



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

ΤΖΑΓΚΑΡΑΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΡΟΔΟΣ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2023

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΖΑΓΚΑΡΑΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ
A.M.: 4132021038

Διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Exploring primary school teachers' views on the use of visual models and simulations in Science teaching.

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΣΚΟΥΜΙΟΣ ΜΙΧΑΗΛ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΦΩΚΙΔΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΣΟΦΟΣ ΑΛΙΒΙΖΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΡΟΔΟΣ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2023

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

*

Exploring primary school teachers' views on the use of visual models and simulations in science teaching

ΤΖΑΓΚΑΡΑΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Επιβλέπων: Σκουμιός Μιχαήλ, Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή στις 12 Οκτωβρίου 2023

1. Σκουμιός Μιχαήλ, Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου



2. Φωκίδης Εμμανουήλ, Αναπληρωτής Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου



3. Σοφός Αλιβίζος, Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου



ΡΟΔΟΣ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2023

Δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πρωτότυπης μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, ότι έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες και ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για το συγκεκριμένο Π.Μ.Σ.

Τζαγκαράκη Γεωργία

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την παρούσα διπλωματική εργασία, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνησή της.

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες προς τον κ. Σκουμιό Μιχαήλ, καθηγητή ΠΤΔΕ του πανεπιστημίου Αιγαίου και επιβλέποντα καθηγητή της παρούσας διπλωματικής εργασίας για τη βοήθεια και την καθοδήγηση που μου έδωσε και τον χρόνο που αφιέρωσε καθόλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Πανεπιστημίου Αιγαίου κ. Φωκίδα Εμμανουήλ και τον Καθηγητή ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Αιγαίου κ. Σοφό Αλιβίζο.

Ακόμα, επιθυμώ να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους εκείνους τους συναδέλφους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που συμμετείχαν στην έρευνα.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη συμπαράσταση και τη στήριξη που μου προσέφεραν.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	9
ABSTRACT	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1.1 Οριοθέτηση του προβλήματος και αναγκαιότητα της εργασίας.....	11
1.2 Σκοπός και σημασία της εργασίας	13
1.3 Δομή της εργασίας.....	14
1.4 Ανακεφαλαίωση.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	16
2.1 Εισαγωγή.....	16
2.2 Τα οπτικά μοντέλα στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών.....	16
2.2.1 Η έννοια των οπτικών μοντέλων στις Φυσικές Επιστήμες.....	16
2.2.2 Οι κατηγορίες των οπτικών μοντέλων	19
2.2.3 Η σημασία των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	25
2.3 Οι απόψεις των εκπαιδευτικών για παιδαγωγικά θέματα	36
2.4 Ανακεφαλαίωση.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	40
3.1 Εισαγωγή.....	40
3.2 Η έρευνα που αφορά στις απόψεις των εκπαιδευτικών για τη χρήση οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	40
3.3 Η έρευνα που αφορά στις απόψεις των εκπαιδευτικών για τη χρήση προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	46
3.4 Συζήτηση - Πρωτοτυπία εργασίας	59
3.5 Ανακεφαλαίωση.....	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	62
4.1 Εισαγωγή.....	62
4.2 Σκοπός έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα	62
4.3 Ερευνητική διαδικασία.....	62
4.4 Δείγμα.....	63
4.5 Εργαλείο συλλογής δεδομένων	63
4.5.1 Η επιλογή του ερωτηματολογίου	63
4.5.2 Συγκρότηση του ερωτηματολογίου.....	64
4.5.3 Παρουσίαση του ερωτηματολογίου	65
4.6 Συλλογή δεδομένων	67
4.7 Ανακεφαλαίωση.....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Ανάλυση δεδομένων	68

5.1 Εισαγωγή.....	68
5.2 Διαδικασία ανάλυσης δεδομένων.....	68
5.3 Ανακεφαλαίωση.....	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	71
6.1 Εισαγωγή.....	71
6.2 Απόψεις εκπαιδευτικών σχετικά με το πόσο συχνά χρησιμοποιούν τα είδη των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	71
6.3 Απόψεις εκπαιδευτικών σχετικά με τους λόγους που επιλέγουν τα είδη των οπτικών μοντέλων	74
6.4 Απόψεις εκπαιδευτικών αναφορικά με το πού αναζητούν τα οπτικά μοντέλα («φυσικά» μοντέλα, προσομοιώσεις) που χρησιμοποιούν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	77
6.5 Απόψεις εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναφορικά με το πώς χρησιμοποιούν τα «φυσικά» οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	79
6.6 Ανακεφαλαίωση.....	81
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Συμπεράσματα	83
7.1 Εισαγωγή.....	83
7.2 Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους.....	85
7.2.1 Συχνότητα χρήσης των οπτικών μοντέλων κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	85
7.2.2 Λόγοι επιλογής των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	87
7.2.3 Πηγές αναζήτησης και εύρεσης των «φυσικών» οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων	88
7.2.4 Τρόποι χρήσης των «φυσικών» οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	90
7.3 Περιορισμοί της έρευνας.....	94
7.4 Προτάσεις για έρευνα.....	94
7.5 Ανακεφαλαίωση.....	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	95
Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	95
Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία.....	106
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	107
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....	107

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 4.1.: Τα ζητήματα προς διερεύνηση και οι αντίστοιχες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου....	65
Πίνακας 5.1.: Περιγραφή διαδικασίας ανάλυσης δεδομένων ανά ερευνητικό ερώτημα και ερώτηση ερωτηματολογίου.....	68
Πίνακας 6.2.: Συχνότητες και ποσοστά που σχετίζονται με τις απόψεις του συνόλου των εκπαιδευτικών αναφορικά με τη συχνότητα χρήσης των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	72
Πίνακας 6.3.: Συχνότητες και ποσοστά που σχετίζονται με τις απόψεις του συνόλου των εκπαιδευτικών αναφορικά με τους λόγους που επιλέγουν διάφορα είδη οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	75
Πίνακας 6.4.: Συχνότητες και ποσοστά που σχετίζονται με τις απόψεις του συνόλου των εκπαιδευτικών αναφορικά με τις πηγές εύρεσης των «φυσικών» οπτικών μοντέλων και των προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	77
Πίνακας 6.5.: Συχνότητες και ποσοστά που σχετίζονται με τις απόψεις του συνόλου των εκπαιδευτικών αναφορικά με τον τρόπο χρήσης των «φυσικών» οπτικών μοντέλων και των προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	80

Κατάλογος Γραφημάτων

Σχήμα 6.2.: Ποσοστά εκπαιδευτικών ανά οπτικό μοντέλο σε σχέση με το πόσο συχνά το χρησιμοποιούν	73
Σχήμα 6.3.: Διαβάθμιση ποσοστών ανά οπτικό μοντέλο σε σχέση με τους λόγους που επιλέγουν να το χρησιμοποιήσουν.....	76
Σχήμα 6.4.: Συχνότητες και ποσοστά που σχετίζονται με τις απόψεις του συνόλου των εκπαιδευτικών αναφορικά με τις πηγές εύρεσης των «φυσικών» οπτικών μοντέλων και των προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	78
Σχήμα 6.5: Συχνότητες και ποσοστά που σχετίζονται με τις απόψεις του συνόλου των εκπαιδευτικών αναφορικά με τον τρόπο χρήσης των «φυσικών» οπτικών μοντέλων και των προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	81

Κατάλογος συντομογραφιών

ΦΕ	Φυσικές Επιστήμες
ΤΠΕ	Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η έρευνα που διερευνά τις απόψεις των εκπαιδευτικών για τη χρήση οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Η έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί εστιάζει κυρίως στον τρόπο με τον οποίο τα οπτικά μοντέλα και οι προσομοιώσεις επηρεάζουν τη μάθηση των μαθητών και έχει εστιαστεί κυρίως στις απόψεις εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Επιπλέον, απουσιάζουν έρευνες που να εστιάζουν στις απόψεις εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Η παρούσα εργασία εστιάζεται στη διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (δημοτικού σχολείου) αναφορικά με τη χρήση οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Επιπλέον, έχει ως στόχο να διερευνήσει τις διαφοροποιήσεις στις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τον τρόπο χρήσης των οπτικών μοντέλων με βάση το αν χρησιμοποιούν «φυσικά» οπτικά μοντέλα ή προσομοιώσεις.

Για τη διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών αναπτύχθηκε ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο το οποίο απαντήθηκε από εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (δημοτικού σχολείου). Στην έρευνα συμμετείχαν 255 εκπαιδευτικοί που υπηρετούσαν σε σχολεία της Ελλάδας.

Η ανάλυση των δεδομένων επέτρεψε να γίνει ανάδειξη των απόψεων των εκπαιδευτικών για τη συχνότητα χρήσης διαφόρων ειδών οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, τους λόγους που επιλέγουν να τα αξιοποιήσουν στη διδασκαλία τους, τις πηγές στις οποίες τα αναζητούν καθώς και τον τρόπο χρήσης τους στις διδασκαλίες που υλοποιούν.

Προέκυψε ότι, σύμφωνα με τις απόψεις τους, οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν πιο συχνά τις φωτογραφίες και τα αντικείμενα φυσικού κόσμου και όχι τις προσομοιώσεις, επιλέγουν το οπτικά μοντέλα με βασικό κριτήριο ότι βοηθούν στην κατανόηση των εννοιών, τα αναζητούν κυρίως στο διαδίκτυο και τα χρησιμοποιούν στη διδασκαλία τους εφαρμόζοντας κυρίως παραδοσιακές διδακτικές προσεγγίσεις ή διερευνητικές με ισχυρή καθοδήγηση από τους ίδιους προς τους μαθητές τους.

ABSTRACT

Research exploring teachers' views on the use of visual models and simulations in Science teaching is particularly limited. The research that has been carried out focuses mainly on how visual models and simulations influence student learning and has mainly focused on the views of secondary school teachers. In addition, there is a lack of research focusing on primary school teachers' views on the use of visual models and simulations in Science teaching.

This paper focuses on the study of the opinions of primary education teachers (primary school) regarding the use of visual models and simulations in Science teaching. In addition, it aims to explore the differences in teachers' views on how to use visual models based on whether they use "natural" visual models or simulations.

In order to investigate the teachers' opinions, an electronic questionnaire was developed which was answered by primary education (primary school) teachers. Two hundred and fifty-five teachers working in schools in Greece participated in the survey.

The analysis of the data made it possible to highlight the teachers' opinions regarding the frequency of using various types of visual models in the Science teaching, the reasons they choose to use them in their teaching, the sources they look for them as well as the way they are used in the teachings they implement.

It emerged that, according to their opinions, teachers use photos and objects of the natural world more often than simulations, they choose visual models with the main criterion that they help to understand concepts, they mainly search for them on the Internet and use them in teaching by applying mainly traditional teaching approaches or exploratory ones with strong guidance from them to their students.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Οριοθέτηση του προβλήματος και αναγκαιότητα της εργασίας.

Η «γλώσσα» των Φυσικών Επιστημών περιλαμβάνει τόσο την προφορική όσο και την γραπτή επικοινωνία, ωστόσο, αρκετές φορές η ανταλλαγή των απαραίτητων πληροφοριών βασίζεται στη χρήση οπτικών μοντέλων (Lee & Jones, 2018). Πιο συγκεκριμένα, εξαιτίας της αφηρημένης φύσης πολλών επιστημονικών αρχών, τα οπτικά μοντέλα φαίνεται να διαδραματίζουν ένα κρίσιμο ρόλο στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) καθιστώντας για τους μαθητές τα αφηρημένα ή δυσνόητα φαινόμενα πιο συγκεκριμένα (Ainsworth, 1999). Μάλιστα, η ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας έχει δείξει ότι οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών κάνουν χρήση διαφόρων τέτοιων οπτικών μοντέλων τόσο για το σχεδιασμό της διδασκαλίας τους όσο και για την προαγωγή της μάθησης των μαθητών (Treagust & Tsui, 2013).

Ειδικότερα, τις τελευταίες δεκαετίες οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης χρησιμοποιούν το διαδίκτυο και γενικότερα την τεχνολογία για την εύρεση εκπαιδευτικού υλικού, όπως είναι τα οπτικά μοντέλα, για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Lee & Jones, 2018). Ο τρόπος αυτός χρήσης της τεχνολογίας από την πλευρά των εκπαιδευτικών, τους έχει αποδώσει έναν μοναδικό παιδαγωγικό ρόλο όπου καλούνται να επιλέξουν τα πιο κατάλληλα αλλά και αποτελεσματικά οπτικά μοντέλα για τη διδασκαλία ενός φυσικού φαινομένου μέσα από έναν τεράστιο αριθμό εικόνων που είναι διαθέσιμες γι' αυτόν ακριβώς τον σκοπό. Επομένως, η χρήση του διαδικτύου έχει διευκολύνει τους εκπαιδευτικούς στη σχεδίαση της διδασκαλίας (Lee & Jones, 2018) και η ακρίβεια και η καταλληλότητα των μοντέλων που επιλέγουν οι εκπαιδευτικοί για να χρησιμοποιήσουν στη διδασκαλία τους επηρεάζει σημαντικά την κατανόηση που θα αποκτήσουν οι μαθητές σχετικά με πολύπλοκες επιστημονικές έννοιες και ιδέες (Ainsworth, 1999).

Αν και γίνεται χρήση των οπτικών μοντέλων σε μεγάλο βαθμό στις σχολικές αίθουσες, η έρευνα έχει δείξει ότι η χρήση τους είναι περισσότερο «επιφανειακή» γι' αυτό και δεν οδηγεί πάντοτε στην προώθηση της μάθησης. Οι εκπαιδευτικοί καλούνται πλέον να αναπτύξουν παιδαγωγικές στρατηγικές για να μπορέσουν να αναπτύξουν τις ικανότητες των μαθητών τους για να μπορούν να χρησιμοποιούν, να αξιολογούν, να κατασκευάζουν και να διαχειρίζονται οπτικά μοντέλα. Επομένως, είναι απαραίτητο να δημιουργήσουν ή να επιλέγουν οπτικά μοντέλα για να διδάξουν ένα συγκεκριμένο θέμα σε μια συγκεκριμένη ομάδα μαθητών με

σαφώς προσδιορισμένη ηλικία, ικανότητες, κουλτούρα και μάλιστα σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον με σαφώς καθορισμένους στόχους (Eilam & Gilbert, 2014).

Κατά συνέπεια, είναι κρίσιμο να γίνει κατανοητό με ποιον τρόπο οι εκπαιδευτικοί παίρνουν αποφάσεις σχετικά με τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό χρησιμοποιώντας οπτικά μοντέλα. Ωστόσο, είναι περιορισμένη η γνώση για το πώς οι εκπαιδευτικοί επιλέγουν και χρησιμοποιούν οπτικά μοντέλα όταν σχεδιάζουν ένα μάθημα Φυσικών Επιστημών (Lee & Jones, 2018). Επιπλέον, μέσα από τη διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών σχετικά με την επιλογή και τη χρήση των οπτικών μοντέλων όταν διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες, μπορούμε να εικάσουμε και τις διδακτικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν (Lee & Jones, 2018).

Επιπρόσθετα, η χρήση προσομοιώσεων έχει γίνει ιδιαίτερα διαδεδομένη καθώς οι εκπαιδευτικοί διαθέτουν πλέον ευκολότερη πρόσβαση στο διαδίκτυο τόσο από το σπίτι όσο και από τη σχολική μονάδα (Khan, 2011). Οι διαδραστικές προσομοιώσεις θεωρούνται εξίσου πολύτιμες για τους εκπαιδευτικούς στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών καθώς κι αυτές συντελούν στην οπτικοποίηση διαφόρων πλευρών των ΦΕ και παρέχουν επίσης τη δυνατότητα στους μαθητές να δοκιμάσουν γρήγορα τις ιδέες τους και να κάνουν προβλέψεις ή ακόμα αποκαλύπτουν τάσεις των δεδομένων μέσω γραφημάτων ή άλλων αναπαραστάσεων (Khan, 2011).

Οι έρευνες έδειξαν ότι, όταν δεν υπάρχει η απαραίτητη επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στη χρήση διαδραστικών προσομοιώσεων κατά τη διδασκαλία, τότε οι εκπαιδευτικοί αναπτύσσουν αρνητικές στάσεις απέναντι σε αυτές και επιδεικνύουν χαμηλή αυτό-αποτελεσματικότητα στη διδασκαλία με προσομοιώσεις (Baek, Jung, & Kim, 2008; Khan 2011; Schwarz, Meyer, & Sharma, 2007; Wozney, Venkatesh & Abrami, 2006). Παρόμοια, φαίνεται ότι οι γνώσεις των εκπαιδευτικών, οι στάσεις, οι αντιλήψεις τους και η αποτελεσματικότητά τους να σχεδιάζουν διδασκαλίες με χρήση διαδραστικών προσομοιώσεων επηρεάζουν σημαντικά τις αποφάσεις τους για να τις εφαρμόσουν στη διδασκαλία τους (Bo et al., 2018).

Είναι σημαντικό, λοιπόν, να εξεταστούν και οι απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τις διαδραστικές προσομοιώσεις γιατί οι απόψεις τους μπορούν να επηρεάσουν και να διαμορφώσουν τις επιλογές τους όσον αφορά στην εφαρμογή των διαδραστικών προσομοιώσεων και κατά συνέπεια να επηρεάσουν τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών (Fulmer & Liang, 2013; Ramnarain, 2014).

Με άλλα λόγια, η κατανόηση των απόψεων των εκπαιδευτικών είναι σημαντική, δεδομένου ότι οι απόψεις τους συνήθως επηρεάζουν τις διδακτικές πρακτικές τους στην τάξη (Acheson,

2003). Επομένως, οι γνώσεις σχετικά με το πώς βλέπουν οι εκπαιδευτικοί, πώς επιλέγουν αλλά και χρησιμοποιούν τα οπτικά μοντέλα κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αλλά και οι απόψεις τους για το πώς χρησιμοποιούνται οι προσομοιώσεις στη διδασκαλία και στη μάθηση είναι ιδιαίτερα σημαντικές καθώς αυτές οι απόψεις επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τις επιλογές τους σε διδακτικό επίπεδο, τον σχεδιασμό της διδασκαλίας τους και εν τέλει τις πρακτικές τους μέσα στην αίθουσα διδασκαλίας (Pajares, 1992).

Ενώ έχουν γίνει εκτενείς έρευνες για τις απόψεις των εκπαιδευτικών που αφορούν τη χρήση των Νέων Τεχνολογιών στη διδασκαλία εντούτοις είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που μελετά απόψεις τους όσον αφορά σε πιο ειδικά θέματα όπως τα οπτικά μοντέλα και οι διαδραστικές προσομοιώσεις (Bo et al., 2018; Lee et al., 2018).

Συγκεκριμένα, έχουν διερευνηθεί κυρίως οι απόψεις των εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και όχι πρωτοβάθμιας σχετικά με τη χρήση προσομοιώσεων (Bo et al., 2018). Επίσης, οι έρευνες αυτές έχουν μικρό (περιορισμένο) δείγμα και διεξήχθησαν μέσω συνεντεύξεων και όχι ερωτηματολογίου. Επομένως, δεν υπάρχουν μελέτες που να ερευνούν συστηματικά το ζήτημα αυτό σε επίπεδο πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και μάλιστα σε ευρύτερο δείγμα εκπαιδευτικών. Επιπλέον, αν και υπάρχουν έρευνες που αναφέρονται στην χρήση των οπτικών μοντέλων από τους εκπαιδευτικούς κατά τη διδασκαλία στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Ainsworth, 1999; Coleman, McTigue & Smolkin, 2011), παραμένει περιορισμένος ο αριθμός ερευνών που αφορά τη χρήση οπτικών μοντέλων στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση από τους εκπαιδευτικούς (Boonen, Reed, Schoonenboom & Jolles, 2016). Επιπρόσθετα, απουσιάζουν αντίστοιχες έρευνες με εκπαιδευτικούς στον ελληνικό χώρο. Αναδύεται, λοιπόν, η αναγκαιότητα πραγματοποίησης μιας τέτοιας έρευνας.

Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται, λοιπόν, στο ότι εστιάζεται στη διερεύνηση των απόψεων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με πιο ειδικά θέματα όπως η χρήση οπτικών μοντέλων και διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο.

1.2 Σκοπός και σημασία της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθούν οι απόψεις των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τη χρήση οπτικών μοντέλων και διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν τόσο στον τομέα της έρευνας όσο και στην διδακτική πράξη.

Όσον αφορά στον τομέα της έρευνας, η μελέτη των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών θα επιτρέψει να διερευνηθούν τα είδη των οπτικών μοντέλων που χρησιμοποιούν κατά τη διδασκαλία τους, οι λόγοι για τους οποίους τα επιλέγουν καθώς και με ποιο τρόπο τα ενσωματώνουν στη διδασκαλία τους. Ακόμα, θα μπορέσουν να εντοπιστούν οι αντιλήψεις τους για τον τρόπο αξιοποίησης των προσομοιώσεων στη διδασκαλία και τη μάθηση αλλά και τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν κατά την εφαρμογή τους.

Επιπλέον, είναι γνωστό ότι οι αντιλήψεις που φέρουν οι εκπαιδευτικοί επηρεάζουν με τη σειρά τους τη συμπεριφορά τους στην τάξη. Επομένως, η κατανόηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών και των υποψηφίων εκπαιδευτικών είναι απαραίτητη για τη βελτίωση τόσο της επαγγελματικής τους προετοιμασίας (επαγγελματική ανάπτυξη) όσο και για τη βελτίωση των διδακτικών τους πρακτικών (Pajares, 1992). Συνεπώς, τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν στον διδακτικό σχεδιασμό των ΦΕ από τους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με τους εξής τρόπους:

1. Με την συμβολή τους στην τροποποίηση/αναθεώρηση των διδακτικών πρακτικών που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί σχετικά με τα οπτικά μοντέλα και τις διαδραστικές προσομοιώσεις στη διδασκαλία των ΦΕ.
2. Με τον επανασχεδιασμό των αναλυτικών προγραμμάτων ώστε να ενταχθεί/ενσωματωθεί η περαιτέρω χρήση και αξιοποίηση των οπτικών μοντέλων και διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία των ΦΕ.
3. Με την προώθηση υλοποίησης επιμορφωτικών προγραμμάτων για εκπαιδευτικούς ώστε να ενσωματώσουν με κατάλληλο τρόπο τη χρήση οπτικών μοντέλων και διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία των ΦΕ.

1.3 Δομή της εργασίας.

Η παρούσα εργασία περιλαμβάνει επτά κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο, την Εισαγωγή, γίνεται η οριοθέτηση του προβλήματος και περιγράφεται ο σκοπός της έρευνας, η σημασία της εργασίας και η δομή της.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση του θεωρητικού πλαισίου της εργασίας πάνω στο οποίο θα στηριχθεί η παρούσα εργασία. Το θεωρητικό πλαίσιο θα αναφέρεται στις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών και τους λόγους για τους οποίους μελετώνται όπως επίσης και στον ρόλο και τη σημασία των οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας που αφορά σε έρευνες για τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση της μεθοδολογίας της έρευνας. Πιο συγκεκριμένα, περιγράφεται η ερευνητική διαδικασία, το δείγμα, τα εργαλεία συλλογής δεδομένων και η διαδικασία συλλογής τους..

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων της έρευνας.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας σχετικά με τις απόψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με το πόσο συχνά χρησιμοποιούν οπτικά μοντέλα, τους λόγους για τους οποίους τα επιλέγουν, τις πηγές στις οποίες τα αναζητούν καθώς και τον τρόπο χρήσης τους στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της έρευνας. Ειδικότερα, παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα κύρια ευρήματα της εργασίας, επισημαίνονται οι περιορισμοί της και διατυπώνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Στο τέλος, κατατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές και το παράρτημα με το ερωτηματολόγιο.

1.4 Ανακεφαλαίωση

Η παρούσα εργασία επιχειρεί να διερευνήσει τις απόψεις των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την αξιοποίηση των οπτικών μοντέλων και των διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι μελετάει τις απόψεις εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης- και όχι δευτεροβάθμιας που έχουν διερευνηθεί περισσότερο- πάνω σε θέματα πιο ειδικά όπως τα οπτικά μοντέλα και οι διαδραστικές προσομοιώσεις. Τα ευρήματα της παρούσας εργασίας θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν τόσο σε ερευνητικό όσο και σε διδακτικό επίπεδο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας το οποίο αποτελείται από δύο ενότητες. Η πρώτη ενότητα αναφέρεται στη σημασία των οπτικών μοντέλων στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.2). Η δεύτερη ενότητα αφορά στις απόψεις των εκπαιδευτικών για διάφορα εκπαιδευτικά ζητήματα (βλ. ενότητα 2.3).

2.2 Τα οπτικά μοντέλα στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών

Η ενότητα αυτή αποτελείται από τρεις υπο-ενότητες. Στην πρώτη υπο-ενότητα αποσαφηνίζεται η έννοια των οπτικών μοντέλων (βλ. υπο-ενότητα 2.2.1). Η δεύτερη ενότητα εστιάζεται στις κατηγορίες των οπτικών μοντέλων (βλ. υπο-ενότητα 2.2.2). Η τρίτη ενότητα επικεντρώνεται στη σημασία των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (βλ. υπο-ενότητα 2.2.3).

2.2.1 Η έννοια των οπτικών μοντέλων στις Φυσικές Επιστήμες.

Κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί πληθώρα όρων για να περιγράψουν τα οπτικά μοντέλα όπως: γραφήματα, διαγράμματα, εξωτερικές αναπαραστάσεις, πίνακες κλπ. Δεν υπάρχει ένας ξεκάθαρος ορισμός για τα οπτικά μοντέλα στις Φυσικές Επιστήμες (LaDue, Libarkin & Thoma, 2015). Ο προσδιορισμός, λοιπόν, του τι ακριβώς σημαίνει οπτικό μοντέλο δεν είναι εύκολος (Coleman et al., 2011).

Ωστόσο, τα οπτικά μοντέλα στις Φυσικές Επιστήμες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο οντολογικές μορφές. Από τη μια αποτελούν σημειωτικά εργαλεία που μπορεί να αναφέρονται σε φυσικά- υλικά αντικείμενα και από την άλλη μπορούν να αναφέρονται και σε καθαρά νοητικές, εννοιολογικές και αφηρημένες κατασκευές (Evagorou et al., 2015; Yeo, Wong, Tan & Pedregosa, 2020). Η τελευταία μορφή αφορά τα εσωτερικά μοντέλα, τα οποία είναι προσωπικά και νοητικά δομημένα (αποτελούν προσωπικές, νοητικές κατασκευές) και είναι γνωστά ως νοητικές εικόνες. Η πρώτη μορφή αφορά τα εξωτερικά μοντέλα, τα οποία είναι ανοιχτά σε έλεγχο από τους άλλους. Στη βιβλιογραφία και οι δύο παραπάνω αυτές μορφές αναφέρονται με τον όρο οπτικοποίηση (Gilbert, 2010).

Τα οπτικά μοντέλα διαφέρουν ως προς τη σχεδιάσή τους. Μπορεί να είναι συγκεκριμένα, δηλαδή τα οπτικά τους χαρακτηριστικά να έχουν υψηλή ομοιότητα με το σημείο αναφοράς τους ή αφηρημένα, δηλαδή αντίστοιχα τα οπτικά τους χαρακτηριστικά να έχουν χαμηλή

ομοιότητα με το σημείο αναφοράς τους. Επίσης, μπορούν να είναι φυσικά αντικείμενα, δηλαδή απτά ή εικονικά, δηλαδή να παρουσιάζονται σε ψηφιακή οθόνη. Επιπλέον, μπορούν να είναι στατικά ή κινούμενα, δηλαδή τα οπτικά χαρακτηριστικά τους να αλλάζουν κατά τη διάρκεια της μαθησιακής εμπειρίας και μπορούν επίσης να είναι διαδραστικά, δηλαδή τα οπτικά τους χαρακτηριστικά να αλλάζουν ανταποκρινόμενα στον εκάστοτε μαθητή, όπως συμβαίνει στις προσομοιώσεις (Rau, 2017).

Στις Φυσικές Επιστήμες, ένα οπτικό μοντέλο είναι το αποτέλεσμα της αναπαράστασης ενός αντικειμένου, φαινομένου ή ιδέας (ο στόχος) με ένα περισσότερο οικείο (η πηγή) (Tregidgo & Ratcliffe, 2000). Για παράδειγμα, ένα μοντέλο της δομής ενός ατόμου (στόχος) είναι η διάταξη των πλανητών που περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο (πηγή) (Tregidgo & Ratcliffe, 2000). Τα οπτικά μοντέλα μπορούν να λειτουργήσουν είτε ως προϊόντα γνώσης είτε ως αντικείμενα για την οικοδόμηση της γνώσης. Στην πρώτη περίπτωση, ως προϊόντα, είναι γνωστά ως επιστημονικά μοντέλα και χρησιμοποιούνται για να απεικονίσουν φαινόμενα, αντικείμενα, διαδικασίες, ιδέες και συστήματα (Yeo et al., 2020).

Ο Ornek (2008) αναφέρει ότι ένα μοντέλο αποτελεί την αναπαράσταση της δομής ενός φυσικού συστήματος και/ή των ιδιοτήτων του. Η Rau (2017) αναφέρει ότι τα οπτικά μοντέλα αποτελούν εξωτερικές αναπαραστάσεις που αποτελούνται από εικονίδια που έχουν αντιστοιχήσεις με βάση την ομοιότητα με το σημείο αναφοράς τους όπως είναι τα διαγράμματα, οι προσομοιώσεις ή τα φυσικά μοντέλα.

Υποκατηγορία μια ευρύτερης κατηγορίας οπτικών μοντέλων και εργαλείων οπτικοποίησης αποτελούν και οι προσομοιώσεις (Geelan & Fan, 2014). Χρησιμοποιούν εξωτερικά οπτικά μοντέλα σε υπολογιστή όπως γραφήματα, διαγράμματα, επιστημονικά μοντέλα και κινούμενα σχέδια με τα οποία οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδράσουν μεταχειρίζοντας ή τροποποιώντας σύνολα πειραματικών δεδομένων και εξερευνώντας τα αποτελέσματα τροποποίησης αυτών των παραμέτρων (Geelan & Fan, 2014).

Ουσιαστικά, οι προσομοιώσεις αποτελούν διαδραστικές, δυναμικές απεικονίσεις (Plass, Homer & Hayward, 2009) και βασίζονται αρκετά στις οπτικές αναπαραστάσεις των φαινομένων που μοντελοποιούν (Lee, Plass & Homer, 2006). Επομένως, μπορεί να γίνει κατανοητή η θεώρηση των διαδραστικών προσομοιώσεων ως μη στατικά οπτικά μοντέλα ενός φαινομένου που προσομοιώνεται από έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή (Bo et al., 2018).

Συνεπώς, ως διαδραστική προσομοίωση ορίζεται εκείνη που παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές να μεταβάλλουν μία ή περισσότερες μεταβλητές στη διεπαφή (Bo et al., 2018). Οι

διαδραστικές προσομοιώσεις οφείλουν να παρέχουν αλληλεπίδραση με τον χρήστη προσφέροντάς του είτε την επιλογή είτε τον καθορισμό των παραμέτρων της προσομοίωσης και κατόπιν να παρακολουθεί τη νεοδημιουργηθείσα ακολουθία και όχι απλά να επιλέγει μια προκαθορισμένη «έτοιμη» προσομοίωση (Vogel, Vogel, Cannon-Bowers, Bowers, Muse & Wright, 2006).

Τέτοια παραδείγματα διαδραστικών προσομοιώσεων αποτελούν οι προσομοιώσεις σε υπολογιστή. Ουσιαστικά, αποτελούν προγράμματα που μπορούν να προσομοιώσουν μοντέλα επιστημονικών συστημάτων και επιτρέπουν στους χρήστες να κατευθύνουν το μοντέλο (αλλάζοντας διάφορους παραμέτρους-μεταβλητές) για να μπορέσουν να το οπτικοποιήσουν υπό το πρίσμα διαφόρων συνθηκών (Bo et al., 2018). Με άλλα λόγια, παρέχουν στους χρήστες τη δυνατότητα να χειραγωγήσουν το εκάστοτε μοντέλο και να εξετάσουν τον τρόπο με τον οποίο συμπεριφέρεται κάτω από ποικίλες συνθήκες. Τα αποτελέσματα αυτών των αλλαγών οπτικοποιούνται ή καταγράφονται ως μέτρηση από το πρόγραμμα του H/Y (Khan, 2011).

Κατά τους Geelan και Fan (2014) οι διαδραστικές προσομοιώσεις μπορούν να θεωρηθούν ως αναπαραστάσεις που δημιουργούνται στον υπολογιστή και στις οποίες γίνεται εισαγωγή μεταβλητών από τους μαθητές και κατόπιν παρατήρηση των αποτελεσμάτων. Αποτελούν εξωτερικά οπτικά μοντέλα που συνήθως απεικονίζονται σε υπολογιστή και μπορεί να είναι γραφικά, διαγράμματα ή επιστημονικά μοντέλα ή ακόμα και κινούμενα σχέδια με τα οποία οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδράσουν εισάγοντας δεδομένα, αλλάζοντας ρυθμίσεις και παρατηρώντας αποτελέσματα. Ουσιαστικά, αποτελούν εφαρμογές σε υπολογιστή που μπορούν να χαρακτηριστούν ως «διερευνητικές» καθώς προσομοιώνουν δυναμικά συστήματα επιστημονικών φαινομένων σε «εικονικά εργαστήρια». Με αυτόν τον τρόπο επιτρέπουν στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με οπτικά μοντέλα αλλάζοντας πειραματικά σύνολα δεδομένων και διερευνώντας τις επιπτώσεις της τροποποίησης των παραμέτρων.

Η έρευνα στον τομέα της οπτικοποίησης έχει επικεντρωθεί κυρίως στα εξωτερικά οπτικά μοντέλα τα οποία μπορούν να γίνουν αντικείμενο διαμοιρασμού και θέασης από τους άλλους (Tippett, 2016). Τα εξωτερικά οπτικά μοντέλα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην επικοινωνία των επιστημονικών ιδεών καθώς η επιστημονική γνώση επικοινωνείται πλέον μέσα από μια σειρά οπτικών και συμβολικών μορφών όπως τα διαγράμματα, τα γραφήματα, οι χάρτες, τα μοντέλα, οι προσομοιώσεις και τα σχέδια (Tippett, 2016).

Η παρούσα εργασία θα επικεντρωθεί στα εξωτερικά οπτικά μοντέλα και θα υιοθετηθεί ο ορισμός της Rau (2017) όπου ως οπτικό μοντέλο ορίζεται μια εξωτερική αναπαράσταση που

περιλαμβάνει εικονίδια που εμφανίζουν αντιστοιχήσεις με βάση την ομοιότητα με το σημείο αναφοράς τους όπως είναι για παράδειγμα τα διαγράμματα και οι προσομοιώσεις.

2.2.2 Οι κατηγορίες των οπτικών μοντέλων

Τα οπτικά μοντέλα αποτελούσαν πάντοτε αναπόσπαστο μέρος των Φυσικών Επιστημών και με τη συμβολή της τεχνολογίας έχουν εξελιχθεί από απλά σχέδια σε προηγμένες ψηφιακές εικόνες και τρισδιάστατα μοντέλα. Τα οπτικά αυτά μοντέλα μπορεί να περιλαμβάνουν φωτογραφίες, διαγράμματα και πίνακες, γραφήματα και επιστημονικά μοντέλα (Evagorou, Erduran & Mäntylä, 2015). Μάλιστα, στις μέρες μας, η ανάπτυξη της τεχνολογίας έχει δημιουργήσει πανίσχυρους υπολογιστές που μπορούν να οπτικοποιήσουν πολλά επιστημονικά και δυναμικά μοντέλα μέσα από προσομοιώσεις και διαδραστικά λογισμικά μοντελοποίησης (Ferreira, Baptista & Arroio, 2011).

