρούσας μελέτης και της ευρύτερης συζήτησής τους.

ΣΤ1. Χαρακτηριστικά του δείγματος

Το τελικό δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από 30 εκπαιδευτικούς που διδάσκουν Φυσική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων εξετάστηκαν ως προς το φύλο, την ηλικιακή ομάδα, τα χρόνια διδακτικής εμπειρίας, τον χώρο εργασίας, το ανώτατο επίπεδο σπουδών και την προηγούμενη συμμετοχή σε επιμόρφωση σχετική με τη διερευνητική μάθηση.

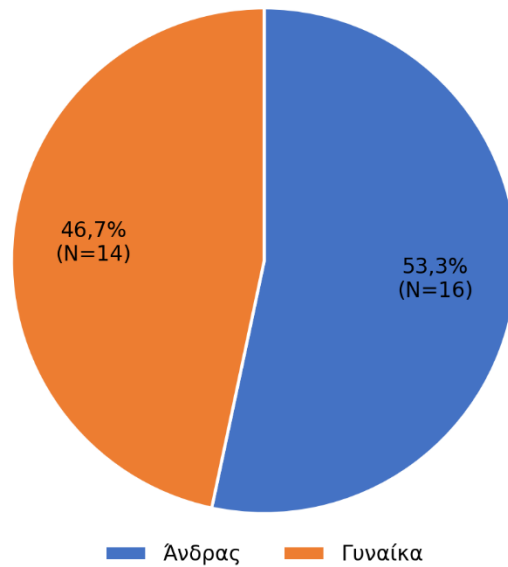
ΣΤ1.1. Φύλο των συμμετεχόντων

Ως προς το φύλο, από τους 30 συμμετέχοντες οι 16 ήταν άνδρες (53,3%) και οι 14 γυναίκες (46,7%). Παρατηρείται, επομένως, σχετικά ισορροπημένη εκπροσώπηση των δύο φύλων στο δείγμα, με μικρή αριθμητική υπεροχή των ανδρών.

Πίνακας ΣΤ1. Κατανομή των συμμετεχόντων ως προς το φύλο

Φύλο	Συχνότητα (N)	Ποσοστό (%)
Άνδρας	16	53,3
Γυναίκα	14	46,7
Σύνολο	30	100,0

Διάγραμμα ΣΤ 1. Κατανομή των συμμετεχόντων ως προς το φύλο



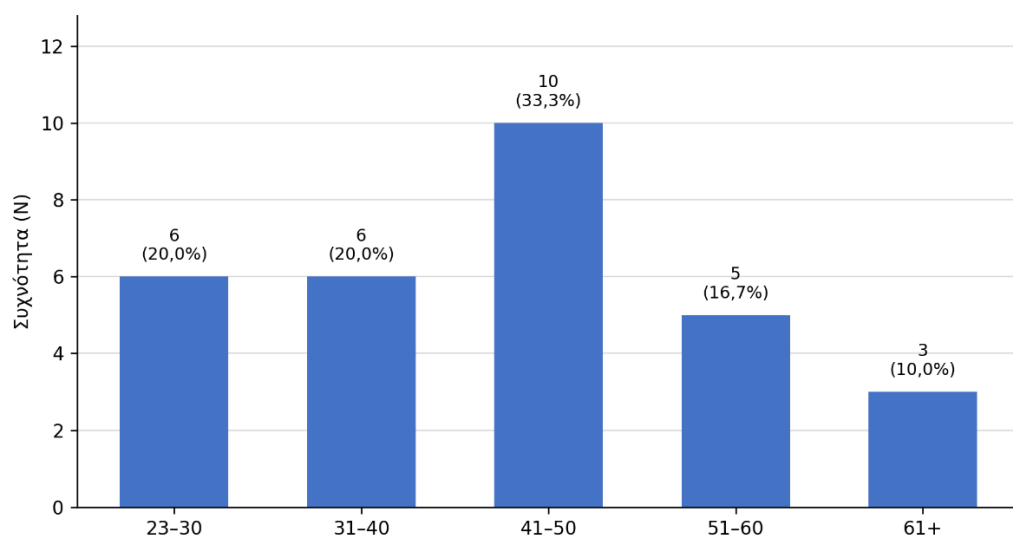
ΣΤ1.2. Ηλικιακή κατανομή

Οι συμμετέχοντες παρουσίαζαν σημαντική διαφοροποίηση ως προς την ηλικία. Η μεγαλύτερη ηλικιακή ομάδα ήταν εκείνη των 41–50 ετών, στην οποία ανήκαν 10 εκπαιδευτικοί (33,3%). Ακολουθούσαν οι ηλικιακές ομάδες 23–30 και 31–40 ετών, με 6 συμμετέχοντες (20,0%) η καθεμία. Πέντε εκπαιδευτικοί (16,7%) ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα 51–60 ετών, ενώ 3 (10,0%) ήταν ηλικίας 61 ετών και άνω.

Πίνακας ΣΤ2. Ηλικιακή κατανομή των συμμετεχόντων

Ηλικιακή ομάδα	Συχνότητα (N)	Ποσοστό (%)
23–30	6	20,0
31–40	6	20,0
41–50	10	33,3
51–60	5	16,7
61+	3	10,0
Σύνολο	30	100,0

Διάγραμμα ΣΤ 2. Ηλικιακή κατανομή των συμμετεχόντων



Τα δεδομένα δείχνουν ότι στο δείγμα εκπροσωπούνται όλες οι ηλικιακές κατηγορίες που προβλέπονταν στο ερωτηματολόγιο. Η παρουσία τόσο νεότερων όσο και μεγαλύτερων σε ηλικία εκπαιδευτικών παρέχει ένα διαφοροποιημένο πλαίσιο επαγγελματικών εμπειριών μέσα στο οποίο εξετάζονται οι αντιλήψεις σχετικά με την IBL.

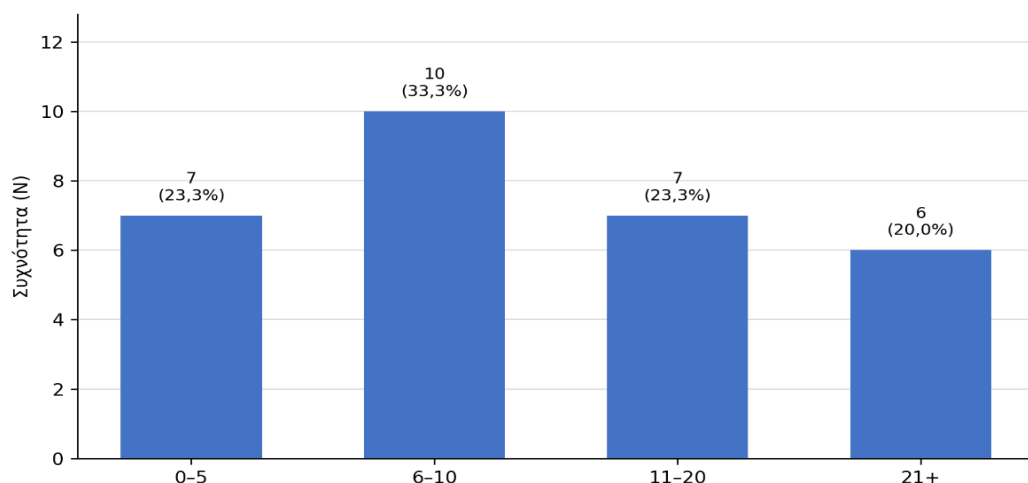
ΣΤ1.3. Χρόνια διδακτικής εμπειρίας

Αντίστοιχη διαφοροποίηση παρατηρείται ως προς τα χρόνια διδακτικής εμπειρίας. Η πολυπληθέστερη κατηγορία ήταν εκείνη των 6–10 ετών, στην οποία ανήκαν 10 εκπαιδευτικοί (33,3%). Επτά συμμετέχοντες (23,3%) είχαν διδακτική εμπειρία 0–5 ετών και άλλοι 7 (23,3%) από 11 έως 20 έτη. Τέλος, 6 εκπαιδευτικοί (20,0%) δήλωσαν περισσότερα από 21 έτη διδακτικής εμπειρίας.

Πίνακας ΣΤ3. Κατανομή ως προς τα χρόνια διδακτικής εμπειρίας

Χρόνια διδακτικής εμπειρίας	Συχνότητα (N)	Ποσοστό (%)
0–5	7	23,3
6–10	10	33,3
11–20	7	23,3
21+	6	20,0
Σύνολο	30	100,0

Διάγραμμα ΣΤ 3. Κατανομή ως προς τα χρόνια διδακτικής εμπειρίας



Η κατανομή αυτή δείχνει ότι το δείγμα δεν περιορίζεται σε εκπαιδευτικούς ενός συγκεκριμένου επιπέδου επαγγελματικής εμπειρίας, αλλά περιλαμβάνει τόσο σχετικά νέους εκπαιδευτικούς όσο και άτομα με πολυετή παρουσία στη διδασκαλία.

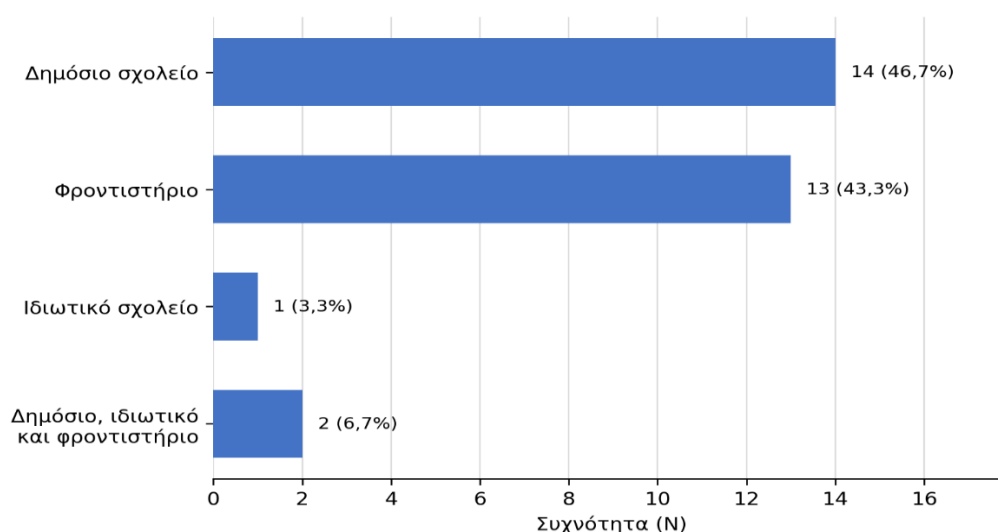
ΣΤ1.4. Χώρος εργασίας

Ως προς τον χώρο εργασίας, 14 από τους 30 συμμετέχοντες (46,7%) δήλωσαν ότι εργάζονται σε δημόσιο σχολείο, ενώ 13 (43,3%) εργάζονται σε φροντιστήριο. Ένας συμμετέχων (3,3%) δήλωσε ως χώρο εργασίας ιδιωτικό σχολείο, ενώ 2 συμμετέχοντες (6,7%) δήλωσαν παράλληλη απασχόληση σε δημόσιο σχολείο, ιδιωτικό σχολείο και φροντιστήριο.

Πίνακας ΣΤ4. Κατανομή των συμμετεχόντων ως προς τον χώρο εργασίας

Χώρος εργασίας	Συχνότητα (N)	Ποσοστό (%)
Δημόσιο σχολείο	14	46,7
Φροντιστήριο	13	43,3
Ιδιωτικό σχολείο	1	3,3
Δημόσιο σχολείο, ιδιωτικό σχολείο και φροντιστήριο	2	6,7
Σύνολο	30	100,0

Διάγραμμα ΣΤ 4. Κατανομή των συμμετεχόντων ως προς τον χώρο εργασίας



Ιδιαίτερα αξιοσημείωτη είναι η σχεδόν ισομερής παρουσία εκπαιδευτικών από δημόσια σχολεία και φροντιστήρια. Το χαρακτηριστικό αυτό αποκτά ενδιαφέρον σε επόμενη ενότητα των αποτελεσμάτων, καθώς αρκετοί συμμετέχοντες αναφέρθηκαν στις διαφορετικές συνθήκες που επικρατούν στα δύο εκπαιδευτικά περιβάλλοντα ως προς τον διαθέσιμο χρόνο, την κάλυψη της ύλης, την προετοιμασία για τις εξετάσεις και τη δυνατότητα εφαρμογής διερευνητικών δραστηριοτήτων.

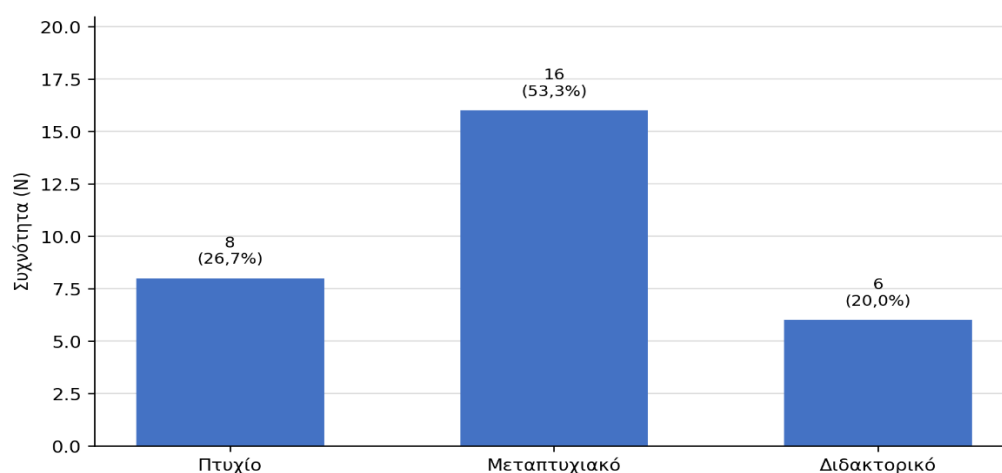
ΣΤ1.5. Ανώτατο επίπεδο σπουδών

Ως προς το ανώτατο επίπεδο σπουδών, περισσότεροι από τους μισούς συμμετέχοντες, και συγκεκριμένα 16 εκπαιδευτικοί (53,3%), διέθεταν μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών. Οκτώ συμμετέχοντες (26,7%) δήλωσαν ως ανώτατο επίπεδο σπουδών το πτυχίο, ενώ 6 (20,0%) διέθεταν διδακτορικό τίτλο.

Πίνακας ΣΤ5. Ανώτατο επίπεδο σπουδών των συμμετεχόντων

Ανώτατο επίπεδο σπουδών	Συχνότητα (N)	Ποσοστό (%)
Πτυχίο	8	26,7
Μεταπτυχιακό	16	53,3
Διδακτορικό	6	20,0
Σύνολο	30	100,0

Διάγραμμα ΣΤ 5. Ανώτατο επίπεδο σπουδών των συμμετεχόντων



Συνολικά, 22 από τους 30 συμμετέχοντες (73,3%) διέθεταν μεταπτυχιακό ή διδακτορικό τίτλο. Το συγκεκριμένο ποσοστό περιγράφει το ακαδημαϊκό υπόβαθρο του δείγματος της παρούσας έρευνας και δεν πρέπει να θεωρηθεί αντιπροσωπευτικό του συνολικού πληθυσμού των εκπαιδευτικών Φυσικής.

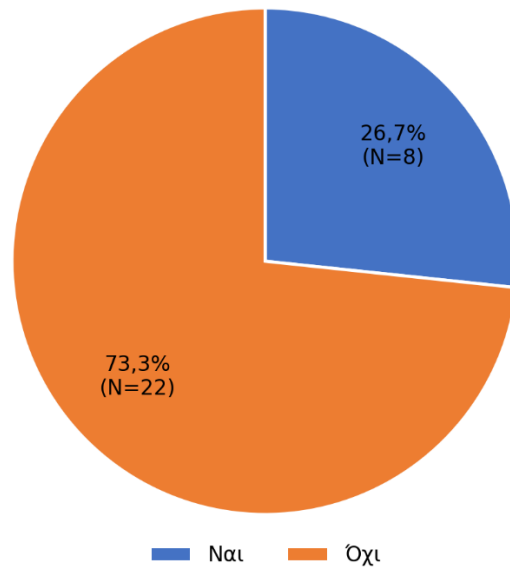
ΣΤ1.6. Προηγούμενη επιμόρφωση σχετικά με την IBL

Ως προς την προηγούμενη επιμόρφωση στη διερευνητική μάθηση, η πλειονότητα των συμμετεχόντων δήλωσε ότι δεν είχε παρακολουθήσει σχετική επιμόρφωση. Συγκεκριμένα, 22 από τους 30 εκπαιδευτικούς (73,3%) απάντησαν αρνητικά, ενώ μόλις 8 (26,7%) δήλωσαν ότι είχαν παρακολουθήσει επιμόρφωση σχετικά με την IBL.

Πίνακας ΣΤ6. Προηγούμενη επιμόρφωση σχετικά με την IBL

Επιμόρφωση σχετικά με IBL	Συχνότητα (N)	Ποσοστό (%)
Ναι	8	26,7
Όχι	22	73,3
Σύνολο	30	100,0

Διάγραμμα ΣΤ 6. Προηγούμενη επιμόρφωση σχετικά με την IBL



Το εύρημα αυτό δείχνει ότι η οργανωμένη επιμόρφωση στην IBL δεν ήταν συχνή στο συγκεκριμένο δείγμα. Ωστόσο, όπως φαίνεται από τον βαθμό εξοικείωσης των συμμετεχόντων, η απουσία σχετικής επιμόρφωσης δεν συνεπάγεται απαραίτητα και απουσία γνώσης ή εμπειρίας σχετικά με τη διερευνητική μάθηση.

ΣΤ1.7. Βαθμός εξοικείωσης με τη διερευνητική μάθηση

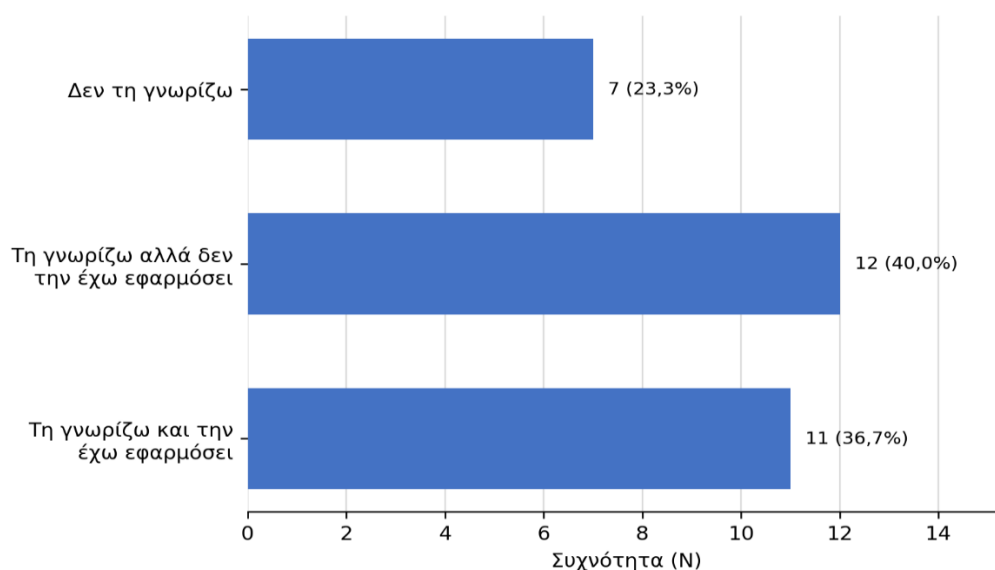
Ιδιαίτερη σημασία για την ανάλυση των αποτελεσμάτων έχει η ερώτηση σχετικά με τον βαθμό εξοικείωσης των συμμετεχόντων με την IBL, καθώς η απάντηση στην ερώτηση αυτή καθόριζε και τη διαδρομή που ακολουθούσαν στο επόμενο μέρος του ερωτηματολογίου.

Από τους 30 συμμετέχοντες, 11 εκπαιδευτικοί (36,7%) δήλωσαν ότι γνώριζαν τη διερευνητική μάθηση και την είχαν ήδη εφαρμόσει. Δώδεκα (40,0%) δήλωσαν ότι τη γνώριζαν αλλά δεν την είχαν εφαρμόσει, ενώ 7 (23,3%) ανέφεραν ότι δεν τη γνώριζαν.

Πίνακας ΣΤ7. Βαθμός εξοικείωσης των συμμετεχόντων με την IBL

Βαθμός εξοικείωσης	Συχνότητα (N)	Ποσοστό (%)
Δεν τη γνωρίζω	7	23,3
Τη γνωρίζω αλλά δεν την έχω εφαρμόσει	12	40,0
Τη γνωρίζω και την έχω εφαρμόσει	11	36,7
Σύνολο	30	100,0

Διάγραμμα ΣΤ 7. Βαθμός εξοικείωσης των συμμετεχόντων με την IBL



Συνολικά, 23 από τους 30 εκπαιδευτικούς (76,7%) δήλωσαν ότι γνώριζαν την IBL, ανεξάρτητα από το εάν την είχαν εφαρμόσει, ενώ 11 από τους 30 (36,7%) ανέφεραν πραγματική εμπειρία εφαρμογής της.

Παράλληλα, προκύπτει μία ενδιαφέρουσα διαφοροποίηση μεταξύ οργανωμένης επιμόρφωσης και εξοικείωσης με τη διερευνητική μάθηση. Ενώ μόνο 8 συμμετέχοντες (26,7%) δήλωσαν ότι είχαν παρακολουθήσει σχετική επιμόρφωση, 23 (76,7%) ανέφεραν ότι γνώριζαν την IBL. Το εύρημα αυτό δείχνει ότι, στο συγκεκριμένο δείγμα, η γνώση της διερευνητικής μάθησης δεν περιορίζεται στους εκπαιδευτικούς που έχουν παρακολουθήσει οργανωμένη επιμόρφωση. Η προέλευση αυτής της γνώσης, ωστόσο, δεν διερευνήθηκε από τη συγκεκριμένη ερώτηση και, συνεπώς, δεν μπορεί να προσδιοριστεί από τα διαθέσιμα δεδομένα.

Η κατανομή των συμμετεχόντων στις τρεις κατηγορίες εξοικείωσης αποτέλεσε βασικό στοιχείο για την περαιτέρω ανάλυση. Οι 7 εκπαιδευτικοί χωρίς προηγούμενη γνώση της IBL απάντησαν στις ερωτήσεις 12Α–13Α, οι 12 που γνώριζαν αλλά δεν είχαν εφαρμόσει την προσέγγιση στις ερωτήσεις 12Β–14Β και οι 11 που είχαν προηγούμενη εμπειρία εφαρμογής στις ερωτήσεις 12Γ–16Γ. Για τον λόγο αυτό, τα αποτελέσματα των συγκεκριμένων ομάδων ερωτήσεων παρουσιάζονται στη συνέχεια με βάση το αντίστοιχο μέγεθος κάθε υποομάδας και όχι με βάση το συνολικό $N = 30$.