Μία από τις προκλήσεις για τη διερεύνηση των τύπων οπτικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται είναι η ορολογία. Πολλοί όροι έχουν χρησιμοποιηθεί για να αναφερθούν στα οπτικά μοντέλα όπως διαγράμματα, γραφικά, εξωτερικές αναπαραστάσεις, γραφήματα και γραφικά. Δυστυχώς, δεν υπάρχει ένα σαφές σύνολο ορισμού (La Due et al., 2015).

Μία ακόμα από τις πιο σημαντικές δυσκολίες στην έρευνα των οπτικών μοντέλων αποτελεί το γεγονός ότι δεν υπάρχει ένα μοναδικό πλαίσιο για την ταξινόμησή τους (Vekiri, 2002). Η ταξινόμησή τους διαφέρει από πλαίσιο σε πλαίσιο και οι ταξινομήσεις που υπάρχουν μπορούν να διαφέρουν ως προς τις κατηγορίες, τις υποκατηγορίες ή ακόμα και τον τρόπο με τον οποίο οι κατηγορίες αυτές ταξινομούνται (Habbal & Sabra, 2021). Παρά, όμως, το γεγονός ότι δεν υπάρχει ένα σαφές πλαίσιο ταξινόμησης, οι ερευνητές τα έχουν ταξινομήσει ανά μορφή (δηλαδή τύπο), λειτουργία ή διαφορετικά ποιότητα (Guo, Landau Wright & McTigue, 2018).

Πιο συγκεκριμένα, οι Lohse, Biolsi, Walker & Rueter (1994) αναφέρουν ότι οι υπάρχουσες ταξινομήσεις οπτικών μοντέλων μπορούν να χαρακτηριστούν είτε ως λειτουργικές είτε ως δομικές. Οι λειτουργικές ταξινομήσεις επικεντρώνονται στην προβλεπόμενη χρήση και τον σκοπό τους. Μια λειτουργική ταξινόμηση δεν αντικατοπτρίζει τη φυσική δομή των οπτικών μοντέλων. Αντίθετα, στις δομικές η εστίαση γίνεται στη μορφή της εικόνας και όχι στο περιεχόμενό της.

Αρχικά, τα οπτικά μοντέλα μπορούν να ταξινομηθούν ως εικονικές και μη εικονικές αναπαραστάσεις. Οι εικονικές αναπαραστάσεις περιλαμβάνουν οπτικές αναπαραστάσεις μάθησης όπως εικόνες, διαγράμματα, γραφήματα, φωτογραφίες, πίνακες ζωγραφικής,

ενοιολογικούς χάρτες, πίνακες και διάφορα σύμβολα. Από την άλλη πλευρά, οι μη εικονικές είναι ετικέτες, γράμματα και λεκτικές περιγραφές (Inaltekin & Goksu, 2019).

Η Vekiri (2002) προτείνει τον διαχωρισμό των οπτικών μοντέλων σε σημειολογικά και μη σημειολογικά. Τα μη σημειολογικά παρέχουν ένα πολύπλοκο, πολυσημιακό οπτικό πεδίο που μιμείται την πραγματικότητα. Παραδείγματα τέτοιων μοντέλων είναι οι εικόνες, τα σχέδια, οι πίνακες ζωγραφικής και οι φωτογραφίες. Από την άλλη, τα σημειολογικά οπτικά μοντέλα έχουν ως απώτερο στόχο να μειώσουν με κάποιο τρόπο την πραγματικότητα και να παράγουν μία αντιστοιχία ένα προς ένα ανάμεσα στα στοιχεία και τις αναφορές τους. Παραδείγματα τέτοιων οπτικών μοντέλων αποτελούν τα διαγράμματα, τα γραφήματα και οι χάρτες (Vekiri, 2002).

Η Vekiri (2002) συνοψίζει τέσσερις κοινούς τύπους οπτικών μοντέλων. Αυτά είναι τα διαγράμματα, τα γραφήματα, οι χάρτες και οι χάρτες δικτύου. Οι Roberts, Norman, Duke, Morsink, Martin & Knight (2013) ταξινόμησαν τις παρακάτω εννέα μορφές οπτικών μοντέλων: τα γραφικά με υπότιτλους/λεζάντες, τα διαγράμματα διατομής (εσωτερικά και εξωτερικά), τα διάγραμμα ροής, τις γραφικές παραστάσεις, τα ένθετα, τους χάρτες, τους πίνακες και τα χρονοδιαγράμματα.

Τα γραφικά με υπότιτλους ή λεζάντες αποτελούν ξεχωριστές εικονογραφήσεις ή φωτογραφίες οι οποίες μπορεί να συνοδεύονται από λέξεις ή φράσεις ή προτάσεις που είναι ανεξάρτητες από το τρέχον κείμενο. Το κείμενο εμφανίζεται κοντά αλλά όχι μέσα στο γραφικό. Ορισμένες λεζάντες είναι τόσο μικρής έκτασης που μοιάζουν με ετικέτες, άλλες πάλι είναι πιο εκτενείς και περιγραφούν, σχολιάζουν ή παρέχουν επιπρόσθετες πληροφορίες σε σχέση με το γραφικό (Roberts et al., 2013).

Τα εσωτερικά διαγράμματα διατομής αποτελούν φωτογραφίες ή εικονογραφήσεις που συνήθως παρουσιάζουν τα εσωτερικά τμήματα ενός έμψυχου ή άψυχου αντικειμένου που είναι αόρατα στα άτομα. Μπορεί ακόμα και να παρουσιάζουν και μία σκηνή στην οποία γίνονται αντικείμενο επισήμανσης πολύ συγκεκριμένα, μεμονωμένα μέρη της (Roberts et al., 2013).

Τα εξωτερικά διαγράμματα διατομής αποτελούν εικονογραφήσεις ή φωτογραφίες της επιφάνειας ενός έμψυχου ή άψυχου αντικειμένου ή μίας σκηνής όπου γίνονται αντικείμενο επισήμανσης και πάλι συγκεκριμένα, μεμονωμένα μέρη της (Roberts et al., 2013).

Τα διαγράμματα ροής αποτελούν γραφικές συσκευές που παρουσιάζουν τα στάδια μιας διαδικασίας με χρονολογική σειρά μέσα από ένα σύνολο φωτογραφιών ή εικονογραφήσεων που έχουν συγκεκριμένη διάταξη και συνήθως είναι συνδεδεμένα με γραμμές ή βέλη (Roberts et al., 2013).

Οι γραφικές παραστάσεις παρουσιάζουν τη σχέση ανάμεσα σε δύο ή περισσότερες μεταβλητές κάνοντας χρήση σημείων, γραμμών ή διαφοροποιημένων μερών ενός συνόλου (π.χ. γράφημα πίτας, ραβδογράμματα κλπ) (Roberts et al., 2013).

Τα ένθετα αποτελούν εικόνες μικρότερες σε μέγεθος που βρίσκονται μέσα ή κοντά σε μεγαλύτερες εικόνες. Μεγεθύνουν ή σμικρύνουν τη μεγαλύτερη εικόνα επισημαίνοντας κάτι σημαντικό που υπάρχει επάνω της. Τις περισσότερες φορές το ένθετο αξιοποιείται για να μεγεθύνει κάτι στη μεγαλύτερη εικόνα που δεν είναι εύκολα ορατό με το γυμνό μάτι (Roberts et al., 2013).

Οι χάρτες αποτελούν κι αυτοί με τη σειρά τους γραφικές συσκευές που είναι σχεδιασμένες σε κλίμακα και παρουσιάζουν ολόκληρο ή το μέρος μια συγκεκριμένης περιοχής. Οι χάρτες περιλαμβάνουν συνήθως υπομνήματα, σύμβολα και κλίμακες (Roberts et al., 2013).

Οι πίνακες αποτελούνται από στήλες και σειρές με ετικέτες ή και χωρίς ετικέτες. Τις περισσότερες φορές παρέχουν στους αναγνώστες συγκεκριμένο είδος πληροφοριών όπως για παράδειγμα τι τρώει ένα ζώο, πού ζει, πώς κινείται κλπ και αφορούν μια σειρά σχετικών πραγμάτων όπως για παράδειγμα τα θηλαστικά: λιοντάρια, καμήλες, ζέβρες κλπ. (Roberts et al., 2013).

Τα χρονοδιαγράμματα προσδιορίζουν συγκεκριμένα ιστορικά γεγονότα ή εποχές μέσα σε μια χρονική περίοδο, τοποθετώντας τα σε χρονολογική σειρά. Τα χρονοδιαγράμματα συχνά περιλαμβάνουν ετικέτες που αναφέρουν ημερομηνίες ή ώρες και μπορεί επίσης να περιλαμβάνουν συνοπτικές γραπτές περιγραφές. Συνήθως παρουσιάζουν πώς αλλάζει κάτι με την πάροδο του χρόνου ή επισημαίνουν βασικές στιγμές στην ιστορία ενός ατόμου, μιας ομάδας, ενός αντικειμένου ή τόπου (Roberts et al., 2013).

Ο Moline (1995) τα ταξινομήσε στις εξής κατηγορίες: Στην πρώτη κατηγορία βρίσκονται τα απλά διαγράμματα τα οποία αποτελούν ετικέτες ή σχέδια μίας κλίμακας. Παράδειγμα αυτής της κατηγορίας αποτελεί το διάγραμμα μέτρησης που απεικονίζει το αντικείμενο με μια κλίμακα για να δείξει τη διάσταση, τη μάζα ή την απόσταση.

Στη δεύτερη κατηγορία βρίσκονται τα συνθετικά διαγράμματα (τεχνητά φτιαγμένα για προσομοιώνουν τη φύση). Επιδεικνύουν τη δημιουργία συνδέσεων μεταξύ τμημάτων ή υποομάδων ενός σταδίου μέσα σε ένα ευρύ σύμπλεγμα (Moline, 1995). Παραδείγματα αυτής της κατηγορίας αποτελούν τα διαγράμματα ροής που συνδέουν διάφορα τμήματα (π.χ. κύκλος νερού, κύκλος ζωής) για να δείξουν μια διαδικασία που κινείται μέσα στο χρόνο. Ένα ακόμα παράδειγμα αυτής της κατηγορίας αποτελεί το δεντροδιάγραμμα και το διάγραμμα δικτύου που

δείχνει τις υποομάδες και τις ταξινομήσεις εντός της ιεραρχίας στην οποία οι έννοιες ή τα αντικείμενα είναι συνδεδεμένες και αλληλοσυνδεδεμένες σειρές ή έχουν τη μορφή ενός διακλαδισμένου δέντρου (Moline, 1995).

Στην τρίτη κατηγορία βρίσκονται τα αναλυτικά διαγράμματα. Τα αναλυτικά διαγράμματα μας βοηθούν να δούμε το εσωτερικό ενός αντικειμένου ή να κατανοήσουμε την εσωτερική του λειτουργία. Παραδείγματα τέτοιων διαγραμμάτων αποτελούν το εξωτερικό και το εσωτερικό διάγραμμα διατομής. Το εξωτερικό μας βοηθά να ερμηνεύσουμε τις σχέσεις στο τρισδιάστατο επίπεδο με τομή από το εξωτερικό στρώμα προς το εσωτερικό. Το εσωτερικό διάγραμμα διατομής αποκαλύπτει το εσωτερικό ενός αντικειμένου σε ένα επίπεδο κόβοντας ένα αντικείμενο στη μέση ή παίρνοντας μια «φέτα» από άκρη σε άκρη (Moline, 1995).

Μία ακόμα κατηγορία αποτελούν οι γραφικές παραστάσεις. Χρησιμοποιούνται για να παρουσιάσουν πληροφορίες που μπορούν να μετρηθούν (Moline, 1995). Παραδείγματα αυτής της κατηγορίας αποτελούν τα ραβδογράμματα τα οποία αξιοποιούνται για να οργανώσουν πληροφορίες που θα χρησιμοποιηθούν για ταξινόμηση, σύγκριση και μέτρηση. Ένα ακόμα παράδειγμα αυτής της κατηγορίας αποτελεί και το γραμμικό διάγραμμα που επισημαίνει αλλαγές στο μέγεθος ή τις τιμές (Moline, 1995).

Άλλη μία κατηγορία αποτελούν οι χάρτες που χρησιμοποιούνται για να τοποθετήσουν πληροφορίες μέσα σε ένα χωρικό πλαίσιο. Παραδείγματα αυτής της κατηγορίας αποτελούν οι χάρτες Bird's Eye View που εμφανίζουν τη σκηνή από την οποία λαμβάνεται η εικόνα απευθείας από ανοδική γωνία, οι περιβαλλοντικοί χάρτες που αποτελούν σχέδια παρατηρήσεων στο άμεσο περιβάλλον (σχολείο, σπίτι κ.λπ.) και οι χάρτες ροής που συνοψίζουν μια διαδικασία όπου η κινητικότητα αναπαρίσταται στον χάρτη (π.χ. η μετανάστευση και ο καιρός) (Moline, 1995).

Τελευταίες κατηγορίες είναι οι πίνακες που αποτελούνται κυρίως από στήλες και σειρές χωρίς εικονογραφικά στοιχεία και τα χρονοδιαγράμματα όπου οι πληροφορίες οργανώνονται σε χρονολογικές ακολουθίες και οι χρόνοι σημειώνονται με διακεκομμένα βέλη (π.χ. χρονοδιάγραμμα για την ανάπτυξη προσωπικών υπολογιστών από το 1970 κ.λπ.) (Moline, 1995).

Οι Lohse et al. (1994) διεξήγαγαν επίσης μια μεγάλη μελέτη δομικής κατηγοριοποίησης και κατέληξαν στις παρακάτω κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία ήταν τα γραφήματα, που κωδικοποιούν ποσοτικές πληροφορίες χρησιμοποιώντας τη θέση και το μέγεθος των γεωμετρικών αντικειμένων. Παράδειγμα μια τέτοιας κατηγορίας αποτελούν τα ιστογράμματα.

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι πίνακες, που αποτελούν μια διάταξη λέξεων, αριθμών, σημείων ή συνδυασμών τους για να εκθέσουν ένα σύνολο γεγονότων ή σχέσεων σε συμπαγή μορφή (Lohse et al., 1994).

Την τρίτη κατηγορία αποτελούν τα χρονοδιαγράμματα. Τα χρονοδιαγράμματα εμφανίζουν χρονικά δεδομένα. Διαφέρουν από τους πίνακες στο γεγονός ότι δίνουν έμφαση στα χρονικά δεδομένα. Μπορούν να περιλαμβάνουν γραφικά αντικείμενα. Στην τέταρτη κατηγορία εμπίπτουν τα διαγράμματα δικτύου που δείχνουν τις σχέσεις μεταξύ των στοιχείων. Τα σύμβολα υποδηλώνουν την παρουσία ή την απουσία στοιχείων. Οι αντιστοιχίες μεταξύ των στοιχείων παρουσιάζονται μέσα από γραμμές, βέλη κλπ. Παραδείγματα αυτής της κατηγορίας αποτελούν τα διαγράμματα ροής και το δέντρο αποφάσεων (Lohse et al., 1994).

Στην πέμπτη κατηγορία βρίσκονται τα διαγράμματα. Τα διαγράμματα είναι μια στατική περιγραφή ενός φυσικού αντικειμένου ή διαδικασίας. Περιγράφουν αλληλεπιδράσεις και διαδικασίες που σχετίζονται με στατικές, δυναμικές, συνεχείς ή χρονικές σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων. Μία ακόμα κατηγορία αποτελούν οι χάρτες. Οι χάρτες είναι συμβολικές αναπαραστάσεις μιας συγκεκριμένης τοποθεσίας που μπορεί να περιέχει συμβολικές ή ποιοτικές πληροφορίες. Οι χάρτες έχουν συγκεκριμένη θέαση της Γης από πάνω προς τα κάτω και περιέχουν πολλές πληροφορίες υποδεικνύοντας μια πραγματική τοποθεσία (Lohse et al., 1994).

Στην έβδομη κατηγορία βρίσκονται τα χαρτογράμματα. Τα χαρτογράμματα είναι χωρικοί χάρτες που εμφανίζουν ποσοτικά δεδομένα και περιέχουν δύο επίπεδα πληροφοριών: τοποθεσία και δεδομένα. Στην όγδοη κατηγορία εμπίπτουν τα εικονίδια. Τα εικονίδια προσδίδουν μια ενιαία ερμηνεία ή νόημα για μια εικόνα. Τα εικονίδια χρησιμοποιούνται όταν η σημασία του εικονιδίου είναι εμφανής στο κοινό-στόχο. Ωστόσο, τα επιστημονικά εικονίδια δεν έχουν προφανή σημασία για τους μαθητές επομένως δεν χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Στην ένατη κατηγορία είναι οι φωτορεαλιστικές εικόνες. Αποτελούν ρεαλιστική εικόνα ενός αντικειμένου ή μίας σκηνής. Αυτές οι αναπαραστάσεις έχουν αντιστοιχία ένα προς ένα ανάμεσα στον πραγματικό κόσμο και την εικόνα (Lohse et al., 1994).

Ο Bertin (1986, όπως αναφέρεται στον Roberts, 2000) διακρίνει τέσσερις βασικές κατηγορίες: τα διαγράμματα, τα δίκτυα, τους χάρτες και τα σύμβολα. Πιο συγκεκριμένα, τα διαγράμματα μπορούν να περιλαμβάνουν ραβδογράμματα, διαγράμματα διασποράς, ιστογράμματα και σχηματικά διαγράμματα. Τα δίκτυα περιγράφουν δεντροδιαγράμματα και συνδέσεις διαδρομής. Οι χάρτες περιλαμβάνουν τους γεωγραφικούς χάρτες με την τυπική τους μορφή

αλλά και διαγράμματα που οι θέσεις τους προσδιορίζονται από ένα αντικείμενο της «πραγματικής ζωής». Τέλος, τα σύμβολα, περιλαμβάνουν πινακίδες και εικονίδια.

Πέρα όμως από την ταξινόμηση με βάση τη μορφή τους, δηλαδή τη δομική τους ταξινόμηση, οι ερευνητές τα έχουν ταξινομήσει και με βάση την οπτική τους λειτουργία (λειτουργική ταξινόμηση). Έχουν καθιερωθεί κυρίως πέντε βασικές λειτουργίες των οπτικών μοντέλων ως: (α) διακοσμητικά, (β) αντιπροσωπευτικά, (γ) οργανωτικά, (δ) ερμηνευτικά και (ε) μετασχηματιστικά (Guo et al., 2018).

Ένα διακοσμητικό οπτικό μοντέλο εξυπηρετεί ένα διακοσμητικό σκοπό και δεν υποστηρίζει πραγματικά το νόημα του κειμένου που ενδεχομένως να συνοδεύει. Παράδειγμα μια τέτοιας κατηγορίας μπορεί να αποτελεί η φωτογραφία ενός γατόπαρδου στο εξώφυλλο ενός βιβλίου βιολογίας. Ένα αντιπροσωπευτικό μοντέλο δείχνει μια πτυχή ενός πραγματικού γεγονότος και καθιστά συγκεκριμένες τις αφηρημένες έννοιες. Παράδειγμα αυτής της κατηγορίας μπορεί να αποτελεί μια φωτογραφία του Ellis Island με κείμενο που περιγράφει την ευρωπαϊκή μετανάστευση. Ένα οργανωτικό οπτικό μοντέλο συνήθως κατηγοριοποιεί πληροφορίες του κειμένου όπως για παράδειγμα ένας πίνακας που παρουσιάζει πειραματικά δεδομένα. Αυτή η λειτουργία είναι απαραίτητη στα σχολικά εγχειρίδια καθώς περιέχουν πολλές πληροφορίες και οι μαθητές είναι σε θέση να θυμούνται καλύτερα τις πληροφορίες όταν είναι οργανωμένες παρά όταν αποτελούν διακριτά γεγονότα μεταξύ τους. Τα ερμηνευτικά μοντέλα περιέχουν στοιχεία τόσο αντιπροσωπευτικά όσο και οργανωτικά αλλά παράλληλα προχωρούν ένα βήμα παραπέρα παρουσιάζοντας τις πληροφορίες με τρόπο που βοηθούν περισσότερο την κατανόηση ενός αναγνώστη. Παράδειγμα μια τέτοιας κατηγορίας αποτελεί ένας χάρτης των ΗΠΑ του 1860 με βέλη που περιγράφουν λεπτομερώς την κίνηση των στρατευμάτων. Τέλος, τα μετασχηματιστικά οπτικά μοντέλα σχετίζονται κυρίως με μνημονικές διαδικασίες στην προσπάθεια να επανακωδικοποιηθούν οι πληροφορίες σε μια μορφή που θα συμβάλλει στην καλύτερη διατήρησή τους στη μνήμη. Τα τελευταία χρόνια οι ερευνητές πρόσθεσαν και μία ακόμα κατηγορία, τα επεκτατικά οπτικά μοντέλα, τα οποία περιέχουν και παρουσιάζουν πληροφορίες οι οποίες δεν αναφέρονται ρητά μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν (Guo et al., 2018).

Ο Yoon (2018) προτείνει μια διαφορετική ταξινόμηση με βάση την οπτική τους λειτουργία. Τα χωρίζει σε περιγραφικά, διαδικαστικά και επεξηγηματικά. Καθεμία από αυτές τις κατηγορίες χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες. Τα περιγραφικά οπτικά μοντέλα μεταφέρουν το γεγονός περιγράφοντας πράγματα ή φαινόμενα. Η κατηγορία αυτή στη συνέχεια χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες: σε αυτά που κάνουν ρεαλιστική περιγραφή και αυτά που περιγράφουν

χρησιμοποιώντας σύμβολα. Στην πρώτη υποκατηγορία υπάρχει ρεαλιστική περιγραφή των πραγμάτων ή των φαινομένων, των εξωτερικών χαρακτηριστικών ή των εσωτερικών δομών των αντικειμένων. Παράδειγμα ενός τέτοιου οπτικού μοντέλου είναι η αναπαράσταση της δομής μια λάμπας. Αντίθετα, στη δεύτερη χρησιμοποιούνται σύμβολα για να περιγράψουν τα φαινόμενα. Σε αυτή την κατηγορία μπορεί να εμπίπτει για παράδειγμα ένα διάγραμμα ηλεκτρικού κυκλώματος.

Τα διαδικαστικά περιγράφουν μια διαδικασία ή την αλλαγή που επέρχεται με την πάροδο του χρόνου. Στην πρώτη περίπτωση περιγράφουν ένα σύνολο μεθόδων ή ακολουθιών για να εκτελεστεί μια εργασία. Παράδειγμα μίας τέτοιας κατηγορίας αποτελεί ένα οπτικό μοντέλο που περιγράφει τη διαδικασία κατασκευής ενός ηλεκτρομαγνήτη. Αντίθετα, στη δεύτερη περίπτωση περιγράφουν τον χρόνο ή την αλλαγή ή την κίνηση ενός αντικειμένου. Παράδειγμα μιας τέτοιας διαδικασίας αποτελεί το γράφημα της αλλαγής θερμοκρασίας του νερού με την πάροδο του χρόνου κλπ. (Yoon, 2018).

Τα επεξηγηματικά εξηγούν την αιτία και την περιοδικότητα ενός φαινομένου. Όπως και οι δύο προηγούμενες κατηγορίες χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες. Η πρώτη αφορά αυτά που εξηγούν το επιστημονικό μοντέλο, δηλαδή εξηγούν τις επιστημονικές έννοιες ή αρχές με τη σειρά για να εξηγήσουν το φαινόμενο. Παραδείγματα αυτής της υποκατηγορίας αποτελούν το διάγραμμα του κύκλου του νερού όπως επίσης και η αναπαράσταση των μορίων των αερίων ανάλογα με τις αλλαγές όγκου σε αυτά. Από την άλλη, στη δεύτερη υποκατηγορία τα οπτικά μοντέλα εξηγούν τις σχέσεις ανάμεσα στις έννοιες. Παράδειγμα μιας τέτοιας κατηγορίας αποτελεί ένας εννοιολογικός χάρτης που περιγράφει τις ιδιότητες του φωτός (Yoon, 2018).

Τέλος, όπως αναφέρθηκε τα οπτικά μοντέλα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε στατικά και δυναμικά. Στα στατικά περιλαμβάνονται ακίνητες εικόνες όπως φωτογραφίες, εικόνες, γραφικά, γραφήματα και άλλα όπως ταξινομήθηκαν παραπάνω. Αντιθέτως, τα δυναμικά οπτικά μοντέλα αποτελούν κυρίως οι προσομοιώσεις και τα κινούμενα σχέδια (animations) (Suyatna, Anggraini, Agustina & Widyastuti, 2017).

2.2.3 Η σημασία των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Η οπτικοποίηση αποτελεί ένα ωφέλιμο εργαλείο που συμβάλλει τόσο στην κατανόηση όσο και στην απομνημόνευση και ανάκληση των πληροφοριών (Chang, 2007). Μπορεί να ενισχύσει την πρόσκτηση γνώσεων σε περιπτώσεις που οι μαθητές δεν είναι σε θέση να τις αποκτήσουν μόνο μέσα από προφορικές εξηγήσεις και παράλληλα να συμβάλλει στη διατήρηση των πληροφοριών που παρουσιάζονται οπτικά (Cook, 2011).

Στον κλάδο της γνωστικής ψυχολογίας αποτελεί μία από τις στρατηγικές για την ενίσχυση και υποστήριξη της μνήμης, καθώς τα οπτικά μοντέλα καθιστούν το αφηρημένο πιο συγκεκριμένο παρέχοντας με αυτό τον τρόπο τη δυνατότητα στους μαθητές να μπορέσουν να εξηγήσουν τις πολύπλοκες πληροφορίες με πιο απλό τρόπο (Chang, 2007). Επιπλέον, διευκολύνουν την εξωτερίκευση των πληροφοριών που απαιτούνται για το πρόβλημα προς επίλυση, μειώνοντας έτσι τις απαιτήσεις μνήμης (Ainsworth & Scheiter, 2021).

Η έρευνα έχει δείξει ότι η χρήση διαφόρων οπτικών μοντέλων στην προσπάθεια των ανθρώπων να κατανοήσουν πολύπλοκες επιστημονικές έννοιες μπορεί να αποφέρει σημαντικά οφέλη και επομένως η χρήση εξωτερικών οπτικών μοντέλων για τη βοήθεια των μαθητών να κατανοήσουν επιστημονικές έννοιες θεωρείται πλέον δεδομένη (Ainsworth, 2008).

Τις τελευταίες δεκαετίες αυξάνεται όλο και περισσότερο η χρήση οπτικοποιήσεων και μοντέλων τόσο στον τομέα των Φυσικών Επιστημών όσο και στον τομέα της εκπαίδευσης των Φυσικών Επιστημών (Ferreira et al., 2011). Υπάρχει ένας σταθερά αυξανόμενος όγκος έρευνας που καταδεικνύει ότι η χρήση οπτικών εργαλείων συμβάλλει στη βελτίωση της επίδοσης των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, ιδιαίτερα όταν τους παρέχονται διαφορετικοί τρόποι αναπαράστασης των πληροφοριών και των φαινομένων (Ferreira et al., 2011). Σήμερα, στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο οπτικά μοντέλα που συνδυάζουν οπτικές και λεκτικές πληροφορίες (Ainsworth, 2008).

Τα εγχειρίδια Φυσικών Επιστημών περιέχουν ένα μεγάλο αριθμό και μία ποικιλία οπτικών μοντέλων (εικόνες, σχήματα, τύποι σχεδίων) (Ametller & Pinto, 2002) σε σύγκριση με τα εγχειρίδια άλλων γνωστικών αντικειμένων. Ο βασικότερος λόγος που συμβαίνει αυτό είναι επειδή οι επιστήμονες γνωρίζουν ότι για την κατανόηση πολύπλοκων φαινομένων απαιτούνται προσεκτικά σχεδιασμένες παρεμβάσεις. Οι παρεμβάσεις αυτές ενδεχομένως να εφαρμόζουν διαφορετικές προσεγγίσεις (π.χ. εποικοδομητική, συνεργατική), αλλά οι περισσότερες από αυτές ενσωματώνουν τη χρήση οπτικών μοντέλων. Η χρήση τέτοιων μοντέλων αποδεικνύεται ότι έχει θετικά αποτελέσματα με περιορισμένο κόστος, λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων τους στην αποτελεσματική αναπαράσταση πληροφοριών (Eilam & Gilbert, 2014).

Τα οπτικά μοντέλα απαντώνται με διάφορες λειτουργίες στα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών. Για παράδειγμα, μπορούν να αξιοποιηθούν ως δραστηριότητες σε εργαστήριο ή δραστηριότητες μέσα στην αίθουσα διδασκαλίας (Inaltekin & Goksu, 2019) ή ακόμα και ως εργαλεία αξιολόγησης (Anagnostopoulou, Hatzinikita & Christidou, 2015; Inaltekin & Goksu,

2019). Κατά συνέπεια, αποτελούν ενδιαφέροντα και ισχυρότατα παιδαγωγικά εργαλεία για τους εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών (Amettler & Pinto, 2002; Carney & Levin, 2002).

Αρχικά, τα οπτικά μοντέλα συμβάλλουν σημαντικά στην απλοποίηση του επιστημονικού περιεχομένου και επιδρούν σε εξίσου σημαντικό βαθμό στην επεξήγηση (προσφέροντας παραδείγματα) των νέων και αφηρημένων εννοιών. Συνεπώς, αποτελούν χρήσιμα εργαλεία για τη βελτίωση της κατανόησης των μαθητών σχετικά με έννοιες και διαδικασίες ενός φαινομένου (Inaltekin & Goksu, 2019).

Ειδικότερα, στις Φυσικές Επιστήμες τα οπτικά μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παρουσιάσουν δεδομένα, να οργανώσουν πολύπλοκες πληροφορίες και να προωθήσουν μια κοινή κατανόηση των επιστημονικών φαινομένων (Cook, 2006) καθώς μπορούν να αξιοποιηθούν σε πειραματικό επίπεδο για την παρουσίαση και οργάνωση πληροφοριών με την παροχή οπτικών αναπαραστάσεων δεδομένων (π.χ. γραφήματα) (Cook, 2006; Evagorou et al., 2015).

Βοηθούν, επίσης, τους μαθητές να εστιάσουν την προσοχή τους σε σημαντικές πληροφορίες που παρουσιάζονται στα κείμενα των σχολικών εγχειριδίων για να ενισχύσουν από τη μια τις εσωτερικές συνδέσεις μεταξύ των ιδεών μέσα στο κείμενο και από την άλλη να διευκολύνουν τις εξωτερικές συνδέσεις ανάμεσα στις ιδέες του κειμένου και την προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών (Habbal & Sabra, 2021). Επομένως, τα οπτικά μοντέλα χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν το σωστό μήνυμα που σχετίζεται με το κείμενο του εγχειριδίου, βοηθώντας με αυτόν τον τρόπο τους μαθητές να κατανοήσουν το κείμενο που μελετούν (Habbal & Sabra, 2021).

Εξάλλου, η ίδια η κατανόηση των Φυσικών Επιστημών εξαρτάται άμεσα από τον τρόπο που επικοινωνούνται, χρησιμοποιώντας γλωσσικές και οπτικές πληροφορίες (Guo et al., 2018). Γι' αυτό το λόγο η επικοινωνία των επιστημονικών ιδεών βασίζεται σε σημαντικό βαθμό στα οπτικά μοντέλα (Guo et al., 2018).

Πιο συγκεκριμένα, ο φυσικός κόσμος χαρακτηρίζεται από δυναμικότητα και πολυπλοκότητα. Οι επιστήμονες προσπαθούν μέσα από την παρατήρηση και την έρευνα να τον κατανοήσουν και να απομονώσουν συγκεκριμένα φαινόμενα για να μελετήσουν τα χαρακτηριστικά τους αξιοποιώντας απλοποιημένα οπτικά μοντέλα. Κατόπιν, η επιστημονική γνώση επικοινωνείται και κοινοποιείται στην επιστημονική κοινότητα μέσω κειμένου και εικόνας. Η εμπύθιση των μαθητών στον κόσμο της επιστήμης απαιτεί από τους εκπαιδευτικούς να διδάξουν τους μαθητές ό,τι σχετίζεται με τα μοντέλα και τις αναπαραστάσεις και να τους φέρουν σε επαφή με την

ποικιλία και τα χαρακτηριστικά τους αξιοποιώντας τα για την κατανόηση των φαινομένων αυτών αλλά και για να μπορέσουν να τους εκπαιδεύσουν να στοχάζονται με μοντέλα όπως οι επιστήμονες (Eilam & Gilbert, 2014). Γίνεται κατανοητό, λοιπόν, ότι τα οπτικά μοντέλα διαδραματίζουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στον τομέα της επικοινωνίας των επιστημονικών εννοιών στους μαθητές (Cook, 2006).

Μάλιστα, αρκετές φορές στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών δεν παρέχεται η δυνατότητα να παρατηρηθεί ή να γίνει εύκολα αντικείμενο δοκιμής μια έννοια ή μια διαδικασία. Στην προκειμένη περίπτωση είναι σημαντικό να γίνουν τα παραπάνω κατανοητά με τη χρήση οπτικών μοντέλων (Inaltekin & Goksu, 2019).

Πέρα, λοιπόν, από την επικοινωνία των Φυσικών Επιστημών, τα οπτικά μοντέλα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διδασκαλία για φαινόμενα που είναι δύσκολο να παρατηρηθούν μόνο με την αίσθηση της όρασης (είναι, δηλαδή, μικροσκοπικά ή μακροσκοπικά) παρέχοντας έτσι το μέσο για να γίνουν ορατά τα φαινόμενα που είναι υπερβολικά μικρά ή μεγάλα ή ακόμα και πολύ γρήγορα ή πολύ αργά και δεν μπορούν να γίνουν αντιληπτά με το γυμνό μάτι (Cook, 2006). Έτσι, αυξάνουν και εμπλουτίζουν τις εμπειρίες των μαθητών καθώς επιδεικνύουν στο σύνολο της τάξης φαινόμενα που δεν θα μπορούσαν να παρατηρηθούν ή ακόμα και να μελετηθούν με διαφορετικό τρόπο (Eilam & Gilbert, 2014). Ακόμα, μπορούν να αξιοποιηθούν και για φαινόμενα που δεν υπάρχουν ως οπτικά μοντέλα αλλά μπορούν να μεταφραστούν ως τέτοια (όπως για παράδειγμα ο ήχος) (Cook, 2006; Evagorou et al., 2015).

Επίσης, αξιοποιούνται αρκετά συχνά για να προβάλλουν τις πολλαπλές και περίπλοκες σχέσεις και διαδικασίες ενός φαινομένου που είναι αρκετά δύσκολο και απαιτητικό να περιγραφούν με διαφορετικό τρόπο (Cook, 2006; Cook, 2011). Τα οπτικά μοντέλα είναι ιδιαίτερα χρήσιμα, εξαιτίας και της πολυπλοκότητας των επιστημονικών ιδεών ειδικότερα όταν μελετάται κάποιο σύστημα, καθώς μπορούν να αξιοποιηθούν ως εργαλεία για να εξηγήσουν τα συστατικά, τις διαδικασίες και τις σχέσεις που συμβαίνουν μέσα στο σύστημα (Lee & Jones, 2018).

Μέσα από την οπτικοποίηση των εννοιών και των επιστημονικών μοντέλων συμβάλλουν στο να γίνουν κατανοητές οι σχέσεις μεταξύ των εννοιών και των πλαισίων τους με πιο γρήγορο τρόπο, αξιοποιώντας για παράδειγμα κυρίως διαγράμματα σε σχέση με την παρουσίασή τους σε μορφή κειμένου (Buckley & Nerantzi, 2020). Με αυτόν τον τρόπο, επιτρέπουν στους μαθητές να οπτικοποιήσουν και τις σχέσεις ανάμεσα σε διαφορετικές έννοιες και με αυτό τον τρόπο συμβάλλουν στην εις βάθος κατανόηση των φαινομένων από αυτούς (Anagnostopoulou et al., 2015).

Πέρα όμως από την οπτικοποίηση του φυσικού κόσμου, τα οπτικά μοντέλα μπορούν ακόμα να συμβάλλουν: (α) στην επίλυση ενός προβλήματος, (β) να γεμίσουν τα κενά των μαθητών με γνώση και (γ) να διευκολύνουν την οικοδόμηση ή τη μεταβίβαση της γνώσης (Evagorou et al., 2015). Αυτό συμβαίνει διότι λειτουργούν ερμηνευτικά και εποικοδομητικά στη μάθηση και διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Yeo et al., 2020).

Σύμφωνα με τους Yeo et al. (2020), ως προς την ερμηνευτική προσέγγιση, τα οπτικά μοντέλα έχουν ως απώτερο στόχο να υποστηρίξουν τους μαθητές να κατανοήσουν αφηρημένες επιστημονικές ιδέες. Μπορούν, επίσης, να αξιοποιηθούν και για την καλλιέργεια της συλλογιστικής σκέψης και την επίλυση προβλημάτων (Tsui & Treagust, 2013). Για παράδειγμα, ακόμα και τα γραφήματα, ως κατηγορία οπτικών μοντέλων, μπορούν να αξιοποιηθούν ως συλλογιστικά εργαλεία έτσι ώστε οι μαθητές βασιζόμενοι σε αυτά να προχωρήσουν στη διατύπωση υποθέσεων ή ακόμα και προβλέψεων αλλά και να εξάγουν συμπεράσματα (Anagnostopoulou et al., 2015).

Από την άλλη, η εποικοδομητική προσέγγιση αναφέρεται στη χρήση των οπτικών μοντέλων ως μέσα οικοδόμησης της επιστημονικής γνώσης και ως εκ τούτου σε αυτήν την προσέγγιση οι μαθητές ενθαρρύνονται να δημιουργήσουν τα δικά τους οπτικά μοντέλα καθώς φαίνεται ότι μέσα από αυτά εξοικειώνονται με τη διαδικασία του τρόπου ανάπτυξης της επιστημονικής γνώσης ενώ παράλληλα επεκτείνουν και την εννοιολογική τους κατανόηση (Yeo et al., 2020). Συνεπώς, τα οπτικά μοντέλα συμβάλλουν και στην κατασκευή εσωτερικών αναπαραστάσεων κατανόησης (νοητικών μοντέλων) των μαθητών (Treagust & Tsui, 2013).

Τέλος, τα οπτικά μοντέλα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην επίτευξη ενός από τους πιο σημαντικούς στόχους της επιστημονικής εκπαίδευσης, που αποτελεί η προώθηση του επιστημονικού γραμματισμού, έτσι ώστε οι μαθητές να μπορέσουν να μετατραπούν σε λειτουργικούς και αποτελεσματικούς πολίτες μιας επιστημονικά και τεχνολογικά καθοδηγούμενης κοινωνίας (Anagnostopoulou et al., 2015). Αυτό συμβαίνει γιατί αποτελούν τον τρόπο εκείνο με τον οποίο απεικονίζουμε τα επιστημονικά μοντέλα έτσι ώστε οι άνθρωποι να είναι σε θέση να κατανοήσουν τι συμβαίνει και να μπορέσουν να τα μοιραστούν με τους άλλους (Gilbert, 2010).

Συνεπώς, θεωρούνται ιδιαίτερα σημαντικά εργαλεία στη εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών καθώς μπορούν να αξιοποιηθούν για την παροχή σαφέστερων εξηγήσεων των φαινομένων στους μαθητές, να παράγουν συζήτηση γύρω από τα φαινόμενα που μελετώνται, να συμβάλλουν στη διατύπωση προβλέψεων από τους μαθητές, να παρέχουν την οπτική

αναπαράσταση ενός αφηρημένου φαινομένου αλλά και να οδηγήσουν στη δημιουργία προσωπικών νοητικών μοντέλων στους μαθητές σχετικά με ένα φαινόμενο (Chittleborough & Treagust, 2009).

Για τους παραπάνω λόγους, η αξιοποίηση των οπτικών μοντέλων είναι ευρέως διαδεδομένη στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Υποστηρίζουν τους εκπαιδευτικούς στην περιγραφή αλλά και την απλοποίηση των φαινομένων εξηγώντας περίπλοκες έννοιες και αλληλεπιδράσεις και καταδεικνύοντας γραμμικές ή και μη γραμμικές διαδικασίες όπως επίσης και τις χωροχρονικές διαστάσεις των φαινομένων (Eilam & Gilbert, 2014).

Ως υποκατηγορία των οπτικών μοντέλων, οι διαδραστικές προσομοιώσεις διαδραματίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο τόσο στη διδασκαλία όσο και στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών και η αποτελεσματικότητά τους εξηγείται εν μέρει από τη διαδραστική τους φύση και εν μέρει από την οπτική τους απόδοση. Επομένως, όπως και τα οπτικά μοντέλα που αναφέρθηκαν παραπάνω, έτσι και οι προσομοιώσεις θεωρούνται πολλά υποσχόμενα τεχνολογικά εργαλεία για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Geelan & Fan, 2014).

Η δυναμική τους οπτική παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές να παρατηρήσουν γεγονότα και φαινόμενα που λόγω της κίνησης της εικόνας μοιάζουν πιο ρεαλιστικά. Επομένως, τα δυναμικά οπτικά μοντέλα, όπως οι προσομοιώσεις, θεωρούνται καταλληλότερα για να εξηγήσουν υλικό που σχετίζεται με την κίνηση ή την περιγραφή μιας διαδικασίας εν αντιθέσει με τα στατικά οπτικά μοντέλα, που αναφέρθηκαν παραπάνω, και μπορούν να αξιοποιηθούν κατάλληλα για μη κινούμενα φυσικά φαινόμενα που απαιτούν μακροχρόνια παρατήρηση (Suyatna et al., 2017).

Οι διαδραστικές προσομοιώσεις παρέχουν εκπαιδευτικά περιβάλλοντα που στοχεύουν στη βελτιστοποίηση των διδακτικών δυνατοτήτων των εκπαιδευτικών και στη μεγιστοποίηση της ενεργούς συμμετοχής των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία καθώς προσφέρουν στους μαθητές με οπτικό τρόπο είτε φυσικά είτε υποθετικά είτε ακόμα και κατασκευασμένα τα επιστημονικά φαινόμενα (Sari, Hassan, Güven & Sen, 2017).

Επιπλέον, παρέχουν και αυτές όπως και τα στατικά οπτικά μοντέλα, υποστήριξη στους μαθητές για να μπορέσουν να δουν και «αόρατα» φαινόμενα που δεν θα μπορούσαν να παρατηρήσουν με γυμνό μάτι, δηλαδή διεργασίες που αφορούν ατομική ή και μοριακή κλίμακα, αλλά και να μπορέσουν να οπτικοποιήσουν μη φυσικές έννοιες όπως οι γραμμές ενός μαγνητικού πεδίου (Geelan & Fan, 2014; Sari et al., 2017) ή ακόμα και να μελετήσουν φαινόμενα που είναι

ιδιαίτερα αργά ή γρήγορα και είναι αδύνατο και πάλι να παρατηρηθούν από το γυμνό μάτι (Quellmalz, Timms, Silberglitt & Buckley, 2012).

Τα λογισμικά μοντελοποίησης και προσομοίωσης σε υπολογιστή μπορούν να αναπαριστούν δεδομένα ή φαινόμενα με τέτοιο τρόπο συμβάλλοντας στην πρόβλεψη και την εξήγηση αυτών των φαινομένων από τους μαθητές καθώς αξιοποιούν τα οπτικά μοντέλα έτσι ώστε να απεικονίζουν αφηρημένες έννοιες και αιτιακές σχέσεις που εμφανίζονται με την πάροδο του χρόνου στα φαινόμενα που μελετώνται (Schwarz et al., 2007).

Οι έρευνες δείχνουν ότι η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών όταν ακολουθείται από ένα μοντέλο προσανατολισμένο στη μοντελοποίηση και ειδικότερα από τη χρήση διαδραστικών προσομοιώσεων προάγει τόσο τη μαθητική εμπλοκή όσο και την καλύτερη κατανόηση. Πιο συγκεκριμένα, οι προσομοιώσεις προωθούν την κατανόηση των αφηρημένων εννοιών των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές (Bo et al., 2018) καθώς τους βοηθούν να οπτικοποιήσουν τις αφηρημένες επιστημονικές έννοιες (Wu & Huang, 2007) και στη συνέχεια να προτείνουν ή ακόμα και να δοκιμάσουν εναλλακτικά μοντέλα για να εξηγήσουν άλλα φαινόμενα (Schwartz, Hug & Krajcik, 2009).

Επιτρέποντας στους μαθητές να οπτικοποιήσουν αφηρημένες έννοιες καθώς και να εξερευνήσουν και να δοκιμάσουν την επιστημονική μοντελοποίηση, οι προσομοιώσεις σε υπολογιστή φαίνεται να προωθούν τη βαθύτερη μάθηση και την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών στην επιστήμη (Bo et al., 2018) καθώς προσφέρουν ένα περιβάλλον και τις απαραίτητες εμπειρίες μέσα από τις οποίες οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν τη διορατικότητά τους σχετικά με αφηρημένες έννοιες της Φυσικής (Zacharia & Anderson, 2003).

Επιπλέον, οι διαδραστικές προσομοιώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως παιδαγωγικό εργαλείο γιατί παρέχουν διαδραστικές εμπειρίες με φυσικά φαινόμενα τα οποία μπορεί να έρχονται σε αντίθεση με τις αντιλήψεις των μαθητών, όπως αυτές έχουν διαμορφωθεί από την καθημερινή τους ζωή, επομένως είναι ωφέλιμες και για την προαγωγή επιστημονικά ακριβών αντιλήψεων και κατά συνέπεια αποτελούν ένα εξαιρετικό παιδαγωγικό εργαλείο για την προώθηση της εννοιολογικής αλλαγής (Zacharia & Anderson, 2003). Πιο συγκεκριμένα, οι προσομοιώσεις μπορούν να λειτουργήσουν ως συνδετικός κρίκος ή γέφυρα ανάμεσα στην προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών και στην εκμάθηση των νέων επιστημονικών ιδεών, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη της επιστημονικής κατανόησης μέσα από μια ενεργή αναδιαμόρφωση των παρανοήσεων που οι μαθητές έχουν σχηματίσει από την εμπειρία της καθημερινής τους ζωής (Sari et al., 2017).

Με αυτόν τον τρόπο οι διαδραστικές προσομοιώσεις μπορούν να οδηγήσουν σε βαθύτερη κατανόηση των επιστημονικών ιδεών από τους μαθητές καθώς ενισχύουν σε σημαντικό βαθμό την κατανόηση και μειώνουν τις σχετικές παρανοήσεις που ενδεχομένως να έχουν αναπτύξει. Αυτό συμβαίνει διότι μπορούν να αξιοποιηθούν για να μεταφέρουν με εύλογο και οικονομικά βιώσιμο τρόπο τις πληροφορίες εμπλέκοντας τους μαθητές σε καταστάσεις και φαινόμενα που διαφορετικά δεν θα μπορούσαν να παρατηρηθούν μέσα στη σχολική αίθουσα ή δια ζώσης, σε πραγματικό χρόνο. Η διαδικασία αυτή ευνοεί και την κατασκευή νοητικών μοντέλων από τους μαθητές. Αποτελούν, επομένως, ωφέλιμα εργαλεία για τη διαχείριση θεμάτων στον τομέα των Φυσικών Επιστημών όπου οι μαθητές παρουσιάζουν ισχυρές και ανθεκτικές παρανοήσεις (Geelan & Fan, 2014).

Ένας ακόμα τρόπος με τον οποίο συμβάλλουν στην υποστήριξη της διδασκαλίας είναι ότι υποστηρίζουν τους μαθητές στην ανάπτυξη εννοιών ιδιαίτερα σε καταστάσεις που δεν τους είναι οικείες από την καθημερινή ζωή και απουσιάζει η προϋπάρχουσα εννοιολογική γνώση (Geelan & Fan, 2014).

Πέρα όμως από την εννοιολογική αλλαγή και τη βαθύτερη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών, οι διαδραστικές προσομοιώσεις φαίνεται να προωθούν και τη συστημική σκέψη. Η συστημική σκέψη αποτελεί την ικανότητα ενός ατόμου να αντιλαμβάνεται και να μπορεί να ερμηνεύει σύνθετα συστήματα. Η ανάπτυξη δεξιοτήτων συστημικής σκέψης είναι ιδιαίτερα κρίσιμη για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών καθώς αρκετά από τα φαινόμενα που καλούνται να κατανοήσουν οι μαθητές στη Φυσική αποτελούν παραδείγματα σύνθετων συστημάτων όπως τα οικοσυστήματα ή η μεταφορά ενέργειας και επομένως η αντίληψη του τρόπου με τον οποίο λειτουργούν συνεπάγεται τη χρήση συστημικής σκέψης (Evagorou, Korfiatis, Nicolaou & Constantinou, 2009). Οι διαδραστικές προσομοιώσεις εμπλέκουν τους μαθητές σε έρευνες που εκμαιεύουν στοιχεία για τη γνώση ενός συστήματος (Quellmalz et al., 2012).

Τα ευρήματα της έρευνας των Evagorou et al. (2009) έδειξαν ότι οι μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης μπορούν να αναπτύξουν ορισμένες δεξιότητες συστημικής σκέψης μέσω της διδασκαλίας με τη χρήση διαδραστικών προσομοιώσεων μέσα από μια μαθησιακή διαδικασία σύντομης χρονικής περιόδου. Ο εικονικός πειραματισμός των μαθητών με ένα σύστημα φαίνεται ότι τους ενθάρρυνε να έρθουν σε επαφή και να μελετήσουν αναλυτικότερα συγκεκριμένα στοιχεία-μέρη που το απαρτίζουν, τα υποσυστήματα που ενδεχομένως να διαθέτει καθώς και να εξετάσουν το σύστημα στην ολότητά του. Οι παραπάνω διαδικασίες

αποτελούν κρίσιμα συστατικά στοιχεία για κάθε εκπαιδευτικό περιβάλλον που επιδιώκει την ανάπτυξη της συστημικής σκέψης.

Είναι εμφανές ότι οι διαδραστικές προσομοιώσεις ενισχύουν και τη θετική στάση των μαθητών απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες καθώς οδηγούν σε αύξηση της περιέργειας, του ενδιαφέροντος, της ανάληψης ρίσκων αλλά και της ικανοποίησης, ενισχύουν την αυτοπεποίθηση και την επιμονή των μαθητών (Zacharia & Anderson, 2003) ενώ φαίνεται να έχουν και ιδιαίτερη απήχηση σε μαθητές που έχουν μεγαλώσει μέσα σε μια κουλτούρα διαδικτύου και βιντεοπαιχνιδιών (Wieman & Perkins, 2006).

Μέσα από έρευνες φάνηκε ότι οι μαθητές που θεωρούσαν τις Φυσικές Επιστήμες βαρετές ανέπτυξαν περισσότερο ενδιαφέρον για τη μάθηση μέσα από τη διδασκαλία με τη χρήση των διαδραστικών προσομοιώσεων. Επιπλέον, ανέφεραν ότι απολάμβαναν τις προσομοιώσεις και θα ήθελαν να μάθουν περισσότερα αξιοποιώντας τις ενώ παράλληλα επεσήμαναν ότι ένιωθαν πιο σίγουροι για τη μάθησή τους. Αυτό συμβαίνει διότι οι διαδραστικές προσομοιώσεις παρέχουν τη δυνατότητα αυξημένης συμμετοχής και αλληλεπίδρασης στους χρήστες-μαθητές, αφού είναι σε θέση να υποστηρίξουν περισσότερο τη διαδικασία της μάθησης σε σχέση με τα απλά εργαλεία οπτικοποίησης που καθιστούν τους μαθητές παθητικούς αποδέκτες, δίνοντας έτσι κίνητρο στους μαθητές να εμπλακούν στη μαθησιακή διαδικασία διατηρώντας το ενδιαφέρον τους αμείωτο (Geelan & Fan, 2014).

Μία ακόμα συνεισφορά των διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία αφορά στην προώθηση δεξιοτήτων που σχετίζονται άμεσα με την επιστημονική διαδικασία. Η επιστημονική έρευνα των μαθητών ενισχύεται ιδιαίτερα μέσα από τις διαδραστικές προσομοιώσεις καθώς παρέχουν μια πιο αποτελεσματική απεικόνιση των φαινομένων σε σχέση με τις παραδοσιακές προσεγγίσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να κεντρίζεται περισσότερο το ενδιαφέρον των μαθητών σχετικά με τις επιστημονικές έννοιες αλλά και την ίδια τη διαδικασία της διερευνητικής επεξεργασίας που περιλαμβάνει την εκμάθηση επιστημονικών δεξιοτήτων όπως: η αμφισβήτηση, η παρατήρηση, η δημιουργία υποθέσεων, η πρόβλεψη, η μέτρηση, ο έλεγχος μεταβλητών, η διερεύνηση, η ανάλυση, η ερμηνεία και η εξαγωγή συμπερασμάτων (Ben Quahi, Lamri, Hassouni & Al Ibrahmi, 2022; Geelan & Fan, 2014; Sahin, 2006). Με άλλα λόγια, οι διαδραστικές προσομοιώσεις δημιουργούν ένα περιβάλλον που επιτρέπει την εμπλοκή των μαθητών σε εντατική διαδραστική έρευνα, δηλαδή σε αυθεντικές επιστημονικές πρακτικές, αφού δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να κάνουν λάθη και να ελέγχουν τις υποθέσεις που έχουν διατυπώσει τροποποιώντας κάθε φορά τις παραμέτρους στην προσομοίωση (Geelan & Fan, 2014; Schwarz et al., 2007).

Ειδικότερα, μέσα από τις διαδραστικές προσομοιώσεις, ο μαθητής καλείται να διερευνήσει το φαινόμενο που του παρουσιάζεται, να προχωρήσει σε τροποποίηση των τιμών των μεταβλητών, να διερευνήσει νέες συνθήκες, να ξεκινήσει διαδικασίες και να παρατηρήσει τα αποτελέσματα που επιφέρουν οι ενέργειές του. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές είναι σε θέση να εξηγήσουν βασικές επιστημονικές αντιλήψεις και να τις αντιπαραβάλλουν με τις δικές τους ή ακόμα και να εξετάσουν τον βαθμό στον οποίο οι ιδέες τους συμφωνούν ή όχι με τις παρατηρήσεις τους στην προσομοίωση, εξετάζοντας κριτικά τις επιστημονικές τους ιδέες και έννοιες (Zacharia, 2003).

Μία ακόμα σημαντική χρήση των διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία είναι ότι επιτρέπουν την εμπλοκή των μαθητών σε επιστημονική συζήτηση, η οποία περιλαμβάνει επιστημονική γλώσσα. Οι μαθητές ενθαρρύνονται να κάνουν ορθή χρήση του επιστημονικού λόγου που μπορεί να περιλαμβάνει σύμβολα και αριθμούς ενώ παράλληλα καλούνται να αναπτύξουν επιχειρήματα που θα λειτουργήσουν ως «σκαλωσιά» για να επεκτείνουν την κατανόησή τους σχετικά με τα επιστημονικά φαινόμενα (Geelan & Fan, 2014).

Οι διαδραστικές προσομοιώσεις παρέχουν επίσης τη δυνατότητα στους μαθητές να οικοδομήσουν από μόνοι τους τη γνώση καθώς η χρήση τους ως οπτικά μοντέλα επιτρέπει στους μαθητές να δημιουργήσουν τις δικές τους εξηγήσεις για τα φαινόμενα που μελετούν (Geelan & Fan, 2014), μέσω κυρίως ημικαθοδηγούμενης διερεύνησης (Wieman & Perkins, 2006), εν αντιθέσει με το να μαθαίνουν ως παθητικοί δέκτες μέσω της άμεσης διδασκαλίας. Κατά συνέπεια, οι προσομοιώσεις αποτελούν ένα νέο τρόπο επικοινωνίας των επιστημονικών ιδεών επιτρέποντας τη σύνδεση των μαθητών με διάφορες εκπαιδευτικές δραστηριότητες (Kriek & Stols, 2010).

Ακόμα, δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να μελετήσουν τις Φυσικές Επιστήμες αξιοποιώντας την προϋπάρχουσα γνώση τους ενώ ταυτόχρονα τους εμπλέκουν σε πειραματικές πρακτικές που χρησιμοποιούν καινούρια τεχνολογικά εργαλεία. Η αλληλεπίδρασή τους αυτή σε σχέση με το να είναι παθητικοί αποδέκτες φαίνεται να ενισχύει ακόμα περισσότερο τη γνωστική τους εμπλοκή και ανάπτυξη (Geelan & Fan, 2014). Επιπλέον, τους βοηθούν να στοχάζονται για τη μάθησή τους αναπτύσσοντας ρητά μεταγνωστικές δεξιότητες ενώ ταυτόχρονα οικοδομούν τη νέα γνώση (Ben Quahi et al., 2022; Geelan & Fan, 2014).

Επίσης, συνεισφέρουν σημαντικά στη διαδικασία της διδασκαλίας και μάθησης προσφέροντας άμεση και εποικοδομητική οπτική ανατροφοδότηση στους μαθητές. Από την μια πλευρά οι μαθητές μπορούν να συζητήσουν μεταξύ τους τα αποτελέσματα και από την άλλη οι

εκπαιδευτικοί είναι σε θέση να επιβλέπουν την πρόοδο των μαθητών τους και να τους παρέχουν βοήθεια όταν τη χρειάζονται (Geelan & Fan, 2014).

Οι διαδραστικές προσομοιώσεις μπορούν ακόμα να αξιοποιηθούν ως μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική επιλογή για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών προσομοιώνοντας εικονικά εργαστήρια τα οποία ενδεχομένως να είναι πολύ ακριβά, μη πρακτικά, χρονοβόρα ή ακόμα και επικίνδυνα αν λάβουν χώρο στο σχολικό περιβάλλον (Sahin, 2006; Snir, Smith & Grosslight, 1993).

Στην έρευνα των Price, Perkins, Holmes και Wieman (2018) οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι οι διαδραστικές προσομοιώσεις τους βοήθησαν να υπερβούν εμπόδια που αφορούσαν τις υλικοτεχνικές υποδομές, όπως είναι η έλλειψη εργαστηριακού εξοπλισμού, ακόμα και να ελαττώσουν τον χρόνο για να στήσουν μια δραστηριότητα. Επομένως, σε αρκετές περιπτώσεις μπορούν να παρέχουν τα εργαλεία στους μαθητές για να εκτελέσουν επικίνδυνα πειράματα σε ένα ασφαλές περιβάλλον προσομοίωσης και ως εκ τούτου μπορούν να αποτελέσουν μια χρήσιμη εφαρμογή για τη διδασκαλία συγκεκριμένου υλικού το οποίο δεν μπορεί να διδαχθεί σε ένα συγκεκριμένο, συμβατικό, πειραματικό εργαστήριο για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω (Sahin, 2006; Snir, Smith & Grosslight, 1993). Για παράδειγμα, μία κατάσταση στην οποία η διεξαγωγή ενός πειράματος μπορεί να χαρακτηριστεί μη πρακτική ή ακόμα και αδύνατη είναι τα πειράματα «μηχανικής» όπου πρέπει να τροποποιούνται οι δυνάμεις της τριβής ή της βαρύτητας (Steinberg, 2000). Επιπρόσθετα, έρευνες έχουν δείξει ότι ο εικονικός πειραματισμός σε σύγκριση με τον φυσικό, πραγματικό πειραματισμό μπορεί να αποδώσει μαθησιακά κέρδη σε αντίστοιχο ή ακόμα και μεγαλύτερο βαθμό (Dega, Kriek & Mogese, 2013).

Όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά των διαδραστικών προσομοιώσεων οδηγούν στην προώθηση του επιστημονικού γραμματισμού. Επομένως, είναι εύλογο ότι οι διαδραστικές προσομοιώσεις αποτελούν κι ένα ωφέλιμο παιδαγωγικό εργαλείο προς την κατεύθυνση της καλλιέργειας του επιστημονικού γραμματισμού των μαθητών (Geelan & Fan, 2014).

Κλείνοντας, οι Hennessy, Wishart, Whitelock, Deane, Brawn, la Velle, McFarlane, Ruthven, Winterbottom (2007) αναφέρουν ότι οι διαδραστικές προσομοιώσεις συνεισφέρουν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών κυρίως μέσα από δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος αφορά τις εγγενείς ιδιότητες του λογισμικού (π.χ. οπτικοποίηση, διαδραστικότητα) και ο δεύτερος τα μαθησιακά οφέλη που αποκομίζονται όπως η σαφέστερη και καλύτερη κατανόηση. Ωστόσο, οι διδακτικές επιλογές των εκπαιδευτικών για τη σωστή αξιοποίηση των διαδραστικών

προσομοιώσεων είναι αυτές που μπορούν να διασφαλίσουν ότι θα επιτευχθούν πλήρως και με επάρκεια όλοι οι οριζόμενοι μαθησιακοί στόχοι. Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι διδακτικές αυτές επιλογές επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τις απόψεις των εκπαιδευτικών που θα μελετηθούν στο αμέσως επόμενο κεφάλαιο.

2.3 Οι απόψεις των εκπαιδευτικών για παιδαγωγικά θέματα

Υπάρχει ένας μεγάλος όγκος ερευνών που αφορούν τις απόψεις των εκπαιδευτικών (Kember, 1997; Parajes, 1992). Οι έρευνες εστιάστηκαν κυρίως σε όρους όπως «αντιλήψεις» ή «πεποιθήσεις» των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία (Kember, 1997).

Ο Parajes (1992) παρατήρησε ότι υπάρχει έλλειψη ενός σαφούς και ξεκάθਾਰου ορισμού αλλά και ασυνέπεια στη χρήση της ορολογίας όσον αφορά στο συγκεκριμένο ερευνητικό τομέα. Αρκετοί ερευνητές αναφέρονται στις απόψεις των εκπαιδευτικών κάνοντας χρήση πολλών και διαφορετικών όρων όπως: προσανατολισμοί, πεποιθήσεις, προσεγγίσεις, αντιλήψεις, προθέσεις, κρίσεις, αξίες, στάσεις, ιδεολογίες ρητές ή άρρητες θεωρίες (Kember, 1997; Mellado, 1997; Parajes, 1992; Savasci, 2006). Ωστόσο, φαίνεται ότι ο όρος που έχει κυρίως επικρατήσει είναι οι «αντιλήψεις» (Kember, 1997). Οι «πεποιθήσεις» αποτελούν έναν όρο που χρησιμοποιείται λιγότερο αλλά κατά τη χρήση του τις περισσότερες φορές θεωρείται συνώνυμος του όρου «αντιλήψεις» (Kember, 1997). Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας οι όροι «αντιλήψεις» και «απόψεις» θα είναι ταυτόσημοι και θα χρησιμοποιούνται εναλλακτικά για την περιγραφή του ίδιου θέματος.

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ο όρος «απόψεις». Κατά τον Pratt (1992) οι απόψεις των εκπαιδευτικών, όπως και οι απόψεις των ατόμων γενικότερα, νοηματοδοτούνται από το πολιτισμικό, κοινωνικό, ιστορικό αλλά και προσωπικό τους περιβάλλον. Οι απόψεις αποτελούν πολύ συγκεκριμένες έννοιες που σχετίζονται με συγκεκριμένα φαινόμενα. Αυτές παρεμβάλλονται και επηρεάζουν τις αντιδράσεις των ατόμων σε καταστάσεις που περιλαμβάνουν αυτά τα φαινόμενα. Ουσιαστικά, ο άνθρωποι αναπτύσσουν μια θεώρηση για τον κόσμο που βασίζεται στις απόψεις τους και κατά συνέπεια αντιλαμβάνονται και ερμηνεύουν τα πρόσωπα, τα γεγονότα και τα φαινόμενα που τους περιβάλλουν μέσα από αυτές. Επομένως, οι απόψεις αποτελούν ένα ισχυρότατο φίλτρο μέσα από το οποίο οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται τον κόσμο, τον εαυτό τους και τους άλλους (Guerra & Wubbena, 2017).

Ο Parajes (1992) ορίζει την άποψη ως: «η ατομική κρίση για την αλήθεια ή το ψεύδος μιας πρότασης, μια κρίση που απορρέει από τη συλλογική κατανόηση του τι λένε, σκοπεύουν και κάνουν οι άνθρωποι» (σελ. 316). Γι' αυτόν, οι εκπαιδευτικές απόψεις αποτελούν ένα σύνολο

πεποιθήσεων, προτάσεων και τρόπων με τους οποίους οι εκπαιδευτικοί κατανοούν την εκπαίδευση και έχουν εδραιωθεί μέσα από τις συσσωρευμένες εμπειρίες τους.

Κατά την Richardson (2006), οι απόψεις είναι όλες εκείνες οι υποθέσεις και προτάσεις για τον κόσμο που εδράζονται σε ψυχολογική βάση και που οι άνθρωποι θεωρούν ότι είναι αληθινές. Οι Haney, Czerniak & Lumpe (1996) ορίζουν τις απόψεις των εκπαιδευτικών ως εκείνες τις βεβαιότητες, τις αρχές, τις αντιλήψεις και τη φιλοσοφία κάποιου που σχετίζονται με το αντικείμενο της μάθησης και της διδασκαλίας.

Ο Nespor (1987) αναφέρει ότι οι απόψεις είναι προσωπικές και δεν μεταβάλλονται εύκολα αλλά παραμένουν σταθερές, δεν υπόκεινται σε ατομικό έλεγχο ή κάποια γνώση και δεν είναι εύκολο να επηρεαστούν από τη γνώμη των άλλων. Ενδεχομένως, οι απόψεις ενός ατόμου να διαφέρουν από την πραγματικότητα αλλά το άτομο μπορεί να είναι προσκολλημένο σε αυτές καθώς εμπεριέχουν σημαντικά συναισθηματικά στοιχεία ενώ παράλληλα είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με πολύ έντονες αναμνήσεις.

Αρκετές φορές οι απόψεις των ατόμων συλλέγονται σε μια ομάδα απόψεων που συνδέονται μεταξύ τους με ισχυρό τρόπο και δημιουργούν μια ευρύτερη άποψη, ένα γενικότερο σύστημα ή δομή απόψεων. Σε αυτές τις περιπτώσεις μια τέτοια άποψη δεν είναι εύκολο να αλλάξει. Επομένως, οι απόψεις ενός εκπαιδευτικού μπορούν να διαφέρουν σε ισχύ (Parajes, 1992; Valcke, Sang, Rots & Hermans, 2010).

Η διαμόρφωση των απόψεων των εκπαιδευτικών αποτελεί απόρροια κυρίως τριών παραγόντων: των προσωπικών τους εμπειριών, των εμπειριών που έχουν γενικότερα με το σχολείο αλλά και τη διαδικασία της διδασκαλίας και των εμπειριών που είχαν με τις επίσημες γνώσεις, δηλαδή την τυπική εκπαίδευση που έλαβαν (Richardson, 1996).

Όλοι οι εκπαιδευτικοί έχουν καθορισμένες απόψεις σχετικά με την εργασία τους, τα μαθήματα που διδάσκουν, τους ρόλους και τις ευθύνες που έχουν επωμιστεί ως δάσκαλοι (Levitt, 2002). Οι εκπαιδευτικοί εισάγονται στο εκπαιδευτικό σύστημα έχοντας εδραιώσει ένα ξεκάθαρο σύστημα απόψεων που αφορά τη διδασκαλία και τη μάθηση και το οποίο συνεχίζει μετέπειτα να διαμορφώνεται μέσα από την επαφή τους με διαφορετικά εκπαιδευτικά πλαίσια διδασκαλίας και μάθησης καθώς αυξάνονται τα χρόνια εμπειρίας τους (Kagan, 1992). Γίνεται, λοιπόν, κατανοητό ότι οι απόψεις τους έχουν ήδη εδραιωθεί πριν ακόμα λάβουν μέρος σε προγράμματα προετοιμασίας και επιμόρφωσης εκπαιδευτικών (Bryan, 2003).

Από τα μέσα της δεκαετίας του '80 η έρευνα στράφηκε στις απόψεις των εκπαιδευτικών και εξέτασε κυρίως τις απόψεις τους για τη μάθηση, το σχολείο, την τάξη και τους μαθητές, τις

αποφάσεις που λαμβάνουν για να δημιουργήσουν μια δραστηριότητα, τις απόψεις τους για θέματα διδασκαλίας, για τον ρόλο τους και την αυτοεικόνα τους (Valcke et al., 2010). Σε αυτό το πλαίσιο, το ενδιαφέρον για τις απόψεις εστιάστηκε στο κατά πόσο μπορούν να λειτουργήσουν ως κίνητρο για τους εκπαιδευτικούς καθώς φάνηκε να επηρεάζουν αυτά που θεωρούν σημαντικά και εκτιμούν οι εκπαιδευτικοί και να συνδέονται με τις προσδοκίες τους για τη διδασκαλία. Τα παραπάνω με τη σειρά τους επιδρούν στις επιλογές τους στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό, στο βαθμό που εμπλέκονται και στη διάρκεια των διδακτικών τους δραστηριοτήτων (Valcke et al., 2010).

Η σημασία, λοιπόν, των απόψεων των εκπαιδευτικών ως παράγοντες που διαμορφώνουν τη διδασκαλία και τη μάθηση είναι πλέον δεδομένη (Philippou & Christou, 1998). Οι έρευνες έχουν δείξει ότι οι απόψεις που οι εκπαιδευτικοί έχουν σχετικά με τη διδασκαλία και τη μάθηση επηρεάζουν τις διδακτικές πρακτικές που εφαρμόζουν (Clark & Peterson, 1984; Mellado, 1997; Stipek et al., 2001). Κατά συνέπεια, για την επιτυχή αλλαγή των εκπαιδευτικών τους πρακτικών είναι απαραίτητο να μην αγνοούνται αλλά να εξετάζονται προσεκτικά (Freire & Sanches, 1992; Stipek et al., 2001; Wilkins, 2008) καθώς επιδρούν σημαντικά στο πώς ερμηνεύουν τις παιδαγωγικές τους γνώσεις, πώς αντιλαμβάνονται τα διδακτικά τους καθήκοντα και πώς λαμβάνουν εν τέλει αποφάσεις για τη διδασκαλία τους (Bryan, 2003).

Οι Freire et al. (1992) αναφέρουν, επίσης, ότι ο βαθμός στον οποίο οι εκπαιδευτικοί εφαρμόζουν το αναλυτικό πρόγραμμα για τους σκοπούς που έχει σχεδιαστεί, επηρεάζεται σημαντικά από τις απόψεις που έχουν για τη διδασκαλία. Για παράδειγμα, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να υιοθετήσουν ένα καινούριο πρόγραμμα σπουδών αλλά να το τροποποιήσουν σύμφωνα με τις απόψεις τους (Acheson, 2003).