ΣΤ2. Αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη διερευνητική μάθηση

Η πρώτη θεματική ενότητα της ανάλυσης αφορά τον τρόπο με τον οποίο οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (Inquiry-Based Learning – IBL) και τα χαρακτηριστικά που θεωρούν ότι τη διαφοροποιούν από την παραδοσιακή διδασκαλία. Για τη διερεύνηση της συγκεκριμένης διάστασης αναλύθηκαν κυρίως οι απαντήσεις στις ερωτήσεις 7 και 8 του ερωτηματολογίου.

Η ανάλυση των απαντήσεων ανέδειξε ότι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για την IBL οργανώνονται γύρω από ορισμένους επαναλαμβανόμενους άξονες. Κυρίαρχη θέση κατέχει η ενεργός συμμετοχή του μαθητή στη μαθησιακή διαδικασία και η μετατόπιση από ένα δασκαλοκεντρικό σε ένα περισσότερο μαθητοκεντρικό μοντέλο. Παράλληλα, ιδιαίτερα έντονη είναι η σύνδεση της διερευνητικής μάθησης με την ανακάλυψη και την οικοδόμηση της γνώσης από τον ίδιο τον μαθητή, καθώς και με τον πειραματισμό, την παρατήρηση φυσικών φαινομένων και τη διατύπωση ερωτημάτων. Άλλες απαντήσεις επικεντρώνονται στη διαφοροποίηση των ρόλων εκπαιδευτικού και μαθητή και στα οφέλη που αποδίδονται στη διερευνητική προσέγγιση ως προς τη συμμετοχή, το ενδιαφέρον, την κριτική σκέψη και την κατανόηση.

Δεν ήταν όλες οι απαντήσεις εξίσου αναλυτικές. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι συμμετέχοντες περιορίστηκαν σε σύντομες αξιολογικές διατυπώσεις, ενώ δύο περιπτώσεις δεν παρείχαν ουσιαστικό περιεχόμενο για τις συγκεκριμένες ερωτήσεις, με απαντήσεις όπως «ΔΕΝ ΞΕΡΩ» ή «-». Οι απαντήσεις αυτές δεν χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή θεματικού περιεχομένου, αλλά διατηρήθηκαν στο συνολικό ερευνητικό υλικό.

Οι βασικές θεματικές κατηγορίες που προέκυψαν παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα ΣΤ8.

Πίνακας ΣΤ8. Βασικές θεματικές κατηγορίες των αντιλήψεων για την IBL

Θεματική κατηγορία	Κύριο περιεχόμενο
Ενεργός και μαθητοκεντρικός χαρακτήρας	Ο μαθητής βρίσκεται στο επίκεντρο και συμμετέχει ενεργά αντί να λειτουργεί ως παθητικός αποδέκτης
Ανακάλυψη και οικοδόμηση της γνώσης	Η γνώση δεν παρέχεται έτοιμη αλλά προκύπτει μέσα από διερεύνηση, ερωτήματα και αναζήτηση

Πειραματισμός και παρατήρηση	Πειράματα, παρατήρηση φυσικών φαινομένων, επεξεργασία αποτελεσμάτων και εξαγωγή συμπερασμάτων
Μεταβολή των ρόλων εκπαιδευτικού και μαθητή	Περιορισμός του εκπαιδευτικού ως αποκλειστικής πηγής γνώσης και ενίσχυση της αυτονομίας του μαθητή
Συμμετοχή, ενδιαφέρον και γνωστική ενεργοποίηση	Ενίσχυση ενδιαφέροντος και συμμετοχής, ανάπτυξη κριτικής σκέψης και βαθύτερης κατανόησης

ΣΤ2.1. Ενεργός και μαθητοκεντρικός χαρακτήρας της μάθησης

Ένα από τα περισσότερο εμφανή μοτίβα στις απαντήσεις ήταν η αντίληψη της IBL ως μαθητοκεντρικής προσέγγισης. Οι συμμετέχοντες διαφοροποίησαν επανειλημμένα τη διερευνητική μάθηση από την παραδοσιακή διδασκαλία με βάση τη θέση που καταλαμβάνει ο μαθητής στη μαθησιακή διαδικασία.

Χαρακτηριστική είναι η τοποθέτηση συμμετέχοντα ότι:

«Ο μαθητής είναι το επίκεντρο και με τη βοήθεια του δάσκαλου διερευνάει μέχρι να καταλήξει στο συμπέρασμα. Ενώ στην παραδοσιακή ο δάσκαλος έχει τον κύριο ρόλο και ο μαθητής ακούει και προσπαθεί να καταλάβει τι του εξηγεί.» (E02)

Η συγκεκριμένη απάντηση αποτυπώνει με σαφήνεια τη διάκριση που εμφανίζεται και σε άλλες απαντήσεις: από τη μία πλευρά βρίσκεται η παραδοσιακή διδασκαλία, στην οποία ο εκπαιδευτικός παρουσιάζεται ως ο κύριος φορέας της γνώσης και ο μαθητής ως αποδέκτης της, και από την άλλη η IBL, στην οποία ο μαθητής αναλαμβάνει περισσότερο ενεργό ρόλο.

Επομένως, για σημαντικό μέρος των συμμετεχόντων η βασική διαφοροποίηση της IBL από την παραδοσιακή διδασκαλία δεν εντοπίζεται απλώς στη χρήση διαφορετικών δραστηριοτήτων, αλλά κυρίως στη μεταβολή της θέσης του μαθητή μέσα στη μαθησιακή διαδικασία. Ο μαθητής περιγράφεται ως ενεργό υποκείμενο της μάθησης, το οποίο συμμετέχει, σκέφτεται, διερευνά και συμβάλλει στην οικοδόμηση της γνώσης.

ΣΤ2.2. Ανακάλυψη και οικοδόμηση της γνώσης

Ένα δεύτερο ισχυρό θέμα που προέκυψε από τις απαντήσεις αφορά τον τρόπο με τον οποίο αποκτάται η γνώση. Πολλοί συμμετέχοντες συνέδεσαν την IBL με μια διαδικασία κατά την

οποία οι φυσικές έννοιες, οι σχέσεις ή οι νόμοι δεν παρουσιάζονται εξ αρχής ως έτοιμη γνώση, αλλά προκύπτουν σταδιακά μέσα από τη διερεύνηση.

Ο E13 ανέφερε χαρακτηριστικά:

«Οι μαθητές/μαθήτριες ανακαλύπτουν τη γνώση μόνοι τους μέσα από δραστηριότητες αναζήτησης, πειραματισμού, επίλυσης προβλημάτων και ανάπτυξης της κριτικής τους σκέψης.»

Ανάλογη αντίληψη εκφράστηκε από τον E25, ο οποίος προσδιόρισε την IBL ως μέθοδο στην οποία:

«οι μαθητές/μαθήτριες δεν ξεκινούν από έτοιμους νόμους και ορισμούς, αλλά προσπαθούν να τους ανακαλύψουν μέσα από παρατήρηση και πειραματισμό».

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η απάντηση του E18, ο οποίος περιέγραψε τη διαδικασία ως:

«Χτίσιμο της γνώσης μέσα από ερευνητικές εργασίες όπου τίθενται μικρά απλά ερωτήματα και μέσα από τη διαδοχή των απαντήσεων επιτυγχάνεται η κατάκτηση της γνώσης.»

Στις απαντήσεις αυτές η IBL δεν αντιμετωπίζεται απλώς ως μια περισσότερο διαδραστική μορφή διδασκαλίας. Το διαφοροποιητικό στοιχείο εντοπίζεται στον ίδιο τον τρόπο συγκρότησης της γνώσης: ο μαθητής καλείται να οδηγηθεί σε συμπεράσματα μέσω μιας διαδικασίας αναζήτησης, διερεύνησης και επεξεργασίας στοιχείων.

Η διάσταση αυτή αποτυπώνεται ιδιαίτερα καθαρά και στη διατύπωση του E21, σύμφωνα με την οποία:

«Ο μαθητής καθοδηγείται ώστε να ανακαλύψει τη γνώση και όχι να την μάθει παπαγαλία.»

Η αντίθεση ανάμεσα στην ανακάλυψη της γνώσης και στην αποδοχή ή απομνημόνευση έτοιμης πληροφορίας αποτέλεσε, επομένως, ένα από τα βασικά στοιχεία με τα οποία οι συμμετέχοντες προσδιόρισαν τη διαφορετική φιλοσοφία της διερευνητικής μάθησης.

ΣΤ2.3. Πειραματισμός, παρατήρηση και διερεύνηση φυσικών φαινομένων

Η σύνδεση της IBL με τον πειραματισμό αποτέλεσε ιδιαίτερα εμφανές χαρακτηριστικό των απαντήσεων. Αρκετοί εκπαιδευτικοί χρησιμοποίησαν άμεσα τον όρο «πείραμα» ή αναφέρθηκαν στην παρατήρηση φυσικών φαινομένων, στην επεξεργασία αποτελεσμάτων και στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

Ο Ε04 περιέγραψε τη διερευνητική μάθηση ως:

«την χρήση πειραμάτων μέσα στο μάθημα με σκοπό να διδαχθεί ένα συγκεκριμένο κεφάλαιο. Οι μαθητές/μαθήτριες με την βοήθεια του καθηγητή εκτελούν ένα πείραμα, καταλήγουν σε συμπεράσματα και μέσα από αυτό διδάσκονται ένα συγκεκριμένο φαινόμενο.»

Ωστόσο, το ερευνητικό υλικό δείχνει ότι η διερεύνηση δεν ταυτίστηκε από όλους αποκλειστικά με το εργαστηριακό πείραμα. Στις απαντήσεις εμφανίστηκαν επίσης η διατύπωση ερωτημάτων, ο διάλογος, η αξιοποίηση προηγούμενων εμπειριών, οι ερευνητικές εργασίες, οι συνεργατικές δραστηριότητες και τα ψηφιακά εργαλεία.

Χαρακτηριστικά, ο Ε28 περιέγραψε την προσέγγιση ως διαδικασία στην οποία:

«δεν δίνεται έτοιμη η απάντηση στο εκάστοτε ερώτημα αλλά πρέπει να βγει έπειτα από συζήτηση, πείραμα, παλιότερη εμπειρία...»

Επιπλέον, ο Ε08 αναφέρθηκε σε «Πείραμα, ψηφιακά εργαλεία και συνεργατικές δραστηριότητες», ενώ ο Ε30 συμπεριέλαβε τόσο πειραματικές μεθόδους όσο και τη χρήση του διαδικτύου.

Συνεπώς, αν και ο πειραματισμός αποτελεί ιδιαίτερα ισχυρό στοιχείο της αντίληψης των συμμετεχόντων για την IBL, στις απαντήσεις εντοπίζεται και μια ευρύτερη κατανόηση της διερεύνησης, η οποία περιλαμβάνει διαφορετικές διαδικασίες αναζήτησης και επεξεργασίας της γνώσης.

ΣΤ2.4. Μεταβολή του ρόλου του εκπαιδευτικού και του μαθητή

Ένα ακόμη θέμα που προέκυψε αφορά τη διαφοροποίηση των ρόλων εκπαιδευτικού και μαθητή. Σε αρκετές απαντήσεις η παραδοσιακή διδασκαλία περιγράφεται ως διαδικασία στην οποία ο εκπαιδευτικός κατέχει και μεταδίδει τη γνώση, ενώ στη διερευνητική μάθηση ο μαθητής αποκτά μεγαλύτερη πρωτοβουλία και ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει περισσότερο καθοδηγητικό ρόλο.

Ιδιαίτερα χαρακτηριστική είναι η απάντηση του Ε04:

«Στην παραδοσιακή διδασκαλία κεντρικό ρόλο έχει ο εκπαιδευτικός ο οποίος είναι η απόλυτη αυθεντία, κατέχει την γνώση και σκοπός είναι να την μεταδώσει ενώ οι μαθητές/μαθήτριες είναι απλοί δέκτες της γνώσης.»

Ο ίδιος συμμετέχων αντιπαραβάλλει σε αυτό το μοντέλο τη διερευνητική μάθηση, στην οποία:

«οι μαθητές/μαθήτριες ανακαλύπτουν μόνοι τους την γνώση μέσα από τα πειράματα ή την ομαδική εργασία με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού.»

Ανάλογη αντίθεση εμφανίζεται στην απάντηση του E18, ο οποίος προσδιόρισε ως διαφοροποιητικό χαρακτηριστικό της IBL την «Ανυπαρξία διάλεξης» και το γεγονός ότι «ο καθηγητής δεν εμφανίζεται ως αυθεντία».

Οι απαντήσεις αυτές υποδηλώνουν ότι η διαφοροποίηση από την παραδοσιακή διδασκαλία συνδέεται, στις αντιλήψεις των συμμετεχόντων, με ανακατανομή της ευθύνης για τη μαθησιακή διαδικασία. Ο εκπαιδευτικός δεν εξαφανίζεται από τη διαδικασία, αλλά η λειτουργία του παρουσιάζεται περισσότερο ως καθοδήγηση της διερεύνησης παρά ως μονομερής μετάδοση έτοιμης γνώσης.

Η συγκεκριμένη διάσταση εξετάζεται αναλυτικότερα στην επόμενη θεματική ενότητα, όπου αναλύονται ειδικά οι απαντήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με τον ρόλο του εκπαιδευτικού και των μαθητών.

ΣΤ2.5. Συμμετοχή, ενδιαφέρον, κριτική σκέψη και κατανόηση

Μία ακόμη θεματική διάσταση αφορά τα χαρακτηριστικά και τα οφέλη που οι συμμετέχοντες συνδέουν με τη διερευνητική μάθηση. Παρότι οι ερωτήσεις 7 και 8 επικεντρώνονταν κυρίως στον ορισμό και στη διαφοροποίηση της IBL από την παραδοσιακή διδασκαλία, αρκετοί εκπαιδευτικοί ενσωμάτωσαν στις απαντήσεις τους αναφορές στις πιθανές επιδράσεις της προσέγγισης στους μαθητές/μαθήτριες .

Οι αναφορές αυτές αφορούσαν κυρίως την ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος, την αύξηση της συμμετοχής, την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και τη βαθύτερη κατανόηση των φυσικών εννοιών.

Χαρακτηριστική είναι και η παρατήρηση του E24 ότι η δυνατότητα των μαθητών να κινηθούν μέσα στην τάξη:

«καμιά φορά αρκεί για να τραβήξει το ενδιαφέρον τους και ενισχύει την διάθεση για συμμετοχή».

Οι συγκεκριμένες απαντήσεις δείχνουν ότι για μέρος των συμμετεχόντων η IBL δεν διαφοροποιείται από την παραδοσιακή διδασκαλία μόνο ως προς τη διαδικασία μέσω της οποίας προσεγγίζεται η γνώση, αλλά και ως προς τον τρόπο με τον οποίο θεωρούν ότι κινητοποιεί τους μαθητές/μαθήτριες σε γνωστικό και συμμετοχικό επίπεδο.

ΣΤ2.6. Συνολική αποτίμηση των αντιλήψεων για την IBL

Η θεματική ανάλυση των απαντήσεων στις ερωτήσεις 7 και 8 αναδεικνύει μια κυρίαρχη αντίληψη της διερευνητικής μάθησης ως προσέγγισης που μετατοπίζει το κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας από τον εκπαιδευτικό προς τον μαθητή. Ο μαθητής παρουσιάζεται ως ενεργός συμμετέχων, ο οποίος διερευνά ερωτήματα, παρατηρεί φαινόμενα, πειραματίζεται, επεξεργάζεται πληροφορίες και οδηγείται σταδιακά σε συμπεράσματα, αντί να δέχεται εξ αρχής έτοιμη τη γνώση.

Ο πειραματισμός αποτελεί ιδιαίτερα έντονο στοιχείο των αντιλήψεων των συμμετεχόντων, χωρίς όμως να αποτελεί τη μοναδική μορφή διερεύνησης που αναφέρθηκε. Η συζήτηση, η διατύπωση ερωτημάτων, οι προηγούμενες εμπειρίες, οι ερευνητικές και συνεργατικές δραστηριότητες και η χρήση ψηφιακών εργαλείων εμφανίζονται επίσης ως μέσα μέσω των οποίων μπορεί να οργανωθεί μια διερευνητική μαθησιακή διαδικασία.

Παράλληλα, η διαφοροποίηση της IBL από την παραδοσιακή διδασκαλία συνδέθηκε έντονα με τους ρόλους των δύο βασικών συντελεστών της μαθησιακής διαδικασίας. Ο μαθητής περιγράφεται ως περισσότερο αυτόνομος και ενεργός, ενώ ο εκπαιδευτικός μετακινείται από τον ρόλο της αποκλειστικής πηγής γνώσης προς έναν περισσότερο καθοδηγητικό ρόλο.

Τέλος, οι συμμετέχοντες συνέδεσαν τη διερευνητική προσέγγιση με αυξημένο ενδιαφέρον και συμμετοχή των μαθητών, ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και βαθύτερη κατανόηση. Οι συγκεκριμένες αναφορές αποτελούν αντιλήψεις των συμμετεχόντων και όχι ανεξάρτητη μέτρηση της μαθησιακής αποτελεσματικότητας της IBL. Η διάκριση αυτή είναι σημαντική, καθώς η παρούσα έρευνα εξετάζει τις απόψεις και τις δηλωμένες εμπειρίες των εκπαιδευτικών και δεν περιλαμβάνει άμεση μέτρηση της επίδοσης ή της κατανόησης των μαθητών.

Συνολικά, τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης θεματικής ενότητας απαντούν στο πρώτο ερευνητικό ερώτημα ως προς τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση. Η IBL αναδεικνύεται στις απαντήσεις κυρίως ως ενεργητική, μαθητοκεντρική και διερευνητική διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης, η οποία διαφοροποιείται από την παραδοσιακή διδασκαλία ως προς τον τρόπο απόκτησης της γνώσης και τους ρόλους εκπαιδευτικού και μαθητή.

ΣΤ3. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού και των μαθητών στη διερευνητική μάθηση

Η δεύτερη θεματική ενότητα της ανάλυσης επικεντρώνεται στον τρόπο με τον οποίο οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται τους ρόλους του εκπαιδευτικού και των μαθητών σε ένα περιβάλλον διερευνητικής μάθησης. Η συγκεκριμένη διάσταση διερευνήθηκε κυρίως μέσω των ερωτήσεων 9 και 10 του ερωτηματολογίου, στις οποίες οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να προσδιορίσουν αφενός τον ρόλο του εκπαιδευτικού σε μια διερευνητική προσέγγιση και αφετέρου τον ρόλο των μαθητών στη συγκεκριμένη διαδικασία.

Η θεματική ανάλυση των απαντήσεων ανέδειξε μια σαφή διαφοροποίηση από το παραδοσιακό μοντέλο μετάδοσης της γνώσης που είχε ήδη εμφανιστεί στις απαντήσεις των ερωτήσεων 7 και 8. Ο εκπαιδευτικός περιγράφεται κυρίως ως καθοδηγητής, συντονιστής και υποστηρικτής της διερευνητικής διαδικασίας, ενώ οι μαθητές/μαθήτριες παρουσιάζονται ως ενεργοί συμμετέχοντες που διερευνούν, διατυπώνουν ερωτήματα και υποθέσεις, πειραματίζονται, συνεργάζονται, επεξεργάζονται δεδομένα και οδηγούνται στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

Από την ανάλυση προέκυψε επίσης ότι η μετατόπιση προς έναν περισσότερο μαθητοκεντρικό τρόπο διδασκαλίας δεν συνεπάγεται υποβάθμιση του ρόλου του εκπαιδευτικού. Αντίθετα, αρκετές απαντήσεις αναδεικνύουν την ανάγκη συστηματικής καθοδήγησης, κατάλληλης οργάνωσης και παροχής υποστήριξης, ώστε οι μαθητές/μαθήτριες να μπορούν να αναπτύσσουν πρωτοβουλία χωρίς να χάνεται ο προσανατολισμός της μαθησιακής διαδικασίας.

ΣΤ3.1. Ο εκπαιδευτικός ως καθοδηγητής και διευκολυντής

Το ισχυρότερο μοτίβο στις απαντήσεις σχετικά με τον ρόλο του εκπαιδευτικού ήταν η έννοια της καθοδήγησης. Οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν επανειλημμένα χαρακτηρισμούς όπως «καθοδηγητής», «συντονιστής», «βοηθός» και «υποστηρικτής», αποδίδοντας στον εκπαιδευτικό έναν ρόλο διαφορετικό από εκείνον του αποκλειστικού φορέα και μεταδότη της γνώσης.

Σε ορισμένες περιπτώσεις η συγκεκριμένη αντίληψη αποτυπώθηκε με ιδιαίτερα σύντομες αλλά σαφείς απαντήσεις, όπως «Καθοδηγητικός» (Ε02), «Καθοδηγητής» (Ε03) και «Συντονιστικός» (Ε10).

Σε περισσότερες αναλυτικές απαντήσεις, η καθοδήγηση περιγράφηκε ως διαδικασία μέσω της οποίας ο εκπαιδευτικός βοηθά τους μαθητές/μαθήτριες να προχωρήσουν στη διερεύνηση χωρίς να τους παρέχει εξ αρχής την τελική απάντηση. Η λειτουργία του εκπαιδευτικού,

επομένως, συνδέεται με τη δημιουργία των κατάλληλων συνθηκών ώστε οι μαθητές/μαθήτριες να μπορούν να αναζητήσουν και να οικοδομήσουν τη γνώση μέσα από τη δική τους δραστηριότητα.

Η συγκεκριμένη αντίληψη παρουσιάζει άμεση συνέχεια με τα αποτελέσματα του ΣΤ2, όπου οι συμμετέχοντες αντιπαρέβαλαν τη διερευνητική μάθηση με το παραδοσιακό μοντέλο στο οποίο ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει έτοιμη τη γνώση. Στις απαντήσεις των ερωτήσεων 9 και 10 η διαφοροποίηση αυτή γίνεται περισσότερο συγκεκριμένη: ο εκπαιδευτικός εξακολουθεί να αποτελεί ουσιαστικό παράγοντα της μαθησιακής διαδικασίας, αλλά η λειτουργία του μεταβάλλεται από την άμεση μετάδοση προς την καθοδήγηση της αναζήτησης και της διερεύνησης.

ΣΤ3.2. Ο εκπαιδευτικός ως οργανωτής της διερευνητικής διαδικασίας

Πέρα από την καθοδήγηση, στις απαντήσεις αναδείχθηκε και η οργανωτική διάσταση του ρόλου του εκπαιδευτικού. Η διερευνητική μάθηση δεν παρουσιάζεται ως μια πλήρως ελεύθερη ή μη οργανωμένη δραστηριότητα των μαθητών. Αντίθετα, ο εκπαιδευτικός καλείται να διαμορφώσει το πλαίσιο μέσα στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η διερεύνηση.