Κατά την Richardson (1996), οι απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με το αντικείμενο που διδάσκουν, τη μάθηση και τη διδασκαλία διαμορφώνουν σε σημαντικό βαθμό και τον τρόπο που προσεγγίζουν την επαγγελματική τους ανάπτυξη, τι μπορούν να λάβουν από αυτήν και πώς μπορούν να αλλάξουν για να βελτιωθούν. Οι Haney et al. (1996) και Haney & McArthur (2002) αναφέρονται αναλυτικά στην επιτακτική ανάγκη που υπάρχει για να προσδιορίζονται οι απόψεις των εκπαιδευτικών και μέσα από αυτές να γίνεται προσπάθεια κατανόησης της συμπεριφοράς τους. Συγκεκριμένα, υποστηρίζουν ότι οι απόψεις τους αποτελούν τον πρόδρομο για την αλλαγή και το κλειδί για να προχωρήσει κάθε είδους μεταρρύθμιση στον χώρο της εκπαίδευσης. Μάλιστα, επεκτείνουν την επιχειρηματολογία τους αναφέροντας ότι όποια μεταρρυθμιστική προσπάθεια παραβλέψει ή περιφρονήσει την επιρροή που ασκούν οι απόψεις

των εκπαιδευτικών δεν πρόκειται να επιφέρει καμία μεταβολή ή τροποποίηση στη διδακτική τους πρακτική.

Συνεπώς, όποια προσπάθεια βελτίωσης των διδακτικών πρακτικών θα πρέπει να ακολουθεί και να καταγράφει τις απόψεις των εκπαιδευτικών (Parajes, 1992; Swan, 2006) και οι όποιες αλλαγές στις απόψεις των εκπαιδευτικών θα πρέπει να θεωρούνται ως μέτρο για την εκτίμηση της επαγγελματικής τους ανάπτυξης (Swan, 2006).

Τέλος, οι απόψεις διαμορφώνουν τη σκέψη και τη συμπεριφορά των εκπαιδευτικών μέσα στην τάξη καθώς και τη διάθεσή τους να εμπλακούν ή όχι σε διάφορες πρακτικές (Swan, 2006). Η έρευνα στον τομέα των απόψεων των εκπαιδευτικών καταδεικνύει ότι αυτές αποτελούν έναν ισχυρότερο παράγοντα καθορισμού της συμπεριφοράς των εκπαιδευτικών μέσα στην τάξη απ' ό,τι η ίδια η γνώση τους για το αντικείμενο. Με άλλα λόγια, οι εκπαιδευτικές απόψεις νοηματοδοτούνται μέσα από τη συμπεριφορά τους στην τάξη και οι ενέργειές τους στο σχολικό περιβάλλον καθοδηγούνται από το προσωπικό σύστημα απόψεων που έχουν διαμορφώσει. Αντίστοιχα, οι ενέργειες και η συμπεριφορά με τη σειρά τους επηρεάζουν κι αυτές τις απόψεις των εκπαιδευτικών οι οποίες ενισχύονται ή μεταβάλλονται μέσα από την εμπειρία που αποκτάται από τη διδακτική πράξη (Levitt, 2002).

2.4 Ανακεφαλαίωση

Στο παρόν κεφάλαιο έγινε αναφορά στη χρήση των οπτικών μοντέλων στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών, στην έννοια του οπτικού μοντέλου, στις κατηγορίες των οπτικών μοντέλων και στη σημασία τους για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Κατόπιν, έγινε αναφορά στις απόψεις των εκπαιδευτικών για διάφορα παιδαγωγικά θέματα. Η ανάλυση των απόψεων των εκπαιδευτικών είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς φαίνεται ότι επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τις διδακτικές τους αποφάσεις για το σχεδιασμό της διδασκαλίας και γενικότερα τις διδακτικές πρακτικές που θα ακολουθήσουν στην τάξη (Clark & Peterson, 1984; Mellado, 1997; Stipek et al., 2001). Επομένως στο επόμενο κεφάλαιο θα εξεταστούν οι απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση οπτικών μοντέλων και διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

3.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό αποτελείται από τρεις ενότητες και επιδιώκει τη βιβλιογραφική ανασκόπηση των υπάρχουσών ερευνών σχετικά με τις απόψεις εκπαιδευτικών για τη χρήση οπτικών μοντέλων και διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη ενότητα παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν στις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 3.2). Στη δεύτερη ενότητα παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν στις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 3.3). Στην τρίτη ενότητα πραγματοποιείται μια κριτική αποτίμηση των βιβλιογραφικών ανασκοπήσεων που παρουσιάστηκαν παραπάνω και τεκμηριώνεται η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας (βλ. ενότητα 3.4).

3.2 Η έρευνα που αφορά στις απόψεις των εκπαιδευτικών για τη χρήση οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Στην ενότητα αυτή πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν στις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τα οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η ανασκόπηση καλύπτει έρευνες που έχουν δημοσιευτεί σε περιοδικά και πρακτικά συνεδρίων κατά τη διάρκεια των τελευταίων 21 ετών.

Η έρευνα των Colin, Chauvet και Viennot (2002) εστίασε στις δυσκολίες που έχουν οι μαθητές στην ανάγνωση οπτικών μοντέλων για την κατανόηση μιας συγκεκριμένης ενότητας της Φυσικής, την οπτική. Επιπλέον, μελέτησε και τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με το συγκεκριμένο θέμα και επικεντρώθηκε στο βαθμό στον οποίο οι εκπαιδευτικοί ήταν γνώστες αυτών των δυσκολιών καθώς και τι πρότειναν για να αποφευχθούν πιθανές τέτοιες δυσκολίες.

Ως εργαλεία συλλογής των δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια. Πιο συγκεκριμένα, αξιοποιήθηκαν πέντε οπτικά μοντέλα με τις αντίστοιχες δυσκολίες τους οι οποίες εκτιμήθηκαν μέσω ενός ερωτηματολογίου. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε ένα ακόμα ερωτηματολόγιο για να μπορέσουν να εντοπιστούν οι δυσκολίες που ανέμεναν οι εκπαιδευτικοί να αντιμετωπίσουν οι μαθητές όταν καλούνταν να αναγνώσουν και να ερμηνεύσουν αυτά τα πέντε οπτικά μοντέλα και τέλος ένα ερωτηματολόγιο σε άλλους εκπαιδευτικούς για να εξεταστεί πώς αντιδρούσαν οι εκπαιδευτικοί, όταν για καθένα από τα οπτικά μοντέλα, παρουσιάζονταν μερικά από τα σχόλια των μαθητών που αναφέρονταν σε ορισμένες από τις

τυπικές αναγνωστικές δυσκολίες που αντιμετώπιζαν. Και τα δύο ερωτηματολόγια που αφορούσαν τις απόψεις των εκπαιδευτικών χορηγήθηκαν σε 19 εκπαιδευτικούς κάθε φορά. (Colin et al., 2002).

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι όταν οι εκπαιδευτικοί ήταν σε θέση να προβλέψουν ή να παρατηρήσουν μια εσφαλμένη αντίληψη ή παρανόηση των μαθητών σε σχέση με τα οπτικά μοντέλα είχαν την τάση να προσθέτουν σε αυτό το οπτικό μοντέλο επιπλέον στοιχεία για να το κατανοήσουν οι μαθητές. Οι εκπαιδευτικοί απέφευγαν να συζητούν μαζί τους τα σύμβολα που χρησιμοποιεί το οπτικό μοντέλο, κατά πόσο παρουσιάζει μια ρεαλιστική κατάσταση ή την πιθανή ασάφειά του (Colin et al., 2002).

Ο Cook (2011) διεξήγαγε μια μελέτη περίπτωσης μέσω παρατήρησης στην τάξη αλλά και συνεντεύξεων με εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για να διερευνήσει τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούσαν τα οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία τους. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά επτά εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών από διάφορους γνωστικούς κλάδους όπως φυσική, χημεία, βιολογία κ.α. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η θεματική ενότητα (φυσική, βιολογία, χημεία) διαδραμάτιζε σημαντικό ρόλο στην επιλογή των οπτικών μοντέλων από τους εκπαιδευτικούς. Επιπλέον, φάνηκε ότι παράγοντες όπως το είδος του μαθησιακού στυλ των μαθητών, το περιεχόμενο της διδασκαλίας αλλά και η επάρκεια υλικού στα σχολεία επιδρούσαν σημαντικά στην αξιοποίηση των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία.

Η έρευνα των Coleman et al. (2011) προσπάθησε να διερευνήσει τους τύπους οπτικών μοντέλων που χρησιμοποιούσαν συχνότερα οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών όπως επίσης τις πρακτικές και δραστηριότητες που χρησιμοποιούσαν για να βοηθήσουν τους μαθητές να ερμηνεύσουν ή να παράγουν οπτικά μοντέλα. Στην έρευνα συμμετείχαν 388 εκπαιδευτικοί από όλες τις πολιτείες της Αμερικής που δίδασκαν από την εκπαιδευτική βαθμίδα του νηπιαγωγείου μέχρι την Ε΄ δημοτικού. Το εργαλείο συλλογής δεδομένων ήταν ένα διαδικτυακό ερωτηματολόγιο.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούσαν κυρίως στη διδασκαλία τους τα διαγράμματα ροής, τα γλωσσάρια εικόνων, τα διαγράμματα διατομής, τα ιστογράμματα, τα διαγράμματα αποκοπής, τους πίνακες και τα δεντροδιαγράμματα όπως επίσης και τα διαγράμματα κλίμακας. Για τη βοήθεια των μαθητών τους στην ερμηνεία των οπτικών μοντέλων οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι χρησιμοποιούσαν ως συχνότερη εκπαιδευτική πρακτική το να δείχνουν τα οπτικά μοντέλα στο κείμενο. Επίσης, ζητούσαν από

τους μαθητές να ερμηνεύσουν πίνακες με τα παιδιά να καλούνται να συνδέουν τις πληροφορίες των κελιών, των επικεφαλίδων των σειρών και των επικεφαλίδων των στηλών για να ερμηνεύσουν το νόημα του οπτικού μοντέλου. Επιπλέον, ζητούσαν από τα παιδιά να εξηγήσουν εξωτερικές και εσωτερικές δομές αντικειμένων. Σχετικά με τις πρακτικές που χρησιμοποιούσαν για να βοηθήσουν τους μαθητές στην παραγωγή οπτικών μοντέλων, οι εκπαιδευτικοί τους ζητούσαν να δημιουργήσουν κυρίως συνθετικά διαγράμματα (διαγράμματα ροής και δεντροδιαγράμματα) και να κάνουν συνδέσεις μεταξύ μερών (Coleman et al., 2011).

Η έρευνα κατέδειξε ότι οι περισσότερες δραστηριότητες που χρησιμοποιούσαν οι εκπαιδευτικοί αφορούσαν σε απλή αναφορά των οπτικών μοντέλων μέσα στα σχολικά εγχειρίδια. Απουσίαζαν δραστηριότητες στις οποίες οι μαθητές καλούνταν να ζωγραφίσουν εικόνες ή ακόμα και να δώσουν γραπτές εξηγήσεις για διάφορα οπτικά μοντέλα. Τέτοιου είδους αποτελέσματα, σύμφωνα με τους ερευνητές, ενδεχομένως να οφείλονται στο ότι οι εκπαιδευτικοί υποβαθμίζουν τη σημασία των οπτικών μοντέλων ή δεν τα αξιοποιούν σωστά στην εκπαιδευτική διαδικασία (Coleman et al., 2011).

Οι Ozcelik και McDonald (2013) διεξήγαγαν μια μελέτη περίπτωσης όπου ανέλυσαν βίντεο διδασκαλίας επτά εκπαιδευτικών χωρίς προϋπηρεσία που δίδασκαν συναδέλφους τους. Βασικοί στόχοι της έρευνας ήταν να διερευνήσει τι είδους οπτικά μοντέλα χρησιμοποιούσαν οι εκπαιδευτικοί, με ποιο τρόπο τα αξιοποιούσαν στη διδασκαλία και να μελετήσει τους σκοπούς για τους οποίους τα αξιοποιούσαν στη διδασκαλία τους.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι βασικότεροι λόγοι που οι εκπαιδευτικοί έκαναν χρήση των οπτικών μοντέλων ήταν η αύξηση της συμμετοχής των μαθητών στη διδασκαλία, για να μπορέσουν να κάνουν ορατά διάφορα φαινόμενα που δεν μπορούν να παρατηρηθούν με το γυμνό μάτι και να εμπλέξουν τους μαθητές στην επιστημονική πρακτική όπως επίσης και για να μπορούν οι μαθητές να συσχετίζουν ιδέες κάνοντας χρήση πολλαπλών μοντέλων. Άλλοι λόγοι περιλάμβαναν την παρουσίαση παραδειγμάτων ή δεδομένων από τη φύση αλλά και τη διεξαγωγή διαμορφωτικής αξιολόγησης των μαθητών έτσι ώστε να μπορέσουν να τους εμπλέξουν στο μάθημα αλλά και να τους επανεξετάσουν και να κάνουν μια ανασκόπηση κατά την ολοκλήρωση του μαθήματος (Ozcelik & McDonald, 2013).

Τα ευρήματα της έρευνας κατέδειξαν ότι οι ποικίλοι τρόποι χρήσης των οπτικών μοντέλων σχετίζονταν άμεσα με τα ποικίλα επιστημονικά θέματα και τους διαφορετικούς σκοπούς των δραστηριοτήτων που έπρεπε να επιτευχθούν κατά τη διδασκαλία. Επιπλέον, από τα αποτελέσματα της έρευνας διαπιστώθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούσαν τα οπτικά

μοντέλα τόσο με παιδαγωγικούς όσο και κανονιστικούς τρόπους και ότι το επίπεδο αφαιρετικότητας των μοντέλων αυτών διέφερε ανάλογα με τους επιστημονικούς κλάδους. Από τα ευρήματα της έρευνας φάνηκε ακόμα ότι οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούσαν πρωτίστως τα οπτικά μοντέλα για να επιβεβαιώσουν ή να υποστηρίξουν μια δεδομένη επιστημονική ιδέα ή έννοια και απείχαν αρκετά από τον τρόπο που οι επιστήμονες δημιουργούν οπτικά μοντέλα για να μπορέσουν να κατανοήσουν φαινόμενα. Επομένως, διαπιστώθηκε ότι η χρήση των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία από τους εκπαιδευτικούς ήταν ιδιαίτερα περιορισμένη και εξυπηρετούσε πολύ συγκεκριμένους σκοπούς (Ozcelik & McDonald, 2013).

Στην έρευνα των Liu, Won και Treagust (2014) συμμετείχαν πέντε εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που δίδασκαν βιολογία σε ένα γυμνάσιο της Αυστραλίας. Στο πλαίσιο της έρευνας οι διδασκαλίες τους παρατηρήθηκαν για επτά μήνες. Βασικοί στόχοι της έρευνας ήταν να εξετάσει αν επιλέγονται εικονικά διαγράμματα από τους εκπαιδευτικούς όταν αρχίζουν ένα μάθημα βιολογίας και πώς χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή μιας έννοιας. Ακόμα, να διερευνήσει πώς οι εκπαιδευτικοί επιλέγουν διαφορετικούς τύπους διαγραμμάτων για να εξηγήσουν πληροφορίες αλλά και να εξετάσει τα αναλογικά χαρακτηριστικά των διαγραμμάτων που χρησιμοποιούσαν για την αναπαράσταση επιστημονικών πληροφοριών.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούσαν κατά κύριο λόγο απλά και οικεία οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία τους. Οι καθηγητές βιολογίας συχνά καθοδηγούσαν τους μαθητές στην αναγνώριση ενός θέματος χρησιμοποιώντας κυρίως εικονικά διαγράμματα και συζητώντας ορισμένα χαρακτηριστικά του διαγράμματος. Επιπλέον, τα μοντέλα αυτά τα χρησιμοποιούσαν κυρίως στο εισαγωγικό μέρος της διδασκαλίας τους και σε λιγότερο βαθμό στο μέρος όπου επεξεργαζόταν μια καινούρια έννοια. Για την εξήγηση των εννοιών σχεδόν όλοι οι καθηγητές βιολογίας αφιέρωσαν σχετικά μεγάλο χρόνο στην εξήγηση σχηματικών διαγραμμάτων. Τα περισσότερα σχηματικά διαγράμματα φάνηκε να συσχετίζονται άμεσα με το εικονικό διαγράμματα που είχε παρουσιαστεί αρχικά στους μαθητές. Οι ερευνητές παρατήρησαν ότι οι εκπαιδευτικοί αξιοποιούσαν και αναλογίες σε συνδυασμό με τα οπτικά μοντέλα όταν φαινόταν ότι οι μαθητές δυσκολευόντουσαν να κατανοήσουν πιο περίπλοκα διαγράμματα ή νέες έννοιες (Liu et al., 2014).

Η έρευνα των Yoon, Jo και Jho (2017) διερεύνησε τις απόψεις εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Κορέα σχετικά με τον τρόπο που χρησιμοποιούν τα οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία του ηλεκτρομαγνητισμού και τι είδους δυσκολίες/εμπόδια αντιμετωπίζουν. Το δείγμα της έρευνας αποτελούσαν 121 εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με εμπειρία

στη διδασκαλία του ηλεκτρομαγνητισμού και τα δεδομένα της έρευνας συλλέχθηκαν μέσω ενός διαδικτυακού ερωτηματολογίου.

Τα αποτελέσματα της έρευνας κατέδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί δεν αναγνώριζαν ότι τα οπτικά μοντέλα μπορούν να επιτρέψουν τη διατύπωση επιστημονικών υποθέσεων ή την κατασκευή άλλων μοντέλων αλλά θεωρούσαν ότι ο βασικός σκοπός της χρήσης οπτικών μοντέλων είναι η σωστή επεξήγηση των επιστημονικών ιδεών ή ακόμα και η διόρθωση παρανοήσεων ή εσφαλμένων αντιλήψεων των μαθητών. Κύριος σκοπός του οπτικού μοντέλου κατά τους εκπαιδευτικούς ήταν η μετάδοση της επιστημονικής γνώσης γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνταν στη διδασκαλία με δασκαλοκεντρικό και όχι μαθητοκεντρικό τρόπο (Yoon et al., 2017).

Επομένως, η δασκαλοκεντρική χρήση των οπτικών μοντέλων φάνηκε να σχετίζεται με την περιορισμένη γνώση των εκπαιδευτικών αναφορικά με τον ρόλο των οπτικών μοντέλων. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στην άποψη του εκπαιδευτικού για τη λειτουργία και τον ρόλο του οπτικού μοντέλου και τη διδακτική πρακτική που ακολουθεί καθώς οι εκπαιδευτικοί προτίμησαν τη μέθοδο παρουσίασης και επεξήγησης των οπτικών μοντέλων παρά την κατασκευή τους από τους μαθητές για να μειώσουν τις παρανοήσεις και να διδάξουν πιο αποτελεσματικά τις έννοιες που ήθελαν. Τέλος, όσον αφορά στις δυσκολίες που αντιμετώπιζαν κατά τη χρήση οπτικών μοντέλων στην διδασκαλία φάνηκε ότι το κυριότερο εμπόδιο αποτελούσαν πολλές φορές οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί που δυσκολεύοντουσαν να ερμηνεύσουν τα οπτικά μοντέλα ή να διδάξουν αξιοποιώντας τα (Yoon et al., 2017).

Οι Yoon και Park (2018) διεξήγαγαν μια έρευνα για τη χρήση οπτικών μοντέλων από εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στη διδασκαλία του ηλεκτρισμού. Στην έρευνα συμμετείχαν 110 εκπαιδευτικοί δημοτικού με εμπειρία στη διδασκαλία της ενότητας του ηλεκτρισμού απαντώντας σε ένα διαδικτυακό ερωτηματολόγιο. Βασικοί στόχοι της συγκεκριμένης έρευνας ήταν να διερευνήσει τη χρήση οπτικών μοντέλων από τους εκπαιδευτικούς δημοτικού, τις απόψεις τους σχετικά με τις ικανότητές τους να χρησιμοποιούν οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία, τις προτιμώμενες μεθόδους χρήσης τους και τις απόψεις για τη λειτουργία τους στη διδασκαλία του ηλεκτρισμού.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούσαν οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία του ηλεκτρισμού. Τα οπτικά αυτά μοντέλα προέρχονταν κυρίως από το σχολικό εγχειρίδιο ή από το διαδίκτυο. Οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν υψηλή ικανότητα χρήσης των οπτικών μοντέλων αλλά χαμηλή ικανότητα ερμηνείας και κατανόησης

από τους μαθητές τους. Επομένως, προτιμούσαν να αξιοποιήσουν τα οπτικά μοντέλα με μια δασκαλοκεντρική προσέγγιση παρά με μαθητοκεντρική όταν ήθελαν να κεντρίσουν το ενδιαφέρον των μαθητών τους και να τους βοηθήσουν να κατανοήσουν επιστημονικές έννοιες. Μόνο στην περίπτωση διεξαγωγής επιστημονικής έρευνας φάνηκε να προτιμώνται τόσο η δασκαλοκεντρική όσο και η μαθητοκεντρική προσέγγιση. Τέλος, σχετικά με τις απόψεις των εκπαιδευτικών για τη λειτουργία των οπτικών μοντέλων διαπιστώθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί τα χρησιμοποιούσαν κυρίως για τη μεταφορά επιστημονικής γνώσης. Η χρήση οπτικών μοντέλων που ήταν ήδη διαθέσιμα και η υιοθέτηση μιας δασκαλοκεντρικής προσέγγισης φάνηκε να σχετίζεται με την περιορισμένη επίγνωση των εκπαιδευτικών για τις διάφορες λειτουργίες που μπορούν να επιτελούν τα οπτικά μοντέλα (Yoon & Park, 2018).

Οι Lee και Jones (2018) διεξήγαγαν μια έρευνα μεικτής μεθόδου σε εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (67 με προϋπηρεσία και 69 χωρίς προϋπηρεσία). Στόχοι της έρευνας ήταν να διερευνήσει τι είδους οπτικά μοντέλα χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί όταν σχεδιάζουν ένα μάθημα για τον κύκλο του νερού, ποια είναι τα κριτήρια με τα οποία τα επιλέγουν και με ποιο τρόπο τα ενσωματώνουν στη διδασκαλία τους. Ως εργαλεία συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ένα ερωτηματολόγιο εκπαιδευτικού υλικού, μία εργασία ταξινόμησης καρτών οπτικών μοντέλων και η ημιδομημένη συνέντευξη.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι σχετικά με την επιλογή των οπτικών μοντέλων οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης προτιμούσαν κυρίως τα διαγράμματα κατά τη διδασκαλία τους. Κατά τους ερευνητές, αυτό συμβαίνει γιατί ίσως τα διαγράμματα να απαιτούν λιγότερη παιδαγωγική ερμηνεία από την πλευρά των εκπαιδευτικών καθώς εμπεριέχουν ενδείξεις και η γνώση του περιεχομένου τους είναι πιο εμφανής. Αυτή η εμφανής επισήμανση των σημαντικών συστατικών ενός συστήματος καθιστούν τη χρήση διαγραμμάτων ευκολότερη για τους εκπαιδευτικούς οι οποίοι ενδεχομένως να διαθέτουν περιορισμένη γνώση περιεχομένου στις Φυσικές Επιστήμες (Lee & Jones, 2018).

Σχετικά με τα κριτήρια επιλογής που χρησιμοποιούσαν οι εκπαιδευτικοί, ήταν πιο πιθανό να επιλέξουν πιο αφηρημένα διαγράμματα για να ξεκινήσουν το μάθημα και στη συνέχεια να χρησιμοποιήσουν πιο συγκεκριμένα οπτικά μοντέλα όπως οι φωτογραφίες. Οι εκπαιδευτικοί δικαιολόγησαν αυτήν την επιλογή τους δηλώνοντας ότι ήταν σημαντικό να χρησιμοποιήσουν διαγράμματα πρώτα για να δείξουν ολόκληρο το σύστημα (π.χ. τον κύκλο του νερού) και στη συνέχεια να προχωρήσουν σε πιο συγκεκριμένα στοιχεία και διαδικασίες του συστήματος που φαινόταν στις φωτογραφίες (Lee & Jones, 2018).

Βασικά κριτήρια για τα οποία οι εκπαιδευτικοί επέλεξαν οπτικά μοντέλα για τη διδασκαλία ήταν η αισθητική καθώς χρησιμοποιούσαν οπτικά μοντέλα που ήταν ελκυστικά για τους μαθητές. Άλλο βασικό κριτήριο ήταν η δυνατότητα κατανόησης των ζητημάτων από τους μαθητές. Οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούσαν διαγράμματα γιατί ήταν κατανοητά ή απέφευγαν να χρησιμοποιήσουν φωτογραφίες γιατί θεωρούσαν ότι οι μαθητές ίσως να μην ήταν σε θέση να τις ερμηνεύσουν σωστά και να μπερδεύονταν. Ένα ακόμα κριτήριο ήταν η σκέψη για τα συστήματα. Οι εκπαιδευτικοί επέλεξαν οπτικά μοντέλα που αναπαριστούσαν στοιχεία του συστήματος. Τέλος, ως ένα ακόμα βασικό κριτήριο αναφέρθηκε η συνάφεια. Αυτός ο λόγος επικαλέστηκε από τους εκπαιδευτικούς κυρίως για την επιλογή φωτογραφιών καθώς αυτές μπορούν να συνδέσουν την επιστήμη με την καθημερινή ζωή των μαθητών (Lee & Jones, 2018).

Πάνω από τους μισούς εκπαιδευτικούς έδειξαν ότι θα έκαναν μια δασκαλοκεντρική χρήση των διαγραμμάτων και των φωτογραφιών. Από τα ευρήματα της έρευνας διαπιστώθηκε ότι τα οπτικά μοντέλα αξιοποιούνταν κυρίως για να δείξουν και να εξηγήσουν ένα σύστημα και όχι ως εργαλείο για τους μαθητές να αναστοχαστούν και να κωδικοποιήσουν το νόημα του οπτικού μοντέλου. Οι μαθητοκεντρικές διδακτικές προσεγγίσεις των οπτικών μοντέλων δεν ήταν τόσο συχνές (π.χ. να βάλεις τους μαθητές να φτιάξουν το δικό τους μοντέλο συγκρίνοντάς το με το αρχικό έτσι ώστε να προαχθεί η αναπαραστατική τους ικανότητα) (Lee & Jones, 2018).

Η παραπάνω ενότητα εξέτασε την υπάρχουσα βιβλιογραφία σχετικά με τις απόψεις των εκπαιδευτικών για τη χρήση οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και ειδικότερα εστιάστηκε στα είδη των οπτικών μοντέλων που χρησιμοποιούν, στα κριτήρια επιλογής τους, τους σκοπούς για τους οποίους αξιοποιούνται και τον τρόπο με τον οποίο τα ενσωματώνουν στη διδασκαλία τους καθώς επίσης και ποιες ήταν οι δυσκολίες/εμπόδια που αντιμετώπιζαν.

3.3 Η έρευνα που αφορά στις απόψεις των εκπαιδευτικών για τη χρήση προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Στην ενότητα αυτή πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν στις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση των διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η ανασκόπηση καλύπτει έρευνες που έχουν δημοσιευτεί σε περιοδικά και πρακτικά συνεδρίων κατά τη διάρκεια των τελευταίων 20 ετών.

Η έρευνα του Zacharia (2003) προσπάθησε να προσδιορίσει ποιες απόψεις έχουν οι εκπαιδευτικοί των Φυσικών Επιστημών σχετικά με τα πλεονεκτήματα ή τα μειονεκτήματα της

χρήσης των προσομοιώσεων και των εργαστηριακών πειραμάτων ή και του συνδυασμού τους στη διδασκαλία της φυσικής. Άλλοι στόχοι της έρευνας ήταν να διερευνηθεί εάν η έκθεση των εκπαιδευτικών στην επαναλαμβανόμενη χρήση προσομοιώσεων και εργαστηριακών πειραμάτων προώθησε πιθανές αλλαγές στη στάση τους απέναντι στη φυσική και να προσδιορίσει τις προθέσεις των εκπαιδευτικών να ενσωματώσουν τη χρήση προσομοιώσεων και εργαστηριακών πειραμάτων ή τον συνδυασμό τους ως εργαλεία μάθησης και διδασκαλίας στις δικές τους διδακτικές πρακτικές τόσο πριν όσο και μετά την έρευνα.

Στην έρευνα συμμετείχαν δεκατρείς υποψήφιοι καθηγητές φυσικής (μεταπτυχιακοί), τέσσερις εν ενεργεία και εννέα χωρίς προϋπηρεσία που παρακολουθούσαν ένα μάθημα φυσικής σε ένα μεταπτυχιακό πρόγραμμα στη Νέα Υόρκη. Πέντε από τους συμμετέχοντες ήταν άνδρες και οκτώ γυναίκες και η μέση ηλικία τους ήταν περίπου τριάντα έτη. Ήταν άτομα που δεν είχαν διδάξει ποτέ φυσική αλλά έπαιρναν το μάθημα με δυνατότητα διδασκαλίας της φυσικής στο μέλλον. Οι απόψεις των εκπαιδευτικών αξιολογήθηκαν με εξατομικευμένες δομημένες συνεντεύξεις πριν και μετά την πειραματική παρέμβαση (Zacharia, 2003).

Τα αποτελέσματα της μελέτης επιβεβαίωσαν ότι οι απόψεις των εκπαιδευτικών επηρέαζαν τις στάσεις τους και αυτές οι στάσεις στη συνέχεια επηρέαζαν τις προθέσεις και τις συμπεριφορές τους. Η εξέταση των απόψεων και των στάσεων των εκπαιδευτικών μετά τη μελέτη αποκάλυψε ότι πίστευαν πως και τα τρία εργαλεία είχαν πολλά πλεονεκτήματα να προσφέρουν σε μια εκπαιδευτική εμπειρία. Ωστόσο, θεώρησαν τον συνδυασμό μιας προσομοίωσης και ενός εργαστηριακού πειράματος ως τον πιο αποτελεσματικό. Αυτή η ευνοϊκή διάθεση προς τη χρήση ενός συνδυασμού προσομοίωσης και εργαστηριακού πειράματος φάνηκε επίσης να επηρεάζει την πρόθεσή τους να ενσωματώσουν ή να εφαρμόσουν αυτό το εργαλείο σε ένα μαθησιακό περιβάλλον (Zacharia, 2003).

Οι εκπαιδευτικοί θεωρούσαν ότι τα βασικά πλεονεκτήματα των προσομοιώσεων ήταν η δημιουργία ενός ενεργού μαθησιακού περιβάλλοντος που παρακινεί τους μαθητές και ότι προσφέρουν στους εκπαιδευόμενους τη δυνατότητα χειρισμού όλων των μεταβλητών που σχετίζονται με το φαινόμενο ενώ παράλληλα μειώνουν την ασάφεια με την επίδειξη ή τη μοντελοποίηση σωστών επιλογών. Επιπλέον, ανέφεραν ότι βοηθούν τον εκπαιδευόμενο να αναγνωρίσει τη σχέση αίτιου-αποτελέσματος που ενδεχομένως να μην είναι ορατή και ότι παρέχουν επιλογές όταν άλλες εναλλακτικές προσεγγίσεις δεν είναι διαθέσιμες (λόγω κόστους, κινδύνου, πλαισίου κ.λπ.). Τέλος, βασικό πλεονέκτημα θεωρήθηκε και η διαθεσιμότητά τους για χρήση στο σπίτι. Τα μειονεκτήματα που αναφέρθηκαν ήταν κυρίως τα τεχνικά ζητήματα (που αφορούσαν την ανάπτυξη ή κατασκευή των προσομοιώσεων), το γεγονός ότι δεν

αντανακλούσαν πάντοτε την πραγματικότητα (ιδανικές συνθήκες) και δεν επέτρεπαν την ομαδική εργασία (Zacharia, 2003).

Η έρευνα των Kriek και Stols (2010) μελέτησε πώς οι απόψεις καθηγητών λυκείου επηρεάζουν τις στάσεις τους, τα υποκειμενικά τους πρότυπα και τον αντιλαμβανόμενο έλεγχο συμπεριφοράς τους και πώς τα τελευταία επηρεάζουν την πρόθεσή τους να χρησιμοποιήσουν προσομοιώσεις στην τάξη τους. Επιπλέον, διερεύνησε κατά πόσο η πρόθεσή τους για χρήση των προσομοιώσεων μεταφράστηκε σε πραγματική χρήση μέσα στην σχολική αίθουσα.

Στην έρευνα συμμετείχαν είκοσι τέσσερις εκπαιδευτικοί φυσικής από ημιαστικές και αστικές περιοχές που δίδασκαν στο λύκειο. Οι δέκα από αυτούς ήταν άνδρες και οι δεκατέσσερις γυναίκες. Ο μέσος όρος διδακτικής τους εμπειρίας ήταν τα δεκατρία χρόνια. Ως εργαλεία συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν το ερωτηματολόγιο και η συνέντευξη (Kriek & Stols, 2010).

Η έρευνα έδειξε ότι οι απόψεις που είχαν οι εκπαιδευτικοί και αφορούσαν τη χρησιμότητα αλλά και την παιδαγωγική συμβατότητα των προσομοιώσεων επηρέαζε σε σημαντικό βαθμό τη στάση τους σχετικά με τη χρήση των προσομοιώσεων στην τάξη τους. Επιπλέον, φάνηκε ότι οι προσδοκίες των συναδέλφων και των γονιών επιδρούσαν σημαντικά στη χρήση προσομοιώσεων από τους εκπαιδευτικούς όπως επίσης και οι πεποιθήσεις τους σχετικά με τη γενικότερη τεχνολογική επάρκεια που διέθεταν (Kriek & Stols, 2010).

Οι Perkins, Moore και Chasteen (2015) πραγματοποίησαν μια έρευνα στην οποία συμμετείχαν εκπαιδευτικοί πολλών γνωστικών αντικειμένων αλλά παρουσίασαν τα αποτελέσματα που αφορούσαν εκπαιδευτικούς φυσικής λυκείου και κολεγίων. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στις ΗΠΑ και ως εργαλείο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα διαδικτυακό ερωτηματολόγιο. Στην έρευνα συμμετείχαν 1233 εκπαιδευτικοί που δίδασκαν φυσική στο λύκειο και 276 εκπαιδευτικοί κολεγίων φυσικής. Βασικοί στόχοι της έρευνας ήταν να προσδιοριστούν ποιοι εκπαιδευτικοί κάνουν χρήση των προσομοιώσεων *phet* και με ποιους μαθητικούς πληθυσμούς, ποιοι είναι οι παιδαγωγικοί τους στόχοι και ποιες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις χρησιμοποιούν.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τόσο νέοι όσο και έμπειροι εκπαιδευτικοί λυκείου και κολεγίων χρησιμοποιούσαν τις προσομοιώσεις με διαφορετικούς μαθητικούς πληθυσμούς. Οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι χρησιμοποιούσαν τις προσομοιώσεις με μαθητές με μέση επίδοση καθώς και με μαθητές με χαμηλή επίδοση όπως επίσης και με μαθητές υψηλών επιδόσεων. Επιπλέον, φάνηκε μέσα από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών ότι οι τελευταίοι

έκαναν χρήση των προσομοιώσεων για να εξυπηρετήσουν ένα ευρύ φάσμα παιδαγωγικών στόχων και κυρίως την εμπλοκή των μαθητών σε εξερεύνηση, την ανακάλυψη ιδεών, την ανάπτυξη εννοιολογικής κατανόησης και τη διεξαγωγή επιστημονικής έρευνας όπως επίσης και για να αναπτύξουν χαρά και ενδιαφέρον οι μαθητές για τις επιστήμες (Perkins et al., 2015).

Ωστόσο, οι εκπαιδευτικοί λυκείου και κολεγίων διέφεραν στις διδακτικές προσεγγίσεις τους. Οι εκπαιδευτικοί λυκείου ανέφεραν τη χρήση των προσομοιώσεων σε δραστηριότητες που βασίζονται πάνω σε αυτές ή σε εργαστήρια όπου οι μαθητές αλληλεπιδρούν και ελέγχουν οι ίδιοι την προσομοίωση. Οι εκπαιδευτικοί των κολεγίων ανέφεραν τη χρήση των προσομοιώσεων κατά τη διάρκεια της διάλεξης ως επίδειξη ή ως μέρος μιας διαδραστικής συζήτησης και ως εργασία για να εμπλακούν οι μαθητές σε ανεξάρτητη εξερεύνηση (Perkins et al., 2015).

Οι Phouthavong και Srisawasdi (2016) πραγματοποίησαν μια έρευνα στη Δημοκρατία του Λάος στην οποία συμμετείχαν τριάντα δύο εκπαιδευτικοί χωρίς προϋπηρεσία, δευτεροετείς φοιτητές στο Τμήμα Φυσικής στη Σχολή Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Savannakhet. Η μελέτη σχεδιάστηκε για να διερευνήσει την εννοιολογική κατανόηση και το κίνητρο για την εκμάθηση Φυσικής των εκπαιδευτικών χωρίς προϋπηρεσία πριν και μετά τη συμμετοχή τους σε μια μαθησιακή δραστηριότητα με χρήση προσομοίωσης.

Στην πρώτη φάση χορηγήθηκε ένα τεστ στους συμμετέχοντες που μετρούσε την εννοιολογική κατανόηση του ηλεκτρισμού και για τη διερεύνηση των κινήτρων τους για την εκμάθηση της Φυσικής ένα ερωτηματολόγιο είκοσι πέντε στοιχείων με κλίμακας βαθμολόγησης πέντε σημείων. Στη δεύτερη φάση χορηγήθηκε ένα ερωτηματολόγιο αντίληψης είκοσι ενός θεμάτων στους εκπαιδευτικούς (Phouthavong & Srisawasdi, 2016).

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι στην πρώτη φάση παρατηρήθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί είχαν πολλές παρανοήσεις για τον ηλεκτρισμό και είχαν χαμηλό επίπεδο κινήτρου για την εκμάθηση Φυσικής. Στη δεύτερη φάση, μετά την αλληλεπίδρασή τους με μαθησιακή δραστηριότητα που βασιζόταν σε προσομοίωση οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν θετική αντίληψη για τη μάθηση με τη χρήση προσομοιώσεων και ανέφεραν ως σημαντικότερα πλεονεκτήματα της προσομοίωσης την απόλαυση, την αντίληψη της χρησιμότητας, την ικανοποίηση, τη μάθηση και την ευκολία στη χρήση (Phouthavong & Srisawasdi, 2016).

Οι Lehtinen, Nieminen και Viiri (2016) πραγματοποίησαν μια έρευνα στη Φιλανδία που διερευνούσε τις απόψεις εκπαιδευτικών χωρίς προϋπηρεσία για τη χρήση των διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών καθώς επίσης και τα είδη της

τεχνογνωσίας που θεωρούσαν σημαντικά για τη διδασκαλία με χρήση προσομοιώσεων στις Φυσικές Επιστήμες. Στην έρευνα συμμετείχαν εκπαιδευτικοί από δύο φιλανδρικά πανεπιστήμια, τριάντα έξι από το πρώτο και δεκαοκτώ από το δεύτερο, μεταξύ των οποίων σαράντα επτά γυναίκες και επτά άνδρες. Ως εργαλείο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί και των δύο πανεπιστημίων θεώρησαν ότι τα πλεονεκτήματα χρήσης προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σχετίζονται με την ικανότητά τους να επιδεικνύουν/παρουσιάζουν διαφορετικά φαινόμενα και να παρακινούν τους μαθητές να μάθουν. Όσον αφορά στις αδυναμίες των προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, οι εκπαιδευτικοί και από τα δύο πανεπιστήμια θεώρησαν ότι οι προσομοιώσεις δεν είναι πάντα χρήσιμα εργαλεία για τη διδασκαλία συγκεκριμένου περιεχομένου. Με άλλα λόγια, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διδάξουν οποιοδήποτε θέμα στις Φυσικές Επιστήμες καθώς το περιεχόμενο ορισμένων προσομοιώσεων θεωρήθηκε αρκετά δύσκολο για να το κατανοήσουν οι μαθητές (Lehtinen et al., 2016).

Σχετικά με τα είδη τεχνογνωσίας που θεώρησαν ότι απαιτούνται για τη χρήση των προσομοιώσεων στη διδασκαλία, οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν κυρίως τις παιδαγωγικές γνώσεις όπως την οργανωτική ικανότητα του εκπαιδευτικού, δηλαδή να είναι σε θέση να κρατά τους μαθητές συγκεντρωμένους στο θέμα παρέχοντας διακριτική καθοδήγηση αλλά και τεχνολογικές γνώσεις όπως η ικανότητα επίλυσης κάθε δυνατού τεχνολογικού θέματος ή προβλήματος που μπορεί να προκύψει καθώς και γενικότερα η ύπαρξη ενός βασικού επιπέδου γνώσης της τεχνολογίας (Lehtinen et al., 2016).

Η έρευνα των Price, Perkins, Holmes και Wieman, (2018) διερεύνησε τις απόψεις 1901 εκπαιδευτικών λυκείου (κυρίως καθηγητές φυσικής) στις ΗΠΑ που χρησιμοποιούσαν ήδη στη διδασκαλία τους προσομοιώσεις phet. Βασικοί στόχοι της έρευνας ήταν να διερευνήσει τους στόχους που θέτουν οι εκπαιδευτικοί όταν χρησιμοποιούν προσομοιώσεις στη διδασκαλία τους καθώς και με ποιο τρόπο πιστεύουν ότι τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι προσομοιώσεις επηρεάζουν τη μάθηση των μαθητών τους. Το εργαλείο συλλογής δεδομένων της έρευνας ήταν ένα διαδικτυακό ερωτηματολόγιο που περιελάμβανε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και ανοιχτές ερωτήσεις. Η συγκεκριμένη έρευνα εστίασε στα αποτελέσματα των ανοιχτών ερωτήσεων.

Τα κύρια ευρήματα της έρευνας έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί εκτιμούσαν την ευελιξία των προσομοιώσεων χρησιμοποιώντας τες με μια ποικιλία από τρόπους για την επίτευξη πολλών διαφορετικών στόχων. Μέσα από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών φάνηκε ότι χρησιμοποιούσαν τις προσομοιώσεις για να βοηθήσουν τους μαθητές τους να αναπτύξουν κατανόηση, να συμμετέχουν σε επιστημονικές διαδικασίες και να αυξήσουν το κίνητρό τους. Συγκεκριμένα, φάνηκε να εκτιμούν τις προσομοιώσεις ως εργαλείο που βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν σχέσεις, να αναπτύξουν εννοιολογική κατανόηση και να τους φέρουν σε επαφή με νέες έννοιες μέσα από καινούριους τρόπους. Τόνισαν, επίσης, πως χρησιμοποιούν τις προσομοιώσεις για να ενισχύσουν τη συμμετοχή των μαθητών τους σε επιστημονικές πρακτικές μέσω της άμεσης εξερεύνησης ή της διερευνητικής μάθησης. Διαπιστώθηκε, λοιπόν, ότι οι εκπαιδευτικοί εστιάζονταν τόσο στην εκμάθηση του περιεχομένου όσο και στις μαθησιακές εμπειρίες των μαθητών τους όταν έθεταν τους στόχους τους για τη διδασκαλία με τη χρήση προσομοιώσεων (Price et al., 2018).

Σχετικά με τις δυνατότητες των προσομοιώσεων και πώς επηρεάζουν τη μάθηση των μαθητών τους, οι εκπαιδευτικοί φάνηκε ότι εκτιμούσαν περισσότερο τις δυνατότητες οπτικοποίησης που παρέχουν, τη δυνατότητα χειραγώγησης και την ικανότητα να επιδεικνύουν φαινόμενα που διαφορετικά δεν θα ήταν δυνατόν να παρουσιαστούν στις δικές τους τάξεις. Οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι οι προσομοιώσεις βοήθησαν τους μαθητές να δουν πράγματα ή να οπτικοποιήσουν έννοιες, ήταν ιδιαίτερα χρήσιμες για τους οπτικούς μαθητές, υπό την προϋπόθεση ότι παρείχαν καλύτερες οπτικοποιήσεις από τις στατικές εικόνες και επέτρεπαν στους μαθητές να δουν άορατες διεργασίες. Σχεδόν οι μισοί περιέγραψαν πως οι προσομοιώσεις προσέθεταν αξία στη διδασκαλία τους επιτρέποντας δραστηριότητες που δεν θα ήταν εφικτές με τα υλικά που παρέχονται στη σχολική αίθουσα. Συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ως βασικά πλεονεκτήματα την ευκολία στη χρήση, τη χρήση τους όταν υπάρχει έλλειψη εργαστηριακού εξοπλισμού, την εξοικονόμηση χρόνου που προσφέρουν στο στήσιμο μιας δραστηριότητας και την εξοικονόμηση στο κόστος των υλικών όπως επίσης και την ασφάλεια (Price et al., 2018).

Στην έρευνα των Bo et al. (2018) συμμετείχαν δώδεκα εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από επτά σχολεία της Σγκαπούρης. Βασικοί στόχοι της έρευνας ήταν να διερευνηθούν οι απόψεις των εκπαιδευτικών για τα οφέλη των προσομοιώσεων στη διδασκαλία και μάθηση καθώς και οι απόψεις τους για τις προσομοιώσεις που εφαρμόζαν στην τάξη τους, αν αυτές διαμόρφωναν τις μετέπειτα εφαρμογές προσομοιώσεων στην τάξη τους και με ποιο τρόπο οι εμπειρίες τους στο παρελθόν με διαδραστικές προσομοιώσεις διαμόρφωναν τη

μελλοντική τους πρόθεση να τις χρησιμοποιήσουν. Για τη συλλογή των δεδομένων έγινε χρήση ατομικών ημιδομημένων συνεντεύξεων. Επίσης, συλλέχθηκαν σχέδια μαθήματος και εργασίες μαθητών από συγκεκριμένους καθηγητές όταν τα παραπάνω ήταν διαθέσιμα για επιπλέον συμπληρωματικές πληροφορίες (Bo et al., 2018).

Όσον αφορά στη διδασκαλία, τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί θεωρούσαν ότι οι προσομοιώσεις παρέχουν τη δυνατότητα οπτικοποίησης αφηρημένων θεμάτων όπως η κίνηση, οι δυνάμεις, ο μαγνητισμός κλπ. Οι εκπαιδευτικοί σκεφτόντουσαν να χρησιμοποιήσουν προσομοιώσεις ανάλογα με τη διαθεσιμότητα που είχαν και αν θα μπορούσαν να τις ταιριάζουν με τους μαθησιακούς πόρους και τα πλάνα διδασκαλίας τους πάνω σε συγκεκριμένα θέματα. Πιο συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικοί με πιο ανεβασμένο υπόβαθρο στη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών ήταν ανοικτοί στο να προσαρμόσουν τις προσομοιώσεις καθώς τις υιοθετούσαν στη διδασκαλία τους καθιστώντας έτσι πιο εύκολο να δουν ότι ταιριάζουν με συγκεκριμένα θέματα (Bo et al., 2018).

Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί θεωρούσαν ότι οι προσομοιώσεις δεν παρείχαν οφέλη για όλα τα θέματα. Για παράδειγμα, για θέματα που ήταν εύκολα παρατηρήσιμα θεωρούσαν ότι καλύτερη επιλογή στη διδασκαλία ήταν η χρήση κάποιου εργαστηρίου ή ακόμα και η παραδοσιακή διδασκαλία. Επίσης, θεωρούσαν ότι η χρήση των προσομοιώσεων περιοριζόταν σε πιο ικανούς μαθητές αναφέροντας ότι οι περισσότεροι μαθητές τους δεν θα μπορούσαν να ακολουθήσουν μια διδασκαλία με χρήση προσομοιώσεων στην τάξη (Bo et al., 2018).

Όσον αφορά στη μάθηση με τη χρήση προσομοιώσεων, οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν και επιπλοκές που μπορούν να δημιουργήσουν οι προσομοιώσεις στην μαθησιακή διαδικασία όπως την ανάγκη των μαθητών να εξοικειωθούν με το λογισμικό και την πιθανότητα να υπάρχουν παραπλανητικές αναπαραστάσεις φαινομένων στις προσομοιώσεις. Η μεγαλύτερη ανησυχία που εκφράστηκε ήταν εάν οι προσομοιώσεις θα ωφελούσαν πραγματικά τα μαθησιακά αποτελέσματα και ειδικά τις γραπτές εξετάσεις (Bo et al., 2018).

Οι εκπαιδευτικοί αναγνώρισαν και μια ποικιλία προκλήσεων που αφορούσαν στην σχολική υποδομή και που περιόριζαν σε σημαντικό βαθμό την εφαρμογή προσομοιώσεων σε μαθήματα Φυσικών Επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Πρώτα απ' όλα, οι μαθητές δεν είχαν πάντοτε ατομική πρόσβαση σε υπολογιστές όταν το χρειαζόντουσαν. Το εύρος ζώνης του ίντερνετ ήταν μία ακόμα πρόκληση που συναντούσαν τα σχολεία καθώς οι προσομοιώσεις απαιτούν γρήγορα και σταθερά δίκτυα αλλά πολλές συνδέσεις ίντερνετ των σχολείων δεν φτάνουν καν τις απαιτήσεις που έχουν για να λειτουργήσουν σωστά οι προσομοιώσεις,

ειδικότερα όταν οι μαθητές χρησιμοποιούν εφαρμογές των προσομοιώσεων ταυτόχρονα. Αυτοί οι περιορισμοί περιόριζαν την πιθανή χρήση των προσομοιώσεων στην σχολική αίθουσα, ειδικά στις περιπτώσεις που το υλικό των προσομοιώσεων δεν αντιστοιχούσε πλήρως στο συγκεκριμένο πλαίσιο του αναλυτικού προγράμματος των Φυσικών Επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Bo et al., 2018).

Επιπλέον, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι χρησιμοποιούσαν άμεση διδασκαλία και όχι μαθητοκεντρική καθώς έκαναν χρήση της προσομοίωσης στη διδασκαλία τους επιδεικνύοντας απλά τις επιστημονικές έννοιες χωρίς να εμπλέκουν τη μαθητική αλληλεπίδραση. Ακόμα, πολλοί από τους εκπαιδευτικούς ανέφεραν ότι χρησιμοποιούσαν περισσότερο τις προσομοιώσεις *phet* γιατί ήταν πιο εύκολες στη χρήση από τους μαθητές και δεν απαιτούσαν αρκετό χρόνο για εξοικείωση με το λογισμικό (Bo et al., 2018).

Από τα ευρήματα της έρευνας διαπιστώθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούσαν αρκετά τις προσομοιώσεις και μετά τη διδασκαλία είτε με τη μορφή κάποια απαιτούμενης άσκησης για το σπίτι είτε με τη μορφή προαιρετικής εξερεύνησης όπου οι μαθητές θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν την προσομοίωση στον ελεύθερο χρόνο τους (Bo et al., 2018).

Η έρευνα της Stinken-Rösner (2020) είχε ως βασικό στόχο να διερευνήσει αν οι δυνατότητες που προσφέρουν οι προσομοιώσεις αναγνωρίζονται και αξιοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών και ειδικότερα να μελετήσει σε ποιο βαθμό οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών κάνουν χρήση των προσομοιώσεων στη διδασκαλία τους καθώς και ποια είναι εκείνα τα χαρακτηριστικά στο σχεδιασμό της προσομοίωσης που είναι σημαντικά για τους εκπαιδευτικούς έτσι ώστε να επιλέξουν τη διαδραστική προσομοίωση ως παιδαγωγικό εργαλείο. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν εβδομήντα έξι εκπαιδευτικοί (τριάντα έξι άνδρες και σαράντα γυναίκες) από τις Φυσικές Επιστήμες που δίδασκαν σε λύκεια της βόρειας Γερμανίας με μέσο όρο διδακτικής εμπειρίας τα δώδεκα έτη. Το εργαλείο συλλογής δεδομένων ήταν ένα διαδικτυακό ερωτηματολόγιο.

Τα ευρήματα της έρευνας έδειξαν ότι χρήση των προσομοιώσεων έκαναν κυρίως οι εκπαιδευτικοί φυσικής. Οι πιο σημαντικοί λόγοι για τη χρήση των προσομοιώσεων που αναφέρθηκαν από τους εκπαιδευτικούς ήταν η απεικόνιση μη ορατών διεργασιών, η αντικατάσταση ελλειπόντων, ελαττωματικών ή επικίνδυνων πειραματικών υλικών με τη χρήση προσομοιώσεων για τη διεξαγωγή ενός πειράματος καθώς και η παροχή πιο αξιόπιστων αποτελεσμάτων από τις προσομοιώσεις σε σύγκριση με τα πραγματικά πειράματα αλλά και η

λιγότερη προσπάθεια που απαιτείται για την προετοιμασία της πειραματικής διαδικασίας (Stinken-Rösner, 2020).

Τέλος, ως πιο σημαντικά κριτήρια για την επιλογή μιας προσομοίωσης στη διδασκαλία οι εκπαιδευτικοί θεωρούσαν την επιστημονική ορθότητα με την οποία παρουσιάζει ένα φαινόμενο, τη δωρεάν διαθεσιμότητά της, το αν χρησιμοποιεί την κατάλληλη επιστημονική γλώσσα σε συνδυασμό με τη συνεκτίμηση των παρανοήσεων των μαθητών καθώς και αν παρουσιάζει ποιοτικά τις σχέσεις μεταξύ εννοιών ή μεταβλητών ενός φαινομένου. Από τη μελέτη φάνηκε ότι δεν λάμβαναν ιδιαίτερα υπόψη την ποικιλία των μαθησιακών χαρακτηριστικών της ομάδας των μαθητών που απευθύνονταν. Τέλος, διαπιστώθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί που δεν χρησιμοποιούσαν προσομοιώσεις είχαν υψηλότερες απαιτήσεις από τις προσομοιώσεις σε σχέση με συναδέλφους τους που είχαν εμπειρία στη χρήση προσομοιώσεων (Stinken-Rösner, 2020).

Η έρευνα του Uluy (2021) είχε ως στόχο να διερευνήσει τα επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας εκπαιδευτικών χωρίς προϋπηρεσία στην Τουρκία μετά τη συμμετοχή τους σε ένα εργαστήριο με χρήση ψηφιακών προσομοιώσεων και στη συνέχεια να καθορίσει τις απόψεις τους για τις ψηφιακές προσομοιώσεις. Στο πλαίσιο της έρευνας οι εκπαιδευτικοί συμμετείχαν σε εικονικά εργαστηριακά πειράματα που υποστηριζόταν από ψηφιακές προσομοιώσεις. Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν δεκαέξι εκπαιδευτικοί που φοιτούσαν στο τμήμα Φυσικών Επιστημών ενός δημοσίου πανεπιστημίου. Ο μέσος όρος ηλικίας τους ήταν 19,12 έτη. Από αυτούς οι δέκα ήταν γυναίκες και οι έξι άντρες. Για τη συλλογή των ποσοτικών δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα αυτοαποτελεσματικότητας της μάθησης της επιστήμης (SLSE) των Lin και Tsai (2013). Ως εργαλείο συλλογής των ποιοτικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα έντυπο δομημένης συνέντευξης.

Από την ανάλυση των δεδομένων φάνηκε ότι οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών έχουν ως επί το πλείστον θετική τάση απέναντι στην ενσωμάτωση των ψηφιακών προσομοιώσεων σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Οι εκπαιδευτικοί επικεντρώθηκαν κυρίως στα χαρακτηριστικά των ψηφιακών προσομοιώσεων που παρέχουν εξοικονόμηση χρόνου και προσπάθειες δοκιμής όπως επίσης και ευκολία εκμάθησης της διεξαγωγής πειραμάτων. Τόνισαν, ακόμα, την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας του μαθήματος μέσα από την χρήση προσομοιώσεων και υπογράμμισαν τα πλεονεκτήματά τους όπως η μάθηση μέσω της ανακάλυψης και η μόνιμη μάθηση. Επιπλέον, έδωσαν έμφαση στη δημιουργία ενός διασκεδαστικού περιβάλλοντος μάθησης μέσω των ψηφιακών προσομοιώσεων (Uluy, 2021).

Από την άλλη, οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι θα ήταν ωφέλιμο να πραγματοποιούνται τόσο πειράματα μέσω προσομοιώσεων όσο και πειράματα στο εργαστήριο υποστηρίζοντας ότι οι μαθητές θα πρέπει να αναγνωρίζουν και να έρχονται σε επαφή και με τον εργαστηριακό εξοπλισμό. Τέλος, οι εκπαιδευτικοί θεώρησαν ότι η διαδικασία υλοποίησης ενός πειράματος μέσω προσομοιώσεων προσέφερε στους εκπαιδευόμενους περισσότερες δυνατότητες για εξάσκηση και ότι αυτές οι πρακτικές που ακολουθούσαν στην ερευνητική διαδικασία είχαν θετική επίδραση στην ανάπτυξη της εννοιολογικής τους κατανόησης (Uluy, 2021).

Η έρευνα των Lee, Neo, Chen και Lin (2021) στη Σιγκαπούρη προσπάθησε να ερευνήσει τις συναισθηματικές, συμπεριφορικές και γνωστικές διαστάσεις των απόψεων εκπαιδευτικών απέναντι στις προσομοιώσεις σε υπολογιστή. Στην έρευνα συμμετείχαν δεκατέσσερις εκπαιδευτικοί. Πέντε από αυτούς δίδασκαν σε κολεγιακά ιδρύματα και εννέα από αυτούς δίδασκαν σε σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (γυμνάσιο και λύκειο). Οι συμμετέχοντες επιλέχθηκαν από μια ομάδα εκπαιδευτικών που είχαν παρακολουθήσει εργαστήρια επαγγελματικής ανάπτυξης προσανατολισμένα στη μοντελοποίηση μέσω προσομοιώσεων και επομένως ήταν εξοικειωμένοι με τη χρήση προσομοιώσεων σε Η/Υ. Το εργαλείο συλλογής δεδομένων ήταν οι ημιδομημένες συνεντεύξεις.

Τα ευρήματα της έρευνας έδειξαν ότι ως προς τη συναισθηματική διάσταση οι εκπαιδευτικοί έδειξαν προσωπική απόλαυση και ενδιαφέρον για τη μάθηση με τη χρήση προσομοιώσεων. Ως προς τη συμπεριφορική διάσταση, οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν μια αρνητική στάση απέναντι στην προσομοίωση σε υπολογιστή λόγω τεχνικών ζητημάτων. Ως κύρια ζητήματα ανέφεραν ότι οι προσομοιώσεις ήταν χρονοβόρες και απαιτούσαν επιπλέον προσπάθεια για την επίλυση των τεχνικών προβλημάτων. Τα τεχνικά προβλήματα όχι μόνο επηρέαζαν τη στάση των εκπαιδευτικών αλλά και την απόφασή τους να τις χρησιμοποιήσουν στη διδασκαλία (Lee et al., 2021).

Τέλος, ως προς τη γνωστική διάσταση οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν θετική στάση όταν ανακάλυψαν ότι η προσομοίωση είναι χρήσιμη για να βοηθήσει τους μαθητές να μάθουν έννοιες μέσω της οπτικοποίησης, της μοντελοποίησης ενός σύνθετου φαινομένου και της αυθεντικής μάθησης καθώς επιτρέπει στο χρήστη να συλλέγει πραγματικά δεδομένα. Επιπλέον, η δυνατότητα της προσομοίωσης για την ενεργό συμμετοχή των μαθητών στη μάθηση επηρέαζε θετικά τις στάσεις των εκπαιδευτικών προς την προσομοίωση. Ακόμα, οι εκπαιδευτικοί επισήμαναν ότι η προσομοίωση σε υπολογιστή ταιριάζει στις ανάγκες μαθητών που συνεργάζονται και έχουν υψηλές ικανότητες. Ωστόσο, διατήρησαν μια συγκρατημένη στάση απέναντι στην χρήση προσομοιώσεων για μαθητές με χαμηλότερες ακαδημαϊκές

δεξιότητες. Συνεπώς, διαπιστώθηκε ότι το θέμα της καταλληλότητας των προσομοιώσεων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το επίπεδο των ακαδημαϊκών δεξιοτήτων των μαθητών (Lee et al., 2021).

Τα ευρήματα της έρευνας έδειξαν, επίσης, θετικές στάσεις απέναντι στην προσομοίωση που σχετίζονταν με τις ανάγκες των εκπαιδευτικών για επαγγελματική ανάπτυξη. Τα κίνητρά τους να μάθουν την προσομοίωση οδηγήθηκαν από τις δικές τους επαγγελματικές ανάγκες για επίλυση παιδαγωγικών ζητημάτων καθώς και για να μάθουν περισσότερες παιδαγωγικές πρακτικές. Ένας ακόμα λόγος για τη θετική στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στην προσομοίωση ήταν η χρηστικότητα του εργαλείου, δηλαδή η ευκολία εφαρμογής του. Ορισμένοι εκπαιδευτικοί θεώρησαν την προσομοίωση ως κάτι εύκολο στη λειτουργία ενώ άλλοι ανέφεραν ότι η διεπαφή της δεν ήταν φιλική προς το χρήστη. Η χρηστικότητα της προσομοίωσης φάνηκε να είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας καθορισμού της στάσης τους απέναντι σε αυτή (Lee et al., 2021).

Η έρευνα των Ben Quahi et al. (2022) είχε ως στόχο να διερευνήσει την τρέχουσα κατάσταση της ενσωμάτωσης διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Μαρόκο. Συγκεκριμένα, διερεύνησε τις απόψεις των εκπαιδευτικών για την αποτελεσματικότητα της χρήσης προσομοιώσεων στις Φυσικές Επιστήμες, τους τύπους διδακτικών προσεγγίσεων που χρησιμοποιούν όταν κάνουν χρήση διαδραστικών προσομοιώσεων στις τάξεις τους αλλά και τα κύρια εμπόδια της χρήσης διαδραστικών προσομοιώσεων στη σχολική αίθουσα. Στην έρευνα αυτή έλαβαν μέρος 114 εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών που έκαναν χρήση διαδραστικών προσομοιώσεων στην τάξη τους. Από αυτούς οι τριάντα τέσσερις ήταν γυναίκες και οι ογδόντα άνδρες, με τους μισούς να διαθέτουν λιγότερα από δέκα χρόνια εμπειρίας. Το εργαλείο συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα ερωτηματολόγιο με τριάντα ερωτήσεις.

Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών χρησιμοποιούσαν την ερευνητική προσέγγιση κατά τη χρήση διαδραστικών προσομοιώσεων στην τάξη. Μάλιστα, οι περισσότεροι έκαναν χρήση των διαδραστικών προσομοιώσεων αντί των πρακτικών πειραμάτων που υπήρχαν στο σχολικό βιβλίο, λόγω, όπως ανέφεραν, έλλειψης πειραματικών υλικών ή λόγω των επικίνδυνων χαρακτηριστικών ορισμένων πειραμάτων. Άλλοι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούσαν τις προσομοιώσεις πριν από πρακτικά πειράματα ενώ ορισμένοι εκπαιδευτικοί τα χρησιμοποιούσαν μετά τα πειράματα για να τροποποιήσουν τις συνθήκες στο πείραμα (π.χ. εξάλειψη τριβής, αλλαγή θερμοκρασίας, πίεσης κλπ.). Οι περισσότεροι ερωτηθέντες εκπαιδευτικοί πίστευαν ότι η χρήση τους μπορεί

να παίζει ρόλο στη βελτίωση της ποιότητας της διδασκαλίας και της μάθησης επειδή μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν μεταβαλλόμενα γεγονότα, να μάθουν έννοιες πιο εύκολα χωρίς να βαρεθούν και να βελτιώσουν την κατανόησή τους σχετικά με την πειραματική διαδικασία. Οι εκπαιδευτικοί συμφώνησαν επίσης ότι η χρήση διαδραστικών προσομοιώσεων είναι πολύ αποτελεσματική στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Ben Quahi et al., 2022).

Τέλος, αναγνώρισαν τέσσερις κύριες κατηγορίες εμποδίων για τη χρήση των προσομοιώσεων στην τάξη όπως η έλλειψη τεχνολογικών εργαλείων και τα προβλήματα που σχετίζονται με τις παιδαγωγικές προσεγγίσεις που υιοθετεί το ίδιο εκπαιδευτικό σύστημα, ιδίως ο συνωστισμός των μαθητών στην τάξη που μπορεί να καταστήσει δύσκολη τη χρήση των προσομοιώσεων. Ακόμα, ως εμπόδια αναγνωρίστηκαν η έλλειψη χρόνου για χρήση προσομοιώσεων στην τάξη και ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν περιορισμένη εμπειρία και έλλειψη γνώσης για τα πραγματικά οφέλη των προσομοιώσεων σε εκπαιδευτικές καταστάσεις λόγω έλλειψης ενδοϋπηρεσιακής κατάρτισης (Ben Quahi et al., 2022).

Στην έρευνα των Gül και Kirmizigül (2022) μελετήθηκαν οι απόψεις εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών χωρίς προϋπηρεσία στην Τουρκία σχετικά με τη χρήση του προγράμματος προσομοίωσης Algodoo στο σχεδιασμό δραστηριοτήτων STEM. Στο πλαίσιο της έρευνας, πραγματοποιήθηκε μια παρέμβαση διάρκειας τριών εβδομάδων όπου συμμετείχαν οι εκπαιδευτικοί για να ενημερωθούν για το πρόγραμμα προσομοίωσης Algodoo.

Οι στόχοι της μελέτης ήταν να γίνουν κατανοητές οι εμπειρίες των καθηγητών Φυσικών Επιστημών σχετικά με το πρόγραμμα προσομοίωσης Algodoo, να καθοριστούν οι απόψεις τους σχετικά με αυτό και να αναδειχθούν οι επιρροές του στους καθηγητές. Τα δεδομένα για την έρευνα λήφθηκαν από το σχέδιο δραστηριοτήτων STEM, τη ρουμπρίκα αξιολόγησης σχεδίου δραστηριοτήτων STEM και από ημιδομημένες συνεντεύξεις. Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν αρχικά τριάντα καθηγητές Φυσικών Επιστημών χωρίς προϋπηρεσία που φοιτούσαν σε ένα μεσαίου μεγέθους πανεπιστήμιο στην Τουρκία. Από αυτούς επιλέχθηκαν οι δέκα για συνέντευξη (Gül, & Kirmizigül, 2022).

Σύμφωνα με τα ευρήματα, οι καθηγητές προτιμούσαν να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό Algodoo σε δραστηριότητες STEM κυρίως σε περίπλοκα στάδια και θέματα φυσικής. Αν και αντιμετώπισαν δυσκολίες στη χρήση της προσομοίωσης, αναγνώρισαν τη συμβολή του σε μαθητές, εκπαιδευτικούς και στην εκπαίδευση STEM. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλοι οι συμμετέχοντες σχεδίαζαν να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό προσομοίωσης για να αναπτύξουν δραστηριότητες STEM στα μαθήματά τους στο μέλλον. Οι συμμετέχοντες σχεδίαζαν να

χρησιμοποιήσουν το λογισμικό Algodoo σε δραστηριότητα STEM σε όλα τα στάδια του μοντέλου 5E (επεξεργασία, εξερεύνηση, συμμετοχή, εξήγηση και αξιολόγηση) (Gül, & Kirmizigül, 2022).

Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν, επίσης, ότι οι εκπαιδευτικοί θεωρούσαν ότι χρησιμοποιώντας το Algodoo στο σχεδιασμό δραστηριοτήτων STEM καταφέρνουν να αυξήσουν την επιτυχία, τα κίνητρα και το ενδιαφέρον των μαθητών τους για σταδιοδρομίες στο STEM. Επιπλέον, δήλωσαν ότι μέσω του λογισμικού προσομοίωσης αυξάνεται το ενδιαφέρον για το μάθημα, δημιουργείται θετική στάση απέναντι σ' αυτό ενώ βοηθάει σημαντικά και στον εντοπισμό παρανοήσεων. Δήλωσαν επίσης, ότι ο σχεδιασμός δραστηριοτήτων STEM με χρήση του λογισμικού προσομοίωσης διασφαλίζει την ενεργή συμμετοχή των μαθητών και παρέχει μόνιμη μάθηση. Τέλος, πολλοί καθηγητές ανέφεραν ότι αυτή η διαδικασία τους έκανε χαρούμενους και αύξησε τα κίνητρά τους και αρκετοί ανέφεραν ότι αυτή η διαδικασία συνέβαλε και στην επαγγελματική τους ανάπτυξη (Gül, & Kirmizigül, 2022).

Η έρευνα των Toksoy και Bulut (2022) διερεύνησε απόψεις εκπαιδευτικών Φυσικής και μαθητών σχετικά με τον αν οι προσομοιώσεις με εικόνες από την καθημερινή ζωή ή με πιο αφηρημένες μεταβλητές δίνουν διαφορετικά αποτελέσματα στο να γίνονται πιο κατανοητά, κατάλληλα για το επίπεδο των μαθητών, πιο ωφέλιμα, πιο ενδιαφέροντα και βοηθητικά στη μόνιμη μάθηση τα μαθήματα Φυσικής. Για το λόγο αυτό, επιλέχθηκε να διδαχθεί από το πρόγραμμα σπουδών της Τουρκίας της Α΄ λυκείου η ενότητα «Στερεά Πίεση» και αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο της έρευνας δύο διαφορετικές προσομοιώσεις για να συμβάλλουν στη διδασκαλία του συγκεκριμένου θέματος. Μία προσομοίωση (ανθρώπινη προσομοίωση) που περιείχε απτές μεταβλητές από την καθημερινή ζωή, όπως μέγεθος παπουτσιού, βάρος, ύψος και μία ακόμα προσομοίωση (προσομοίωση του κύβου) που δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας αφηρημένες μεταβλητές όπως εμβαδόν επιφάνειας, υψόμετρο και βαρύτητα.

Κατόπιν, μελετήθηκαν οι απόψεις καθηγητών Φυσικής και μαθητών της Α΄ λυκείου μέσω δύο ξεχωριστών διαδικτυακών ερωτηματολογίων με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν τέσσερις καθηγητές φυσικής και τριάντα επτά μαθητές. Από τους καθηγητές δύο ήταν γυναίκες και δύο άνδρες με τους μισούς από αυτούς να έχουν διδακτική εμπειρία πάνω από 10 χρόνια. Από τους καθηγητές οι δύο χρησιμοποιούσαν διαδραστικές προσομοιώσεις στη διδασκαλία τους και οι άλλοι δύο δεν χρησιμοποιούσαν (Toksoy & Bulut, 2022).

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι παράγοντες που επηρέαζαν τις προτιμήσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση προσομοιώσεων στη διδασκαλία ήταν η εξασφάλιση της μάθησης για τους μαθητές καθώς και η συσχέτιση των προσομοιώσεων με την καθημερινή ζωή. Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί Φυσικής στήριζαν τις προτιμήσεις τους για τις προσομοιώσεις και σε άλλους παράγοντες όπως στο ότι ήταν τρισδιάστατες βοηθώντας με αυτόν τον τρόπο στην κατανόηση του φαινομένου που μελετάται και στο ότι προσέφεραν παραδείγματα από την καθημερινή ζωή. (Toksoy & Bulut, 2022).