Η λειτουργία αυτή περιλαμβάνει την επιλογή κατάλληλων δραστηριοτήτων, τη διατύπωση ή ενεργοποίηση ερωτημάτων, την οργάνωση του πειραματισμού, την παροχή των αναγκαίων μέσων και τη διατήρηση της μαθησιακής διαδικασίας προσανατολισμένης προς τον επιδιωκόμενο στόχο.

Από τις απαντήσεις προκύπτει επομένως ότι η μείωση της άμεσης διδασκαλίας δεν σημαίνει απουσία εκπαιδευτικής παρέμβασης. Η παρέμβαση μεταφέρεται περισσότερο στο επίπεδο του σχεδιασμού, της οργάνωσης, της παρακολούθησης και της υποστήριξης της δραστηριότητας των μαθητών.

Η διάσταση αυτή είναι σημαντική, καθώς στις αντιλήψεις των συμμετεχόντων η αυτονομία του μαθητή φαίνεται να συνυπάρχει με ένα οργανωμένο πλαίσιο καθοδήγησης. Ο εκπαιδευτικός δημιουργεί τις προϋποθέσεις για τη διερεύνηση και παρεμβαίνει όταν απαιτείται, χωρίς όμως να αφαιρεί από τους μαθητές/μαθήτριες την πρωτοβουλία για την αναζήτηση της απάντησης.

ΣΤ3.3. Καθοδήγηση μέσω ερωτημάτων και ανατροφοδότησης

Μία ειδικότερη διάσταση του καθοδηγητικού ρόλου αφορά τη χρήση κατάλληλων ερωτημάτων. Στις απαντήσεις των συμμετεχόντων η διερεύνηση συνδέεται με την ανάγκη ο

εκπαιδευτικός να ενεργοποιεί τη σκέψη των μαθητών και να τους βοηθά να προχωρούν από το αρχικό πρόβλημα προς τη διατύπωση υποθέσεων, τη διερεύνησή τους και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Με βάση αυτή την αντίληψη, ο εκπαιδευτικός δεν καλείται να απαντήσει ο ίδιος στο πρόβλημα που τίθεται, αλλά να χρησιμοποιήσει ερωτήματα και κατάλληλες παρεμβάσεις που επιτρέπουν στους μαθητές/μαθήτριες να επανεξετάσουν τις ιδέες τους και να συνεχίσουν την αναζήτησή τους.

Παράλληλα, η παροχή ανατροφοδότησης αναδεικνύεται ως στοιχείο της υποστήριξης που παρέχει ο εκπαιδευτικός. Η ανατροφοδότηση δεν λειτουργεί ως απλή γνωστοποίηση της σωστής απάντησης, αλλά ως βοήθεια προς τους μαθητές/μαθήτριες ώστε να αξιολογούν τη διαδικασία που ακολούθησαν, να εντοπίζουν πιθανές δυσκολίες και να αναπροσαρμόζουν τη σκέψη τους.

Έτσι, η καθοδήγηση που περιγράφεται στις απαντήσεις δεν είναι παθητική. Απαιτεί από τον εκπαιδευτικό να παρακολουθεί την πορεία της διερεύνησης και να παρεμβαίνει με τρόπο που υποστηρίζει τη μαθητική σκέψη χωρίς να αντικαθιστά την ενεργό συμμετοχή των μαθητών.

ΣΤ3.4. Ο μαθητής ως ενεργός ερευνητής

Αντίστοιχα σαφής ήταν η εικόνα που προέκυψε για τον ρόλο των μαθητών. Η έννοια της ενεργού συμμετοχής αποτελεί το βασικό χαρακτηριστικό που διατρέχει τις απαντήσεις στην ερώτηση 10. Οι μαθητές/μαθήτριες δεν περιγράφονται ως παθητικοί αποδέκτες πληροφοριών, αλλά ως συμμετέχοντες που αναλαμβάνουν ουσιαστικό μέρος της μαθησιακής διαδικασίας.

Η ενεργός συμμετοχή συνδέθηκε με ενέργειες όπως η παρατήρηση, η αναζήτηση πληροφοριών, η διατύπωση ερωτημάτων, η πραγματοποίηση πειραμάτων, η επεξεργασία αποτελεσμάτων και η εξαγωγή συμπερασμάτων.

Χαρακτηριστικά, σε μία από τις απαντήσεις ο ρόλος των μαθητών περιγράφηκε μέσα από ένα σύνολο ενεργειών: οι μαθητές/μαθήτριες συμμετέχουν ενεργά, θέτουν ερωτήματα, πειραματίζονται, αναλύουν τα αποτελέσματα, οδηγούνται σε συμπεράσματα και διατυπώνουν υποθέσεις.

Η συγκεκριμένη εικόνα συνδέεται άμεσα με τον τρόπο με τον οποίο οι συμμετέχοντες είχαν ήδη ορίσει την IBL στο ΣΤ2. Η διερευνητική μάθηση αποκτά το μαθητοκεντρικό της χαρακτηριστικό ακριβώς επειδή ο μαθητής καλείται να πραγματοποιήσει τις γνωστικές και πρακτικές ενέργειες που απαιτούνται για την προσέγγιση του προβλήματος.

ΣΤ3.5. Διατύπωση ερωτημάτων, υποθέσεων και εξαγωγή συμπερασμάτων

Μια περισσότερο συγκεκριμένη διάσταση του ενεργού ρόλου των μαθητών αφορά τη συμμετοχή τους στα επιμέρους στάδια της διερεύνησης. Οι απαντήσεις δεν περιορίζονται στην αόριστη έννοια της «συμμετοχής», αλλά σε αρκετές περιπτώσεις περιγράφουν συγκεκριμένες ενέργειες που παραπέμπουν σε μια διαδικασία επιστημονικής διερεύνησης.

Οι μαθητές/μαθήτριες παρουσιάζονται να θέτουν ερωτήματα, να διατυπώνουν υποθέσεις, να πραγματοποιούν πειραματικές ή άλλες διερευνητικές δραστηριότητες, να παρατηρούν, να συλλέγουν και να επεξεργάζονται στοιχεία και, τελικά, να οδηγούνται σε συμπεράσματα.

Το συγκεκριμένο μοτίβο είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τη διδασκαλία της Φυσικής, καθώς στις απαντήσεις των συμμετεχόντων ο μαθητής δεν παρουσιάζεται απλώς ως περισσότερο δραστήριος μέσα στην τάξη. Η ενεργοποίησή του συνδέεται με διαδικασίες αναζήτησης και επεξεργασίας στοιχείων που αποσκοπούν στην κατανόηση ενός φυσικού φαινομένου ή μιας έννοιας.

Με αυτή την έννοια, η μαθητική συμμετοχή που περιγράφεται από τους εκπαιδευτικούς έχει τόσο πρακτική όσο και γνωστική διάσταση. Ο μαθητής δεν καλείται μόνο να «κάνει» μια δραστηριότητα, αλλά να σκεφτεί πάνω στα αποτελέσματά της, να τα ερμηνεύσει και να οδηγηθεί σε τεκμηριωμένα συμπεράσματα.

ΣΤ3.6. Αυτονομία, πρωτοβουλία και ανάληψη ευθύνης από τους μαθητές/μαθήτριες

Η ενεργός συμμετοχή συνδέθηκε επίσης με την ανάπτυξη μεγαλύτερης μαθητικής αυτονομίας. Από τις απαντήσεις προκύπτει ότι οι μαθητές/μαθήτριες καλούνται να αναλάβουν περισσότερο ουσιαστική ευθύνη για την πορεία της μάθησής τους σε σύγκριση με μια περισσότερο παραδοσιακή διδασκαλία.

Η αυτονομία αυτή εκφράζεται μέσα από την ανάληψη πρωτοβουλιών, την αναζήτηση λύσεων και την προσπάθεια των μαθητών να φτάσουν σε απαντήσεις χωρίς να τους παρέχεται εξ αρχής η τελική γνώση από τον εκπαιδευτικό.

Ωστόσο, οι αντιλήψεις των συμμετεχόντων δεν παραπέμπουν σε πλήρη ανεξαρτησία των μαθητών από τον εκπαιδευτικό. Αντίθετα, η μαθητική αυτονομία παρουσιάζεται να αναπτύσσεται μέσα σε ένα πλαίσιο καθοδήγησης. Ο εκπαιδευτικός παραμένει διαθέσιμος για υποστήριξη, ενώ ο μαθητής αναλαμβάνει αυξημένη ευθύνη για τις επιμέρους ενέργειες της διερεύνησης.

Η σχέση αυτή αποτελεί ένα από τα περισσότερο χαρακτηριστικά στοιχεία που αναδύονται από το ερευνητικό υλικό: όσο περιορίζεται η άμεση μετάδοση της γνώσης από τον εκπαιδευτικό, τόσο αυξάνεται η ευθύνη του μαθητή να συμμετέχει ενεργά στην οικοδόμησή της.

ΣΤ3.7. Συνεργασία και αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών

Στις απαντήσεις εμφανίζεται επίσης η συνεργατική διάσταση της διερευνητικής μάθησης. Η συμμετοχή των μαθητών δεν περιγράφεται αποκλειστικά ως ατομική διαδικασία, αλλά συνδέεται σε ορισμένες περιπτώσεις με την ομαδική εργασία, την ανταλλαγή απόψεων και την αλληλεπίδραση.

Η συνεργασία επιτρέπει στους μαθητές/μαθήτριες να συζητούν διαφορετικές ιδέες, να συμμετέχουν από κοινού στην εκτέλεση δραστηριοτήτων και να επεξεργάζονται συλλογικά τα αποτελέσματα της διερεύνησης. Η διάσταση αυτή είχε ήδη εμφανιστεί στις απαντήσεις των προηγούμενων ερωτήσεων, όπου ορισμένοι συμμετέχοντες συμπεριέλαβαν τις συνεργατικές δραστηριότητες στα χαρακτηριστικά της IBL.

Η παρουσία της συνεργασίας στις απαντήσεις δείχνει ότι για μέρος των εκπαιδευτικών η διερευνητική διαδικασία δεν αφορά μόνο τη σχέση μεταξύ εκπαιδευτικού και μεμονωμένου μαθητή, αλλά και τη δημιουργία ενός περισσότερο αλληλεπιδραστικού μαθησιακού περιβάλλοντος.

Παράλληλα, η συνεργατική διάσταση δεν εμφανίστηκε με την ίδια ένταση σε όλες τις απαντήσεις. Για τον λόγο αυτό αντιμετωπίζεται ως διακριτό αλλά όχι καθολικό στοιχείο των αντιλήψεων των συμμετεχόντων σχετικά με τον ρόλο των μαθητών.

ΣΤ3.8. Η αλληλεξάρτηση των ρόλων εκπαιδευτικού και μαθητή

Η συνδυαστική εξέταση των απαντήσεων στις ερωτήσεις 9 και 10 αναδεικνύει ότι οι ρόλοι εκπαιδευτικού και μαθητή δεν αντιμετωπίζονται ως ανεξάρτητοι μεταξύ τους. Αντίθετα, η μεταβολή του ενός ρόλου προϋποθέτει αντίστοιχη μεταβολή του άλλου.

Όταν ο εκπαιδευτικός περιορίζει τη μονομερή μετάδοση έτοιμης γνώσης και αναλαμβάνει περισσότερο καθοδηγητική και συντονιστική λειτουργία, δημιουργείται μεγαλύτερος χώρος για την ενεργό συμμετοχή και την πρωτοβουλία των μαθητών. Αντίστοιχα, η ανάληψη μεγαλύτερης ευθύνης από τους μαθητές/μαθήτριες προϋποθέτει έναν εκπαιδευτικό που μπορεί να οργανώσει και να υποστηρίξει τη διαδικασία χωρίς να παρέχει άμεσα όλες τις απαντήσεις.

Από τα δεδομένα προκύπτει επομένως μια σχέση συμπληρωματικότητας. Η μαθητοκεντρική φύση της IBL δεν ταυτίζεται, στις αντιλήψεις των συμμετεχόντων, με την απουσία του εκπαιδευτικού. Αντίθετα, προϋποθέτει διαφορετικό τρόπο άσκησης του εκπαιδευτικού ρόλου.

Η καθοδήγηση, η οργάνωση, η υποστήριξη και η δημιουργία κατάλληλων ερωτημάτων από την πλευρά του εκπαιδευτικού λειτουργούν παράλληλα με τη διερεύνηση, τον πειραματισμό, την αναζήτηση, τη συνεργασία και την εξαγωγή συμπερασμάτων από την πλευρά των μαθητών. Οι δύο ρόλοι παρουσιάζονται, επομένως, ως αλληλένδετα στοιχεία της ίδιας μαθησιακής διαδικασίας.

ΣΤ3.9. Συνολική αποτίμηση των αντιλήψεων για τους ρόλους εκπαιδευτικού και μαθητών

Συνολικά, η θεματική ανάλυση των απαντήσεων στις ερωτήσεις 9 και 10 αναδεικνύει μια σαφή μετατόπιση των αντιλαμβανόμενων ρόλων σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία. Ο εκπαιδευτικός περιγράφεται κυρίως ως καθοδηγητής, συντονιστής, οργανωτής και υποστηρικτής της μαθησιακής διαδικασίας, ενώ οι μαθητές/μαθήτριες παρουσιάζονται ως ενεργοί συμμετέχοντες και ερευνητές.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού παραμένει ουσιαστικός, αλλά μεταβάλλεται ως προς τη μορφή του. Αντί να αποτελεί αποκλειστικά την πηγή της γνώσης, καλείται να δημιουργεί τις συνθήκες μέσα στις οποίες μπορεί να αναπτυχθεί η διερεύνηση, να θέτει ή να ενεργοποιεί κατάλληλα ερωτήματα, να παρακολουθεί την πορεία των μαθητών και να παρέχει την αναγκαία υποστήριξη.

Από την άλλη πλευρά, οι μαθητές/μαθήτριες καλούνται να αναλάβουν περισσότερο ενεργό και υπεύθυνο ρόλο. Η συμμετοχή τους συνδέεται με τη διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, τον πειραματισμό, την παρατήρηση, την αναζήτηση και επεξεργασία πληροφοριών, την εξαγωγή συμπερασμάτων και, σε αρκετές περιπτώσεις, τη συνεργασία με τους συμμαθητές/μαθήτριες τους.

Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία που προκύπτουν από τη συγκεκριμένη ενότητα είναι ότι η μαθητική αυτονομία και η εκπαιδευτική καθοδήγηση δεν εμφανίζονται ως αντίθετες έννοιες. Στις αντιλήψεις των συμμετεχόντων φαίνεται να λειτουργούν συμπληρωματικά: ο εκπαιδευτικός παρέχει το πλαίσιο και την αναγκαία υποστήριξη, ενώ ο μαθητής αναλαμβάνει ενεργό ρόλο στη διερεύνηση και στην οικοδόμηση της γνώσης.

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης ενότητας συνδέονται άμεσα με το τρίτο ερευνητικό ερώτημα της μελέτης, καθώς αποτυπώνουν τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τον δικό τους ρόλο και τον ρόλο των μαθητών σε περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης. Παράλληλα, δημιουργούν τη βάση για την εξέταση των απαντήσεων των εκπαιδευτικών που έχουν πραγματική εμπειρία εφαρμογής της IBL, όπου μπορεί να διερευνηθεί κατά πόσο οι αντιλήψεις αυτές αντανakλώνται στις δηλωμένες εμπειρίες τους από τη διδακτική πράξη.

ΣΤ4. Αντιλήψεις και εμπειρίες ανάλογα με τον βαθμό εξοικείωσης με την IBL

Η παρούσα ενότητα εξετάζει τις απαντήσεις των συμμετεχόντων στο διαφοροποιημένο τμήμα του ερωτηματολογίου, το οποίο διαμορφώθηκε ανάλογα με τον βαθμό εξοικείωσής τους με τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (IBL). Όπως παρουσιάστηκε προηγουμένως, από τους 30 συμμετέχοντες, 7 (23,3%) δήλωσαν ότι δεν γνώριζαν την IBL, 12 (40,0%) ότι τη γνώριζαν αλλά δεν την είχαν εφαρμόσει και 11 (36,7%) ότι τη γνώριζαν και την είχαν εφαρμόσει.

Η διάκριση των τριών ομάδων είναι σημαντική για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Οι απαντήσεις της πρώτης ομάδας αποτυπώνουν κυρίως προσδοκίες και υποθετικές εκτιμήσεις σχετικά με μια περισσότερο διερευνητική διδασκαλία. Οι απαντήσεις της δεύτερης ομάδας παρέχουν πληροφορίες για τους λόγους που εμποδίζουν τη μετάβαση από τη γνώση της IBL στην πρακτική εφαρμογή της. Αντίθετα, η τρίτη ομάδα προσφέρει στοιχεία που βασίζονται σε δηλωμένες εμπειρίες εφαρμογής, επιτρέποντας την εξέταση συγκεκριμένων παραδειγμάτων, της ανταπόκρισης των μαθητών, των δυσκολιών που εμφανίζονται κατά την εφαρμογή και της πρόθεσης επαναχρησιμοποίησης της προσέγγισης.

ΣΤ4.1. Εκπαιδευτικοί που δεν γνωρίζουν την IBL

Στην πρώτη ομάδα εντάσσονται 7 εκπαιδευτικοί, οι οποίοι δήλωσαν ότι δεν γνώριζαν τη διερευνητική μάθηση. Οι συμμετέχοντες αυτοί κλήθηκαν να απαντήσουν σε δύο ερωτήσεις: πώς φαντάζονται ότι θα μπορούσε να είναι μια περισσότερο διερευνητική προσέγγιση στη διδασκαλία της Φυσικής και ποιες δυσκολίες θεωρούν ότι θα αντιμετώπιζαν εάν επιχειρούσαν να την εφαρμόσουν.

Παρά το γεγονός ότι οι συγκεκριμένοι συμμετέχοντες δήλωσαν άγνοια του όρου IBL, οι περισσότερες απαντήσεις περιείχαν στοιχεία που παρέπεμπαν σε χαρακτηριστικά μιας διερευνητικής προσέγγισης. Εμφανίστηκαν κυρίως αναφορές στην ενεργοποίηση του μαθητή,

στη χρήση ερωτημάτων, στον πειραματισμό και στον περισσότερο καθοδηγητικό ρόλο του εκπαιδευτικού.

Χαρακτηριστική είναι η απάντηση του E03, ο οποίος φαντάστηκε μια διερευνητική προσέγγιση ως διαδικασία κατά την οποία:

«Ο εκπαιδευτικός θέτει διάφορα ερωτήματα στον μαθητή σχετικά με την εκάστοτε θεματική ενότητα, ξεφεύγοντας από τα όρια του σχολικού βιβλίου, και ο μαθητής καλείται να τα απαντήσει κάνοντας μόνος του την σχετική έρευνα.»

Αντίστοιχα, ο E27 έδωσε ιδιαίτερη έμφαση στον ενεργό ρόλο του μαθητή και στον συντονιστικό ρόλο του εκπαιδευτικού:

«Πιστεύω ότι τον κύριο ρόλο θα τον είχε ο μαθητής και θα προσπαθούσε μέσω πειραμάτων με τη βοήθεια του καθηγητή που θα είχε το ρόλο συντονιστή να καταλήξει σε ένα συμπέρασμα και από εκεί στην εξήγηση και κατανόηση κάποιας έννοιας.»

Άλλοι συμμετέχοντες επικεντρώθηκαν περισσότερο στον πειραματισμό. Ο E07 απάντησε ότι μια περισσότερο διερευνητική προσέγγιση θα μπορούσε να πραγματοποιείται «Με περισσότερα πειράματα», ενώ ο E20 αναφέρθηκε σε διδασκαλία «Μέσω ερωτήσεων και πειραμάτων».

Εμφανίστηκαν, ωστόσο, και διαφορετικές αντιλήψεις. Ο E10 συνέδεσε μια περισσότερο διερευνητική προσέγγιση με «ασκήσεις προσαρμοσμένες στο κάθε παιδί και τις ανάγκες του», ενώ ο E05 την περιέγραψε απλώς ως «Ενδιαφέρουσα κυρίως για τους μαθητές/μαθήτριες». Παράλληλα, ένας από τους συμμετέχοντες της συγκεκριμένης ομάδας (E17) απάντησε «ΔΕΝ ΞΕΡΩ», χωρίς να δώσει περαιτέρω περιγραφή.

Οι απαντήσεις δείχνουν επομένως ότι η δήλωση άγνοιας της IBL δεν συνεπάγεται σε όλες τις περιπτώσεις πλήρη απουσία αντιλήψεων σχετικών με διερευνητικές πρακτικές. Ορισμένοι συμμετέχοντες, χωρίς να δηλώνουν ότι γνωρίζουν τη συγκεκριμένη προσέγγιση, περιέγραψαν στοιχεία όπως ο πειραματισμός, τα ερωτήματα, η μαθητική έρευνα και η καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό. Το εύρημα αυτό πρέπει, ωστόσο, να αντιμετωπιστεί ως περιγραφή των απαντήσεών τους και όχι ως ένδειξη τεκμηριωμένης γνώσης της IBL.

Αντιλαμβανόμενες δυσκολίες πιθανής εφαρμογής

Οι δυσκολίες που θεωρούν ότι θα αντιμετώπιζαν οι συγκεκριμένοι εκπαιδευτικοί συγκεντρώνονται κυρίως γύρω από τον διαθέσιμο διδακτικό χρόνο, τον εξοπλισμό, την οργάνωση της διδασκαλίας και τη συμμετοχή των μαθητών.

Ο Ε03 προσδιόρισε ως βασικό πρόβλημα την:

«έλλειψη χρόνου για την κάλυψη της ύλης κυρίως στις μεγαλύτερες τάξεις του Λυκείου όπου οι μαθητές/μαθήτριες προετοιμάζονται για τις πανελλαδικές εξετάσεις.»

Αντίστοιχα, ο Ε20 αναφέρθηκε σε «Έλλειψη οργανωμένου εργαστηρίου και λιγοστό χρόνο», ενώ ο Ε07 επικεντρώθηκε στον «Εξοπλισμό στην τάξη».

Η οργάνωση της διερευνητικής διαδικασίας εμφανίστηκε επίσης ως πιθανή δυσκολία. Ο Ε27 αναφέρθηκε στην ανάγκη οργάνωσης του μαθήματος:

«ώστε να καταλήξουν τα παιδιά σε σωστά αποτελεσμάτα και να πεαγματοποιηθεί το μάθημα σε εφικτά χρονικά πλαίσια.»

Τέλος, ο Ε05 προσδιόρισε ως πιθανό πρόβλημα «Τη συνεργασία των μαθητών», ενώ ο Ε17 δεν ήταν σε θέση να προσδιορίσει συγκεκριμένες δυσκολίες.

Συνολικά, ακόμη και μεταξύ των εκπαιδευτικών χωρίς δηλωμένη γνώση της IBL εμφανίζονται ήδη ορισμένοι από τους περιορισμούς που επανεμφανίζονται στις άλλες δύο ομάδες, ιδιαίτερα ο περιορισμένος χρόνος και η ανεπάρκεια υλικοτεχνικής υποδομής.

ΣΤ4.2. Εκπαιδευτικοί που γνωρίζουν την IBL αλλά δεν την έχουν εφαρμόσει

Η δεύτερη και αριθμητικά μεγαλύτερη ομάδα αποτελείται από 12 εκπαιδευτικούς, οι οποίοι δήλωσαν ότι γνωρίζουν τη διερευνητική μάθηση αλλά δεν την έχουν εφαρμόσει. Οι απαντήσεις της συγκεκριμένης ομάδας παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς επιτρέπουν να εξεταστεί η απόσταση ανάμεσα στη γνώση μιας διδακτικής προσέγγισης και στην πραγματική ενσωμάτωσή της στη διδακτική πρακτική.

Οι συμμετέχοντες απάντησαν σε τρεις ερωτήσεις που αφορούσαν τους λόγους μη εφαρμογής, τα εμπόδια που θεωρούν ότι τους απέτρεψαν και τις συνθήκες υπό τις οποίες θα ήταν διατεθειμένοι να εφαρμόσουν την IBL.

Η θεματική ανάλυση ανέδειξε ως κυριότερους ανασταλτικούς παράγοντες τον περιορισμένο χρόνο, την ανάγκη κάλυψης μεγάλης διδακτέας ή εξεταστέας ύλης, τον προσανατολισμό προς τις εξετάσεις και ιδιαίτερα τις Πανελλαδικές, την έλλειψη κατάλληλων υποδομών και

εκπαιδευτικού υλικού, καθώς και παράγοντες που σχετίζονται με τη σύνθεση, το ενδιαφέρον και την αυτονομία των μαθητών.

Χρόνος, ύλη και εξεταστικός προσανατολισμός

Ο περιορισμένος χρόνος αποτελεί το περισσότερο επαναλαμβανόμενο εμπόδιο στις απαντήσεις της συγκεκριμένης ομάδας. Σε αρκετές περιπτώσεις δεν εμφανίζεται μεμονωμένα, αλλά συνδέεται άμεσα με την έκταση της ύλης και την ανάγκη προετοιμασίας των μαθητών για τις εξετάσεις.

Ο Ε09 περιέγραψε το πρόβλημα ως:

«τεράστια πίεση χρόνου για την κάλυψη μιας εξαιρετικά εκτενούς και απαιτητικής εξεταστικής ύλης.»

Ο ίδιος επισήμανε ότι η IBL «απαιτεί μεγάλο χρονικό βάθος για να αποδώσει», το οποίο θεωρεί ότι δεν είναι διαθέσιμο όταν η διδασκαλία καθορίζεται από αυστηρά χρονοδιαγράμματα και εξετάσεις.

Ανάλογη είναι η τοποθέτηση του Ε04:

«Η φύση του μαθήματος ειδικότερα στο Λύκειο είναι αρκετά ασκησιοκεντρική. Απώτερος σκοπός είναι οι μαθητές/μαθήτριες να τα πάνε καλά στις τελικές εξετάσεις [...] και στις πανελλήνιες εξετάσεις.»

Η σύνδεση με το φροντιστηριακό περιβάλλον εμφανίζεται έντονα σε αρκετές απαντήσεις. Ο Ε25 ανέφερε:

«Γιατί εργάζομαι σε φροντιστήριο, έχω τάξεις λυκείου και ο χρόνος που υπάρχει ώστε να βγει η ύλη και να προετοιμαστούν για τις πανελλήνιες [...] είναι περιορισμένος.»

Αντίστοιχα, ο Ε02 συνέδεσε τη μη εφαρμογή με το εκπαιδευτικό σύστημα και το εργασιακό περιβάλλον, επισημαίνοντας ότι «στο φροντιστήριο γίνεται προετοιμασία πανελλήνιων».

Οι συγκεκριμένες απαντήσεις αναδεικνύουν ότι η μη εφαρμογή της IBL δεν αποδίδεται απαραίτητα σε αρνητική στάση απέναντι στη μέθοδο. Σε αρκετές περιπτώσεις οι εκπαιδευτικοί περιγράφουν εξωτερικούς και θεσμικούς περιορισμούς που θεωρούν ότι δυσχεραίνουν την πρακτική εφαρμογή της.

Υλικοτεχνική υποδομή και κατάλληλος χώρος

Δεύτερο επαναλαμβανόμενο θέμα αποτελεί η έλλειψη εργαστηριακής και υλικοτεχνικής υποδομής. Ο E11 απέδωσε τη μη εφαρμογή άμεσα στην «Έλλειψη εργαστηρίου και εξοπλισμού», ενώ ο E22 προσδιόρισε ως εμπόδιο την «Έλλειψη υλικοτεχνικής υποδομής».

Ο E04 αναφέρθηκε συνδυαστικά στην:

«έλλειψη κατάλληλου εξοπλισμού χώρου και χρόνου και [στον] μεγάλο όγκο της ύλης που πρέπει να καλυφθεί».

Παράλληλα, ο E09 ανέφερε τις «περιορισμένες εργαστηριακές υποδομές» και την έλλειψη κατάλληλα διαμορφωμένου εκπαιδευτικού υλικού.

Η υλικοτεχνική διάσταση συνδέεται και με τις προϋποθέσεις μελλοντικής εφαρμογής. Ο E22 δήλωσε ότι θα εφάρμοζε την προσέγγιση με την «Ύπαρξη εργαστηρίου», ενώ ο E11 ανέφερε ως επιθυμητές συνθήκες «κατάλληλο εργαστήριο» και ολιγομελή τμήματα.

Παράγοντες που σχετίζονται με τους μαθητές/μαθήτριες και τη διαχείριση της τάξης

Παρότι λιγότερο κυρίαρχοι από τον χρόνο και τις υποδομές, στις απαντήσεις εμφανίστηκαν και παράγοντες που σχετίζονται με τους μαθητές/μαθήτριες .

Ο E12 απέδωσε τη μη εφαρμογή και στην απουσία ενδιαφέροντος από τους μαθητές/μαθήτριες , ενώ ο E29 επισήμανε ότι η IBL:

«χρειάζεται τα παιδιά να είναι ενεργά και να υπάρχει ενδιαφέρον από τη μεριά τους».

Ο E09 αναφέρθηκε στην:

«παγιωμένη νοοτροπία των μαθητών που έχουν συνηθίσει σε έτοιμη, τυποποιημένη γνώση και δυσκολεύονται αρχικά να λειτουργήσουν αυτόνομα.»

Επιπλέον, ο E06 συμπεριέλαβε μεταξύ των εμποδίων τον μεγάλο αριθμό μαθητών σε μία τάξη, ενώ ο E11 αναφέρθηκε στη «Δυσκολία συντονισμού των μαθητών».

Οι απαντήσεις αυτές υποδηλώνουν ότι ορισμένοι εκπαιδευτικοί θεωρούν πως η αποτελεσματική εφαρμογή της διερεύνησης προϋποθέτει έναν βαθμό μαθητικής ενεργοποίησης, αυτονομίας και συνεργασίας, καθώς και συνθήκες τάξης που επιτρέπουν στον εκπαιδευτικό να διαχειριστεί τη διερευνητική διαδικασία.

Προϋποθέσεις μελλοντικής εφαρμογής

Οι απαντήσεις στην ερώτηση σχετικά με τις συνθήκες υπό τις οποίες οι εκπαιδευτικοί θα ήταν διατεθειμένοι να εφαρμόσουν την IBL παρουσιάζουν ουσιαστικά την αντίστροφη εικόνα των εμποδίων που είχαν προηγουμένως αναφερθεί.

Οι βασικές προϋποθέσεις αφορούν περισσότερο διαθέσιμο χρόνο, περιορισμό ή αναδιοργάνωση της ύλης, διαφορετικό εξεταστικό πλαίσιο, κατάλληλο εργαστήριο και εξοπλισμό, μικρότερες ομάδες μαθητών, κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό και επιμόρφωση.

Ο Ε09 ανέφερε ότι θα ήταν ευκολότερη η εφαρμογή:

«Αν υπήρχε εξορθολογισμός και μείωση της εξεταστέας ύλης, ώστε να μην θυσιάζεται η ουσιαστική κατανόηση στον βωμό της ταχύτητας.»

Παράλληλα, αναφέρθηκε στην ανάγκη ύπαρξης «ευέλικτων, έτοιμων ψηφιακών ή πειραματικών εργαλείων» που θα μπορούσαν να ενσωματωθούν στο καθημερινό μάθημα.

Ο Ε30 έθεσε ένα ευρύτερο πλαίσιο προϋποθέσεων, αναφέροντας:

«σε ένα άλλο σχολείο που θα υποστηριζόταν πραγματικά η διερευνητική μάθηση (όχι σύνδεση του σχολείου με εισαγωγή στο πανεπιστήμιο, κατάλληλες δομές, κατάλληλη επιμόρφωση)».

Επομένως, στην ομάδα των εκπαιδευτικών που γνωρίζουν την IBL αλλά δεν την έχουν εφαρμόσει, τα δεδομένα δείχνουν ότι η απόσταση μεταξύ γνώσης και εφαρμογής συνδέεται κυρίως με πρακτικούς, θεσμικούς και οργανωτικούς περιορισμούς. Η ύπαρξη θετικής προδιάθεσης για μελλοντική εφαρμογή εμφανίζεται σε αρκετές απαντήσεις, υπό την προϋπόθεση μεταβολής των συνθηκών μέσα στις οποίες πραγματοποιείται η διδασκαλία.

ΣΤ4.3. Εκπαιδευτικοί που γνωρίζουν και έχουν εφαρμόσει την IBL

Η τρίτη ομάδα αποτελείται από 11 εκπαιδευτικούς που δήλωσαν ότι γνωρίζουν την IBL και την έχουν εφαρμόσει. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες δύο ομάδες, οι απαντήσεις τους αφορούν δηλωμένες εμπειρίες εφαρμογής και όχι μόνο αντιλήψεις ή υποθετικές εκτιμήσεις.

Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να περιγράψουν ένα συγκεκριμένο παράδειγμα διερευνητικής δραστηριότητας, την ανταπόκριση των μαθητών, τυχόν διαφοροποίηση στην κατανόηση ή στη συμμετοχή τους, τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν και το εάν θα επέλεγαν να εφαρμόσουν ξανά διερευνητικές δραστηριότητες.

Από τους 11 συμμετέχοντες της συγκεκριμένης ομάδας, ένας (Ε19) δεν παρείχε ουσιαστικές απαντήσεις στις ερωτήσεις 12Γ–16Γ, χρησιμοποιώντας παύλες. Συνεπώς, η ποιοτική ερμηνεία

της εμπειρίας εφαρμογής βασίζεται στις ουσιαστικές απαντήσεις των υπόλοιπων συμμετεχόντων της ομάδας, χωρίς η κενή αυτή περίπτωση να χρησιμοποιείται για την παραγωγή θεμάτων.

Παραδείγματα εφαρμογής της IBL στη Φυσική

Οι συμμετέχοντες περιέγραψαν διαφορετικές μορφές διερευνητικών δραστηριοτήτων, οι οποίες κάλυπταν ποικιλία θεματικών περιοχών της Φυσικής. Μεταξύ των παραδειγμάτων αναφέρθηκαν ηλεκτρικά κυκλώματα και ο Νόμος του Ohm, η θερμότητα και η θερμοκρασία, οι νόμοι του Νεύτωνα και η αδράνεια, η πυκνότητα, η έννοια της κλίσης, η ροπή δύναμης, καθώς και δραστηριότητες σχετικές με την αστροφυσική και τον εντοπισμό εξωπλανητών.

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα του E23 σχετικά με τον Νόμο του Ohm. Οι μαθητές/μαθήτριες εργάστηκαν σε ομάδες και χρησιμοποίησαν προσομοίωση PhET προκειμένου να διερευνήσουν τη σχέση μεταξύ τάσης, έντασης ρεύματος και αντίστασης. Σύμφωνα με τον συμμετέχοντα:

«Αρχικά διατύπωσαν υποθέσεις, στη συνέχεια πραγματοποίησαν εικονικά πειράματα μεταβάλλοντας τις τιμές των μεγεθών και κατέγραφαν τα αποτελέσματα σε πίνακες. Μέσα από την ανάλυση των δεδομένων οδηγήθηκαν σταδιακά στη διατύπωση του νόμου, αντί να τους δοθεί έτοιμος.»

Αντίστοιχο παράδειγμα του Νόμου του Ohm έδωσε και ο E08, αναφέροντας ότι οι μαθητές/μαθήτριες «Παρατηρούν το κύκλωμα, κάνουν μετρήσεις, αναζητούν σχέσεις».

Ο E24 περιέγραψε διερεύνηση της σχέσης μάζας και όγκου με τη χρήση πλαστελίνης, ογκομετρικών κυλίνδρων και ζυγού. Οι μαθητές/μαθήτριες μέτρησαν τη μάζα και τον όγκο διαφορετικών ποσοτήτων πλαστελίνης και υπολόγισαν τον λόγο μάζας προς όγκο, καταλήγοντας στην έννοια της πυκνότητας.

Ιδιαίτερα αναλυτικό ήταν και το παράδειγμα του E13 με τίτλο «Κυνηγοί Εξωπλανητών: Στα Ίχνη Άλλων Κόσμων». Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα οι μαθητές/μαθήτριες διερεύνησαν τη μέθοδο της διάβασης για τον εντοπισμό εξωπλανητών. Χρησιμοποίησαν μια λάμπα ως αναπαράσταση άστρου, πλαστελίνη ως πλανήτη και εφαρμογή σε tablet για τη μέτρηση της μεταβολής της φωτεινότητας. Στη συνέχεια ανέλυσαν τα δεδομένα και εργάστηκαν συνεργατικά για την ερμηνεία των ευρημάτων τους.

Οι δραστηριότητες που περιγράφηκαν δείχνουν ότι η IBL εφαρμόζεται από τους συγκεκριμένους συμμετέχοντες με διαφορετικά μέσα: πραγματικά πειράματα, εικονικές προσομοιώσεις, ψηφιακές εφαρμογές, προβλήματα από την καθημερινή εμπειρία και ομαδικές δραστηριότητες. Κοινό στοιχείο αρκετών παραδειγμάτων είναι ότι η έννοια ή η σχέση που μελετάται δεν παρουσιάζεται εξ αρχής ως έτοιμη γνώση, αλλά οι μαθητές/μαθήτριες οδηγούνται προς αυτή μέσω παρατήρησης, μέτρησης, πειραματισμού και επεξεργασίας δεδομένων.

Ανταπόκριση και συμμετοχή των μαθητών

Οι εκπαιδευτικοί με εμπειρία εφαρμογής περιέγραψαν κατά κύριο λόγο θετική ανταπόκριση των μαθητών στις διερευνητικές δραστηριότητες. Στις απαντήσεις εμφανίζονται επανειλημμένα όροι όπως «ενθουσιασμός», «ενδιαφέρον», «ενεργός συμμετοχή», «συνεργασία» και «συγκέντρωση».

Ο Ε08 ανέφερε ότι οι μαθητές/μαθήτριες :

«Συμμετέχουν ενεργά, δείχνουν ενδιαφέρον, συνεργάζονται στις ομάδες».

Ο Ε13 παρατήρησε ότι οι μαθητές/μαθήτριες ανταποκρίνονται «με ενθουσιασμό», ενώ ο Ε24 χαρακτήρισε την ανταπόκρισή τους με τη φράση «Είναι ενθουσιασμένα!».

Ιδιαίτερα έντονη είναι η περιγραφή του Ε28:

«Ενθουσιασμός! Πλήρης συγκέντρωση στο αντικείμενο και στο δρομενο εκείνης της στιγμής! Χαρά διότι ξεκαθαρίζουν στην πράξη τι τους λέει η θεωρία...»

Παρόμοια εικόνα έδωσε ο Ε18, ο οποίος ανέφερε ότι οι μαθητές/μαθήτριες ανταποκρίνονται «πολύ καλύτερα σε σχέση με την διάλεξη».

Ωστόσο, οι απαντήσεις δεν είναι απολύτως ομοιόμορφες. Ο Ε23 επισήμανε ότι, παρότι οι μαθητές/μαθήτριες ανταποκρίνονται γενικά θετικά, ορισμένοι:

«αρχικά εμφανίζουν αμηχανία λόγω της έλλειψης καθοδήγησης, αλλά σταδιακά προσαρμόζονται.»

Το στοιχείο αυτό δείχνει ότι η μετάβαση σε μια περισσότερο αυτόνομη μορφή μάθησης δεν βιώνεται απαραίτητα με τον ίδιο τρόπο από όλους τους μαθητές/μαθήτριες .

Αντιλαμβανόμενη επίδραση στην κατανόηση

Οι συμμετέχοντες με εμπειρία εφαρμογής ανέφεραν επίσης διαφοροποιήσεις στην κατανόηση των μαθητών, αν και οι απαντήσεις παρουσιάζουν μεγαλύτερη διαφοροποίηση σε σχέση με εκείνες που αφορούν τη συμμετοχή.

Ο E18 ανέφερε «αύξηση κατανόησης, αύξηση συμμετοχής, αύξηση ενδιαφέροντος», ενώ ο E14 παρατήρησε ότι:

«και ο πιο αδύναμος μαθητής μπορεί να χρησιμοποιήσει τις εμπειρίες του για να περιγράψει φαινόμενα και να προσπαθήσει να τα ερμηνεύσει».

Ο E23 έδωσε μια περισσότερο διαφοροποιημένη εικόνα, επισημαίνοντας ότι οι μαθητές/μαθήτριες με υψηλότερη αυτονομία συμμετέχουν περισσότερο και εμβαθύνουν, ενώ μαθητές/μαθήτριες με μαθησιακές δυσκολίες ή χαμηλότερη αυτοπεποίθηση χρειάζονται περισσότερη υποστήριξη.

Παράλληλα, ορισμένες απαντήσεις θέτουν επιφυλάξεις ως προς το εάν η διερευνητική δραστηριότητα αρκεί από μόνη της για τη σταθεροποίηση της γνώσης. Ο E21 σημείωσε:

«Ναι μεγάλη. Χρειάζονται όμως και ορισμούς για να μείνει η γνώση για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα».

Αντίστοιχα, ο E24 ανέφερε ότι μετά τη διερευνητική δραστηριότητα:

«χρειάζεται ωστόσο κάποια στιγμή να επαναληφθεί σαν θεωρία η όλη διαδικασία για να εμπαιδωσουν γιατί κάνανε αυτά που κάνανε!»

Ακόμη πιο επιφυλακτική ήταν η απάντηση του E15, ο οποίος αναγνώρισε διαφοροποίηση αλλά τη χαρακτήρισε ως «μερική και επιφανειακή κατανόηση».

Τα δεδομένα επομένως δείχνουν ότι η αντιλαμβανόμενη επίδραση της IBL στη συμμετοχή εμφανίζεται περισσότερο ομοιόμορφα θετική, ενώ ως προς την κατανόηση καταγράφεται πιο σύνθετη εικόνα. Οι εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν οφέλη, αλλά ορισμένοι επισημαίνουν την ανάγκη θεωρητικής συστηματοποίησης, κατάλληλης καθοδήγησης και προσαρμογής στις ανάγκες διαφορετικών μαθητών.

Δυσκολίες κατά την πραγματική εφαρμογή

Παρά τη θετική αποτίμηση των διερευνητικών δραστηριοτήτων, οι εκπαιδευτικοί με εμπειρία εφαρμογής ανέφεραν συγκεκριμένες δυσκολίες. Κυρίαρχο ζήτημα ήταν και σε αυτή την ομάδα ο χρόνος.

Ο Ε13 ανέφερε ότι:

«Η εφαρμογή δραστηριοτήτων διερευνητικής μάθησης απαιτεί αρκετό χρόνο τόσο στο σχεδιασμό όσο και στην προετοιμασία του υλικού».

Ο Ε18 αναφέρθηκε σε «έλλειψη χρόνου» και σε «ασφυκτικό πρόγραμμα σπουδών», ενώ ο Ε24 συνόψισε το πρόβλημα ως «Λίγος χρόνος - μεγάλη ύλη».

Ο Ε28 διαφοροποίησε τη δυνατότητα εφαρμογής ανάλογα με την εκπαιδευτική βαθμίδα, αναφέροντας ότι στις μικρότερες τάξεις δεν αντιμετωπίζει ιδιαίτερο πρόβλημα, αλλά:

«στις μεγαλύτερες το πιεσμένο ωράριο και ο όγκος ασκησιολογίας που πρέπει να κάνουν τα παιδιά δεν αφήνει πολλά περιθώρια».

Εκτός από τον χρόνο, εμφανίστηκαν ζητήματα υποδομών και εργαστηρίων. Ο Ε21 επισήμανε ότι «Δεν υπάρχουν πάντα οι κατάλληλες προϋποθέσεις για πειραματισμό και κατάλληλα εργαστήρια», ενώ ο Ε01 αναφέρθηκε συνοπτικά στην ανάγκη για «Υλικά».

Άλλες δυσκολίες αφορούσαν τη διαχείριση της τάξης και τις διαφορές μεταξύ των μαθητών.

Ο Ε23 αναφέρθηκε στον αυξημένο χρόνο, στη δυσκολία διαχείρισης της τάξης, στην ανομοιογένεια του μαθητικού πληθυσμού και στην ανάγκη συχνότερης καθοδήγησης ορισμένων μαθητών. Ο Ε15 ανέφερε επίσης τη συμμετοχή «κάποιων αδιάφορων μαθητών» και τις διαφωνίες μεταξύ μαθητών.

Τέλος, ο Ε14 έθεσε έναν διαφορετικό περιορισμό: δεν θεωρεί ότι όλες οι θεματικές ενότητες της Φυσικής είναι εξίσου κατάλληλες για διερευνητική προσέγγιση. Η παρατήρηση αυτή δείχνει ότι, πέρα από τους εξωτερικούς περιορισμούς, η επιλογή του γνωστικού αντικειμένου μπορεί επίσης να επηρεάζει τη δυνατότητα εφαρμογής της IBL.

Πρόθεση επαναχρησιμοποίησης της IBL

Οι ουσιαστικές απαντήσεις των εκπαιδευτικών με εμπειρία εφαρμογής δείχνουν ισχυρή πρόθεση επαναχρησιμοποίησης διερευνητικών δραστηριοτήτων. Οι συμμετέχοντες που τοποθετήθηκαν σχετικά απάντησαν θετικά, αν και διαφοροποιήθηκαν ως προς την αιτιολόγησή τους.

Ο Ε08 ανέφερε:

«Ναι. Οι μαθητές/μαθήτριες δεν λαμβάνουν έτοιμη γνώση, αλλά οικοδομούν τη γνώση μέσα από παρατήρηση, πειραματισμό, διατύπωση συμπερασμάτων και εργάζονται σε ομάδες.»