Ωστόσο, οι απόψεις τους για την καταλληλότητα της προσομοίωσης διέφεραν ανάλογα με τον σκοπό που ήθελαν να εξυπηρετήσουν στη διδασκαλία. Διαπιστώθηκε, λοιπόν, ότι οι εκπαιδευτικοί μπορούν να επωφεληθούν από μία προσομοίωση σε διαφορετικά στάδια της διδακτικής διαδικασίας και για διαφορετικούς σκοπούς. Οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούσαν προσομοιώσεις όχι μόνο για διδασκαλία του περιεχομένου στους μαθητές αλλά και για παροχή κινήτρων και πρόκληση ενεργούς συμμετοχής στους μαθητές (Toksoy & Bulut, 2022).

Η παραπάνω ενότητα εξέτασε την υπάρχουσα βιβλιογραφία σχετικά με τις απόψεις των εκπαιδευτικών για τη χρήση διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και ειδικότερα εστιάστηκε στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης τους, στους παιδαγωγικούς στόχους και τις εκπαιδευτικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί με τις προσομοιώσεις, στα κριτήρια επιλογής τους, στις προσθέσεις τους να τις χρησιμοποιήσουν μελλοντικά στη διδασκαλία τους καθώς επίσης και στις δυσκολίες/εμπόδια που αντιμετώπιζαν.

3.4 Συζήτηση - Πρωτοτυπία εργασίας

Ενώ υπάρχει πληθώρα ερευνών σχετικά με τις απόψεις των εκπαιδευτικών που αφορούν στη χρήση των Νέων Τεχνολογιών στη διδασκαλία (Ventouris, Panourgia & Hodge, 2021), εντούτοις είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που μελετά τις απόψεις τους σε πιο ειδικά θέματα όπως τα οπτικά μοντέλα και οι διαδραστικές προσομοιώσεις (Gilbert & Eilam, 2014). Όπως αναφέρουν οι Yoon et al. (2017), στον τομέα της εκπαίδευσης των Φυσικών Επιστημών είναι ιδιαίτερα περιορισμένες οι έρευνες που εξετάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν τα οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία, τι είδους οπτικά μοντέλα χρησιμοποιούν αλλά και τους λόγους για τους οποίους αποφασίζουν να τα χρησιμοποιήσουν. Το μεγαλύτερο μέρος της έρευνας που έχει πραγματοποιηθεί έχει επικεντρωθεί στην κατανόηση του αντίκτυπου που έχουν τα οπτικά μοντέλα των σχολικών εγχειριδίων και το υλικό πολυμέσων στους μαθητές και τη μάθησή τους, αλλά πολύ λίγες μελέτες έχουν

επικεντρωθεί στη χρήση αυτών των μοντέλων από τους εκπαιδευτικούς στην τάξη (Cook, 2011). Επίσης, μελέτες που διερεύνησαν τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τις προσομοιώσεις σε υπολογιστή είναι ιδιαίτερα περιορισμένες (Lee et al., 2021). Αναδύεται, λοιπόν, η ανάγκη πραγματοποίησης μιας έρευνας που θα εστιάζεται στις απόψεις εκπαιδευτικών που αφορούν τη χρήση οπτικών μοντέλων και διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Επιπλέον, από τη μελέτη της υπάρχουσας συναφούς βιβλιογραφίας σχετικά με τις απόψεις των εκπαιδευτικών για τη χρήση οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών προκύπτει ότι η πλειοψηφία των ερευνών εστιάζει στη μελέτη απόψεων εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (ενδεικτικά: Colin et al., 2002; Cook, 2011; Ozcelik & McDonald, 2013; Liu et al., 2014; Yoon et al., 2017). Είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που αφορά τις απόψεις εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (ενδεικτικά: Coleman et al., 2011; Yoon & Park., 2018; Lee & Jones, 2018) για το συγκεκριμένο ζήτημα.

Ακόμα, από την ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας σχετικά με τις απόψεις που αφορούν τη χρήση διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών προκύπτει ότι οι περισσότερες μελετούν τις απόψεις εκπαιδευτικών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ή εκπαιδευτικών χωρίς προϋπηρεσία (ενδεικτικά: Ben Quahi et al., 2022; Bo et al., 2018; Gül & Kirmizigül, 2022; Kriek & Stols, 2010; Lee et al., 2021; Lehtinen et al., 2016; Perkins et al., 2015; Phouthavong & Srisawasdi, 2016; Price et al., 2018; Stinken-Rösner, 2020; Toksoy & Bulut, 2022; Zacharia, 2003) και όχι πρωτοβάθμιας. Επιπρόσθετα, οι περισσότερες έρευνες που αφορούν τις απόψεις εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση διαδραστικών προσομοιώσεων διαθέτουν περιορισμένο δείγμα (ενδεικτικά: Bo et al., 2018; Gül, & Kirmizigül, 2022; Kriek & Stols, 2010; Lee et al., 2021; Phouthavong & Srisawasdi, 2016; Toksoy & Bulut, 2022; Uluay, 2021; Zacharia, 2003).

Συνεπώς, δεν έχουν διερευνηθεί συστηματικά οι απόψεις εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναφορικά με το αν χρησιμοποιούν και πόσο συχνά οπτικά μοντέλα και προσομοιώσεις, τους λόγους που αναζητούν τα οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις, τις πηγές που αναζητούν τα οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις, τα κριτήρια με τα οποία επιλέγουν τα οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις και το πως εντάσσουν τα οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις στα σχέδια διδασκαλίας τους και πως τα χρησιμοποιούν στη διδασκαλία. Το παραπάνω ερευνητικό κενό επιδιώκει να καλύψει η παρούσα εργασία.

Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται, λοιπόν, στο ότι εστιάζεται στη διερεύνηση των απόψεων εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την αναζήτηση, επιλογή και χρήση οπτικών μοντέλων και διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, ζητήματα για τα οποία δεν υπάρχουν επαρκή εμπειρικά δεδομένα.

3.5 Ανακεφαλαίωση

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε η βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών που ήταν συναφείς με την παρούσα εργασία. Αν και υπάρχει πληθώρα ερευνών που αφορά τη χρήση οπτικών μοντέλων και διαδραστικών προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, εντούτοις οι έρευνες που αφορούν τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση των παραπάνω παιδαγωγικών εργαλείων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι ιδιαίτερα περιορισμένες και ιδιαίτερα σε επίπεδο πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Συνεπώς, προκύπτει η ανάγκη πραγματοποίησης μιας τέτοιας έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην εργασία. Ειδικότερα, παρουσιάζεται ο σκοπός της παρούσας εργασίας και τα ερευνητικά ερωτήματα (βλ. ενότητα 4.2), η ερευνητική διαδικασία (βλ. ενότητα 4.3), το εργαλείο συλλογής δεδομένων (βλ. ενότητα 4.4) και η συλλογή δεδομένων (βλ. ενότητα 4.5).

4.2 Σκοπός έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει τις απόψεις των εκπαιδευτικών γενικής αγωγής της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναφορικά με τη χρήση οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Πιο συγκεκριμένα, τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας έρευνας είναι τα ακόλουθα:

Ερευνητικό ερώτημα 1: Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου αναφορικά με το πόσο συχνά χρησιμοποιούν τα είδη των οπτικών μοντέλων κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών;

Ερευνητικό ερώτημα 2: Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου αναφορικά με τους λόγους που επιλέγουν τα είδη των οπτικών μοντέλων για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών;

Ερευνητικό ερώτημα 3: Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου αναφορικά με το που αναζητούν τα οπτικά μοντέλα που χρησιμοποιούν κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών;

Ερευνητικό ερώτημα 4: Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου αναφορικά με το πως χρησιμοποιούν τα οπτικά μοντέλα κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και αν αυτές διαφοροποιούνται με βάση το αν χρησιμοποιούν «φυσικά» οπτικά μοντέλα ή προσομοιώσεις;

4.3 Ερευνητική διαδικασία

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, η παρούσα εργασία έχει στόχο να διερευνήσει τις απόψεις εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναφορικά με τη χρήση οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Ειδικότερα, επιδιώκει να διερευνήσει αν οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης κάνουν χρήση των παραπάνω παιδαγωγικών εργαλείων, με ποια συχνότητα, τους λόγους που τα αναζητούν, τις

πηγές από τις οποίες τα εντοπίζουν, τα κριτήρια επιλογής τους, τον τρόπο ένταξής τους στα σχέδια διδασκαλίας καθώς και τον τρόπο χρήσης τους στη διδασκαλία.

Η έρευνα αυτή εντάσσεται στην κατηγορία των ποσοτικών ερευνών. Διεξήχθη κατά το σχολικό έτος 2022-2023 και πραγματοποιήθηκε σε τρία στάδια.

Το πρώτο στάδιο περιελάμβανε τη συγκρότηση του εργαλείου συλλογής των δεδομένων (ερωτηματολόγιο), όπου σχεδιάστηκαν οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου για να διερευνήσουν τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση των οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, τη συχνότητα χρήσης τους, τους λόγους που τα αναζητούν, τις πηγές από τις οποίες τα εντοπίζουν, τα κριτήρια επιλογής τους, τον τρόπο ένταξής τους στα σχέδια διδασκαλίας καθώς και τον τρόπο χρήσης τους στη διδασκαλία. Οι ερωτήσεις σχεδιάστηκαν με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να διασφαλιστεί ότι εκπληρώνουν τους σκοπούς και τους στόχους της έρευνας, (Cohen, Manion & Morrison, 2007; Lavrakas, 2008) να συνδέονται άμεσα με τα ερευνητικά ερωτήματα και να απαντούν σε αυτά. (Robson & McCartan, 2016; Ηλιοπούλου, 2016).

Το δεύτερο στάδιο περιελάμβανε τη χορήγηση και συμπλήρωση του ερωτηματολογίου ηλεκτρονικά σε εν ενεργεία εκπαιδευτικούς γενικής αγωγής της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Στο τρίτο στάδιο, κατόπιν ολοκλήρωσης της διαδικασίας συλλογής των δεδομένων μέσω του ερωτηματολογίου, διεξήχθη η ανάλυση των δεδομένων και εξήχθησαν τα αποτελέσματα της έρευνας.

4.4 Δείγμα

Το δείγμα του ερωτηματολογίου αποτελούσαν 255 εκπαιδευτικοί γενικής αγωγής πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που υπηρετούσαν σε σχολεία της Ελλάδας κατά το σχολικό έτος 2022-2023. Από αυτούς οι 192 ήταν γυναίκες και οι 63 άνδρες. Όσον αφορά στη διδακτική εμπειρία των ερωτηθέντων, οι 113 διέθεταν διδακτική εμπειρία πάνω από 20 έτη, οι 42 από 16-20 έτη, οι 35 από 11-15 έτη, οι 22 από 6-10 έτη, οι 38 από 1-5 έτη και 5 διέθεταν εμπειρία μικρότερη του 1 έτους.

4.5 Εργαλείο συλλογής δεδομένων

4.5.1 Η επιλογή του ερωτηματολογίου

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο σε ηλεκτρονική μορφή, που συμπληρώθηκε από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς γενικής αγωγής της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Το ερωτηματολόγιο αποτελεί ένα από τα κύρια εργαλεία συλλογής δεδομένων σε μια ποσοτική έρευνα (Dawson,2009; Lavrakas,2008) και περιλαμβάνει ένα σύνολο από δομημένες, τυποποιημένες ερωτήσεις που παρουσιάζονται με προκαθορισμένη σειρά στις οποίες ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει γραπτά (Creswell, 2012; Λαγουμιντζής, Βλαχόπουλος & Κουτσογιάννης, 2016; Lavrakas, 2008). Μπορεί να έχει έντυπη και ηλεκτρονική μορφή (Creswell, 2012). Με το ηλεκτρονικό/ψηφιακό ερωτηματολόγιο η πραγματοποίηση της έρευνας γίνεται μέσω διαδικτύου και συγκεκριμένα με τη χρήση μιας εξειδικευμένης διαδικτυακής πλατφόρμας (Nicoilaou, 2022).

Η χρήση ενός ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου αίρει τους περιορισμούς που σχετίζονται με την απόσταση της κατοικίας ή εργασίας των ερωτώμενων και παρέχει τη δυνατότητα να συλλεχθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα ένας εκτεταμένος όγκος δεδομένων αλλά και να συμμετέχει ένας επαρκής αριθμός ερωτώμενων (Creswell, 2012; Κασκάλης, Μαλέσκος & Ευαγγελίδης, 2004; Lavrakas, 2008; Robson & McCartan, 2016). Επιπλέον, μπορεί να αξιοποιηθεί για να παρέχει μια άμεση προσέγγιση για τη μελέτη απόψεων, στάσεων, αξιών, πεποιθήσεων και κινήτρων των ερωτώμενων (Robson & McCartan, 2016). Ακόμα, το ερωτηματολόγιο μπορεί να χορηγηθεί χωρίς να απαιτείται η παρουσία του ερευνητή και παρέχει εξοικονόμηση χρόνου και ευκολία στην ανάλυση των δεδομένων (Cohen et al., 2007). Για τους παραπάνω λόγους και λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες της παρούσας εργασίας επιλέχθηκε το ερωτηματολόγιο ως μέσο συλλογής δεδομένων.

4.5.2 Συγκρότηση του ερωτηματολογίου

Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου ήταν κλειστού τύπου, κυρίως πολλαπλής επιλογής με δυνατότητα μίας απάντησης και πολλαπλής επιλογής που επέτρεπαν την επιλογή περισσότερων από μία απαντήσεων όπως επίσης και ερωτήσεις διαβαθμισμένης κλίμακας.

Το ερωτηματολόγιο που δημιουργήθηκε (βλ. Παράρτημα) αποτελούνταν από δύο μέρη και περιελάμβανε συνολικά από 10 ερωτήσεις. Το πρώτο μέρος περιελάμβανε δύο ερωτήσεις που ζητούσαν πληροφορίες που αφορούσαν το φύλο των εκπαιδευτικών (ερώτηση 1) και τα χρόνια διδακτικής τους εμπειρίας (ερώτηση 2).

Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου περιελάμβανε έξι ερωτήσεις που διερευνούσαν τις απόψεις των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας σχετικά με το αν χρησιμοποιούν οπτικά μοντέλα και προσομοιώσεις στη διδασκαλία τους, πόσο συχνά, τους λόγους για τους οποίους τα επιλέγουν και σε ποιες πηγές τα αναζητούν και με ποιο τρόπο τα χρησιμοποιούν στη διδασκαλία τους. Οι ερωτήσεις αυτές δημιουργήθηκαν για τις ανάγκες της έρευνας

βασιζόμενες στα ερευνητικά ερωτήματα (βλ. πίνακα 4.1) αλλά και τη σχετική βιβλιογραφία που αφορά στη χρήση οπτικών μοντέλων από τους εκπαιδευτικούς κατά τη διδασκαλία.

Πίνακας 4.1: Τα ζητήματα προς διερεύνηση και οι αντίστοιχες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

ΖΗΤΗΜΑΤΑ	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ
Πόσο συχνά χρησιμοποιούνται τα οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	1
Λόγοι επιλογής των ειδών των οπτικών μοντέλων για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	2
Πηγές εύρεσης των οπτικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	3,4
Τρόποι χρήσης των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και αν αυτοί διαφοροποιούνται με βάση το αν χρησιμοποιούν «φυσικά» οπτικά μοντέλα ή προσομοιώσεις	5,6

Οι ερωτήσεις αφορούν βασικές κατηγορίες οπτικών μοντέλων όπως αντικείμενα του φυσικού κόσμου, εικόνες/φωτογραφίες, διαγράμματα/γραφήματα, χάρτες, πίνακες, σκίτσα και προσομοιώσεις. Το ερωτηματολόγιο που συγκροτήθηκε δόθηκε αρχικά σε 5 εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (πιλοτική έρευνα). Πραγματοποιήθηκε συζήτηση με τους εκπαιδευτικούς και επισημάνθηκαν οι παρατηρήσεις τους σχετικά με το ερωτηματολόγιο. Επίσης, το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε έναν ερευνητή της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών ώστε να διερευνηθεί η επάρκεια και η καταλληλότητά του. Λαμβάνοντας υπόψη τις παρατηρήσεις των εκπαιδευτικών και του ερευνητή, πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες αλλαγές και συγκροτήθηκε η τελική μορφή του ερωτηματολογίου.

4.5.3 Παρουσίαση του ερωτηματολογίου

Όπως αναφέρθηκε, το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου περιελάμβανε δύο ερωτήσεις που ζητούσαν πληροφορίες που αφορούσαν το φύλο των εκπαιδευτικών (ερώτηση 1) και τα χρόνια διδακτικής τους εμπειρίας (ερώτηση 2).

Η ερώτηση 1 διερευνούσε τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με το πόσο συχνά χρησιμοποιούν οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία τους. Οι εκπαιδευτικοί είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν ανάμεσα σε έξι επιλογές (σχεδόν σε κάθε μάθημα, δύο φορές την εβδομάδα, μία

φορά την εβδομάδα, δύο ή τρεις φορές το μήνα, λιγότερο από δύο ή τρεις φορές το χρόνο, ποτέ) για καθεμία από τις κατηγορίες οπτικών μοντέλων που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Η ερώτηση 2 διερευνούσε τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τους λόγους που επιλέγουν τα οπτικά μοντέλα που θα χρησιμοποιήσουν στη διδασκαλία τους. Οι εκπαιδευτικοί είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν ανάμεσα σε 4 επιλογές (διακρίνονται για τα χρώματα, την ωραία εμφάνιση και την ελκυστικότητα τους, βοηθούν στην κατανόηση, σχετίζονται με την καθημερινή ζωή, αναπαριστούν επαρκώς τις διαδικασίες ή τα στοιχεία ενός συστήματος) όπως επίσης και την επιλογή «Τι άλλο;» όπου μπορούσαν να συμπληρώσουν κάποιο άλλο κριτήριο που χρησιμοποιούσαν πέρα των προκαθορισμένων.

Η ερώτηση 3 διερευνούσε τις απόψεις των εκπαιδευτικών γενικής αγωγής της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τις πηγές από τις οποίες αναζητούν τα «φυσικά» οπτικά μοντέλα (εκτός τις προσομοιώσεις) για να τα αξιοποιήσουν μετέπειτα στη διδασκαλία τους. Οι εκπαιδευτικοί είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν μία ή και περισσότερες πηγές ανάμεσα σε 5 επιλογές (δημιουργήθηκαν από εμένα, από σχολικά εγχειρίδια ή το βιβλίο του δασκάλου, από συναδέλφους εκπαιδευτικούς, από τον συντονιστή εκπαιδευτικού έργου, από το διαδίκτυο) όπως επίσης και την επιλογή «Άλλο;» όπου μπορούσαν να συμπληρώσουν κάποια άλλη πηγή που χρησιμοποιούσαν πέρα των προκαθορισμένων.

Η ερώτηση 4 διερευνούσε τις απόψεις των εκπαιδευτικών γενικής αγωγής της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τις πηγές από τις οποίες αναζητούν τις προσομοιώσεις για να τις αξιοποιήσουν μετέπειτα στη διδασκαλία τους. Οι εκπαιδευτικοί είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν μία ή και περισσότερες πηγές ανάμεσα σε 5 επιλογές (δημιουργήθηκαν από εμένα, από σχολικά εγχειρίδια ή το βιβλίο του δασκάλου, από συναδέλφους εκπαιδευτικούς, από τον Συντονιστή εκπαιδευτικού έργου, από το διαδίκτυο) όπως επίσης και την επιλογή «Άλλο;» όπου μπορούσαν να συμπληρώσουν κάποια άλλη πηγή που χρησιμοποιούσαν πέρα των προκαθορισμένων.

Η ερώτηση 5 διερευνούσε τις απόψεις των εκπαιδευτικών γενικής αγωγής της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τον τρόπο που αξιοποιούσαν τα «φυσικά» οπτικά μοντέλα (εκτός τις προσομοιώσεις) στη διδασκαλία τους κατά το τρέχον σχολικό έτος. Οι εκπαιδευτικοί είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν ανάμεσα σε τέσσερις επιλογές (Παρουσίασα και εξήγησα τη σχολική γνώση στους μαθητές με οπτικά μοντέλα. Οι μαθητές μου παρακολούθουσαν., Παρουσίασα και εξήγησα τη σχολική γνώση στους μαθητές με οπτικά μοντέλα. Οι μαθητές μου συμμετείχαν ενεργά στις δραστηριότητες που τους πρότεινα., Οι μαθητές μου ερεύνησαν ενεργά μέσω

οπτικών μοντέλων ένα φαινόμενο. Παρείχα διακριτική καθοδήγηση στους μαθητές., Οι μαθητές μου ερεύνησαν μέσω οπτικών μοντέλων ένα φαινόμενο ή έννοια ή ιδέες της επιλογής τους. Διευκόλυνα τις διαδικασίες χωρίς να τις καθορίζω.).

Η ερώτηση 6 διερευνούσε τις απόψεις των εκπαιδευτικών γενικής αγωγής της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τον τρόπο που αξιοποιούσαν τις προσομοιώσεις στη διδασκαλία τους κατά το τρέχον σχολικό έτος και να εξεταστεί αν αυτοί διαφοροποιούνται με βάση το αν χρησιμοποιούν «φυσικά» οπτικά μοντέλα ή προσομοιώσεις. Οι εκπαιδευτικοί είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν ανάμεσα σε τέσσερις επιλογές (Παρουσίασα και εξήγησα τη σχολική γνώση στους μαθητές με προσομοιώσεις. Οι μαθητές μου παρακολουθούσαν., Παρουσίασα και εξήγησα τη σχολική γνώση στους μαθητές με προσομοιώσεις. Οι μαθητές μου συμμετείχαν ενεργά στις δραστηριότητες που τους πρότεινα., Οι μαθητές μου ερεύνησαν ενεργά μέσω προσομοιώσεων ένα φαινόμενο. Παρείχα διακριτική καθοδήγηση στους μαθητές., Οι μαθητές μου ερεύνησαν μέσω προσομοιώσεων ένα φαινόμενο ή έννοια ή ιδέες της επιλογής τους. Διευκόλυνα τις διαδικασίες χωρίς να τις καθορίζω).

4.6 Συλλογή δεδομένων

Το ερωτηματολόγιο διαμορφώθηκε σε ηλεκτρονική μορφή και απεστάλη μέσω των διευθύνσεων των σχολείων της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης της χώρας στους εκπαιδευτικούς. Τα δεδομένα της έρευνας απετέλεσαν οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου. Στο ερωτηματολόγιο απάντησαν 255 εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (δημοτικού σχολείου) που υπηρετούσαν σε σχολεία της Ελλάδας.

4.7 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε η μεθοδολογία της παρούσας έρευνας. Συγκεκριμένα, παρουσιάστηκε ο σκοπός της έρευνας και τα ερευνητικά ερωτήματα, η ερευνητική διαδικασία, το δείγμα της έρευνας, το εργαλείο συλλογής δεδομένων καθώς και η διαδικασία συλλογής δεδομένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Ανάλυση δεδομένων

5.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό εστιάζεται στην ανάλυση των δεδομένων της έρευνας. Πιο συγκεκριμένα, στην ενότητα 5.2 περιγράφεται η διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων ανά ερευνητικό ερώτημα.

5.2 Διαδικασία ανάλυσης δεδομένων

Η επεξεργασία των δεδομένων της παρούσας εργασίας έγινε με στατιστική ανάλυση, χρησιμοποιώντας το στατιστικό πρόγραμμα SPSS και πραγματοποιώντας περιγραφική και επαγωγική ανάλυση των δεδομένων.

Στην περιγραφική ανάλυση παρουσιάζονται οι πίνακες και τα σχήματα (γραφήματα) που περιλαμβάνουν τις συχνότητες και τις ειδικές συχνότητες (ποσοστά) των απαντήσεων των εκπαιδευτικών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Στην επαγωγική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρικό στατιστικό κριτήριο καθώς τα δεδομένα ήταν κατηγορικής μορφής. Πιο συγκεκριμένα, έγινε χρήση του μη παραμετρικού στατιστικού κριτηρίου normal chi square για να διερευνηθεί αν υπάρχει διαφοροποίηση ανάμεσα στις απόψεις των εκπαιδευτικών για τον τρόπο χρήσης των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία και στις απόψεις των εκπαιδευτικών για τα είδη των οπτικών μοντέλων που αξιοποιούνται σε αυτήν.

Στον Πίνακα 5.1, παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την ανάλυση των δεδομένων ανά ερευνητικό ερώτημα και οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Πίνακας 5.1: Περιγραφή διαδικασίας ανάλυσης δεδομένων ανά ερευνητικό ερώτημα και ερώτηση ερωτηματολογίου.

Ερευνητικό ερώτημα	Ερώτηση ερωτηματολογίου	Ανάλυση δεδομένων
Ερευνητικό ερώτημα 1: Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου αναφορικά με το πόσο συχνά χρησιμοποιούν τα είδη των οπτικών μοντέλων κατά τη	Ερώτηση 1	Υπολογισμός συχνοτήτων και ποσοστών των απαντήσεων των εκπαιδευτικών αναφορικά με το πόσο συχνά χρησιμοποιούν τα είδη των οπτικών μοντέλων κατά τη διδασκαλία.

<p>διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών;</p>		<p>Παρουσίαση πίνακα και σχήματος (γραφήματος) που περιλαμβάνει τις συχνότητες και τα ποσοστά των απαντήσεων των εκπαιδευτικών.</p>
<p>Ερευνητικό ερώτημα 2: Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου αναφορικά με τους λόγους που επιλέγουν τα είδη των οπτικών μοντέλων για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών;</p>	<p>Ερώτηση 2</p>	<p>Υπολογισμός συχνοτήτων και ποσοστών των απαντήσεων των εκπαιδευτικών αναφορικά με τους λόγους που επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν τα είδη των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των ΦΕ. Παρουσίαση πίνακα και σχήματος (γραφήματος) που περιλαμβάνει τις συχνότητες και τα ποσοστά των απαντήσεων των εκπαιδευτικών.</p>
<p>Ερευνητικό ερώτημα 3: Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου αναφορικά με το που αναζητούν τα οπτικά μοντέλα που χρησιμοποιούν κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών;</p>	<p>Ερωτήσεις 3,4</p>	<p>Υπολογισμός συχνοτήτων και ποσοστών των απαντήσεων των εκπαιδευτικών αναφορικά με τις πηγές αναζήτησης και εύρεσης των οπτικών μοντέλων. Παρουσίαση πίνακα και σχήματος (γραφήματος) που περιλαμβάνει τις συχνότητες και τα ποσοστά των απαντήσεων των εκπαιδευτικών.</p>

<p>Ερευνητικό ερώτημα 4: Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου αναφορικά με το πως χρησιμοποιούν τα οπτικά μοντέλα κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και αν αυτές διαφοροποιούνται με βάση το αν χρησιμοποιούν «φυσικά» οπτικά μοντέλα ή προσομοιώσεις;</p>	<p>Ερωτήσεις 5,6</p>	<p>Υπολογισμός συχνοτήτων και ποσοστών των απαντήσεων των εκπαιδευτικών αναφορικά με τους τρόπους χρήσης των «φυσικών» οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των ΦΕ. Παρουσίαση πίνακα και σχήματος (γραφήματος) που περιλαμβάνει τις συχνότητες και τις ειδικές συχνότητες (ποσοστά) των απαντήσεων των εκπαιδευτικών.</p> <p>Χρήση του στατιστικού κριτηρίου chi square για να διερευνηθεί αν υπάρχει διαφοροποίηση ανάμεσα στις απόψεις των εκπαιδευτικών για τον τρόπο χρήσης των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία και στις απόψεις των εκπαιδευτικών για τα είδη των οπτικών μοντέλων που αξιοποιούνται σε αυτήν.</p>
--	----------------------	---

5.3 Ανακεφαλαίωση

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε ο τρόπος ανάλυσης των δεδομένων της έρευνας για κάθε ζήτημα που εξετάστηκε στην παρούσα εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων οργανώνεται τέσσερις ενότητες που αντιστοιχούν και στους στόχους της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται οι απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου αναφορικά με το πόσο συχνά χρησιμοποιούν τα είδη οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία τους (βλ. ενότητα 6.2). Στη δεύτερη ενότητα παρουσιάζονται οι απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου σχετικά με τους λόγους που επιλέγουν οπτικά μοντέλα για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 6.3). Στην τρίτη ενότητα παρουσιάζονται οι απόψεις των εκπαιδευτικών δημοτικού σχολείου αναφορικά με το πού αναζητούν τα οπτικά μοντέλα που χρησιμοποιούν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 6.4) και στην τέταρτη ενότητα παρουσιάζονται οι απόψεις των εκπαιδευτικών δημοτικού σχολείου αναφορικά με το πώς χρησιμοποιούν τα οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και αν αυτές διαφοροποιούνται με βάση το αν χρησιμοποιούν «φυσικά» οπτικά μοντέλα ή προσομοιώσεις (βλ. ενότητα 6.5).

6.2 Απόψεις εκπαιδευτικών σχετικά με το πόσο συχνά χρησιμοποιούν τα είδη των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Στον Πίνακα 6.2 και στο Σχήμα 6.2 παρουσιάζονται τα ποσοστά που αναφέρονται στις απόψεις των εκπαιδευτικών δημοτικού σχολείου αναφορικά με το πόσο συχνά χρησιμοποιούν τα είδη οπτικών μοντέλων για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Σχετικά με το πόσο συχνά οι εκπαιδευτικοί του δημοτικού σχολείου χρησιμοποιούν αντικείμενα του φυσικού κόσμου στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, προέκυψε ότι το 34,1% δηλώνει ότι κάνει χρήση σχεδόν σε κάθε μάθημα και το 24,3% δύο φορές την εβδομάδα ενώ μόλις το 18% δηλώνει ότι τα χρησιμοποιεί δύο ή τρεις φορές το μήνα, το 16,9% μία φορά το μήνα και λιγότερο από δύο ή τρεις φορές το χρόνο το 5,1%. Τέλος, το 1,6% δηλώνει ότι δεν κάνει καθόλου χρήση τους (ποτέ).

Όσον αφορά στις εικόνες/φωτογραφίες η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών (69%) δηλώνει ότι τις χρησιμοποιεί σχεδόν σε κάθε μάθημα και το 16,5% δύο φορές την εβδομάδα ενώ μόλις το 7,5% δηλώνει ότι τις χρησιμοποιεί μία φορά την εβδομάδα, το 4,7% δύο ή τρεις φορές το μήνα, το 2% λιγότερο από δύο ή τρεις φορές το χρόνο και το 0,4% ότι δεν κάνει καθόλου χρήση τους (ποτέ).

Αναφορικά με τα διαγράμματα και τα γραφήματα το 25,5% δηλώνει ότι τα χρησιμοποιεί μόνο δύο ή τρεις φορές το μήνα και το 24,3% λιγότερο από δύο ή τρεις φορές το χρόνο. Μόλις το 17,6% δηλώνει ότι κάνει χρήση τους μία φορά την εβδομάδα και το 13,7% δύο φορές την εβδομάδα. Τέλος, το 9,4% των εκπαιδευτικών δηλώνει ότι τα χρησιμοποιεί σχεδόν σε κάθε μάθημα ενώ αντίστοιχο είναι το ποσοστό που δηλώνει ότι δεν τα χρησιμοποιεί ποτέ (9,4%).

Σε ότι αφορά το πόσο συχνά χρησιμοποιούν χάρτες, το 31% των εκπαιδευτικών δημοτικού σχολείου δηλώνει ότι κάνει χρήση τους σχεδόν σε κάθε μάθημα και το 21,6% δύο φορές την εβδομάδα. Το 16,9% δηλώνει ότι τους χρησιμοποιεί μία φορά την εβδομάδα και το 16,1% δύο ή τρεις φορές το μήνα. Μόλις το 10,6% των εκπαιδευτικών δηλώνει ότι τους χρησιμοποιεί μόνο δύο ή τρεις φορές το χρόνο και το 3,9% ότι δεν τους χρησιμοποιεί ποτέ.

Όσον αφορά στους πίνακες, το 24,7% δηλώνει ότι κάνει χρήση σχεδόν σε κάθε μάθημα και το 24,3% δύο φορές την εβδομάδα. Το 17,3% δηλώνει ότι τους χρησιμοποιεί μία φορά την εβδομάδα και το 17,6% δύο ή τρεις φορές το μήνα. Το 12,9% κάνει χρήση των πινάκων λιγότερο από δύο ή τρεις φορές το χρόνο ενώ το 3,1% δεν τους χρησιμοποιεί καθόλου.

Όσον αφορά στα σκίτσα, το 25,5% δηλώνει ότι τα χρησιμοποιεί σχεδόν σε κάθε μάθημα και το 21,2% δύο φορές την εβδομάδα ενώ το 18,4% δηλώνει ότι τα χρησιμοποιεί μία φορά την εβδομάδα και σχεδόν αντίστοιχο ποσοστό (18%) δύο ή τρεις φορές το μήνα. Λιγότερο από δύο ή τρεις φορές το χρόνο δηλώνει ότι τα χρησιμοποιεί το 11,4% των εκπαιδευτικών ενώ το 5,5% ότι δεν τα χρησιμοποιεί ποτέ.

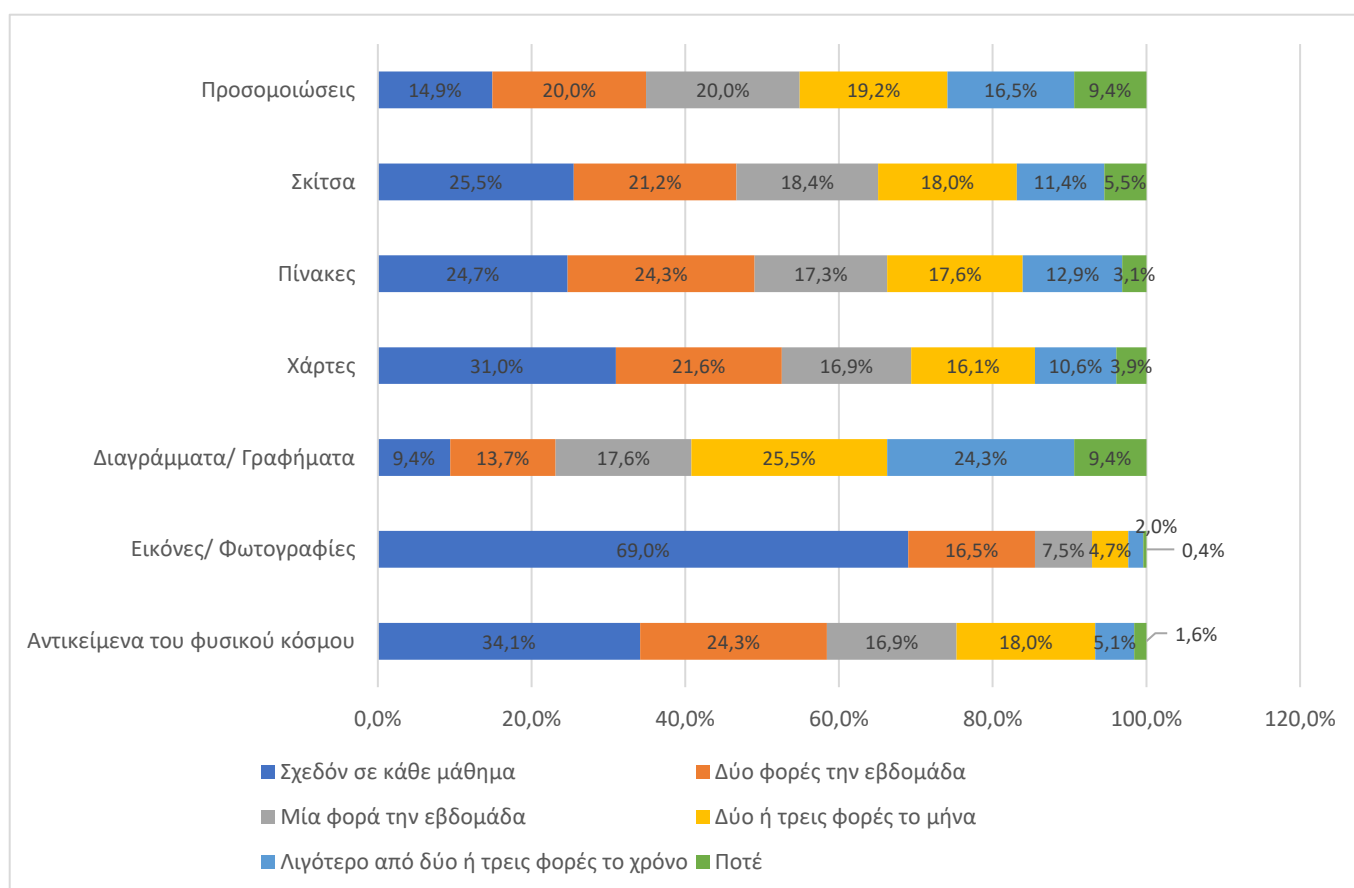
Τέλος, σχετικά με τις προσομοιώσεις μόλις το 20% δηλώνει ότι τις χρησιμοποιεί δύο φορές την εβδομάδα ή 1 φορά την εβδομάδα ενώ σχεδόν αντίστοιχο ποσοστό (19,2%) δύο ή τρεις φορές το μήνα. Το 16,5% δηλώνει ότι τις χρησιμοποιεί λιγότερο από δύο ή τρεις φορές το χρόνο και το 9,4% ότι δεν κάνει καθόλου χρήση τους (ποτέ). Είναι περιορισμένος ο αριθμός των εκπαιδευτικών (14,9%) που δηλώνει ότι τις χρησιμοποιεί σε σχεδόν σε κάθε μάθημα.