Ο Ε18 συνέδεσε την πρόθεση επαναχρησιμοποίησης με το ενδιαφέρον και τη μάθηση των μαθητών, σημειώνοντας ότι είναι:

«ιδιαίτερα ικανοποιητικό να διαπιστώνεις ότι οι μαθητές/μαθήτριες ενδιαφέρονται τόσο να συμμετέχουν όσο και να κατανοήσουν τον κόσμο γύρω τους.»

Ο Ε23, παρότι αναγνώρισε δυσκολίες, δήλωσε ότι θα εφάρμοζε ξανά διερευνητικές δραστηριότητες λόγω της ενεργού εμπλοκής των μαθητών, της ανάπτυξης κριτικής σκέψης και της βαθύτερης κατανόησης.

Ο Ε24 ανέφερε ότι, ιδιαίτερα στο Γυμνάσιο, το μάθημα της Φυσικής θα έπρεπε να διδάσκεται με αυτόν τον τρόπο, ενώ ο Ε28 δήλωσε με ιδιαίτερα θετικό τρόπο ότι θα συνέχιζε να χρησιμοποιεί διερευνητικές δραστηριότητες, επισημαίνοντας ότι η διαδικασία είναι περισσότερο ενδιαφέρουσα τόσο για τους μαθητές/μαθήτριες όσο και για τον ίδιο.

Παράλληλα, η απάντηση του Ε15, «Ναι, στο σωστό πλαίσιο», υπενθυμίζει ότι η θετική στάση απέναντι στην IBL δεν συνεπάγεται απαραίτητα την άποψη ότι μπορεί να εφαρμόζεται χωρίς προϋποθέσεις σε κάθε διδακτική περίπτωση.

ΣΤ4.4. Συγκριτική αποτίμηση των τριών ομάδων

Η συγκριτική εξέταση των τριών ομάδων αναδεικνύει τόσο διαφορές όσο και σημαντικά κοινά σημεία.

Οι εκπαιδευτικοί που δεν γνωρίζουν την IBL εκφράζουν κυρίως υποθετικές αντιλήψεις για το πώς θα μπορούσε να οργανωθεί μια περισσότερο διερευνητική διδασκαλία. Παρά την έλλειψη δηλωμένης εξοικείωσης, αρκετοί αναφέρονται σε ερωτήματα, πειράματα, ενεργό μαθητικό ρόλο και καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό.

Οι εκπαιδευτικοί που γνωρίζουν την IBL αλλά δεν την έχουν εφαρμόσει εστιάζουν κυρίως στους παράγοντες που εμποδίζουν την εφαρμογή της. Ο περιορισμένος χρόνος, η μεγάλη ύλη, ο εξεταστικός προσανατολισμός, η έλλειψη εργαστηριακών υποδομών και η σύνθεση ή στάση των μαθητών αποτελούν τα βασικότερα ζητήματα που αναδεικνύονται. Ταυτόχρονα, οι περισσότεροι περιγράφουν συνθήκες υπό τις οποίες θα ήταν περισσότερο διατεθειμένοι να εφαρμόσουν τη διερευνητική προσέγγιση.

Τέλος, οι εκπαιδευτικοί με δηλωμένη εμπειρία εφαρμογής παρέχουν συγκεκριμένα παραδείγματα από τη διδακτική πράξη και περιγράφουν κυρίως θετική μαθητική ανταπόκριση. Η αύξηση του ενδιαφέροντος και της συμμετοχής εμφανίζεται ιδιαίτερα έντονα, ενώ οι

αντιλήψεις σχετικά με την επίδραση στην κατανόηση παρουσιάζουν περισσότερες αποχρώσεις. Παράλληλα, οι πραγματικές εμπειρίες εφαρμογής επιβεβαιώνουν την παρουσία αρκετών από τους περιορισμούς που είχαν προβλέψει ή αναφέρει οι άλλες ομάδες, κυρίως ως προς τον χρόνο, την έκταση της ύλης, τις υποδομές και τη διαχείριση διαφορετικών μαθητικών αναγκών.

Ένα ιδιαίτερα σημαντικό κοινό σημείο είναι επομένως ότι οι πρακτικοί και θεσμικοί περιορισμοί δεν εμφανίζονται μόνο ως υποθετικές ανησυχίες των εκπαιδευτικών χωρίς εμπειρία εφαρμογής. Επανεμφανίζονται και στις δηλωμένες εμπειρίες εκείνων που έχουν ήδη χρησιμοποιήσει διερευνητικές δραστηριότητες.

Συνολικά, τα αποτελέσματα της ενότητας δείχνουν ότι ο βαθμός εξοικείωσης με την IBL διαφοροποιεί το είδος της πληροφορίας που παρέχουν οι συμμετέχοντες: από την υποθετική αντίληψη, στη γνώση των εμποδίων και, τελικά, στη βιωμένη εμπειρία εφαρμογής. Ταυτόχρονα, όμως, διαμορφώνεται ένας κοινός πυρήνας θεμάτων που διατρέχει τις τρεις ομάδες και αφορά τον διαθέσιμο χρόνο, τις απαιτήσεις της ύλης και των εξετάσεων, τις υλικοτεχνικές συνθήκες, την ενεργοποίηση των μαθητών και την ανάγκη κατάλληλης εκπαιδευτικής καθοδήγησης.

ΣΤ5. Παράγοντες που επηρεάζουν την εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης

Η επόμενη θεματική ενότητα της ανάλυσης αφορά τους παράγοντες που, σύμφωνα με τις αντιλήψεις και τις δηλωμένες εμπειρίες των συμμετεχόντων, επηρεάζουν τη δυνατότητα εφαρμογής της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση (IBL) στη διδασκαλία της Φυσικής. Η συγκεκριμένη διάσταση διερευνήθηκε τόσο μέσω των διαφοροποιημένων ερωτήσεων που παρουσιάστηκαν στο ΣΤ4 όσο και μέσω των κοινών ερωτήσεων 17 και 18 του ερωτηματολογίου.

Η ερώτηση 17 επικεντρώθηκε στον τρόπο με τον οποίο το αναλυτικό πρόγραμμα και το εξεταστικό σύστημα επηρεάζουν τις διδακτικές επιλογές των εκπαιδευτικών, ενώ η ερώτηση 18 διερεύνησε τις αντιλαμβανόμενες διαφορές μεταξύ σχολείου και φροντιστηρίου ως προς τη δυνατότητα εφαρμογής διερευνητικών πρακτικών. Στις συγκεκριμένες κοινές ερωτήσεις καταγράφηκαν 28 ουσιαστικές απαντήσεις. Συνεπώς, η θεματική ανάλυση της ενότητας βασίζεται στις διαθέσιμες απαντήσεις και δεν θεωρεί ότι το σύνολο των 30 συμμετεχόντων τοποθετήθηκε σε κάθε επιμέρους ζήτημα.

Η ανάλυση ανέδειξε ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την εφαρμογή της IBL δεν περιορίζονται σε ένα μόνο επίπεδο. Αντίθετα, διαμορφώνεται ένα πλέγμα αλληλένδετων παραγόντων που περιλαμβάνει τον διαθέσιμο διδακτικό χρόνο, την έκταση της ύλης, το εξεταστικό σύστημα, τις υλικοτεχνικές υποδομές, το εκπαιδευτικό περιβάλλον, τα χαρακτηριστικά των μαθητών και τις οργανωτικές απαιτήσεις της διερευνητικής διδασκαλίας.

ΣΤ5.1. Ο διαθέσιμος διδακτικός χρόνος

Ο περιορισμένος διδακτικός χρόνος αποτελεί έναν από τους περισσότερο επαναλαμβανόμενους παράγοντες στο συνολικό ερευνητικό υλικό. Το συγκεκριμένο ζήτημα εμφανίζεται τόσο στις απαντήσεις των εκπαιδευτικών που δεν έχουν εφαρμόσει την IBL όσο και στις δηλωμένες εμπειρίες εκείνων που την έχουν ήδη χρησιμοποιήσει.

Ο χρόνος δεν παρουσιάζεται απλώς ως γενική δυσκολία οργάνωσης του μαθήματος. Συνδέεται άμεσα με το γεγονός ότι η διερευνητική προσέγγιση θεωρείται ότι απαιτεί περισσότερο χρόνο για την ανάπτυξη ερωτημάτων, τον πειραματισμό, τη συνεργασία, τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Ιδιαίτερα στις μεγαλύτερες τάξεις του Λυκείου, ο διαθέσιμος χρόνος περιγράφεται ως περισσότερο περιορισμένος λόγω της ανάγκης κάλυψης της ύλης και προετοιμασίας των μαθητών για τις εξετάσεις. Η πίεση αυτή φαίνεται να οδηγεί ορισμένους εκπαιδευτικούς στην επιλογή περισσότερο άμεσων και χρονικά προβλέψιμων διδακτικών πρακτικών.

Χαρακτηριστική είναι η τοποθέτηση συμμετέχοντα που περιγράφει την ύπαρξη:

«τεράστιας πίεσης χρόνου για την κάλυψη μιας εξαιρετικά εκτενούς και απαιτητικής εξεταστικής ύλης.»

Παράλληλα, οι εκπαιδευτικοί με πραγματική εμπειρία εφαρμογής επιβεβαιώνουν ότι ο χρόνος αποτελεί δυσκολία όχι μόνο πριν από την εφαρμογή αλλά και κατά τη διάρκειά της. Στις απαντήσεις τους γίνεται αναφορά τόσο στον χρόνο που απαιτείται μέσα στην τάξη όσο και στον χρόνο προετοιμασίας του εκπαιδευτικού για τον σχεδιασμό των δραστηριοτήτων και την οργάνωση του απαραίτητου υλικού.

Επομένως, ο χρόνος αναδεικνύεται ως παράγοντας με διπλή διάσταση: αφορά τόσο τη διάρκεια που απαιτείται για την πραγματοποίηση της διερευνητικής δραστηριότητας όσο και την πρόσθετη προετοιμασία που προηγείται αυτής.

ΣΤ5.2. Έκταση της ύλης και ανάγκη κάλυψης του αναλυτικού προγράμματος

Σε στενή σύνδεση με τον χρόνο εμφανίζεται η έκταση της διδακτέας ύλης. Πολλοί συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται την ανάγκη ολοκλήρωσης της προβλεπόμενης ύλης ως παράγοντα που περιορίζει την ευελιξία των διδακτικών επιλογών τους.

Η διερευνητική προσέγγιση θεωρείται ότι προϋποθέτει χρόνο για τη σταδιακή ανάπτυξη της μαθητικής σκέψης. Αντίθετα, η ανάγκη κάλυψης μεγάλου αριθμού διδακτικών ενοτήτων μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα φαίνεται να ευνοεί περισσότερο συμπυκνωμένες μορφές διδασκαλίας.

Χαρακτηριστική είναι η σύντομη διατύπωση ενός συμμετέχοντα από την ομάδα με εμπειρία εφαρμογής:

«Λίγος χρόνος - μεγάλη ύλη.»

Η συγκεκριμένη φράση αποτυπώνει τη στενή σχέση ανάμεσα στους δύο παράγοντες. Η έκταση της ύλης μειώνει τον διαθέσιμο χρόνο ανά ενότητα, ενώ ο περιορισμένος χρόνος δυσχεραίνει την επιλογή δραστηριοτήτων που απαιτούν διερεύνηση, συζήτηση και πειραματισμό.

Οι απαντήσεις υποδεικνύουν επίσης ότι η επίδραση της ύλης δεν είναι ίδια σε όλες τις τάξεις. Σε μικρότερες τάξεις φαίνεται να υπάρχει, σύμφωνα με ορισμένους συμμετέχοντες, μεγαλύτερο περιθώριο για διερευνητικές δραστηριότητες, ενώ στις μεγαλύτερες τάξεις και ιδιαίτερα όταν υπάρχει έντονος εξεταστικός προσανατολισμός το περιθώριο αυτό περιορίζεται.

ΣΤ5.3. Εξεταστικό σύστημα και προσανατολισμός στις Πανελλαδικές Εξετάσεις

Ένα από τα ισχυρότερα θέματα που προκύπτουν από τις απαντήσεις αφορά την επίδραση του εξεταστικού συστήματος. Οι εξετάσεις και ιδιαίτερα οι Πανελλαδικές παρουσιάζονται ως παράγοντας που διαμορφώνει σε σημαντικό βαθμό τις προτεραιότητες της διδασκαλίας της Φυσικής.

Για αρκετούς συμμετέχοντες, η ανάγκη προετοιμασίας των μαθητών για συγκεκριμένου τύπου εξεταστικές απαιτήσεις οδηγεί σε μεγαλύτερη έμφαση στην επίλυση ασκήσεων, στην κάλυψη της εξεταστέας ύλης και στην εξάσκηση σε συγκεκριμένες μορφές προβλημάτων.

Χαρακτηριστικά, ένας συμμετέχων ανέφερε ότι:

«Η φύση του μαθήματος ειδικότερα στο Λύκειο είναι αρκετά ασκησιοκεντρική. Απώτερος σκοπός είναι οι μαθητές/μαθήτριες να τα πάνε καλά στις τελικές εξετάσεις [...] και στις πανελλήνιες εξετάσεις.»

Η συγκεκριμένη πίεση εμφανίζεται ακόμη εντονότερα στις απαντήσεις εκπαιδευτικών που εργάζονται σε φροντιστήρια. Εκεί, η προετοιμασία για τις Πανελλαδικές περιγράφεται ως κεντρικός στόχος της εκπαιδευτικής διαδικασίας, με αποτέλεσμα ο διαθέσιμος χρόνος να κατευθύνεται κυρίως προς την ολοκλήρωση της ύλης και την επίλυση ασκήσεων.

Ένας συμμετέχων που εργάζεται σε φροντιστήριο εξήγησε ότι δεν είχε εφαρμόσει IBL:

«Γιατί εργάζομαι σε φροντιστήριο, έχω τάξεις λυκείου και ο χρόνος που υπάρχει ώστε να βγει η ύλη και να προετοιμαστούν για τις πανελλήνιες [...] είναι περιορισμένος.»

Το εξεταστικό σύστημα, επομένως, δεν εμφανίζεται στις απαντήσεις απλώς ως ένας επιπλέον περιορισμός. Συνδέεται με τον τρόπο με τον οποίο οργανώνεται ο διαθέσιμος χρόνος, με την επιλογή του περιεχομένου και με τις διδακτικές πρακτικές που θεωρούνται περισσότερο κατάλληλες για την επίτευξη των εξεταστικών στόχων.

ΣΤ5.4. Υλικοτεχνικές υποδομές και εργαστηριακός εξοπλισμός

Η υλικοτεχνική υποδομή αποτελεί έναν ακόμη επαναλαμβανόμενο παράγοντα. Οι συμμετέχοντες αναφέρθηκαν στην έλλειψη οργανωμένων εργαστηρίων, κατάλληλου εξοπλισμού, διαθέσιμων υλικών και, σε ορισμένες περιπτώσεις, κατάλληλου χώρου.

Η σημασία της υποδομής συνδέεται ιδιαίτερα με τον τρόπο με τον οποίο αρκετοί εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τη διερευνητική μάθηση στη Φυσική. Όπως προέκυψε ήδη από το ΣΤ2, ο πειραματισμός αποτελεί ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά που συνδέουν οι συμμετέχοντες με την IBL. Κατά συνέπεια, η απουσία εργαστηρίου ή εξοπλισμού μπορεί να θεωρείται άμεσο εμπόδιο στην εφαρμογή της.

Χαρακτηριστικές είναι σύντομες απαντήσεις όπως:

«Έλλειψη εργαστηρίου και εξοπλισμού»

και:

«Έλλειψη υλικοτεχνικής υποδομής».

Ωστόσο, τα παραδείγματα των εκπαιδευτικών που έχουν εφαρμόσει IBL δείχνουν ότι η διερεύνηση δεν πραγματοποιείται αποκλειστικά μέσω συμβατικού εργαστηριακού

εξοπλισμού. Στο ερευνητικό υλικό εμφανίζονται επίσης ψηφιακές προσομοιώσεις, εφαρμογές σε φορητές συσκευές και απλά καθημερινά υλικά.

Έτσι, οι υποδομές αποτελούν σημαντικό περιοριστικό παράγοντα στις αντιλήψεις των συμμετεχόντων, χωρίς όμως η απουσία πλήρους εργαστηρίου να αποκλείει όλες τις μορφές διερευνητικής δραστηριότητας.

ΣΤ5.5. Χαρακτηριστικά των μαθητών και διαχείριση της τάξης

Ένας ακόμη άξονας αφορά παράγοντες που σχετίζονται με τους ίδιους τους μαθητές/μαθήτριες και με τη διαχείριση της τάξης. Οι συμμετέχοντες αναφέρθηκαν στο ενδιαφέρον των μαθητών, στην προθυμία συμμετοχής, στην ικανότητα αυτόνομης εργασίας, στην ανομοιογένεια των μαθητικών ομάδων και στον αριθμό των μαθητών.

Η IBL απαιτεί, σύμφωνα με αρκετές απαντήσεις, περισσότερο ενεργή μαθητική συμμετοχή από μια παραδοσιακή μορφή διδασκαλίας. Το χαρακτηριστικό αυτό θεωρείται πλεονέκτημα όταν οι μαθητές/μαθήτριες ανταποκρίνονται θετικά, αλλά μπορεί να μετατραπεί σε δυσκολία όταν υπάρχει χαμηλό ενδιαφέρον ή περιορισμένη εξοικείωση με περισσότερο αυτόνομες μορφές εργασίας.

Ένας συμμετέχων επισήμανε ότι η IBL:

«χρειάζεται τα παιδιά να είναι ενεργά και να υπάρχει ενδιαφέρον από τη μεριά τους».

Άλλος συμμετέχων αναφέρθηκε σε:

«παγιωμένη νοοτροπία των μαθητών που έχουν συνηθίσει σε έτοιμη, τυποποιημένη γνώση και δυσκολεύονται αρχικά να λειτουργήσουν αυτόνομα.»

Η συγκεκριμένη παρατήρηση παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε συνδυασμό με τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών που έχουν εφαρμόσει IBL. Σε αυτή την ομάδα αναφέρθηκε ότι ορισμένοι μαθητές/μαθήτριες εμφανίζουν αρχικά αμηχανία όταν δεν τους παρέχεται άμεσα η καθοδήγηση που έχουν συνηθίσει, αλλά σταδιακά προσαρμόζονται στη διαφορετική μαθησιακή διαδικασία.

Παράλληλα, ο μεγάλος αριθμός μαθητών και η ανομοιογένεια της τάξης αναφέρονται ως παράγοντες που αυξάνουν τις απαιτήσεις διαχείρισης. Σε ένα διερευνητικό περιβάλλον ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να παρακολουθεί διαφορετικές ομάδες ή μαθητές/μαθήτριες που μπορεί να βρίσκονται σε διαφορετικά στάδια της διαδικασίας και να χρειάζονται διαφορετικό βαθμό υποστήριξης.

ΣΤ5.6. Διαφορές μεταξύ σχολείου και φροντιστηρίου

Η ερώτηση 18 επέτρεψε την ειδικότερη εξέταση των διαφορών που αντιλαμβάνονται οι εκπαιδευτικοί μεταξύ σχολείου και φροντιστηρίου ως προς τη δυνατότητα εφαρμογής διερευνητικών πρακτικών.

Από τις απαντήσεις προκύπτει ότι η διαφοροποίηση μεταξύ των δύο περιβαλλόντων συνδέεται κυρίως με τους στόχους, τον χρόνο, τις υποδομές και τον βαθμό εξεταστικού προσανατολισμού.

Στις απαντήσεις αρκετών συμμετεχόντων, το φροντιστήριο παρουσιάζεται ως περισσότερο προσανατολισμένο στην προετοιμασία για τις εξετάσεις και στην αποτελεσματική κάλυψη της ύλης μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο. Η ανάγκη αυτή φαίνεται να περιορίζει τον διαθέσιμο χρόνο για περισσότερο ανοικτές και χρονικά απαιτητικές διερευνητικές δραστηριότητες.

Χαρακτηριστικά, συμμετέχων που εργάζεται σε φροντιστήριο επισήμανε ότι εκεί το χρονικό πλαίσιο είναι αυστηρότερο, καθώς οι γονείς και οι μαθητές/μαθήτριες προσδοκούν συγκεκριμένη προετοιμασία για τις Πανελλαδικές Εξετάσεις.

Αντίθετα, το σχολείο παρουσιάζεται από ορισμένους συμμετέχοντες ως περιβάλλον στο οποίο υπάρχουν περισσότερες δυνατότητες για διερευνητικές δραστηριότητες, ιδιαίτερα όταν είναι διαθέσιμα εργαστήρια ή όταν ο εκπαιδευτικός έχει μεγαλύτερο περιθώριο ως προς τον τρόπο οργάνωσης της διδασκαλίας.

Η διαφοροποίηση αυτή, ωστόσο, δεν εμφανίζεται ως απόλυτη. Και στο σχολικό περιβάλλον οι συμμετέχοντες αναφέρουν περιορισμούς που σχετίζονται με την ύλη, τον χρόνο, τις εξετάσεις, τις υποδομές και τον αριθμό των μαθητών. Συνεπώς, τα δεδομένα δεν υποστηρίζουν έναν απλό διαχωρισμό σύμφωνα με τον οποίο η IBL μπορεί να εφαρμοστεί στο σχολείο αλλά όχι στο φροντιστήριο. Αντίθετα, υποδεικνύουν διαφορετικό βαθμό και διαφορετικό είδος περιορισμών στα δύο περιβάλλοντα.

ΣΤ5.7. Αλληλεπίδραση των παραγόντων

Ένα ιδιαίτερα σημαντικό εύρημα της θεματικής ανάλυσης είναι ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την εφαρμογή της IBL δεν λειτουργούν ανεξάρτητα μεταξύ τους.

Ο περιορισμένος χρόνος, για παράδειγμα, συνδέεται άμεσα με την έκταση της ύλης. Η έκταση της ύλης συνδέεται με τη σειρά της με τις απαιτήσεις του εξεταστικού συστήματος. Ο

εξεταστικός προσανατολισμός μπορεί να επηρεάζει περισσότερο συγκεκριμένα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, όπως το φροντιστήριο, ενώ οι ελλείψεις σε εργαστηριακές υποδομές μπορούν να αυξάνουν ακόμη περισσότερο τον χρόνο που χρειάζεται ο εκπαιδευτικός για να σχεδιάσει εναλλακτικές δραστηριότητες.

Παρόμοια, η ανομοιογένεια των μαθητών και ο μεγάλος αριθμός μαθητών στην τάξη αυξάνουν τις απαιτήσεις καθοδήγησης και διαχείρισης, γεγονός που μπορεί να ενισχύει περαιτέρω το πρόβλημα του περιορισμένου χρόνου.

Έτσι, από τα δεδομένα δεν προκύπτει ένας μοναδικός παράγοντας που να καθορίζει τη δυνατότητα εφαρμογής της IBL. Αντίθετα, αναδεικνύεται ένα σύνολο αλληλεπιδρώντων περιορισμών και προϋποθέσεων που διαμορφώνουν το πραγματικό πλαίσιο μέσα στο οποίο οι εκπαιδευτικοί λαμβάνουν τις διδακτικές τους αποφάσεις.