Πίνακας 6.2: Συχνότητες και ποσοστά που σχετίζονται με τις απόψεις του συνόλου των εκπαιδευτικών αναφορικά με τη συχνότητα χρήσης των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Είδη οπτικών μοντέλων	Συχνότητα χρήσης οπτικών μοντέλων					
	Σχεδόν σε κάθε μάθημα	Δύο φορές την εβδομάδα	Μία φορά την εβδομάδα	Δύο ή τρεις φορές το μήνα	Λιγότερο από δύο ή τρεις φορές το χρόνο	Ποτέ
	f (f%)	f (f%)	f (f%)	f (f%)	f (f%)	f (f%)

Αντικείμενα του φυσικού κόσμου	87 (34,1)	62 (24,3)	43 (16,9)	46 (18,0)	13 (5,1)	4 (1,6)
Φωτογραφίες/ Εικόνες	176 (69,0)	42 (16,5)	19 (7,5)	12 (4,7)	5 (2,0)	1 (0,4)
Διαγράμματα/ Γραφήματα	24 (9,4)	35 (13,7)	45 (17,6)	65 (25,5)	62 (24,3)	24 (9,4)
Χάρτες	79 (31,0)	55 (21,6)	43 (16,9)	41 (16,1)	27 (10,6)	10 (3,9)
Πίνακες	63 (24,7)	62 (24,3)	44 (17,3)	45 (17,6)	33 (12,9)	8 (3,1)
Σκίτσα	65 (25,5)	54 (21,2)	47 (18,4)	46 (18,0)	29 (11,4)	14 (5,5)
Προσομοιώσεις	38 (14,9)	51 (20,0)	51 (20,0)	49 (19,2)	42 (16,5)	24 (9,4)

Σχήμα 6.2: Ποσοστά εκπαιδευτικών ανά οπτικό μοντέλο σε σχέση με πόσο συχνά το χρησιμοποιούν



Πρόέκυψε λοιπόν ότι σύμφωνα με τις απόψεις των εκπαιδευτικών, κατά τη διδασκαλία των ΦΕ είναι συχνότερη η χρήση των εικόνων και των αντικειμένων του φυσικού κόσμου, ακολουθεί η χρήση χαρτών, πινάκων και σκίτσων, ενώ είναι πιο περιορισμένη η χρήση προσομοιώσεων και διαγραμμάτων.

6.3 Απόψεις εκπαιδευτικών σχετικά με τους λόγους που επιλέγουν τα είδη των οπτικών μοντέλων

Στον Πίνακα 6.3 και στο Σχήμα 6.3 παρουσιάζονται τα ποσοστά των εκπαιδευτικών δημοτικού σχολείου που αναφέρονται στις απόψεις του συνόλου των εκπαιδευτικών αναφορικά με τους λόγους που επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν τα είδη των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Σχετικά με τους λόγους που επιλέγουν οι εκπαιδευτικοί τα οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, πρόκυψε ότι σχεδόν οι μισοί εκπαιδευτικοί (ποσοστό 54%) επιλέγει να χρησιμοποιήσει τα αντικείμενα φυσικού κόσμου γιατί σχετίζονται με την καθημερινή ζωή ενώ το 34% δηλώνει ότι τα χρησιμοποιούν επειδή βοηθούν στην κατανόηση. Μόλις το 7,6% και 4,4% αντίστοιχα τα επιλέγει επειδή διακρίνονται για τα χρώματα, την ωραία εμφάνιση και την ελκυστικότητά τους ή επειδή αναπαριστούν επαρκώς τις διαδικασίες ή τα στοιχεία ενός συστήματος.

Όσον αφορά στις εικόνες/φωτογραφίες το 45,8% δηλώνει ότι τις χρησιμοποιεί επειδή βοηθούν στην κατανόηση. Το 32,7% επειδή διακρίνονται για τα χρώματα, την ωραία εμφάνιση και την ελκυστικότητά τους ενώ μόλις το 11,2% επειδή σχετίζονται με την καθημερινή ζωή και το 9,6% επειδή αναπαριστούν επαρκώς τις διαδικασίες ή τα στοιχεία ενός συστήματος. Τέλος, ποσοστό 0,8% δηλώνει ότι τις χρησιμοποιεί για άλλους λόγους.

Όσον αφορά στα διαγράμματα/γραφήματα, οι μισοί σχεδόν εκπαιδευτικοί (το 51,8%) τα επιλέγει επειδή βοηθούν στην κατανόηση και το 40,3% επειδή αναπαριστούν επαρκώς τις διαδικασίες ή τα στοιχεία ενός συστήματος. Η συσχέτιση με την καθημερινή ζωή (ποσοστό 3,1%) αλλά και το ότι διακρίνονται για τα χρώματα, την ωραία εμφάνιση και την ελκυστικότητά τους (ποσοστό 4,4%) δεν φάνηκε να συνιστά για τους περισσότερους εκπαιδευτικούς λόγο για να τα επιλέξουν. Τέλος, ποσοστό 0,4% δηλώνει ότι τα χρησιμοποιεί για άλλους λόγους.

Αναφορικά με τους χάρτες, το 65,8% των εκπαιδευτικών δηλώνει ότι τους χρησιμοποιεί επειδή βοηθούν στην κατανόηση ενώ μόλις το 17,5% επειδή αναπαριστούν επαρκώς τις διαδικασίες ή τα στοιχεία ενός συστήματος. Επιπλέον, μόλις το 11,7% τους επιλέγει γιατί διακρίνονται για τα χρώματα, την ωραία εμφάνιση και την ελκυστικότητά τους και το 4,2% επειδή σχετίζονται με την καθημερινή ζωή. Τέλος, το 0,8% αναφέρει ότι χρησιμοποιεί τους χάρτες για άλλους λόγους.

Σχετικά με τους πίνακες, η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών (64%) δηλώνει ότι τους χρησιμοποιεί επειδή βοηθούν στην κατανόηση και το 23,4% επειδή αναπαριστούν επαρκώς τις διαδικασίες ή τα στοιχεία ενός συστήματος. Μόλις το 8,4% δηλώνει ότι τους χρησιμοποιεί επειδή διακρίνονται για τα χρώματα, την ωραία εμφάνιση και την ελκυστικότητά τους ενώ περιορισμένος είναι ο αριθμός των εκπαιδευτικών που δηλώνει ότι τους χρησιμοποιεί επειδή σχετίζονται με την καθημερινή ζωή (ποσοστό 2,9%). Τέλος, το 1,3% δηλώνει ότι κάνει χρήση τους για διαφορετικούς λόγους από τους παραπάνω.

Αναφορικά με τα σκίτσα το 46,6% των εκπαιδευτικών δηλώνει ότι τα επιλέγει για χρήση στη διδασκαλία του επειδή βοηθούν στην κατανόηση και το 31,6% επειδή διακρίνονται για τα χρώματα, την ωραία εμφάνιση και την ελκυστικότητά τους. Μόλις το 15% δηλώνει ότι τα χρησιμοποιεί επειδή αναπαριστούν επαρκώς τις διαδικασίες ή τα στοιχεία ενός συστήματος ενώ το 6,4% δηλώνει ότι τα επιλέγει επειδή σχετίζονται με την καθημερινή ζωή. Τέλος, το 0,4% δηλώνει ότι τα χρησιμοποιεί για άλλους λόγους.

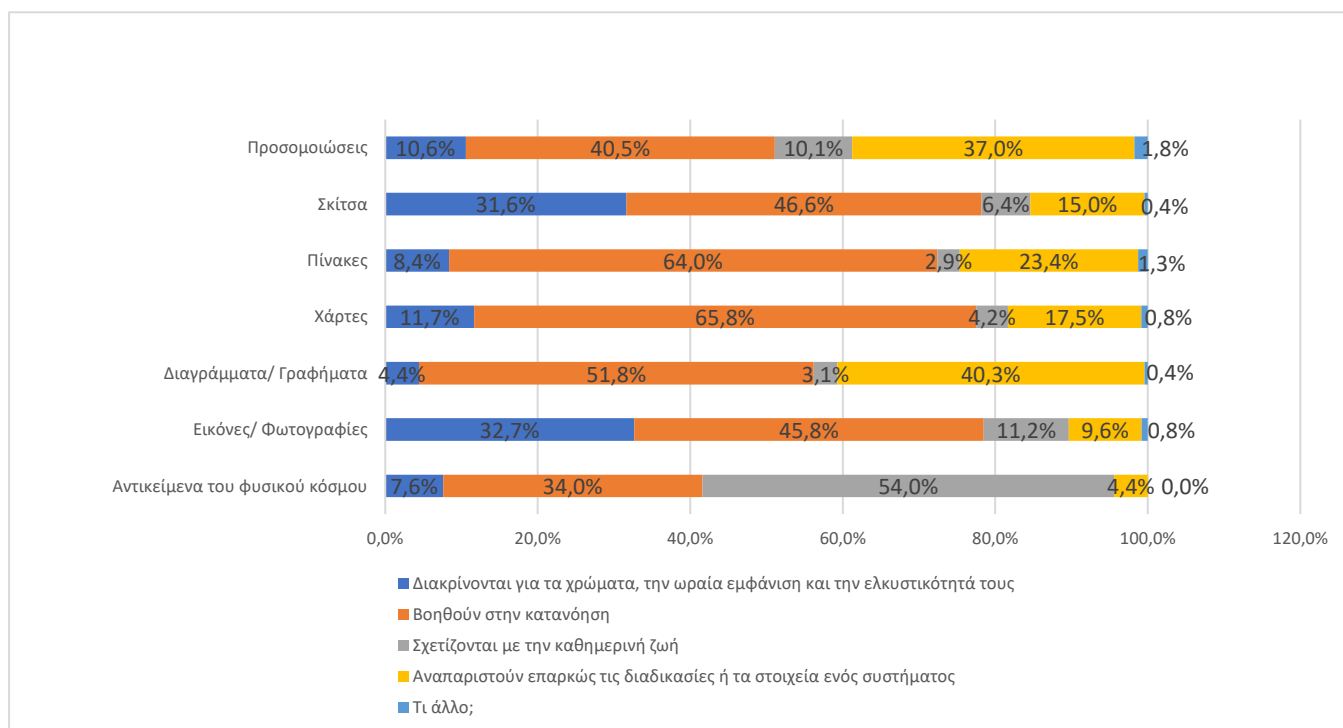
Τέλος, σχετικά με τις προσομοιώσεις το 40,5% των εκπαιδευτικών δηλώνει ότι τις χρησιμοποιεί στη διδασκαλία του επειδή βοηθούν στην κατανόηση και το 37% επειδή αναπαριστούν επαρκώς τις διαδικασίες ή τα στοιχεία ενός συστήματος. Μόλις το 10,6% κάνει χρήση τους στη διδασκαλία επειδή διακρίνονται για τα χρώματα, την ωραία εμφάνιση και την ελκυστικότητά τους και μόλις το 10,1% επειδή σχετίζονται με την καθημερινή ζωή. Τέλος, 1,8% των εκπαιδευτικών δηλώνει ότι τις χρησιμοποιεί για άλλους λόγους μεταξύ των οποίων ότι λειτουργούν ως αφορμή για τη διδασκαλία και ότι βοηθούν τον μαθητή να δει/μελετήσει τον μικρόκοσμο.

Πίνακας 6.3: Συχνότητες και ποσοστά που σχετίζονται με τις απόψεις του συνόλου των εκπαιδευτικών αναφορικά με τους λόγους που επιλέγουν διάφορα είδη οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών .

Είδη οπτικών μοντέλων	Λόγοι επιλογής οπτικών μοντέλων				
	Διακρίνονται για τα χρώματα, την ωραία εμφάνιση και την ελκυστικότητά τους	Βοηθούν στην κατανόηση	Σχετίζονται με την καθημερινή ζωή	Αναπαριστούν επαρκώς τις διαδικασίες ή τα στοιχεία ενός συστήματος	Τι άλλο;
	f (f%)	f (f%)	f (f%)	f (f%)	f (f%)

Αντικείμενα του φυσικού κόσμου	19(7,6)	85 (34,0)	135 (54,0)	11 (4,4)	0 (0,0)
Φωτογραφίες /Εικόνες	82 (32,7)	115 (45,8)	28 (11,2)	24 (9,6)	2 (0,8)
Διαγράμματα/ Γραφήματα	10 (4,4)	117 (51,8)	7 (3,1)	91 (40,3)	1 (0,4)
Χάρτες	28 (11,7)	158 (65,8)	10 (4,2)	42 (17,5)	2 (0,8)
Πίνακες	20 (8,4)	153 (64,0)	7 (2,9)	56 (23,4)	3 (1,3)
Σκίτσα	74 (31,6)	109 (46,6)	15 (6,4)	35 (15,0)	1 (0,4)
Προσομοιώσεις	24 (10,6)	92 (40,5)	23 (10,1)	84 (37,0)	4 (1,8)

Σχήμα 6.3: Διαβάθμιση ποσοστών ανά οπτικό μοντέλο σε σχέση με τους λόγους που επιλέγουν να το χρησιμοποιήσουν



Προέκυψε λοιπόν ότι σύμφωνα με τις απόψεις των εκπαιδευτικών ο βασικότερος λόγος για την επιλογή ενός οπτικού μοντέλου κατά τη διδασκαλία των ΦΕ αποτελεί το ότι βοηθάει στην κατανόηση, ακολουθεί το ότι αναπαριστούν επαρκώς τις διαδικασίες ή τα στοιχεία ενός συστήματος και το ότι διακρίνονται για τα χρώματα, την ωραία εμφάνιση και την ελκυστικότητά τους, ενώ λιγότερο σημαντικός λόγος θεωρείται το ότι σχετίζονται με την καθημερινή ζωή με εξαίρεση τα αντικείμενα του φυσικού κόσμου όπου η συσχέτιση με την καθημερινή ζωή συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό.

6.4 Απόψεις εκπαιδευτικών αναφορικά με το πού αναζητούν τα οπτικά μοντέλα («φυσικά» μοντέλα, προσομοιώσεις) που χρησιμοποιούν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Στον Πίνακα 6.4 και στο Σχήμα 6.4 παρουσιάζονται τα ποσοστά των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που αναφέρονται στις απόψεις του συνόλου των εκπαιδευτικών για τις πηγές εύρεσης «φυσικών» οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων με σκοπό τη χρήση τους στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Αναφορικά με τις πηγές αναζήτησης που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί δημοτικού σχολείου για την εύρεση οπτικών μοντέλων που θα χρησιμοποιήσουν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, προέκυψε ότι το 90,6% αναζητούν τα οπτικά μοντέλα κυρίως από το διαδίκτυο. Άλλες πηγές στις οποίες καταφεύγουν για εύρεση οπτικών μοντέλων είναι τα σχολικά εγχειρίδια ή το βιβλίο του δασκάλου σε ποσοστό 49,4%. Επιπλέον, το 40% δήλωσε ότι τα οπτικά μοντέλα δημιουργούνται και από τους ίδιους ενώ 36,1% ότι προέρχονται από συναδέλφους εκπαιδευτικούς. Μόλις το 2% δήλωσε ότι χρησιμοποιεί οπτικά μοντέλα που τους παρέχονται από τον συντονιστή εκπαιδευτικού έργου. Τέλος, οι εκπαιδευτικοί σε ποσοστό 2% δηλώνουν ότι χρησιμοποιούν και διαφορετικές πηγές από τις παραπάνω όπως βιβλία γνώσης, επιστημονικά εγχειρίδια και βοηθήματα, το υλικό του σχολείου, τις σημειώσεις πανεπιστημίου ή ακόμα και δημιουργία οπτικών μοντέλων από ομάδα μαθητών με καθοδήγησή τους.

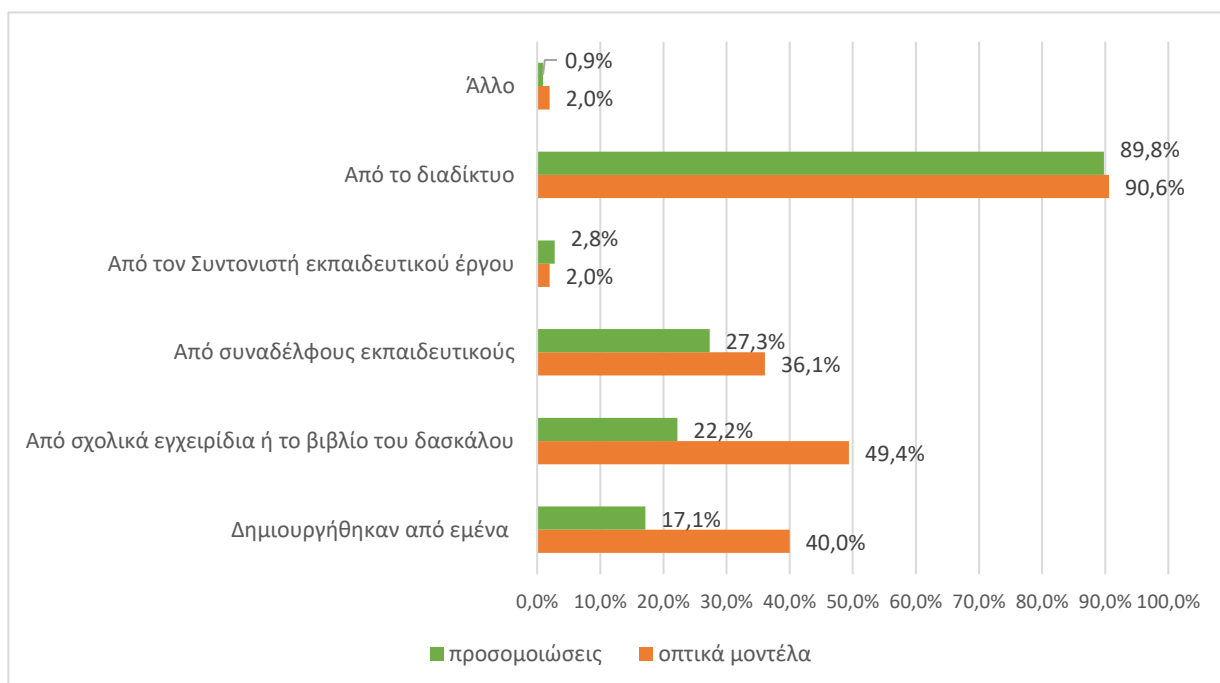
Σε ότι αφορά τις πηγές αναζήτησης προσομοιώσεων για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, οι εκπαιδευτικοί δηλώνουν σε ποσοστό 89,8% το διαδίκτυο και ακολουθούν οι συνάδελφοι εκπαιδευτικοί (27,3%), τα σχολικά εγχειρίδια ή το βιβλίο του δασκάλου (22,2%) και η δημιουργία των προσομοιώσεων από τους ίδιους (17,1%). Μόλις το 2,8% δηλώνουν τον συντονιστή εκπαιδευτικού έργου ως πηγή εύρεσης προσομοιώσεων. Τέλος, το 0,9% δηλώνει διαφορετικές πηγές εύρεσης προσομοιώσεων όπως το εποπτικό υλικό του σχολείου.

Πίνακας 6.4: Συχνότητες και ποσοστά που σχετίζονται με τις απόψεις του συνόλου των εκπαιδευτικών αναφορικά με τις πηγές εύρεσης των «φυσικών» οπτικών μοντέλων και των προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Πηγές αναζήτησης οπτικών μοντέλων	«Φυσικά» οπτικά μοντέλα		Προσομοιώσεις	
	f	%	f	%
Δημιουργήθηκαν από εμένα	102	40,0	37	17,1
Από σχολικά εγχειρίδια ή το βιβλίο του δασκάλου	126	49,4	48	22,2

Από συναδέλφους εκπαιδευτικούς	92	36,1	59	27,3
Από τον Συντονιστή εκπαιδευτικού έργου	5	2,0	6	2,8
Από το διαδίκτυο	231	90,6	194	89,8
Άλλο	5	2,0	2	0,9
Σύνολο	255	100,0	216	100,0

Σχήμα 6.4: Ποσοστά εκπαιδευτικών ανά πηγή αναζήτησης «φυσικών» οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων.



Πρόέκυψε λοιπόν ότι σύμφωνα με τις απόψεις των εκπαιδευτικών η βασικότερη πηγή εύρεσης «φυσικών» οπτικών μοντέλων αλλά και προσομοιώσεων είναι το διαδίκτυο. Όσον αφορά στα «φυσικά» οπτικά μοντέλα, μετά το διαδίκτυο ως πηγή αναζήτησης ακολουθούν τα σχολικά εγχειρίδια ή το βιβλίο του δασκάλου και η δημιουργία από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς ενώ οι συνάδελφοι εκπαιδευτικοί φαίνεται να χρησιμοποιούνται λιγότερο συχνά ως πηγή εύρεσης «φυσικών» οπτικών μοντέλων. Αντίστοιχα, στις προσομοιώσεις, μετά το διαδίκτυο ακολουθούν οι συνάδελφοι εκπαιδευτικοί και τα σχολικά εγχειρίδια ή το βιβλίο του δασκάλου ενώ λιγότερο συχνά ως πηγή εύρεσης των προσομοιώσεων αναφέρεται η επιλογή να δημιουργηθούν από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς. Ο συντονιστής εκπαιδευτικού έργου

φαίνεται να διαδραματίζει τον μικρότερο ρόλο αναφορικά με την αναζήτηση τόσο «φυσικών» οπτικών μοντέλων όσο και προσομοιώσεων εκ μέρους των εκπαιδευτικών.

6.5 Απόψεις εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης αναφορικά με το πώς χρησιμοποιούν τα «φυσικά» οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Στον Πίνακα 6.5 και στο Σχήμα 6.5 παρουσιάζονται τα ποσοστά των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που αναφέρονται στις απόψεις του συνόλου των εκπαιδευτικών αναφορικά με το πώς χρησιμοποιούν τα «φυσικά» οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Αναφορικά με το πώς οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης χρησιμοποιούν τα «φυσικά» οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, φάνηκε ότι σχεδόν τέσσερις στους δέκα εκπαιδευτικούς (ποσοστό 41,6%) δηλώνει ότι κάνει χρήση των «φυσικών» οπτικών μοντέλων αφήνοντας τους μαθητές του να ερευνήσουν ενεργά ένα φαινόμενο παρέχοντας διακριτική καθοδήγηση, δηλαδή αξιοποιεί τα οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία εφαρμόζοντας καθοδηγούμενη διερεύνηση, όπου ο εκπαιδευτικός θέτει ένα ερώτημα αλλά οι μαθητές σχεδιάζουν τη μαθησιακή πορεία που θα ακολουθήσουν για να το απαντήσουν. Ποσοστό 37,3% δήλωσε ότι χρησιμοποιούν τα οπτικά μοντέλα για να παρουσιάσουν και να εξηγήσουν τα φαινόμενα, με τους μαθητές τους να συμμετέχουν ενεργά στις δραστηριότητες που τους προτείνουν εφαρμόζοντας εν ενεργεία κατευθυνόμενη διδασκαλία. Είναι περιορισμένος ο αριθμός των εκπαιδευτικών (ποσοστό 11%) που δηλώνουν ότι αφήνουν τους μαθητές τους να ερευνήσουν ένα φαινόμενο της επιλογής τους διευκολύνοντας τις διαδικασίες και χωρίς να τις καθορίζουν, δηλαδή εφαρμόζουν ανοιχτή διερεύνηση όπου οι μαθητές ορίζουν το αντικείμενο που θέλουν να διερευνήσουν και σχεδιάζουν οι ίδιοι οι μαθητές τη μαθησιακή πορεία. Τέλος, μόλις το 10,2% δηλώνει ότι τα αξιοποιεί σε κατευθυνόμενη διδασκαλία χρησιμοποιώντας τα οπτικά μοντέλα για να παρουσιάσουν και να εξηγήσουν τη σχολική γνώση με τους μαθητές τους να παρακολουθούν.

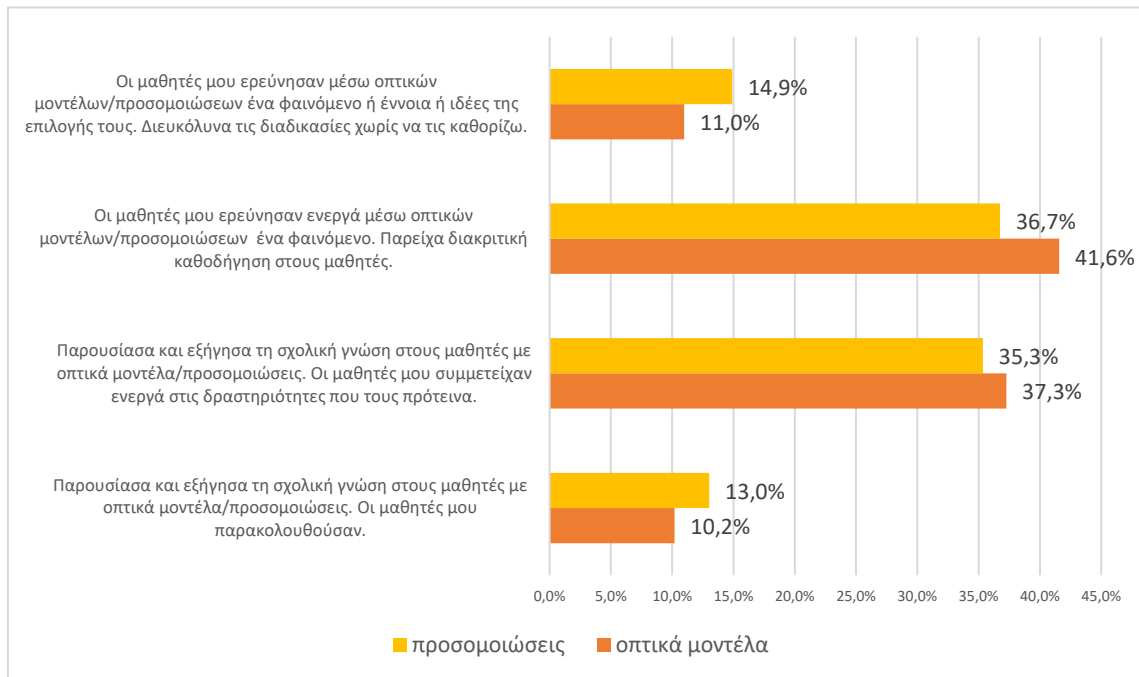
Σε ότι αφορά το πώς χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί τις προσομοιώσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, προέκυψε ότι το 36,7%, από αυτούς που απάντησαν ότι κάνουν χρήση προσομοιώσεων στη διδασκαλία τους, δηλώνει ότι αφήνουν τους μαθητές τους να ερευνήσουν ενεργά μέσω των προσομοιώσεων ένα φαινόμενο παρέχοντας διακριτική καθοδήγηση (καθοδηγούμενη διερεύνηση) ενώ το 35,3% ότι χρησιμοποιούσαν τις προσομοιώσεις σε εν ενεργεία κατευθυνόμενη διδασκαλία για να παρουσιάσουν και να εξηγήσουν τη σχολική γνώση στους μαθητές με τους τελευταίους να συμμετέχουν ενεργά στις δραστηριότητες που τους

πρότειναν οι εκπαιδευτικοί. Μόλις το 14,9% των εκπαιδευτικών δηλώνει ότι άφηνε τους μαθητές του να ερευνήσουν μέσω προσομοιώσεων ένα φαινόμενο ή έννοια ή ιδέες της επιλογής τους, διευκολύνοντας τις διαδικασίες και χωρίς να τις καθορίζουν (ανοιχτή διερεύνηση). Περιορισμένος ήταν και ο αριθμός των εκπαιδευτικών (ποσοστό 13%) που δηλώνει ότι χρησιμοποίησε τις προσομοιώσεις σε κατευθυνόμενη διδασκαλία παρουσιάζοντας και εξηγώντας τη σχολική γνώση στους μαθητές με τους μαθητές τους να παρακολουθούν.

Πίνακας 6.5: Συχνότητες και ποσοστά που σχετίζονται με τις απόψεις του συνόλου των εκπαιδευτικών αναφορικά με τον τρόπο χρήσης των «φυσικών» οπτικών μοντέλων και των προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Τρόποι χρήσης οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία	«Φυσικά» οπτικά μοντέλα		Προσομοιώσεις	
	f	%	f	%
Παρουσίασα και εξήγησα τη σχολική γνώση στους μαθητές με οπτικά μοντέλα/προσομοιώσεις. Οι μαθητές μου παρακολουθούσαν. [«κατευθυνόμενη διδασκαλία»]	26	10,2	28	13,0
Παρουσίασα και εξήγησα τη σχολική γνώση στους μαθητές με οπτικά μοντέλα/προσομοιώσεις. Οι μαθητές μου συμμετείχαν ενεργά στις δραστηριότητες που τους πρότεινα. [«εν ενεργεία κατευθυνόμενη διδασκαλία»]	95	37,3	76	35,3
Οι μαθητές μου ερεύνησαν ενεργά μέσω οπτικών μοντέλων/προσομοιώσεων ένα φαινόμενο. Παρείχα διακριτική καθοδήγηση στους μαθητές. [«καθοδηγούμενη διερεύνηση»]	106	41,6	79	36,7
Οι μαθητές μου ερεύνησαν μέσω οπτικών μοντέλων/προσομοιώσεων ένα φαινόμενο ή έννοια ή ιδέες της επιλογής τους. Διευκόλυνα τις διαδικασίες χωρίς να τις καθορίζω. [«ανοιχτή διερεύνηση»]	28	11,0	32	14,9
Σύνολο	255	100,0	215	100,0

Σχήμα 6.5: Ποσοστά των εκπαιδευτικών ανά τρόπο χρήσης στη διδασκαλία των «φυσικών» οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων



Πρόεκυψε λοιπόν ότι σύμφωνα με τις απόψεις των εκπαιδευτικών οι συχνότεροι τρόποι χρήσης των «φυσικών» οπτικών μοντέλων αλλά και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των ΦΕ συνάδουν με την εν ενεργεία κατευθυνόμενη διδασκαλία και τη καθοδηγούμενη διερεύνηση. Αντίθετα, σύμφωνα με τις απόψεις των εκπαιδευτικών, δεν είναι συχνή η χρήση των «φυσικών» οπτικών μοντέλων αλλά και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των ΦΕ με τρόπους που να συνάδουν με την ανοιχτή διερεύνηση και την κατευθυνόμενη διδασκαλία.

Μάλιστα, με το χ^2 τεστ προέκυψε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στις απόψεις των εκπαιδευτικών για τον τρόπο χρήσης των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία και στα είδη των οπτικών μοντέλων που αξιοποιούν, με $\chi^2(3)=3,01$ και $p=0,3901$.

6.6 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε η ανάλυση των απαντήσεων των εκπαιδευτικών στις ερωτήσεις του ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου. Μέσα από την ανάλυση των απαντήσεων αναδείχθηκαν οι απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με το πόσο συχνά χρησιμοποιούν οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Επιπλέον, παρουσιάστηκαν οι απόψεις σχετικά με τους λόγους που επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν τα οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία τους καθώς και οι πηγές από τις οποίες συνήθως τα αναζητούν για να μπορέσουν να τα

εντάξουν στη διδασκαλία τους. Τέλος, παρουσιάστηκαν οι απόψεις τους για τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούν τα «φυσικά» οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις στη διδασκαλία τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Συμπεράσματα

7.1 Εισαγωγή

Υπάρχει πληθώρα ερευνών που σχετίζονται με τις απόψεις των εκπαιδευτικών για παιδαγωγικά θέματα (Kember, 1997; Parajes, 1992) καθώς η διερεύνησή τους θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική αφού από τις μελέτες προκύπτει ότι συνήθως οι απόψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με τη διδασκαλία και τη μάθηση επηρεάζουν τις διδακτικές πρακτικές που εφαρμόζουν (Clark & Peterson, 1984; Mellado, 1997; Stipek et al., 2001).

Σήμερα υπάρχει και μεγάλος όγκος ερευνών που εστιάζονται στις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση Νέων Τεχνολογιών στη διδασκαλία (Ventouris et al., 2021). Ωστόσο, είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που εστιάζει στη μελέτη των απόψεών τους πάνω σε πιο ειδικά θέματα όπως είναι η χρήση κατά τη διδασκαλία των οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων (Gilbert & Eilam, 2014; Yoon et al., 2017).

Μάλιστα, οι περισσότερες μελέτες που εστιάζονται στα οπτικά μοντέλα επικεντρώνονται κυρίως στον τρόπο με τον οποίο τα οπτικά μοντέλα των σχολικών εγχειριδίων επηρεάζουν τους μαθητές και τη μάθησή τους (Cook, 2011) αλλά παραμένει ιδιαίτερα περιορισμένος ο αριθμός των ερευνών που μελετούν τον τρόπο με τον οποίο γίνεται χρήση των οπτικών μοντέλων στην τάξη από τους εκπαιδευτικούς και τους λόγους για τους οποίους αποφασίζουν να τα χρησιμοποιήσουν (Lee & Jones, 2018; Yoon et al., 2017). Παράλληλα, εξίσου περιορισμένη είναι και η έρευνα που αφορά τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με αντίστοιχα ζητήματα για τις προσομοιώσεις (Lee et al., 2021).

Επιπλέον, οι περισσότερες έρευνες που αφορούν τα οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις μελετούν κυρίως τις απόψεις των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και εκπαιδευτικών χωρίς προϋπηρεσία (ενδεικτικά: Ainsworth, 1999; Ben Quahi et al., 2022; Bo et al., 2018; Colin et al., 2002; Cook, 2011; Gül & Kirmizigül, 2022; Kriek & Stols, 2010; Lee et al., 2021; Lehtinen et al., 2016; Liu et al., 2014; Ozcelik & McDonald, 2013; Perkins et al., 2015; Phouthavong & Srisawasdi, 2016; Price et al., 2018; Stinken-Rösner, 2020; Toksoy & Bulut, 2022; Yoon et al., 2017; Zacharia, 2003) ενώ είναι περιορισμένος ο αριθμός των ερευνών που εστιάζονται στις απόψεις εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (ενδεικτικά: Boonen et al., 2016; Coleman et al., 2011; Yoon & Park, 2018; Lee & Jones, 2018).