ΣΤ5.8. Συνολική αποτίμηση των παραγόντων που επηρεάζουν την εφαρμογή της IBL

Συνολικά, η ανάλυση των απαντήσεων αναδεικνύει ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης στη διδασκαλία της Φυσικής είναι πολυδιάστατοι.

Ο περιορισμένος διδακτικός χρόνος και η ανάγκη κάλυψης μεγάλης έκτασης ύλης αποτελούν από τα περισσότερο επαναλαμβανόμενα ζητήματα. Οι παράγοντες αυτοί συνδέονται στενά με το εξεταστικό σύστημα και ιδιαίτερα με την προετοιμασία για τις Πανελλαδικές Εξετάσεις, η οποία φαίνεται να ενισχύει την επιλογή περισσότερο ασκησιοκεντρικών και χρονικά ελεγχόμενων μορφών διδασκαλίας.

Παράλληλα, οι υλικοτεχνικές υποδομές, η ύπαρξη εργαστηρίου και κατάλληλου εξοπλισμού, ο αριθμός και η ανομοιογένεια των μαθητών, το επίπεδο μαθητικής αυτονομίας και ενδιαφέροντος και οι απαιτήσεις διαχείρισης της τάξης επηρεάζουν επίσης τη δυνατότητα εφαρμογής διερευνητικών δραστηριοτήτων.

Η σύγκριση σχολείου και φροντιστηρίου δείχνει ότι οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται διαφορετικές συνθήκες εφαρμογής στα δύο περιβάλλοντα. Ο εξεταστικός προσανατολισμός και η πίεση χρόνου εμφανίζονται ιδιαίτερα έντονα στο φροντιστηριακό πλαίσιο, χωρίς όμως να απουσιάζουν από το σχολείο.

Ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός ότι αρκετοί από τους ίδιους περιορισμούς εμφανίζονται τόσο στις απαντήσεις των εκπαιδευτικών που δεν έχουν εφαρμόσει την IBL όσο και στις πραγματικές δηλωμένες εμπειρίες εκείνων που την έχουν ήδη εφαρμόσει. Το στοιχείο αυτό δείχνει ότι ζητήματα όπως ο χρόνος, η ύλη και οι υποδομές δεν αποτελούν αποκλειστικά

υποθετικούς προβληματισμούς των μη χρηστών της προσέγγισης, αλλά εμφανίζονται και στις περιγραφές της διδακτικής πράξης.

Με βάση τα παραπάνω, το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα της παρούσας μελέτης, το οποίο αφορά τους παράγοντες που σύμφωνα με τις αντιλήψεις και τις εμπειρίες των εκπαιδευτικών επηρεάζουν την αποτελεσματική εφαρμογή των διερευνητικών διδακτικών στρατηγικών, απαντάται μέσα από ένα πολυπαραγοντικό σχήμα. Η δυνατότητα εφαρμογής της IBL φαίνεται, σύμφωνα με τους συμμετέχοντες, να διαμορφώνεται από την αλληλεπίδραση θεσμικών, χρονικών, οργανωτικών, υλικοτεχνικών και μαθητικών παραγόντων και όχι από έναν μεμονωμένο περιορισμό.

ΣΤ6. Αντιλαμβανόμενα οφέλη, επιφυλάξεις και προϋποθέσεις συστηματικότερης εφαρμογής της IBL

Η τελευταία εκτεταμένη θεματική ενότητα της ανάλυσης επικεντρώνεται στα οφέλη που οι συμμετέχοντες αποδίδουν στη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (IBL), στις επιφυλάξεις και στους προβληματισμούς που εκφράζουν σχετικά με την εφαρμογή της, καθώς και στις συνθήκες που θεωρούν ότι θα μπορούσαν να διευκολύνουν τη συστηματικότερη αξιοποίησή της στη διδασκαλία της Φυσικής.

Η ανάλυση βασίζεται κυρίως στις απαντήσεις των κοινών ερωτήσεων 19, 20 και 21 του ερωτηματολογίου. Στις συγκεκριμένες ερωτήσεις καταγράφηκαν 28 ουσιαστικές απαντήσεις. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να προσδιορίσουν τα βασικά πλεονεκτήματα που αποδίδουν στην IBL, να εκφράσουν πιθανές επιφυλάξεις ή προβληματισμούς και να αναφέρουν τι θα τους βοηθούσε να εφαρμόζουν διερευνητικές πρακτικές περισσότερο συστηματικά.

Από τη θεματική ανάλυση προκύπτει μια συνολικά θετική αλλά όχι άκριτη εικόνα της διερευνητικής μάθησης. Οι συμμετέχοντες συνδέουν την IBL κυρίως με την ενεργό συμμετοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών, τη βαθύτερη κατανόηση, την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, τη σύνδεση θεωρίας και πράξης, τη συνεργασία και την αυξημένη μαθητική αυτονομία. Παράλληλα, εκφράζονται προβληματισμοί σχετικά με τον χρόνο, τις υποδομές, τις διαφορετικές ανάγκες των μαθητών, την απαιτούμενη καθοδήγηση και τη δυνατότητα ένταξης της προσέγγισης στο υφιστάμενο εκπαιδευτικό πλαίσιο.

Οι προϋποθέσεις που προτείνονται για συστηματικότερη εφαρμογή παρουσιάζουν αντίστοιχα πολυδιάστατο χαρακτήρα και περιλαμβάνουν περισσότερο διαθέσιμο χρόνο, κατάλληλες υποδομές και εκπαιδευτικό υλικό, επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, μεγαλύτερη θεσμική

υποστήριξη και αλλαγές σε πλευρές του αναλυτικού προγράμματος και του εξεταστικού συστήματος.

ΣΤ6.1. Ενεργός συμμετοχή και αυξημένο ενδιαφέρον των μαθητών

Ένα από τα περισσότερο εμφανή οφέλη που αποδίδουν οι συμμετέχοντες στην IBL αφορά την ενεργοποίηση των μαθητών. Σε αντίθεση με μια περισσότερο παθητική παρακολούθηση του μαθήματος, η διερευνητική προσέγγιση περιγράφεται ως διαδικασία που δημιουργεί περισσότερες ευκαιρίες για συμμετοχή, αναζήτηση, πειραματισμό και αλληλεπίδραση.

Στις απαντήσεις εμφανίζονται επανειλημμένα αναφορές στο ενδιαφέρον, στην ενεργό συμμετοχή, στην κινητοποίηση και στην περισσότερο ευχάριστη εμπειρία του μαθήματος.

Χαρακτηριστική είναι η απάντηση του Ε02, ο οποίος συμπεριέλαβε μεταξύ των βασικών πλεονεκτημάτων:

«Ενεργη συμμετοχη των μαθητων, διαδραστικο μαθημα, αναπτυξη κριτικης σκεψης, συνεργασια, συνδεση θεωριας με πραξη.»

Η συγκεκριμένη απάντηση συμπυκνώνει αρκετά από τα θέματα που εμφανίζονται και στις απαντήσεις άλλων συμμετεχόντων. Η ενεργή συμμετοχή δεν αντιμετωπίζεται απομονωμένα, αλλά συνδέεται με ένα διαφορετικό μαθησιακό περιβάλλον στο οποίο οι μαθητές/μαθήτριες καλούνται να ενεργούν, να συζητούν και να επεξεργάζονται οι ίδιοι το αντικείμενο της μάθησης.

Ανάλογη εικόνα προκύπτει από την απάντηση του Ε28, ο οποίος, έχοντας ήδη εφαρμόσει διερευνητικές δραστηριότητες, συνέδεσε την προσέγγιση με τον ενθουσιασμό, τη συγκέντρωση και την ενεργό εμπλοκή των μαθητών.

Οι απαντήσεις αυτές παρουσιάζουν συνοχή με τις δηλωμένες εμπειρίες εφαρμογής που αναλύθηκαν στο ΣΤ4.3, όπου αρκετοί εκπαιδευτικοί με εμπειρία IBL περιέγραψαν θετική ανταπόκριση των μαθητών, αυξημένο ενδιαφέρον και περισσότερο ενεργή συμμετοχή.

ΣΤ6.2. Βαθύτερη κατανόηση και σύνδεση θεωρίας με πράξη

Ένας δεύτερος βασικός άξονας αφορά την κατανόηση των φυσικών εννοιών. Οι συμμετέχοντες συνδέουν τη διερευνητική μάθηση με τη δυνατότητα των μαθητών να προσεγγίζουν τη γνώση μέσα από προσωπική εμπλοκή, παρατήρηση και πειραματισμό και όχι αποκλειστικά μέσα από την παρουσίαση θεωρητικών πληροφοριών.

Η σύνδεση της θεωρίας με την πράξη αποτελεί ιδιαίτερα εμφανές στοιχείο των απαντήσεων. Στη Φυσική, όπου η παρατήρηση και ο πειραματισμός μπορούν να συνδεθούν άμεσα με φυσικά φαινόμενα και θεωρητικές έννοιες, οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι η διερευνητική προσέγγιση μπορεί να συμβάλει στην κατανόηση του νοήματος πίσω από τη θεωρία και τους μαθηματικούς τύπους.

Ο Ε03 προσδιόρισε ως βασικό πλεονέκτημα την:

«Καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη κατανόηση του αντικειμένου.»

Αντίστοιχα, από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών με εμπειρία εφαρμογής είχε ήδη αναδειχθεί η άποψη ότι η πρακτική διερεύνηση μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές/μαθήτριες να «ξεκαθαρίζουν στην πράξη» στοιχεία που προηγουμένως είχαν προσεγγίσει σε θεωρητικό επίπεδο.

Ωστόσο, όπως διαπιστώθηκε στο ΣΤ4.3, η αντίληψη αυτή δεν ήταν απολύτως ομοιόμορφη. Ορισμένοι εκπαιδευτικοί επισήμαναν ότι μετά τη διερεύνηση απαιτείται θεωρητική συστηματοποίηση ή επανάληψη, ώστε οι μαθητές/μαθήτριες να σταθεροποιήσουν τη γνώση που προέκυψε μέσα από τη δραστηριότητα.

Συνεπώς, η βαθύτερη κατανόηση εμφανίζεται ως σημαντικό αντιλαμβανόμενο όφελος, αλλά τα δεδομένα δεν υποδεικνύουν ότι οι συμμετέχοντες θεωρούν τη διερευνητική δραστηριότητα από μόνη της επαρκή σε κάθε μαθησιακή περίσταση.

ΣΤ6.3. Ανάπτυξη κριτικής σκέψης και δεξιοτήτων διερεύνησης

Η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης αποτελεί ένα ακόμη επαναλαμβανόμενο πλεονέκτημα. Οι συμμετέχοντες συνδέουν τη διερευνητική μάθηση με την ανάγκη οι μαθητές/μαθήτριες να αναζητούν πληροφορίες, να διατυπώνουν υποθέσεις, να εξετάζουν δεδομένα, να αξιολογούν αποτελέσματα και να οδηγούνται σε συμπεράσματα.

Στο πλαίσιο αυτό, η IBL δεν παρουσιάζεται μόνο ως διαφορετικός τρόπος διδασκαλίας του ίδιου γνωστικού περιεχομένου, αλλά ως προσέγγιση που μπορεί να κινητοποιεί διαφορετικές μορφές μαθητικής σκέψης.

Η αναφορά του Ε02 στην «ανάπτυξη κριτικής σκέψης» είναι χαρακτηριστική αυτής της αντίληψης. Παρόμοιες αναφορές είχαν ήδη εμφανιστεί στις απαντήσεις σχετικά με τον ορισμό της IBL και τον ρόλο των μαθητών, όπου οι μαθητές/μαθήτριες περιγράφηκαν να θέτουν

ερωτήματα, να πραγματοποιούν πειράματα, να αναλύουν αποτελέσματα και να διατυπώνουν συμπεράσματα.

Έτσι, τα αντιλαμβανόμενα γνωστικά οφέλη της IBL δεν περιορίζονται στην απόκτηση συγκεκριμένων γνώσεων Φυσικής. Για μέρος των συμμετεχόντων επεκτείνονται στην ανάπτυξη περισσότερο γενικών δεξιοτήτων διερεύνησης και κριτικής επεξεργασίας πληροφοριών.

ΣΤ6.4. Συνεργασία και ανάπτυξη μαθητικής αυτονομίας

Η συνεργασία αποτελεί επίσης ένα από τα οφέλη που εμφανίζονται στο ερευνητικό υλικό. Η ομαδική εργασία και η ανταλλαγή απόψεων θεωρούνται στοιχεία που μπορούν να ενισχύσουν την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών.

Οι διερευνητικές δραστηριότητες μπορούν, σύμφωνα με τις απαντήσεις, να δημιουργήσουν ένα περιβάλλον στο οποίο οι μαθητές/μαθήτριες συζητούν υποθέσεις, συνεργάζονται για την πραγματοποίηση πειραμάτων ή άλλων δραστηριοτήτων και εξετάζουν από κοινού τα αποτελέσματα.

Παράλληλα, η IBL συνδέεται με μεγαλύτερο βαθμό αυτονομίας. Οι μαθητές/μαθήτριες καλούνται να αναλαμβάνουν πρωτοβουλία και να συμμετέχουν περισσότερο ενεργά στην αναζήτηση της γνώσης αντί να αναμένουν αποκλειστικά την παροχή έτοιμων απαντήσεων από τον εκπαιδευτικό.

Το στοιχείο αυτό συνδέεται άμεσα με τα αποτελέσματα του ΣΤ3 σχετικά με τον ρόλο των μαθητών. Η αυτονομία, ωστόσο, εμφανίζεται ταυτόχρονα και ως πιθανή πηγή δυσκολίας, ιδιαίτερα όταν οι μαθητές/μαθήτριες δεν είναι εξοικειωμένοι με έναν περισσότερο ενεργό τρόπο εργασίας.

ΣΤ6.5. Επιφυλάξεις σχετικά με τον χρόνο και την οργανωτική εφαρμογή

Παρά τη θετική αποτίμηση των πλεονεκτημάτων, οι συμμετέχοντες εξέφρασαν σημαντικές επιφυλάξεις σχετικά με την πρακτική εφαρμογή της IBL.

Ο χρόνος αποτελεί και σε αυτή την ερώτηση ένα από τα περισσότερο εμφανή ζητήματα. Οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι η προετοιμασία και η πραγματοποίηση διερευνητικών δραστηριοτήτων μπορεί να απαιτούν περισσότερο χρόνο σε σχέση με περισσότερο άμεσες μορφές διδασκαλίας.

Παράλληλα, αναφέρονται οργανωτικές απαιτήσεις που αφορούν την προετοιμασία του υλικού, τη διαχείριση της τάξης, τον συντονισμό ομάδων και την ανάγκη παρακολούθησης διαφορετικών μαθητικών πορειών κατά τη διάρκεια της διερεύνησης.

Ο Ε02, για παράδειγμα, συμπεριέλαβε στους προβληματισμούς του τον χρόνο, τους διαθέσιμους πόρους και την οργάνωση, επισημαίνοντας παράλληλα ότι δεν ανταποκρίνονται όλοι οι μαθητές/μαθήτριες με τον ίδιο τρόπο.

Τα συγκεκριμένα ευρήματα ενισχύουν την εικόνα που προέκυψε στο ΣΤ5: η θετική στάση απέναντι στην IBL δεν συνεπάγεται ότι οι εκπαιδευτικοί θεωρούν την εφαρμογή της απλή ή ανεξάρτητη από τις πραγματικές συνθήκες διδασκαλίας.

ΣΤ6.6. Επιφυλάξεις σχετικά με τις διαφορετικές ανάγκες και δυνατότητες των μαθητών

Ένας δεύτερος προβληματισμός αφορά την ανομοιογένεια των μαθητών. Οι συμμετέχοντες αναγνωρίζουν ότι δεν ανταποκρίνονται όλοι οι μαθητές/μαθήτριες με τον ίδιο τρόπο σε μια διερευνητική δραστηριότητα.

Οι διαφοροποιήσεις μπορεί να αφορούν τις προηγούμενες γνώσεις, το ενδιαφέρον, την αυτοπεποίθηση, την ικανότητα αυτόνομης εργασίας και τη γενικότερη μαθησιακή ετοιμότητα.

Το ζήτημα αυτό είχε εμφανιστεί με ιδιαίτερη σαφήνεια στις δηλωμένες εμπειρίες των εκπαιδευτικών που έχουν εφαρμόσει IBL. Ορισμένοι παρατήρησαν ότι μαθητές/μαθήτριες με υψηλότερο βαθμό αυτονομίας συμμετείχαν περισσότερο και μπορούσαν να εμβαθύνουν, ενώ άλλοι χρειάζονταν συχνότερη υποστήριξη.

Επομένως, η αυξημένη μαθητική αυτονομία εμφανίζεται ταυτόχρονα ως επιδιωκόμενο χαρακτηριστικό και ως παιδαγωγική πρόκληση. Η εφαρμογή της IBL προϋποθέτει, σύμφωνα με τις αντιλήψεις των συμμετεχόντων, προσαρμογή του βαθμού καθοδήγησης στις ανάγκες των μαθητών και όχι απλή απόσυρση του εκπαιδευτικού από τη μαθησιακή διαδικασία.

ΣΤ6.7. Περισσότερος χρόνος και μεγαλύτερη ευελιξία στο πρόγραμμα σπουδών

Στην ερώτηση 21, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να προσδιορίσουν τι θα τους βοηθούσε να εφαρμόζουν διερευνητικές πρακτικές περισσότερο συστηματικά. Οι απαντήσεις τους παρουσιάζουν σε μεγάλο βαθμό την αντίστροφη εικόνα των περιορισμών που αναδείχθηκαν στο ΣΤ5.

Μία από τις κυριότερες ανάγκες αφορά την εξασφάλιση περισσότερου διδακτικού χρόνου. Η αύξηση του διαθέσιμου χρόνου συνδέεται με τη δυνατότητα πραγματοποίησης πειραμάτων και άλλων δραστηριοτήτων χωρίς την έντονη πίεση για γρήγορη κάλυψη της ύλης.

Παράλληλα, ορισμένοι συμμετέχοντες θεωρούν αναγκαίες ευρύτερες αλλαγές στο πρόγραμμα σπουδών και στο εξεταστικό σύστημα.

Χαρακτηριστικά, ο Ε02 αναφέρθηκε στην ανάγκη:

«αλλαγής του συστήματος εισαγωγής στα πανεπιστήμια, περισσότερος χρόνος στο αναλυτικό πρόγραμμα, εξοπλισμός, επιμορφωτικά σεμινάρια».

Η απάντηση αυτή είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστική επειδή δεν προσδιορίζει μία μεμονωμένη παρέμβαση, αλλά συνδυάζει θεσμικούς, χρονικούς, υλικοτεχνικούς και επιμορφωτικούς παράγοντες.

ΣΤ6.8. Υποδομές, εξοπλισμός και διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό

Η βελτίωση των υλικοτεχνικών συνθηκών αποτελεί επίσης σημαντική προϋπόθεση για συστηματικότερη εφαρμογή της IBL.

Οι συμμετέχοντες αναφέρονται στην ανάγκη καλύτερα οργανωμένων εργαστηρίων, κατάλληλου εξοπλισμού και ευκολότερα διαθέσιμου εκπαιδευτικού υλικού. Η ύπαρξη έτοιμων ή εύκολα προσαρμόσιμων δραστηριοτήτων μπορεί να περιορίζει τον χρόνο που απαιτείται για τον σχεδιασμό και να διευκολύνει την ενσωμάτωση της διερεύνησης στο καθημερινό μάθημα.

Παράλληλα, οι δηλωμένες εμπειρίες των εκπαιδευτικών που έχουν ήδη εφαρμόσει IBL δείχνουν ότι τα διαθέσιμα μέσα δεν περιορίζονται αποκλειστικά στο συμβατικό εργαστήριο. Ψηφιακές προσομοιώσεις, διαδραστικά μέσα και απλά υλικά μπορούν επίσης να αξιοποιηθούν για τη δημιουργία διερευνητικών δραστηριοτήτων.

Επομένως, η βελτίωση των υποδομών εμφανίζεται ως σημαντική προϋπόθεση, αλλά ταυτόχρονα αναδεικνύεται η αξία της πρόσβασης σε διαφορετικές μορφές κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού.

ΣΤ6.9. Επιμόρφωση και υποστήριξη των εκπαιδευτικών

Η επιμόρφωση αποτελεί έναν ακόμη παράγοντα που οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι θα μπορούσε να διευκολύνει τη συστηματικότερη εφαρμογή της IBL.

Η ανάγκη αυτή αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του δείγματος: μόνο 8 από τους 30 συμμετέχοντες (26,7%) είχαν δηλώσει προηγούμενη επιμόρφωση σχετική με την IBL, ενώ 22 (73,3%) δεν είχαν λάβει αντίστοιχη επιμόρφωση.

Οι απαντήσεις στην ερώτηση 21 περιλαμβάνουν αναφορές σε επιμορφωτικά σεμινάρια, καλύτερη προετοιμασία των εκπαιδευτικών και υποστήριξη για την ανάπτυξη και εφαρμογή διερευνητικών δραστηριοτήτων.

Η επιμόρφωση δεν αφορά μόνο τη θεωρητική γνώση της προσέγγισης. Με βάση το σύνολο των απαντήσεων, η συστηματικότερη εφαρμογή φαίνεται να απαιτεί πρακτικές γνώσεις σχετικά με τον σχεδιασμό δραστηριοτήτων, την κατάλληλη καθοδήγηση, τη διαχείριση της τάξης και την προσαρμογή της διερεύνησης στις διαφορετικές ανάγκες των μαθητών.

Ιδιαίτερη σημασία έχει εδώ και η διάκριση που προέκυψε από τα δεδομένα μεταξύ εξοικείωσης και επιμόρφωσης. Ενώ 23 από τους 30 συμμετέχοντες (76,7%) δήλωσαν ότι γνωρίζουν την IBL σε κάποιο βαθμό, μόνο 8 είχαν λάβει σχετική επιμόρφωση. Επομένως, η απλή γνώση της ύπαρξης ή των βασικών χαρακτηριστικών της προσέγγισης δεν ταυτίζεται με την ύπαρξη οργανωμένης επαγγελματικής προετοιμασίας για την εφαρμογή της.

ΣΤ6.10. Θεσμική και οργανωτική υποστήριξη

Πέρα από τον χρόνο, τον εξοπλισμό και την επιμόρφωση, ορισμένες απαντήσεις υποδεικνύουν την ανάγκη ευρύτερης υποστήριξης της διερευνητικής διδασκαλίας από το εκπαιδευτικό σύστημα.

Χαρακτηριστική είναι η τοποθέτηση του E30, ο οποίος συνέδεσε τη δυνατότητα εφαρμογής της IBL με ένα σχολείο που:

«θα υποστηριζόταν πραγματικά η διερευνητική μάθηση».

Η συγκεκριμένη διάσταση υπερβαίνει την ατομική προσπάθεια του εκπαιδευτικού. Η συστηματική εφαρμογή της IBL φαίνεται, στις αντιλήψεις ορισμένων συμμετεχόντων, να προϋποθέτει ένα περιβάλλον στο οποίο ο εκπαιδευτικός διαθέτει τον απαραίτητο χρόνο, τα μέσα, την επιμόρφωση και την οργανωτική υποστήριξη για να εφαρμόσει διαφορετικές διδακτικές πρακτικές.

Η παρατήρηση αυτή είναι σημαντική, καθώς δείχνει ότι οι συμμετέχοντες δεν αποδίδουν την εφαρμογή ή τη μη εφαρμογή της IBL αποκλειστικά στην προσωπική διάθεση ή στις ικανότητες

του εκπαιδευτικού. Στις απαντήσεις τους εμφανίζεται ένα ευρύτερο σύνολο συνθηκών που μπορεί να ενθαρρύνει ή να περιορίσει τις διδακτικές επιλογές.

ΣΤ6.11. Συνολική αποτίμηση των οφελών, των επιφυλάξεων και των προϋποθέσεων εφαρμογής

Η θεματική ανάλυση των απαντήσεων στις ερωτήσεις 19, 20 και 21 αναδεικνύει μια συνολικά θετική αλλά ταυτόχρονα διαφοροποιημένη στάση απέναντι στη διερευνητική μάθηση.

Οι συμμετέχοντες αποδίδουν στην IBL ένα σύνολο πιθανών παιδαγωγικών και μαθησιακών οφελών. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ενεργό συμμετοχή και στο ενδιαφέρον των μαθητών, στη βαθύτερη κατανόηση των φυσικών εννοιών, στη σύνδεση θεωρίας και πράξης, στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης, στη συνεργασία και στην ενίσχυση της μαθητικής αυτονομίας.

Παράλληλα, τα πλεονεκτήματα αυτά δεν παρουσιάζονται ως αυτόματα ή ανεξάρτητα από τις συνθήκες εφαρμογής. Οι συμμετέχοντες εκφράζουν προβληματισμούς σχετικά με τον απαιτούμενο χρόνο, την οργάνωση των δραστηριοτήτων, τις διαθέσιμες υποδομές, την ανομοιογένεια των μαθητών και την ανάγκη κατάλληλης εκπαιδευτικής καθοδήγησης.

Η εικόνα αυτή ενισχύεται από τις προτάσεις τους για συστηματικότερη εφαρμογή. Περισσότερος χρόνος, μεγαλύτερη ευελιξία ως προς την ύλη, κατάλληλα εργαστήρια και εξοπλισμός, διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό, επιμόρφωση και ευρύτερη θεσμική υποστήριξη αποτελούν τις βασικές κατευθύνσεις που αναδεικνύονται από τις απαντήσεις.

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η σχέση μεταξύ των ευρημάτων του ΣΤ5 και του ΣΤ6. Οι παράγοντες που στο ΣΤ5 εμφανίστηκαν ως εμπόδια επανεμφανίζονται στο ΣΤ6 με αντίστροφη μορφή ως προϋποθέσεις εφαρμογής. Η έλλειψη χρόνου αντιστοιχεί στην ανάγκη εξασφάλισης περισσότερου χρόνου, η ανεπάρκεια υποδομών στην ανάγκη καλύτερου εξοπλισμού, η πίεση της ύλης στην ανάγκη μεγαλύτερης ευελιξίας του προγράμματος και η περιορισμένη προετοιμασία στην ανάγκη επιμόρφωσης και υποστήριξης.

Τα αποτελέσματα δείχνουν επομένως ότι, σύμφωνα με τις αντιλήψεις των συμμετεχόντων, η αποτελεσματικότερη και συστηματικότερη αξιοποίηση της IBL δεν εξαρτάται αποκλειστικά από την αποδοχή της προσέγγισης από τους εκπαιδευτικούς. Απαιτεί τη διαμόρφωση συνθηκών που θα επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς να μετατρέπουν τη θετική στάση ή τη γνώση της προσέγγισης σε πραγματική διδακτική πρακτική.

Τέλος, τα ευρήματα σχετικά με τη συμμετοχή και την κατανόηση των μαθητών συνδέονται και με το τρίτο ερευνητικό ερώτημα της μελέτης. Οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται ότι η

ενεργός διερεύνηση, ο πειραματισμός, η συνεργασία και η μεταβολή του ρόλου του εκπαιδευτικού μπορούν να συνδέονται με αυξημένη μαθητική συμμετοχή και ουσιαστικότερη κατανόηση. Ωστόσο, οι απαντήσεις τους δείχνουν παράλληλα ότι η σχέση αυτή εξαρτάται από τον βαθμό καθοδήγησης, τις ανάγκες των μαθητών και τις συνθήκες μέσα στις οποίες πραγματοποιείται η διερευνητική δραστηριότητα. Ως εκ τούτου, τα συγκεκριμένα ευρήματα αποτυπώνουν τις αντιλήψεις και τις δηλωμένες εμπειρίες των εκπαιδευτικών και δεν συνιστούν ανεξάρτητη μέτρηση της μαθησιακής αποτελεσματικότητας της IBL.

ΣΤ7. Συνολική σύνθεση των αποτελεσμάτων σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα

Η ολοκλήρωση της παρουσίασης των αποτελεσμάτων επιτρέπει τη συνολική σύνθεση των ευρημάτων σε συνάρτηση με τα τρία ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης. Η σύνθεση αυτή δεν αποσκοπεί στην εκ νέου αναλυτική παρουσίαση των επιμέρους θεμάτων που αναπτύχθηκαν στις προηγούμενες ενότητες, αλλά στην ανάδειξη των βασικών μοτίβων που προέκυψαν από το σύνολο του ερευνητικού υλικού.

Τα δεδομένα αποτυπώνουν τις αντιλήψεις και τις δηλωμένες εμπειρίες 30 εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Κατά συνέπεια, τα ευρήματα αφορούν τον τρόπο με τον οποίο οι ίδιοι οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται τη διερευνητική μάθηση, τον ρόλο του εκπαιδευτικού και των μαθητών, τις συνθήκες εφαρμογής της και τη σχέση της με τη συμμετοχή και την κατανόηση των μαθητών. Δεν αποτελούν ανεξάρτητη μέτρηση της αποτελεσματικότητας της IBL ούτε αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών.

ΣΤ7.1. Σύνθεση των ευρημάτων για το πρώτο ερευνητικό ερώτημα

Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα της μελέτης ήταν:

«Πώς αντιλαμβάνονται οι εκπαιδευτικοί τον ρόλο της Μάθησης με βάση τη Διερεύνηση στη διδασκαλία της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση;»

Η ανάλυση των απαντήσεων ανέδειξε ότι οι συμμετέχοντες συνδέουν τη διερευνητική μάθηση πρωτίστως με έναν περισσότερο ενεργό και μαθητοκεντρικό τρόπο προσέγγισης της διδασκαλίας της Φυσικής. Σε αντίθεση με την παρουσίαση έτοιμης γνώσης από τον εκπαιδευτικό, η IBL περιγράφεται ως διαδικασία κατά την οποία οι μαθητές/μαθήτριες συμμετέχουν στην αναζήτηση και στην οικοδόμηση της γνώσης.

Ο πειραματισμός, η παρατήρηση, η διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, η αναζήτηση πληροφοριών, η επεξεργασία αποτελεσμάτων και η εξαγωγή συμπερασμάτων αποτελούν χαρακτηριστικά που εμφανίστηκαν στις απαντήσεις των συμμετεχόντων. Ιδιαίτερα στη διδασκαλία της Φυσικής, η διερεύνηση συνδέθηκε έντονα με τη δυνατότητα αξιοποίησης πειραματικών δραστηριοτήτων και με τη σύνδεση της θεωρητικής γνώσης με την παρατήρηση φυσικών φαινομένων και την πρακτική εφαρμογή.

Παράλληλα, η IBL συνδέθηκε με την ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών, την ενίσχυση της συμμετοχής, την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και τη δυνατότητα περισσότερο ουσιαστικής κατανόησης των φυσικών εννοιών. Οι αντιλήψεις αυτές εμφανίστηκαν τόσο στις γενικές τοποθετήσεις των συμμετεχόντων όσο και στις περιγραφές εκείνων που δήλωσαν ότι είχαν ήδη εφαρμόσει διερευνητικές δραστηριότητες.

Ωστόσο, ο βαθμός εξοικείωσης των συμμετεχόντων με την IBL παρουσίαζε διαφοροποιήσεις. Από τους 30 συμμετέχοντες, 7 (23,3%) δήλωσαν ότι δεν γνώριζαν την προσέγγιση, 12 (40,0%) ότι τη γνώριζαν αλλά δεν την είχαν εφαρμόσει και 11 (36,7%) ότι τη γνώριζαν και την είχαν εφαρμόσει. Επομένως, οι αντιλήψεις για την IBL δεν βασίζονται σε όλες τις περιπτώσεις στο ίδιο επίπεδο εμπειρίας.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι ακόμη και μεταξύ ορισμένων εκπαιδευτικών που δήλωσαν ότι δεν γνώριζαν την IBL εμφανίστηκαν αντιλήψεις σχετικές με βασικά χαρακτηριστικά της διερευνητικής προσέγγισης, όπως η χρήση πειραμάτων, η διατύπωση ερωτημάτων, η μαθητική αναζήτηση και η καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό. Το εύρημα αυτό δεν μπορεί να θεωρηθεί απόδειξη γνώσης της IBL, αλλά δείχνει ότι πρακτικές που παραπέμπουν στη διερεύνηση είναι αναγνωρίσιμες από μέρος των συμμετεχόντων ακόμη και όταν δεν είναι εξοικειωμένοι με τον συγκεκριμένο όρο.

Συνολικά, ως προς το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, η IBL γίνεται αντιληπτή κυρίως ως μια προσέγγιση που μετατοπίζει το επίκεντρο της μαθησιακής διαδικασίας προς την ενεργό συμμετοχή του μαθητή και την ανακάλυψη ή οικοδόμηση της γνώσης μέσω διερευνητικών διαδικασιών.

ΣΤ7.2. Σύνθεση των ευρημάτων για το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα

Το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα ήταν:

«Ποιοι παράγοντες, σύμφωνα με τις αντιλήψεις και τις εμπειρίες των εκπαιδευτικών, επηρεάζουν την αποτελεσματική εφαρμογή των διερευνητικών διδακτικών στρατηγικών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση;»

Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν ένα πολυπαραγοντικό πλαίσιο μέσα στο οποίο πραγματοποιούνται οι διδακτικές επιλογές των εκπαιδευτικών. Η εφαρμογή της IBL δεν φαίνεται, σύμφωνα με τους συμμετέχοντες, να εξαρτάται αποκλειστικά από την προσωπική διάθεση του εκπαιδευτικού, αλλά από την αλληλεπίδραση θεσμικών, χρονικών, οργανωτικών, υλικοτεχνικών και μαθητικών παραγόντων.

Ο περιορισμένος διδακτικός χρόνος αποτελεί έναν από τους περισσότερο επαναλαμβανόμενους περιορισμούς. Η διερευνητική διδασκαλία θεωρείται ότι απαιτεί χρόνο τόσο για την προετοιμασία όσο και για την πραγματοποίηση δραστηριοτήτων μέσα στην τάξη. Το πρόβλημα ενισχύεται από την έκταση της ύλης και την ανάγκη ολοκλήρωσής της μέσα σε προκαθορισμένο χρονικό πλαίσιο.

Ιδιαίτερα σημαντική εμφανίζεται επίσης η επίδραση του εξεταστικού συστήματος. Στις μεγαλύτερες τάξεις του Λυκείου και ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα προετοιμασίας για τις Πανελλαδικές Εξετάσεις, οι συμμετέχοντες περιγράφουν αυξημένη έμφαση στην κάλυψη της ύλης και στην επίλυση ασκήσεων. Η κατάσταση αυτή θεωρείται ότι περιορίζει τον διαθέσιμο χώρο για περισσότερο ανοικτές και χρονικά απαιτητικές διερευνητικές δραστηριότητες.

Η διαφοροποίηση μεταξύ σχολείου και φροντιστηρίου συνδέεται επίσης με το συγκεκριμένο ζήτημα. Το φροντιστήριο παρουσιάζεται σε αρκετές απαντήσεις ως περισσότερο άμεσα προσανατολισμένο στην εξεταστική προετοιμασία και στην ολοκλήρωση συγκεκριμένης ύλης. Παράλληλα, όμως, και στο σχολικό περιβάλλον αναφέρονται περιορισμοί, γεγονός που δεν επιτρέπει έναν απόλυτο διαχωρισμό μεταξύ των δύο πλαισίων.

Οι υλικοτεχνικές υποδομές αποτελούν έναν ακόμη σημαντικό παράγοντα. Η έλλειψη οργανωμένων εργαστηρίων, κατάλληλου εξοπλισμού και διαθέσιμου εκπαιδευτικού υλικού αναφέρθηκε ως εμπόδιο, ιδιαίτερα λόγω της στενής σύνδεσης που κάνουν αρκετοί συμμετέχοντες μεταξύ IBL και πειραματικής δραστηριότητας.

Παράλληλα, παράγοντες που αφορούν τους μαθητές/μαθήτριες επηρεάζουν τη δυνατότητα εφαρμογής. Το ενδιαφέρον, η προηγούμενη γνώση, η μαθητική αυτονομία, η ανομοιογένεια

της τάξης, ο αριθμός των μαθητών και η εξοικείωσή τους με περισσότερο ενεργούς τρόπους μάθησης εμφανίζονται ως στοιχεία που μπορεί να διαφοροποιούν τις απαιτήσεις μιας διερευνητικής δραστηριότητας.

Ιδιαίτερη σημασία έχει ότι οι συγκεκριμένοι περιορισμοί δεν εμφανίστηκαν μόνο στις υποθετικές εκτιμήσεις όσων δεν είχαν εφαρμόσει IBL. Ο χρόνος, η ύλη, οι υποδομές και η διαχείριση διαφορετικών μαθητικών αναγκών αναφέρθηκαν και από εκπαιδευτικούς με πραγματική δηλωμένη εμπειρία εφαρμογής.

Αντίστοιχα, οι προϋποθέσεις που θεωρούν ότι θα διευκόλυναν τη συστηματικότερη εφαρμογή της IBL αφορούν περισσότερο διαθέσιμο χρόνο, μεγαλύτερη ευελιξία του προγράμματος, κατάλληλο εξοπλισμό και εκπαιδευτικό υλικό, επιμόρφωση και ευρύτερη θεσμική και οργανωτική υποστήριξη.

Συνολικά, ως προς το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, τα δεδομένα αναδεικνύουν ότι η εφαρμογή της IBL διαμορφώνεται από ένα σύστημα αλληλεξαρτώμενων παραγόντων και όχι από έναν μεμονωμένο περιορισμό.

ΣΤ7.3. Σύνθεση των ευρημάτων για το τρίτο ερευνητικό ερώτημα

Το τρίτο ερευνητικό ερώτημα ήταν:

«Πώς αντιλαμβάνονται οι εκπαιδευτικοί ότι οι διδακτικές πρακτικές και ο ρόλος τους σε περιβάλλοντα διερευνητικής μάθησης επηρεάζουν τη συμμετοχή και την κατανόηση των μαθητών;»

Η ανάλυση ανέδειξε αρχικά μια σαφή μεταβολή στον τρόπο με τον οποίο οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται τον ρόλο του εκπαιδευτικού. Ο εκπαιδευτικός δεν παρουσιάζεται κυρίως ως φορέας που μεταδίδει έτοιμη γνώση, αλλά ως καθοδηγητής, συντονιστής, οργανωτής και υποστηρικτής της διερευνητικής διαδικασίας.

Η μεταβολή αυτή συνοδεύεται από αντίστοιχη αλλαγή στον ρόλο του μαθητή. Οι μαθητές/μαθήτριες παρουσιάζονται ως ενεργοί συμμετέχοντες που καλούνται να παρατηρούν, να διατυπώνουν ερωτήματα και υποθέσεις, να πειραματίζονται, να αναζητούν πληροφορίες, να συνεργάζονται, να επεξεργάζονται δεδομένα και να οδηγούνται σε συμπεράσματα.

Οι δύο ρόλοι εμφανίζονται ως αλληλένδετοι. Η αύξηση της μαθητικής αυτονομίας δεν συνδέεται με την απουσία του εκπαιδευτικού, αλλά με διαφορετικό τρόπο άσκησης του εκπαιδευτικού ρόλου. Ο εκπαιδευτικός οργανώνει το πλαίσιο, θέτει ή ενεργοποιεί κατάλληλα

ερωτήματα, παρακολουθεί την πορεία των μαθητών και παρέχει υποστήριξη όταν αυτή απαιτείται.

Ως προς τη συμμετοχή των μαθητών, οι αντιλήψεις των συμμετεχόντων είναι κατά κύριο λόγο θετικές. Η IBL συνδέεται με μεγαλύτερο ενδιαφέρον, ενεργό εμπλοκή, συνεργασία, συγκέντρωση και αυξημένη διάθεση συμμετοχής. Η εικόνα αυτή εμφανίζεται με ιδιαίτερη σαφήνεια στις απαντήσεις των εκπαιδευτικών που δήλωσαν ότι είχαν ήδη εφαρμόσει διερευνητικές δραστηριότητες.

Ως προς την κατανόηση, τα αποτελέσματα παρουσιάζουν περισσότερο σύνθετη εικόνα. Αρκετοί συμμετέχοντες θεωρούν ότι η διερεύνηση συμβάλλει στην καλύτερη ή βαθύτερη κατανόηση, ιδιαίτερα επειδή επιτρέπει στους μαθητές/μαθήτριες να συνδέσουν τη θεωρία με την πράξη και να προσεγγίσουν τις φυσικές έννοιες μέσα από προσωπική εμπλοκή.

Ωστόσο, ορισμένοι εκπαιδευτικοί με εμπειρία εφαρμογής επισημαίνουν ότι η διερευνητική δραστηριότητα χρειάζεται να συνοδεύεται από θεωρητική συστηματοποίηση και κατάλληλη καθοδήγηση. Παράλληλα, αναγνωρίζουν ότι δεν ανταποκρίνονται όλοι οι μαθητές/μαθήτριες με τον ίδιο τρόπο και ότι μαθητές/μαθήτριες με χαμηλότερο βαθμό αυτονομίας ή διαφορετικές μαθησιακές ανάγκες μπορεί να χρειάζονται περισσότερο εκπαιδευτικό στήριγμα.

Επομένως, ως προς το τρίτο ερευνητικό ερώτημα, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τη μεταβολή των διδακτικών ρόλων και την ενεργό διερεύνηση ως στοιχεία που μπορούν να συνδέονται με αυξημένη συμμετοχή και ουσιαστικότερη κατανόηση. Η σχέση αυτή, ωστόσο, δεν παρουσιάζεται ως αυτόματη, αλλά ως εξαρτώμενη από την ποιότητα της καθοδήγησης, τα χαρακτηριστικά των μαθητών και τις συνθήκες εφαρμογής.

ΣΤ7.4. Συνολική εικόνα των αποτελεσμάτων

Η συνδυαστική εξέταση των τριών ερευνητικών ερωτημάτων αναδεικνύει μια συνεκτική συνολική εικόνα.

Πρώτον, η διερευνητική μάθηση γίνεται αντιληπτή από τους συμμετέχοντες κυρίως ως μαθητοκεντρική και ενεργητική προσέγγιση, στην οποία η γνώση δεν παρέχεται αποκλειστικά έτοιμη αλλά προσεγγίζεται μέσα από ερωτήματα, παρατήρηση, πειραματισμό, αναζήτηση, συνεργασία και εξαγωγή συμπερασμάτων.

Δεύτερον, η μετατόπιση προς τη διερεύνηση συνοδεύεται από αναδιαμόρφωση των ρόλων μέσα στην τάξη. Ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει περισσότερο καθοδηγητική, οργανωτική και

υποστηρικτική λειτουργία, ενώ ο μαθητής αποκτά περισσότερο ενεργό και υπεύθυνο ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία.

Τρίτον, οι συμμετέχοντες συνδέουν την IBL με σημαντικά αντιλαμβανόμενα οφέλη, κυρίως ως προς το ενδιαφέρον, την ενεργό συμμετοχή, τη συνεργασία, την κριτική σκέψη, τη σύνδεση θεωρίας και πράξης και την κατανόηση των φυσικών εννοιών.

Τέταρτον, η εφαρμογή της προσέγγισης περιγράφεται ως απαιτητική και έντονα εξαρτώμενη από το εκπαιδευτικό πλαίσιο. Ο χρόνος, η ύλη, οι εξετάσεις, οι υποδομές, το εκπαιδευτικό υλικό, η επιμόρφωση, η σύνθεση της τάξης και η ανάγκη κατάλληλης καθοδήγησης αποτελούν παράγοντες που μπορούν να διευκολύνουν ή να περιορίσουν τη χρήση διερευνητικών πρακτικών.

Πέμπτον, από τη σύγκριση των τριών ομάδων εξοικείωσης προκύπτει ότι η θετική αντίληψη για επιμέρους χαρακτηριστικά της IBL δεν συνεπάγεται κατ' ανάγκη εφαρμογή της. Από τους 30 συμμετέχοντες, 23 (76,7%) δήλωσαν ότι γνωρίζουν την IBL σε κάποιο βαθμό, αλλά μόνο 11 (36,7% του συνολικού δείγματος) δήλωσαν ότι την έχουν εφαρμόσει. Παράλληλα, μόνο 8 συμμετέχοντες (26,7%) ανέφεραν προηγούμενη επιμόρφωση σχετική με την IBL. Τα δεδομένα αυτά αποτυπώνουν μια διαφοροποίηση μεταξύ εξοικείωσης, επιμόρφωσης και δηλωμένης εφαρμογής, χωρίς να τεκμηριώνουν από μόνα τους αιτιώδη σχέση μεταξύ των τριών.

Τέλος, από το σύνολο των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι η διερευνητική μάθηση δεν αντιμετωπίζεται από τους συμμετέχοντες ως μια μεμονωμένη διδακτική τεχνική, αλλά ως μια προσέγγιση που συνεπάγεται μεταβολές στον τρόπο οργάνωσης της διδασκαλίας, στους ρόλους εκπαιδευτικού και μαθητών και στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές/μαθήτριες εμπλέκονται με τη γνώση. Ταυτόχρονα, η δυνατότητα συστηματικής εφαρμογής της εξαρτάται, σύμφωνα με τις αντιλήψεις και τις δηλωμένες εμπειρίες τους, από την ύπαρξη κατάλληλων παιδαγωγικών, οργανωτικών, υλικοτεχνικών και θεσμικών συνθηκών.

Με την παραπάνω σύνθεση ολοκληρώνεται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας. Στα Συμπεράσματα που ακολουθούν συνοψίζονται τα βασικά ευρήματα σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα, εξετάζεται η σύνδεσή τους με τη σχετική βιβλιογραφία και παρουσιάζονται οι περιορισμοί της μελέτης.

Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα είχε ως βασικό σκοπό τη διερεύνηση των αντιλήψεων και των εμπειριών εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση σχετικά με τη Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση (Inquiry-Based Learning – IBL). Ειδικότερα, εξετάστηκαν οι αντιλήψεις τους για τη συγκεκριμένη προσέγγιση και τον ρόλο του εκπαιδευτικού, οι παράγοντες που επηρεάζουν την εφαρμογή της, καθώς και η επίδραση που θεωρούν ότι μπορεί να έχει στη συμμετοχή και την κατανόηση των μαθητών.

Τα αποτελέσματα ανέδειξαν μια συνολικά θετική στάση απέναντι στη διερευνητική μάθηση. Οι συμμετέχοντες τη συνδέουν με την ενεργό συμμετοχή των μαθητών, τον πειραματισμό, τη συνεργασία, την κριτική και επιστημονική σκέψη και τη σύνδεση της θεωρητικής γνώσης με την πρακτική εμπειρία. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με προηγούμενες έρευνες που αναδεικνύουν τη συμβολή της διερευνητικής μάθησης στην ενεργό εμπλοκή των μαθητών και στην ουσιαστικότερη επεξεργασία των επιστημονικών εννοιών (Minner et al. 2010, Pedaste et al. 2015).

Ιδιαίτερα σημαντική αναδείχθηκε η μεταβολή του ρόλου του εκπαιδευτικού. Στο πλαίσιο της IBL, ο εκπαιδευτικός δεν περιορίζεται στη μετάδοση έτοιμης γνώσης, αλλά λειτουργεί ως καθοδηγητής, συντονιστής και υποστηρικτής της μαθησιακής διαδικασίας. Η μεταφορά μεγαλύτερης πρωτοβουλίας στους μαθητές/μαθήτριες δεν μειώνει τη σημασία του ρόλου του· αντίθετα, απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό, κατάλληλες ερωτήσεις και προσαρμογή του βαθμού καθοδήγησης στις ανάγκες των μαθητών. Η αντίληψη αυτή συνάδει με τους Hmelo-Silver et al. (2007), οι οποίοι υπογραμμίζουν τη σημασία της κατάλληλα δομημένης υποστήριξης στη διερευνητική μάθηση.

Παράλληλα, αναδείχθηκε μια σημαντική απόσταση μεταξύ της γνώσης της IBL και της συστηματικής εφαρμογής της. Από τους 30 συμμετέχοντες, 23 (76,7%) δήλωσαν κάποιο βαθμό εξοικείωσης με την προσέγγιση, αλλά μόνο 11 (36,7%) ανέφεραν ότι την είχαν εφαρμόσει, ενώ μόλις 8 (26,7%) είχαν λάβει σχετική επιμόρφωση. Τα δεδομένα αυτά δεν τεκμηριώνουν αιτιώδη σχέση μεταξύ επιμόρφωσης και εφαρμογής, δείχνουν όμως ότι η θεωρητική εξοικείωση με την IBL δεν συνεπάγεται απαραίτητα την αξιοποίησή της στην εκπαιδευτική πράξη.

Η απόσταση αυτή φαίνεται να συνδέεται με ένα σύνολο πρακτικών και θεσμικών περιορισμών. Ο περιορισμένος διδακτικός χρόνος, η ανάγκη κάλυψης της ύλης, οι εξεταστικές απαιτήσεις, η έλλειψη κατάλληλων εργαστηριακών υποδομών και εκπαιδευτικού υλικού, καθώς και η

ανομοιογένεια των μαθητικών ομάδων μπορούν να δυσχεράνουν την εφαρμογή διερευνητικών δραστηριοτήτων. Ιδιαίτερα στις μεγαλύτερες τάξεις του Λυκείου και στο φροντιστηριακό περιβάλλον, η προετοιμασία για τις εξετάσεις φαίνεται να περιορίζει τις δυνατότητες συστηματικής αξιοποίησης περισσότερο ανοικτών μορφών διερεύνησης. Αντίστοιχοι οργανωτικοί και θεσμικοί περιορισμοί έχουν αναδειχθεί και στη σχετική βιβλιογραφία (Windschitl, 2004).

Ως προς τους μαθητές/μαθήτριες, οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι η διερευνητική μάθηση μπορεί να ενισχύσει το ενδιαφέρον, τη συνεργασία, την ενεργό συμμετοχή και την ουσιαστικότερη κατανόηση των φυσικών εννοιών. Παράλληλα, αναγνωρίζουν ότι η αυξημένη αυτονομία μπορεί αρχικά να δημιουργήσει δυσκολίες σε μαθητές/μαθήτριες που έχουν συνηθίσει περισσότερο εκπαιδευτικοκεντρικές μορφές διδασκαλίας. Για τον λόγο αυτό, η εφαρμογή της IBL χρειάζεται να προσαρμόζεται στις ανάγκες και στις προηγούμενες εμπειρίες των μαθητών, με σταδιακή μεταφορά ευθύνης και κατάλληλο επίπεδο καθοδήγησης.

Ωστόσο, είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ότι η παρούσα έρευνα δεν μέτρησε άμεσα τη μαθησιακή επίδοση, τη συμμετοχή ή την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών. Τα σχετικά αποτελέσματα αφορούν τις αντιλήψεις και τις δηλωμένες εμπειρίες των εκπαιδευτικών. Επομένως, δεν μπορεί να υποστηριχθεί ότι η συγκεκριμένη μελέτη απέδειξε την αποτελεσματικότητα της IBL ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα, αλλά ότι κατέγραψε τον τρόπο με τον οποίο οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται τη συμβολή της.

Τα ευρήματα αναδεικνύουν επίσης τη σημασία της κατάλληλης υποστήριξης των εκπαιδευτικών. Η επιμόρφωση θα ήταν χρήσιμο να συνδυάζει τη θεωρητική κατανόηση της IBL με πρακτικές δραστηριότητες, τρόπους σχεδιασμού διερευνητικών μαθημάτων, αξιοποίηση εργαστηριακών και ψηφιακών μέσων και τεχνικές καθοδήγησης των μαθητών. Παράλληλα, περισσότερο διαθέσιμος χρόνος, μεγαλύτερη ευελιξία ως προς την κάλυψη της ύλης και επαρκείς υλικοτεχνικές υποδομές θα μπορούσαν να δημιουργήσουν ευνοϊκότερες συνθήκες για την εφαρμογή της.

Η μελέτη υπόκειται σε ορισμένους περιορισμούς. Το δείγμα των 30 εκπαιδευτικών δεν επιτρέπει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων στο σύνολο των εκπαιδευτικών Φυσικής της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Επιπλέον, τα δεδομένα βασίστηκαν σε αυτοαναφορές μέσω ερωτηματολογίου, χωρίς άμεση παρατήρηση της διδασκαλίας ή συλλογή δεδομένων από μαθητές/μαθήτριες. Ο διαφορετικός βαθμός εξοικείωσης των συμμετεχόντων με την IBL

αποτελεί επίσης παράγοντα που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν μεγαλύτερα και περισσότερα διαφοροποιημένα δείγματα, συνεντεύξεις και παρατηρήσεις πραγματικών διδασκαλιών, καθώς και να συμπεριλάβουν τις απόψεις των μαθητών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα είχε επίσης η άμεση διερεύνηση της επίδρασης διαφορετικών μορφών IBL στην εννοιολογική κατανόηση και τη συμμετοχή των μαθητών, καθώς και η αξιολόγηση προγραμμάτων επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών.

Συμπερασματικά, η Μάθηση με βάση τη Διερεύνηση γίνεται αντιληπτή από τους συμμετέχοντες ως μια προσέγγιση με σημαντικές δυνατότητες για τη διδασκαλία της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Η αξία της δεν περιορίζεται στη χρήση πειραμάτων, αλλά αφορά τη διαμόρφωση ενός μαθησιακού περιβάλλοντος στο οποίο ο μαθητής συμμετέχει ενεργά, διερευνά, συνεργάζεται, διατυπώνει και ελέγχει υποθέσεις και οικοδομεί σταδιακά τη γνώση του. Παράλληλα, η μετάβαση από τη θετική αντίληψη στη συστηματική εφαρμογή της IBL προϋποθέτει κατάλληλη προετοιμασία των εκπαιδευτικών και ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο που να παρέχει τον απαιτούμενο χρόνο, τα μέσα, την ευελιξία και τη θεσμική υποστήριξη. Η γεφύρωση αυτής της απόστασης αποτελεί ουσιαστική προϋπόθεση για την ευρύτερη αξιοποίηση της διερευνητικής μάθησης στη σύγχρονη διδασκαλία της Φυσικής.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

1. Akuma, F. V., & Callaghan, R. (2019), "A systematic review characterizing and clarifying intrinsic teaching challenges linked to inquiry-based practical work", *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(5), pp. 619-648.
2. Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011), "Does discovery-based instruction enhance learning? ", *Journal of educational psychology*, **103**(1), pp. 1.
3. Anderson, R. D. (2002), "Reforming science teaching: What research says about inquiry", *Journal of science teacher education*, **13**(1), pp. 1-12.
4. Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2021), "Effect of integrating physics education technology simulations on students' conceptual understanding in physics: A review of literature", *Physical review physics education research*, **17**(2), pp. 023108.
5. Bandura, A. (1997), *Self-efficacy: The exercise of control*, Εκδόσεις Macmillan.
6. Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005), "Simplifying inquiry instruction", *The science teacher*, **72**(7), pp. 30-33.
7. Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007), "Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching", *Science education*, **91**(3), pp. 347-370.
8. Black, P., & Wiliam, D. (1998), "Assessment and classroom learning", *Assessment in Education: principles, policy & practice*, **5**(1), pp. 7-74.
9. Braun, V., & Clarke, V. (2006), "Using thematic analysis in psychology", *Qualitative research in psychology*, **3**(2), pp. 77-101.
10. Bybee, R. W. (1997), *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Εκδόσεις Heinemann.
11. Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006), "The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness", *Colorado Springs, Co: BSCS*, **5**(88-98).
12. Chi, M. T. (2009), "Active-constructive-interactive: A conceptual framework for differentiating learning activities", *Topics in cognitive science*, **1**(1), pp. 73-105.
13. Crawford, B. A. (2000), "Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers", *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, **37**(9), pp. 916-937.

14. Crawford, B. A. (2007), "Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice", *Journal of research in science teaching*, **44**(4), pp. 613-642.
15. Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018), *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.), Εκδόσεις SAGE Publications.
16. Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018), *Research methods in education* (8th ed.), Εκδόσεις Routledge.
17. DeBoer, G. E. (2000), "Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform", *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, **37**(6), pp. 582-601.
18. De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013), "Physical and virtual laboratories in science and engineering education", *Science*, **340**(6130), pp. 305-308.
19. Desimone, L. M. (2009), "Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures", *Educational researcher*, **38**(3), pp. 181-199.
20. Dewey, J. (1910), *How we think*, Εκδόσεις DC Heath & Co, Boston.
21. Dewey, J. (2007), *Experience and education*, Εκδόσεις Simon and Schuster.
22. Dobber, M., Zwart, R., Tanis, M., & van Oers, B. (2017), "Literature review: The role of the teacher in inquiry-based education", *Educational research review*, **22**, pp. 194-214.
23. Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014), "Synthesis of discipline-based education research in physics", *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, **10**(2), pp. 020119.
24. Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Scott, P., & Mortimer, E. (1994), "Constructing scientific knowledge in the classroom", *Educational researcher*, **23**(7), pp. 5-12.
25. Duit, R., & Treagust, D. F. (2003), "Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning", *International journal of science education*, **25**(6), pp. 671-688.
26. Etkina, E., Karelina, A., Murthy, S., & Ruibal-Villasenor, M. (2009), "Using action research to improve learning and formative assessment to conduct research", *Physical Review Special Topics—Physics Education Research*, **5**(1), pp. 010109.
27. Etkina, E., & Van Heuvelen, A. (2007), "Investigative science learning environment—A science process approach to learning physics", *Research-based reform of university physics*, **1**(1), pp. 1-48.

28. Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014), "Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics", *Proceedings of the national academy of sciences*, **111**(23), pp. 8410-8415.
29. Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012), "Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis", *Review of educational research*, **82**(3), pp. 300-329.
30. Giamellaro, M., Buxton, C., Taylor, J., Ayotte-Beaudet, J. P., L'Heureux, K., & Beaudry, M. C. (2025), "The landscape of research on contextualized science learning: A bibliometric network review", *Science Education*, **109**(3), pp. 851-875.
31. Hake, R. R. (1998), "Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses", *American journal of Physics*, **66**(1), pp. 64-74.
32. Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007), "Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller, and CitationClark", *Educational psychologist*, **42**(2), pp. 99-107.
33. Hodson, D. (2003), "Time for action: Science education for an alternative future", *International journal of science education*, **25**(6), pp. 645-670.
34. Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004), "The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century", *Science education*, **88**(1), pp. 28-54.
35. Keys, C. W., & Bryan, L. A. (2001), "Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform", *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, **38**(6), pp. 631-645.
36. Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006), "Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching", *EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST*, **41**(2), pp. 75-86.
37. Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016), "Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance", *Review of educational research*, **86**(3), pp. 681-718.

38. Lotter, C., Harwood, W. S., & Bonner, J. J. (2007), “The influence of core teaching conceptions on teachers' use of inquiry teaching practices”, *Journal of research in science teaching*, **44**(9), pp. 1318-1347.
39. McDermott, L. C., & Redish, E. F. (1999), “Resource letter: PER-1: Physics education research”, *American journal of physics*, **67**(9), pp. 755-767.
40. Millar, R., & Osborne, J. (Eds.). (1998), *Beyond 2000: Science education for the future*, Εκδόσεις King's College London.
41. Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010), “Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002”, *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, **47**(4), pp. 474-496.
42. National Academies of Sciences, Medicine, Division of Behavioral, Social Sciences, Board on Science Education, & Committee on Educator Capacity Building in K-12 Engineering Education, (2020), *Building capacity for teaching engineering in K-12 education*, Εκδόσεις National Academies Press.
43. National Research Council, Public Policy, & Committee on Science, (1996), *An Assessment of the National Science Foundation's Science and Technology Centers Program* (Vol. 193), Εκδόσεις National Academies Press.
44. National Research Council, Center for Science, Mathematics, Engineering Education, & Committee on Development of an Addendum to the National Science Education Standards on Scientific Inquiry, (2000), *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*, Εκδόσεις National Academies Press.
45. National Research Council, Board on Science Education, & Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards, (2012), *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*, Εκδόσεις National Academies Press.
46. Nair, A., & Sawtelle, V. (2019), “Operationalizing relevance in physics education: Using a systems view to expand our conception of making physics relevant”, *Physical Review Physics Education Research*, **15**(2), pp. 020121.
47. OECD. (2017), *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematic and financial literacy*, Εκδόσεις OECD Publishing, Paris.

48. OECD. (2019), *PISA 2018 assessment and analytical framework*., Εκδόσεις OECD Publishing, Paris.
49. OECD. (2026), *PISA 2025 assessment and analytical framework*, Εκδόσεις OECD Publishing, Paris.
50. Osborne, J. (2014), “Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change”, *Journal of Science Teacher Education*, **25**(2), pp. 177-196.
51. Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003), “Attitudes towards science: A review of the literature and its implications”, *International journal of science education*, **25**(9), pp. 1049-1079.
52. Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015), “Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle”. *Educational Research Review*, **14**, pp. 47–61.
53. Prince, M. (2004), “Does active learning work? A review of the research”, *Journal of engineering education*, **93**(3), pp. 223-231.
54. Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006), “Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases”, *Journal of engineering education*, **95**(2), pp. 123-138.
55. Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982), “Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change”, *Science education*, **66**(2), pp. 211-227.
56. Redish, E. F., & Burciaga, J. R. (2003), *Teaching physics: with the physics suite* (Vol. 1, p. 216). Hoboken, Εκδόσεις John Wiley & Sons.
57. Resbiantoro, G., & Setiani, R. (2022), “A review of misconception in physics: the diagnosis, causes, and remediation”, *Journal of Turkish Science Education*, **19**(2), pp. 403-427.
58. Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007), *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*, European Commission, Directorate-General for Research.
59. Schwab, J. J., & Brandwein, P. F. (1962), *The teaching of science as enquiry*, Εκδόσεις Harvard university press.,

60. Shulman, L. S. (1986), "Those who understand: Knowledge growth in teaching", *Educational researcher*, **15**(2), pp. 4-14.
61. Sweller, J. (2011), Cognitive load theory. In *Psychology of learning and motivation*, Εκδόσεις Academic Press.
62. Tisdell, E. J., Merriam, S. B., & Stuckey-Peyrot, H. L. (2025), *Qualitative research: A guide to design and implementation*, Εκδόσεις John Wiley & Sons.
63. Vygotsky, L. S. (1978), *Mind in society: The development of higher psychological processes* (Vol. 86), Εκδόσεις Harvard university press.
64. Wallace, C. S., & Kang, N. H. (2004), "An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: An examination of competing belief sets", *Journal of research in science teaching*, **41**(9), pp. 936-960.
65. 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: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, **41**(5), pp. 481-512.
66. Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976), "The role of tutoring in problem solving", *Journal of child psychology and psychiatry*, **17**(2), pp. 89-100.

Παράρτημα

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

Διερευνητική Μάθηση στη Φυσική στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Αγαπητή/έ Εκπαιδευτικέ,

Στο πλαίσιο μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας στο Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, διεξάγεται έρευνα με θέμα τη διερευνητική μάθηση στη διδασκαλία της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Η συμμετοχή σας είναι ανώνυμη και εθελοντική. Τα δεδομένα θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς. Η συμπλήρωση διαρκεί περίπου 10–15 λεπτά.

Μπορείτε να αποχωρήσετε από τη διαδικασία συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου οποιαδήποτε στιγμή, χωρίς καμία συνέπεια. Με τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου δηλώνετε ότι συμφωνείτε να συμμετάσχετε στην έρευνα. Σας ευχαριστώ θερμά για τη συμβολή σας.

Μέρος Α – Ατομικά Στοιχεία

1. Φύλο

☐ Άνδρας ☐ Γυναίκα

2. Ηλικιακή Ομάδα

☐ 23–30 ☐ 31–40 ☐ 41–50 ☐ 51–60 ☐ 61+

3. Χρόνια Διδακτικής Εμπειρίας

☐ 0–5 ☐ 6–10 ☐ 11–20 ☐ 21+

4. Χώρος Εργασίας (Μπορεί να επιλέξετε περισσότερα από ένα)

☐ Δημόσιο Σχολείο ☐ Ιδιωτικό Σχολείο ☐ Φροντιστήριο

5. Ανώτατο Επίπεδο Σπουδών

☐ Πτυχίο ☐ Μεταπτυχιακό ☐ Διδακτορικό ☐ Άλλη Επιμόρφωση

6. Έχετε παρακολουθήσει επιμόρφωση σχετική με τη διερευνητική μάθηση;

☐ Ναι ☐ Όχι

Μέρος Β – Αντιλήψεις για τη Διερευνητική Μάθηση

7. Πώς αντιλαμβάνεστε τη διερευνητική μάθηση στη Φυσική;

8. Τι πιστεύετε ότι διαφοροποιεί τη διερευνητική μάθηση από την παραδοσιακή διδασκαλία;

9. Ποιος πιστεύετε ότι είναι ο ρόλος του εκπαιδευτικού σε μία διερευνητική προσέγγιση;

10. Ποιος πιστεύετε ότι είναι ο ρόλος των μαθητών σε αυτή τη διαδικασία;

11. Ποια είναι η εξοικείωση σας με τη διερευνητική μάθηση;

☐ Δεν τη γνωρίζω ☐ Τη γνωρίζω αλλά δεν την έχω εφαρμόσει ☐ Τη γνωρίζω και την έχω εφαρμόσει

Αν απαντήσατε «Δεν τη γνωρίζω» προχωρήστε στο μέρος Γ1

Αν απαντήσατε «Τη γνωρίζω αλλά δεν την έχω εφαρμόσει» προχωρήστε στο μέρος Γ2

Αν απαντήσατε «Τη γνωρίζω και την έχω εφαρμόσει» προχωρήστε στο μέρος Γ3

Μέρος Γ1 – Εκπαιδευτικοί που ΔΕΝ γνωρίζουν τη διερευνητική μάθηση

12Α . Πώς φαντάζεστε ότι θα μπορούσε να είναι μια πιο διερευνητική προσέγγιση στη διδασκαλία της Φυσικής;

13Α. Ποιες δυσκολίες πιστεύετε ότι θα αντιμετωπίζατε αν προσπαθούσατε να την εφαρμόσετε;

Μέρος Γ2 – Εκπαιδευτικοί που γνωρίζουν τη διερευνητική μάθηση αλλά ΔΕΝ την έχουν εφαρμόσει

12Β. Για ποιους λόγους δεν έχετε εφαρμόσει τη διερευνητική μάθηση στη Φυσική;

13Β. Ποιες δυσκολίες ή εμπόδια θεωρείτε ότι σας απέτρεψαν;

14Β. Σε ποιες συνθήκες θα ήσασταν διατεθειμένοι να την εφαρμόσετε;

Μέρος Γ3 – Εκπαιδευτικοί που γνωρίζουν τη διερευνητική μάθηση και την έχουν εφαρμόσει

12Γ. Περιγράψτε ένα συγκεκριμένο παράδειγμα διερευνητικής μάθησης που έχετε εφαρμόσει.

13Γ. Πώς ανταποκρίνονται οι μαθητές/μαθήτριες σε διερευνητικές δραστηριότητες;

14Γ. Παρατηρείτε διαφοροποίηση στην κατανόηση ή στη συμμετοχή των μαθητών; Αν ναι, περιγράψτε.

15Γ. Ποιες δυσκολίες αντιμετωπίζετε στην εφαρμογή διερευνητικής μάθησης;

16Γ. Θα εφαρμόζατε ξανά διερευνητικές δραστηριότητες; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Μέρος Δ – Παράγοντες που επηρεάζουν την εφαρμογή

17. Πώς επηρεάζει το αναλυτικό πρόγραμμα ή το εξεταστικό σύστημα τις διδακτικές σας επιλογές;

18. Υπάρχουν διαφορές μεταξύ σχολείου και φροντιστηρίου ως προς τη δυνατότητα εφαρμογής διερευνητικών πρακτικών; Εξηγήστε.

19. Ποια θεωρείτε ότι είναι τα βασικά πλεονεκτήματα της διερευνητικής μάθησης στη Φυσική;

20. Υπάρχουν επιφυλάξεις ή προβληματισμοί σχετικά με αυτή την προσέγγιση;

21. Τι θα σας βοηθούσε να εφαρμόζετε πιο συστηματικά διερευνητικές πρακτικές;

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.