Ακόμα, η πλειοψηφία των ερευνών που αφορούν κυρίως στη χρήση προσομοιώσεων διαθέτουν περιορισμένο δείγμα (ενδεικτικά: Bo et al., 2018; Gül, & Kirmizigül, 2022; Kriek & Stols,

2010; Lee et al., 2021; Phouthavong & Srisawasdi, 2016; Toksoy & Bulut, 2022; Uluay, 2021; Zacharia, 2003).

Από τα παραπάνω αναδύεται η αναγκαιότητα υλοποίησης μιας έρευνας, που να εστιάζει τη διερεύνησή της στις απόψεις εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τη χρήση οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και πιο συγκεκριμένα να εξετάζει πόσο συχνά χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (δημοτικού σχολείου) τα οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις, για ποιους λόγους επιλέγουν να τα εντάξουν στη διδασκαλία τους, ποιες είναι οι πηγές εύρεσης στις οποίες τα αναζητούν και πώς τα χρησιμοποιούν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και αν οι τρόποι χρήσης διαφοροποιούνται ανάλογα με το αν κάνουν χρήση «φυσικών» οπτικών μοντέλων ή προσομοιώσεων.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να εξετάσει τις απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου αναφορικά με τη χρήση οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Ειδικότερα, η παρούσα έρευνα έχει ως στόχο να διερευνήσει τις απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου σχετικά με τα ακόλουθα ζητήματα:

α) πόσο συχνά χρησιμοποιούνται διάφορες κατηγορίες οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών,

β) ποιοι είναι οι λόγοι που επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν τις διάφορες κατηγορίες οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων,

γ) ποιες είναι οι πηγές εύρεσης που επιλέγουν για να αναζητήσουν τα οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις,

δ) πώς επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν τα οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Πιο συγκεκριμένα, τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν ήταν τα ακόλουθα:

Ερευνητικό ερώτημα 1: Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου αναφορικά με το πόσο συχνά χρησιμοποιούν τα είδη των οπτικών μοντέλων κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών;

Ερευνητικό ερώτημα 2: Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου αναφορικά με τους λόγους που επιλέγουν τα είδη των οπτικών μοντέλων για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών;

Ερευνητικό ερώτημα 3: Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου αναφορικά με το που αναζητούν τα οπτικά μοντέλα που χρησιμοποιούν κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών;

Ερευνητικό ερώτημα 4: Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών του δημοτικού σχολείου αναφορικά με το πώς χρησιμοποιούν τα οπτικά μοντέλα κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και αν αυτές διαφοροποιούνται με βάση το αν χρησιμοποιούν «φυσικά» οπτικά μοντέλα ή προσομοιώσεις;

Για τη διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών στα παραπάνω θέματα έγινε χρήση ερωτηματολογίου.

Στο παρόν κεφάλαιο αρχικά γίνεται παρουσίαση και σχολιασμός των κύριων ευρημάτων της έρευνας (βλ. ενότητα 7.2), κατόπιν παρουσιάζονται οι περιορισμοί της παρούσας έρευνας (βλ. ενότητα 7.3) και τέλος διατυπώνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα (βλ. ενότητα 7.4).

7.2 Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους

Τα ευρήματα της εργασίας και ο σχολιασμός τους κατηγοριοποιούνται σε τέσσερις άξονες σε πλήρη αντιστοιχία με τα ερευνητικά ερωτήματα. Ο πρώτος άξονας αφορά τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη συχνότητα χρήσης των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των ΦΕ (βλ. ενότητα 7.2.1), ο δεύτερος αφορά τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τους λόγους για τους οποίους επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν τις διάφορες κατηγορίες οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία τους (βλ. ενότητα 7.2.2), ο τρίτος άξονας αφορά τις πηγές εύρεσης από τις οποίες επιλέγουν να αναζητήσουν τα οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις (βλ. ενότητα 7.2.3) και ο τέταρτος άξονας αφορά τις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με το πώς χρησιμοποιούν τα «φυσικά» οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις στη διδασκαλία τους και αν αυτές διαφοροποιούνται με βάση το αν χρησιμοποιούν «φυσικά» οπτικά μοντέλα ή προσομοιώσεις (βλ. 7.2.4).

7.2.1 Συχνότητα χρήσης των οπτικών μοντέλων κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Αναφορικά με το πόσο συχνά χρησιμοποιούνται τα διάφορα είδη οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών προέκυψε, σύμφωνα με τις απόψεις των εκπαιδευτικών, ότι πιο συχνά χρησιμοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς οι εικόνες/φωτογραφίες και τα αντικείμενα φυσικού κόσμου τα οποία χρησιμοποιούν σύμφωνα με τις δηλώσεις τους σχεδόν σε κάθε μάθημα ή τουλάχιστον 2 φορές την εβδομάδα. Επίσης, αρκετά συχνά χρησιμοποιούνται οι χάρτες, οι πίνακες και τα σκίτσα τα οποία χρησιμοποιούνται τουλάχιστον 1 φορά την εβδομάδα. Αντίθετα, πιο περιορισμένη θεωρείται η χρήση των

διαγραμμάτων/γραφημάτων και των προσομοιώσεων με υψηλότερο αριθμό εκπαιδευτικών να δηλώνουν ότι δεν κάνουν καθόλου χρήση τους ή κάνουν χρήση το πολύ 2 ή 3 φορές το μήνα.

Τα παραπάνω αποτελέσματα έρχονται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών από τις οποίες προκύπτουν ότι το πιο συχνό είδος οπτικού μοντέλου που χρησιμοποιείται από τους εκπαιδευτικούς στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι τα διαγράμματα (Coleman et al., 2011; Lee & Jones, 2018; Liu et al., 2014). Η περιορισμένη χρήση των διαγραμμάτων όπως προκύπτει από τα ευρήματα της παρούσας έρευνας ενδεχομένως να οφείλεται στο γεγονός ότι παρά την ύπαρξη διαγραμμάτων στα βιβλία των ΦΕ, οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν επιμορφωθεί στο πώς να τα ερμηνεύουν. Γι' αυτό το λόγο, ενδεχομένως να μην δίνουν την απαιτούμενη σημασία στα διαγράμματα όταν τα συναντούν. Ένας ακόμα λόγος για τη μη χρήση διαγραμμάτων θα μπορούσε να είναι το ότι οι εκπαιδευτικοί δε συνηθίζουν να τα χρησιμοποιούν στην επίλυση προβλημάτων στις ΦΕ (Ozkan & Topsakal, 2019). Επομένως, κρίνεται σημαντικό να επιμορφθούν οι εκπαιδευτικοί τόσο στη δημιουργία και ανάπτυξη διαγραμμάτων όσο και στην ορθή ανάγνωση και ερμηνεία τους (Karici & Topsakal, 2015).

Σύμφωνα με τα ευρήματα της έρευνας, οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν κυρίως φωτογραφίες σχεδόν σε κάθε μάθημα καθώς ενδεχομένως οι φωτογραφίες να θεωρούνται ένα ισχυρό παιδαγωγικό εργαλείο για την παρουσίαση των επιστημονικών φαινομένων και βρίσκονται σε αφθονία στα σχολικά εγχειρίδια. Επιπλέον, η προτίμηση στη χρήση φωτογραφιών ενδεχομένως να οφείλεται στο ότι δεν θεωρούνται αφηρημένα οπτικά μοντέλα αλλά συγκεκριμένα που μπορούν να αντιπροσωπεύουν πιο ξεκάθαρα τα στοιχεία και τις διεργασίες ενός συστήματος (Lee & Jones, 2018).

Από την άλλη, η περιορισμένη χρήση των προσομοιώσεων σε σχέση με τα «φυσικά» οπτικά μοντέλα όπως φαίνεται από τα ευρήματα της έρευνας, μπορεί να οφείλεται στην έλλειψη επιμόρφωσης που αφορά στα παιδαγωγικά οφέλη από τη χρήση γενικότερα ψηφιακών μέσων στη διδασκαλία. Ένας άλλος λόγος ίσως να σχετίζεται με τη χρηστικότητα της προσομοίωσης καθώς οι εκπαιδευτικοί ενδεχομένως να αποφεύγουν τη χρήση προσομοιώσεων που θεωρούν ότι δεν είναι «φιλικές» προς το χρήστη και απαιτούν αρκετό χρόνο για την επίλυση τεχνικών ζητημάτων με αποτέλεσμα αυτό να τους αποτρέπει στο να τις χρησιμοποιήσουν στις τάξεις τους (Lee et al., 2021). Μία ακόμα εξήγηση για τη μειωμένη χρήση των προσομοιώσεων μπορεί να είναι οι πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την παιδαγωγική τους αξία (Kriek & Stols, 2010).

7.2.2 Λόγοι επιλογής των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Αναφορικά με τους λόγους για τους οποίους οι εκπαιδευτικοί επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν τα διάφορα είδη οπτικών μοντέλων προέκυψε, σύμφωνα με τις δηλώσεις τους ότι ο βασικότερος λόγος είναι η συνεισφορά τους στην κατανόηση των μαθητών με εξαίρεση τα αντικείμενα του φυσικού κόσμου όπου ο κύριος λόγος χρήσης τους είναι η συσχέτισή τους με την καθημερινή ζωή. Επίσης, όσον αφορά στα διαγράμματα/γραφήματα αλλά και τις προσομοιώσεις πέρα από την κατανόηση των μαθητών σχεδόν εξίσου σημαντικός λόγος θεωρείται το ότι αναπαριστούν επαρκώς τις διαδικασίες ή τα στοιχεία ενός συστήματος. Τέλος, όσον αφορά στις φωτογραφίες και τα σκίτσα, αρκετά σημαντικός λόγος θεωρείται το γεγονός ότι διακρίνονται για τα χρώματα, την ωραία εμφάνιση και την ελκυστικότητά τους.

Οι απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τους λόγους για τους οποίους επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία των ΦΕ είναι σε συμφωνία με τα ευρήματα άλλων ερευνών. Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα των Ozcelik & Mc Donald (2013), οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ως βασικούς λόγους αξιοποίησης των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των ΦΕ τη δυνατότητα που προσφέρουν στους μαθητές να μελετήσουν φαινόμενα που δεν μπορούν να παρατηρήσουν με γυμνό μάτι, δηλαδή να κατανοήσουν τον μικρόκοσμο αλλά και για να παρουσιάσουν παραδείγματα από τη φύση. Ακόμα, στην έρευνα των Yoon et al. (2017) οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι ο βασικός σκοπός επιλογής και ένταξης των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία αποτελούσε η ορθή επεξήγηση των επιστημονικών φαινομένων και εννοιών και η συμβολή τους στη μείωση των εσφαλμένων αντιλήψεων και παρανοήσεων των μαθητών.

Τέλος, στην έρευνα των Lee και Jones (2018) οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι επέλεξαν με κριτήριο τη συμβολή τους στην κατανόηση κυρίως τα διαγράμματα αλλά και τις φωτογραφίες καθώς πίστευαν ότι αποτελούν βασικά εργαλεία στην κατανόηση ενός θέματος από τους μαθητές. Επομένως, οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να αναγνωρίζουν ότι τα οπτικά μοντέλα αποτελούν ένα αναπόσπαστο στοιχείο στη διαδικασία κατανόησης «αόρατων» και αφηρημένων επιστημονικών εννοιών (Yoon, Jo & Jho, 2016).

Στην ίδια έρευνα άλλοι λόγοι που ανέφεραν ήταν και η συνεισφορά των οπτικών μοντέλων στην αναπαράσταση των στοιχείων ενός συστήματος όπως επίσης και η συνάφειά τους με την καθημερινή ζωή, δηλαδή ότι αντιπροσωπεύουν πραγματικές καταστάσεις. Ένας ακόμα λόγος που αναφέρθηκε ήταν και η αισθητική και ιδιαίτερα για τις φωτογραφίες οι οποίες φαίνεται να

χρησιμοποιούνται επειδή όπως ανέφεραν είναι ευχάριστες στην εμφάνιση και ελκυστικές για τους μαθητές (Lee & Jones, 2018).

Όσον αφορά στις προσομοιώσεις, τα αποτελέσματα της έρευνας συνάδουν με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών. Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα των Perkins et al (2015) οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι βασικός στόχος τους για την επιλογή προσομοιώσεων στη διδασκαλία τους ήταν η ανάπτυξη εννοιολογικής κατανόησης από τους μαθητές. Αυτό επιβεβαιώνεται και από την έρευνα των Price et al. (2018) στην οποία οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι εκτιμούσαν τις προσομοιώσεις ως ένα ισχυρό παιδαγωγικό εργαλείο που βοηθούσε στην ανάπτυξη της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών φέρνοντάς τους σε επαφή με καινούριες έννοιες μέσα από μια ποικιλία τρόπων. Στην έρευνα των Ben Quahi et al. (2022) οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι βασικοί λόγοι χρήσης τους στη διδασκαλία αποτελούσαν το γεγονός ότι πίστευαν ότι συμβάλλουν στην ερμηνεία μεταβαλλόμενων φαινομένων, στην εκμάθηση εννοιών με εύκολο τρόπο αλλά και στη βελτίωση της κατανόησης των μαθητών σχετικά και με την πειραματική διαδικασία. Επίσης και στις έρευνες των Bo et al. (2018) και Lee et al. (2021) αναγνωρίζεται από τους εκπαιδευτικούς η σημασία της χρήσης προσομοιώσεων για να διευκολύνουν την κατανόηση μέσα από την οπτικοποίηση αφηρημένων φαινομένων και τη μοντελοποίηση.

Τέλος, τα ευρήματα της παρούσας έρευνας σχετικά με τους λόγους επιλογής προσομοιώσεων στη διδασκαλία είναι σε συμφωνία με την έρευνα των Price et al. (2018) και την έρευνα της Stinken-Rosner (2020) στις οποίες οι εκπαιδευτικοί δηλώνουν ότι οι προσομοιώσεις προσφέρουν σημαντική βοήθεια και στην απεικόνιση μη ορατών διεργασιών και την κατανόηση σχέσεων μεταξύ των στοιχείων ενός συστήματος.

7.2.3 Πηγές αναζήτησης και εύρεσης των «φυσικών» οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων
Αναφορικά με το πού οι εκπαιδευτικοί του δημοτικού σχολείου αναζητούν τα «φυσικά» οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις προέκυψε, σύμφωνα με τις δηλώσεις τους, ότι η βασικότερη πηγή στην οποία καταφεύγουν για την εύρεση τόσο «φυσικών» οπτικών μοντέλων όσο και προσομοιώσεων είναι το διαδίκτυο. Όσον αφορά στα «φυσικά» οπτικά μοντέλα, άλλες πηγές που χρησιμοποιούνται με σειρά προτίμησης είναι τα σχολικά εγχειρίδια και το βιβλίο του δασκάλου, η δημιουργία των «φυσικών» οπτικών μοντέλων από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς και η εύρεσή τους από συναδέλφους. Αντίθετα, στις προσομοιώσεις, μετά το διαδίκτυο η επόμενη προτιμώμενη πηγή εύρεσης αποτελούν οι συνάδελφοι εκπαιδευτικοί, τα σχολικά εγχειρίδια και το βιβλίο του δασκάλου και τελευταία επιλογή η δημιουργία προσομοιώσεων από τους ίδιους. Οι εκπαιδευτικοί δε ανέφεραν ως πηγή στην οποία

καταφεύγουν συχνά για την αναζήτηση «φυσικών» οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων τον συντονιστή εκπαιδευτικού έργου.

Τα ευρήματα της έρευνας είναι σε συμφωνία με τα ευρήματα της έρευνας των Yoon et al. (2017) όπου οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί αναφέρουν ότι κάνουν αναζήτηση στο διαδίκτυο ή χρησιμοποιούν τα σχολικά βιβλία και τα βιβλία των εκπαιδευτικών για να βρουν τα «φυσικά» οπτικά μοντέλων που θα χρησιμοποιήσουν στην αίθουσα διδασκαλία τους. Τα παραπάνω ευρήματα επιβεβαιώνει και η έρευνα των Yoon & Park (2018) στην οποία οι εκπαιδευτικοί δημοτικού ανέφεραν ότι όταν προετοιμάζονται για τη διδασκαλία τους επέλεξαν οπτικά μοντέλα που προέρχονταν κυρίως από το διαδίκτυο, τα σχολικά εγχειρίδια και το βιβλίο του δασκάλου ενώ ήταν λιγότεροι οι εκπαιδευτικοί που ανέφεραν ότι παρήγαγαν οι ίδιοι τα οπτικά μοντέλα ή χρησιμοποιούσαν υλικό που παρέχονταν από τους συνάδελφους εκπαιδευτικούς.

Διαπιστώνεται, λοιπόν, ότι οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν κατά κύριο λόγο έτοιμα «φυσικά» οπτικά μοντέλα και το σύνολο των εκπαιδευτικών του δημοτικού επιλέγει να τα αναζητήσει κυρίως από το διαδίκτυο και τα σχολικά εγχειρίδια ή το βιβλίο του δασκάλου καθώς το υλικό μπορεί να αντληθεί πιο εύκολα από αυτές τις πηγές (Yoon & Park, 2018). Η χρήση του βιβλίου του δασκάλου ως πηγή αναζήτησης οπτικών μοντέλων ενδεχομένως να σχετίζεται και με το γεγονός ότι πολλοί εκπαιδευτικοί ανατρέχουν στο βιβλίο του δασκάλου πολύ πιο συχνά στις ΦΕ σε σχέση με τα άλλα γνωστικά αντικείμενα και αναφέρουν ότι το θεωρούν ιδιαίτερα βοηθητικό για την προετοιμασία τους στη διδασκαλία (Han & Noh, 2003).

Ωστόσο, φαίνεται από τα ευρήματα της έρευνας ότι υπάρχουν και ορισμένοι εκπαιδευτικοί που δημιουργούν οι ίδιοι τα «φυσικά» οπτικά μοντέλα που θα αξιοποιήσουν στη διδασκαλία τους. Αυτό δείχνει ότι οι εκπαιδευτικοί μπορούν να κάνουν χρήση και «φυσικών» οπτικών μοντέλων άλλων από αυτών που παρουσιάζονται στα σχολικά εγχειρίδια και ταυτόχρονα υποδηλώνει και την ανάγκη ανάπτυξης της ικανότητας των εκπαιδευτικών να επιλέγουν, να παράγουν και εν τέλει να χρησιμοποιούν οπτικά μοντέλα που θα συμβαδίζουν και θα είναι κατάλληλα για το μαθησιακό περιεχόμενο που θέλουν να διδάξουν (Yoon & Park, 2018).

Παρόμοια, τα αποτελέσματα της έρευνας σχετικά με τις πηγές αναζήτησης προσομοιώσεων συνάδουν με τα ευρήματα της έρευνας της Stinken-Rosner (2020) όπου οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι βασίζονται κυρίως στις διαδικτυακές μηχανές αναζήτησης και τις διαδικτυακές πύλες καθώς τους εξασφαλίζουν ευκολότερη εύρεση των προσομοιώσεων.

7.2.4 Τρόποι χρήσης των «φυσικών» οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Σχετικά με το πώς χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί τα «φυσικά» οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις στη διδασκαλία των ΦΕ προέκυψε, σύμφωνα με τις δηλώσεις τους, ότι χρησιμοποιούν τόσο τα «φυσικά» οπτικά μοντέλα όσο και τις προσομοιώσεις εφαρμόζοντας κυρίως «καθοδηγούμενη διερεύνηση» (μια μορφή διερευνητικής διδακτικής προσέγγισης) ή «εν ενεργεία κατευθυνόμενη διδασκαλία» (μια μορφή παραδοσιακής διδακτικής προσέγγισης). Δεν ήταν συχνή η χρήση τους με εφαρμογή «κατευθυνόμενης διδασκαλίας» ή «ανοιχτής διερεύνησης».

Οι Banchi και Bell (2008) και οι Drongiti, Γκουντελίτσα & Σπύρτου (2015) όπως επίσης και ο Martin-Hansen (2002) αναφερόμενοι στα επίπεδα έρευνας που αναφέρθηκαν παραπάνω επισημαίνουν την «κατευθυνόμενη διδασκαλία» ως την πιο καθοδηγούμενη μορφή, ακολουθεί η «εν ενεργεία κατευθυνόμενη διδασκαλία», στη συνέχεια η «καθοδηγούμενη διερεύνηση» και τέλος η «ανοιχτή διερεύνηση», που αποτελεί τη λιγότερο καθοδηγούμενη μορφή διερευνητικής μάθησης.

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν με τα ευρήματα των άλλων ερευνών. Πιο συγκεκριμένα, από την έρευνα των Ozcelik & McDonald (2013) προέκυψε ότι η χρήση των οπτικών μοντέλων γινόταν με στόχο τη μεταφορά κυρίως της επιστημονικής γνώσης καθώς τα τελευταία χρησιμοποιούνταν για την επιβεβαίωση και την υποστήριξη των επιστημονικών ιδεών και εννοιών, δηλαδή εφαρμόζονταν διδασκαλία με επίκεντρο την καθοδήγηση κυρίως από τον εκπαιδευτικό. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνονται και από την έρευνα των Yoon & Park (2018), όπου διαπιστώθηκε η χρήση των οπτικών μοντέλων με επίκεντρο το δάσκαλο να είναι υψηλότερη από τη χρήση με επίκεντρο τον μαθητή αλλά και από την έρευνα των Yoon et al. (2017), όπου προέκυψε ότι οι εκπαιδευτικοί προτιμούν να αξιοποιήσουν τα οπτικά μοντέλα με μια δασκαλοκεντρική προσέγγιση εκτός από την περίπτωση διεξαγωγής επιστημονικής έρευνας όπου φάνηκε να προτιμάται τόσο η δασκαλοκεντρική όσο και η μαθητοκεντρική προσέγγιση. Ακόμα, από την έρευνα των Lee & Jones (2018), διαπιστώθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί έκαναν δασκαλοκεντρική χρήση των διαγραμμάτων και των φωτογραφιών και μειωμένη χρήση μαθητοκεντρικών προσεγγίσεων, εφαρμόζοντας διδασκαλίες που έδιναν έμφαση στην παροχή καθοδήγησης σε μεγάλο βαθμό στους μαθητές.

Η χρήση των «φυσικών» οπτικών μοντέλων από την πλευρά των εκπαιδευτικών με μια προσέγγιση που είναι περισσότερο μετατοπισμένη στην παροχή καθοδήγησης από τον εκπαιδευτικό παρά στην ενεργή συμμετοχή του μαθητή για την οικοδόμηση της νέας γνώσης

ενδεχομένως να σχετίζεται με την περιορισμένη επίγνωση που έχουν οι εκπαιδευτικοί σχετικά με τις λειτουργίες που επιτελούν τα οπτικά μοντέλα στη διδασκαλία (Yoon & Park, 2018). Αντιθέτως, η χρήση των οπτικών μοντέλων με έμφαση στην παροχή λιγότερης καθοδήγησης από τον εκπαιδευτικό όπως συμβαίνει στην περίπτωση της «καθοδηγούμενης διερεύνησης» φαίνεται να προτιμάται καθώς οι εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν ότι έχει καλύτερα αποτελέσματα στη μάθηση των μαθητών σε σχέση με πιο παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας (Sypsas, Paxinou & Kalles, 2019).

Αναφορικά με τις προσομοιώσεις, τα ευρήματα της έρευνας συμφωνούν με τα ευρήματα των άλλων ερευνών στις οποίες άλλοτε οι προσομοιώσεις χρησιμοποιούνται με εκπαιδευτικές προσεγγίσεις που έχουν ως επίκεντρο την καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό και άλλοτε που αυτή η καθοδήγηση είναι πιο περιορισμένη επιτρέποντας περισσότερα περιθώρια αυτονομίας στους μαθητές. Πιο συγκεκριμένα, τα ευρήματα της παρούσας έρευνας είναι σε συμφωνία με τα ευρήματα της έρευνας των Perkins et al. (2015) στην οποία διαπιστώθηκε διττός τρόπος χρήσης των προσομοιώσεων στη διδασκαλία με τους εκπαιδευτικούς λυκείου να αναφέρουν τη χρήση προσομοιώσεων με δραστηριότητες που είναι δομημένες πάνω σε αυτές ή και σε εργαστήρια στα οποία οι μαθητές αλληλεπιδρούν και ελέγχουν την προσομοίωση ακολουθώντας μια προσέγγιση λιγότερο καθοδηγούμενη από τον εκπαιδευτικό ενώ αντίθετα οι εκπαιδευτικοί κολεγίων τις χρησιμοποιούσαν για επίδειξη, ως εργασία ή μέρος μιας διαδραστικής συζήτησης υιοθετώντας μια προσέγγιση με επίκεντρο την καθοδήγηση κυρίως από τον εκπαιδευτικό.

Από την άλλη, στην έρευνα των Bo et al. (2018) οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι εφάρμοζαν άμεση διδασκαλία και όχι διδασκαλία με επίκεντρο τον μαθητή. Ειδικότερα, χρησιμοποιούσαν τις προσομοιώσεις με στόχο κυρίως την επίδειξη επιστημονικών εννοιών, χωρίς να υπάρχει μαθητική αλληλεπίδραση. Τέλος, στην έρευνα των Ben Quahi et al (2022), οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούσαν μια ερευνητική προσέγγιση στη διδασκαλία που συνάδει περισσότερο με την καθοδηγούμενη διερεύνηση.

Η εξέλιξη των ΤΠΕ φαίνεται να έχει συμβάλει σε σημαντικό βαθμό στην άνοδο της συχνότητας χρήσης της διερευνητικής μάθησης στην εκπαίδευση των ΦΕ, καθώς η τεχνολογία συμβάλει στην υποστήριξη εκπαιδευτικών περιβαλλόντων και προσεγγίσεων που διευκολύνουν τη διαδικασία της μάθησης. Τα εικονικά εργαστήρια είναι σε θέση να δημιουργήσουν εκπαιδευτικές προσεγγίσεις που δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να εμπλακεί σε διαδικασία έρευνας όπως αυτή παρέχεται και από τα πρακτικά πειράματα (Sypsas et al., 2019).

Συνεπώς, τα εικονικά εργαστήρια που προσφέρουν οι προσομοιώσεις αξιοποιούνται σε ποικίλες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις σε συνδυασμό με τη διερευνητική μάθηση στη διδασκαλία των ΦΕ (Sypsas et al., 2019). Η καθοδήγηση σε τέτοια εκπαιδευτικά περιβάλλοντα κρίνεται απαραίτητη ειδικότερα όταν οι μαθητές είναι μικρής ηλικίας όπως για παράδειγμα οι μαθητές δημοτικού σχολείου (Sypsas et al., 2019; Wang, Hong, She, Smith, Fielding, & Lin, 2022) και ενδεχομένως αυτός να είναι ο λόγος που οι εκπαιδευτικοί επιλέγουν τη χρήση κυρίως «εν ενεργείας κατευθυνόμενης καθοδήγησης» και «καθοδηγούμενης διερεύνησης», όταν επιλέγουν να εντάξουν τη χρήση των προσομοιώσεων στη διδασκαλία τους.

Επιπρόσθετα, διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στις απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούν τα οπτικά μοντέλα και στα είδη των οπτικών μοντέλων που αξιοποιούν στη διδασκαλία τους.

Τα οπτικά μοντέλα και οι προσομοιώσεις αποτελούν ήδη αναπόσπαστο μέρος της εκπαίδευσης των ΦΕ ενισχύοντας τις μαθησιακές εμπειρίες των μαθητών. Παρά το γεγονός ότι υπάρχει ένας μεγάλος όγκος βιβλιογραφίας που αφορά τη χρήση οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στις τάξεις, είναι περιορισμένη η έρευνα που αφορά στον τρόπο με τον οποίο έχουν ενσωματωθεί στις διδασκαλίες, η συχνότητα χρήσης τους, ποια είναι τα κριτήρια με τα οποία επιλέγονται και οι πηγές στις οποίες αναζητούνται. Επομένως, κρίνεται αναγκαίο οι εκπαιδευτικοί να έχουν στη διάθεσή τους αρκετές πηγές προσομοιώσεων και «φυσικών» οπτικών μοντέλων υψηλής ποιότητας και να είναι κατάλληλα καταρτισμένοι και επιμορφωμένοι ώστε να τα ενσωματώσουν σε ποικίλες μαθησιακές και εκπαιδευτικές διαδικασίες.

Από την παρούσα εργασία συνάγεται ότι, σύμφωνα με τις απόψεις τους, οι μισοί σχεδόν εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν τόσο τα φυσικά οπτικά μοντέλα όσο και τις προσομοιώσεις με διδακτικές προσεγγίσεις που συνάδουν με την παραδοσιακή διδακτική θεώρηση. Σύμφωνα με αυτήν, η μάθηση είναι μια διαδικασία απομνημόνευσης και ανάκλησης γνώσεων και η διδασκαλία είναι μια διαδικασία μεταφοράς γνώσης (Bloom, Engelhart, Furst, Hill & Krathwohl, 1956; Τζιμογιάννης & Σιόρεντα, 2007). Αυτού του είδους οι προσεγγίσεις δεν προάγουν την κατανόηση της γνώσης και την ανάπτυξη δεξιοτήτων στους μαθητές (Fykaris & Mitsi, 2014). Αντίθετα, προέκυψε ότι η χρήση των οπτικών μοντέλων με τρόπο που να συνάδει με την ανοιχτή διερεύνηση είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι η ανοιχτή διερεύνηση αποτελεί μια διδακτική προσέγγιση που μπορεί να συμβάλλει σημαντικά τόσο στην οικοδόμηση γνώσεων όσο και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων στους μαθητές (Zion & Mendelovici, 2012; Zion & Sadeh, 2007). Αναδύεται λοιπόν η αναγκαιότητα ανάπτυξης επιμορφωτικών προγραμμάτων που θα προσφέρουν μια μακροπρόθεσμη

υποστήριξη στους εκπαιδευτικούς και θα τους καθοδηγούν στο σχεδιασμό διδακτικού υλικού και διδακτικών προσεγγίσεων που αξιοποιούν τα «φυσικά» οπτικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις στη διδακτική προσέγγιση της ανοιχτής διερεύνησης. Κρίνεται απαραίτητο, λοιπόν, να υπάρχει ένα πλαίσιο υποστήριξης στους εκπαιδευτικούς μέσα από τα επιμορφωτικά προγράμματα για να μπορέσουν να μεταβούν σταδιακά από τη δομημένη στην ανοιχτή διερεύνηση.

Γενικά Συμπεράσματα

(α) Σύμφωνα με τις απόψεις των εκπαιδευτικών κατά τη διδασκαλία των ΦΕ δεν χρησιμοποιούνται το ίδιο συχνά τα είδη των οπτικών μοντέλων. Είναι συχνότερη η χρήση των εικόνων και των αντικειμένων του φυσικού κόσμου, ακολουθεί η χρήση χαρτών, πινάκων και σκίτσων, ενώ είναι πιο περιορισμένη η χρήση προσομοιώσεων και διαγραμμάτων.

(β) Οι λόγοι επιλογής των ειδών των οπτικών μοντέλων δεν είναι ίδιοι για όλα τα είδη τους. Αν και ο βασικότερος λόγος για την επιλογή όλων των ειδών των οπτικών μοντέλων κατά τη διδασκαλία των ΦΕ σχετίζεται με την κατανόηση των εννοιών και φαινομένων, ωστόσο σημαντικός λόγος επιλογής των αντικειμένων του φυσικού κόσμου αποτελεί η συσχέτισή τους με την καθημερινή ζωή, των σκίτσων και των εικόνων η εμφάνισή τους, και των προσομοιώσεων το ότι αναπαριστούν επαρκώς τις διαδικασίες.

(γ) Οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι η βασικότερη πηγή εύρεσης οπτικών μοντέλων είναι το διαδίκτυο.

(δ) Οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι οι συχνότεροι τρόποι χρήσης των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των ΦΕ συνάδουν με την εν ενεργεία κατευθυνόμενη διδασκαλία (μορφή παραδοσιακής διδασκαλίας) και τη καθοδηγούμενη διερεύνηση (μορφή διερευνητικής διδασκαλίας με ισχυρή καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό), ενώ δεν είναι συχνή η χρήση των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των ΦΕ με τρόπους που να συνάδουν με την ανοιχτή διερεύνηση.

(ε) Δεν διαφοροποιούνται σημαντικά οι απόψεις των εκπαιδευτικών για τον τρόπο χρήσης των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία, δηλαδή χρησιμοποιούν με τον ίδιο τρόπο τα «φυσικά» οπτικά μοντέλα (αντικείμενα, εικόνες, πίνακες κλπ...) και τις προσομοιώσεις.

7.3 Περιορισμοί της έρευνας

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν ορισμένοι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης επομένως τα ευρήματά της υπόκεινται στους περιορισμούς του δείγματος. Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκε ως μέσο συλλογής δεδομένων το ερωτηματολόγιο. Η συγκεκριμένη έρευνα δε χρησιμοποίησε άμεση παρατήρηση στις τάξεις των εκπαιδευτικών αλλά βασίστηκε στις απαντήσεις των εκπαιδευτικών οι οποίες μπορούν να διαφέρουν από την πραγματική χρήση των φυσικών «οπτικών» μοντέλων και προσομοιώσεων. Επομένως, ο βαθμός στον οποίο οι απαντήσεις τους απεικονίζουν την πραγματική τους διδασκαλία δεν είναι γνωστός. Πιθανόν ο συνδυασμός ερωτηματολογίου και συνέντευξης ή επιτόπιας παρατήρησης στην τάξη να συνέβαλε στην εις βάθος διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών σχετικά με τα ζητήματα που αφορούν τη χρήση οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των ΦΕ.

7.4 Προτάσεις για έρευνα

Προτείνεται να μελετηθούν και οι απόψεις των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση «φυσικών» οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των ΦΕ. Επίσης, προτείνεται η πραγματοποίηση έρευνας που να μελετά συστηματικά την αλληλεπίδραση των εκπαιδευτικών με συγκεκριμένα είδη οπτικών μοντέλων κατά τη διδακτική πράξη. Η έρευνα αυτή θα επιτρέψει να κατανοηθεί πληρέστερα η φύση αυτής της αλληλεπίδρασης.

7.5 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό έγινε παρουσίαση των πιο σημαντικών ευρημάτων της έρευνας. Επιπλέον, παρουσιάστηκαν οι περιορισμοί της έρευνας και διατυπώθηκαν προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Acheson, G. (2003). Teaching the tool of the trade: an exploration of teachers' beliefs, knowledge, and practices about maps (Doctoral dissertation). Retrieved from Proquest Dissertations and Theses Database. (AAT 3117476)
- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33(2), 131–152. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(99\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(99)00029-9)
- Ainsworth, S. (2008). The Educational Value of Multiple-representations when Learning Complex Scientific Concepts. Στο J. K. Gilbert, M. Reiner, & M. Nakhleh (Επιμ.), *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (σσ. 191–208). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5267-5_9
- Ainsworth, S. E., & Scheiter, K. (2021). Learning by Drawing Visual Representations: Potential, Purposes, and Practical Implications. *Current Directions in Psychological Science*, 30(1), 61–67. <https://doi.org/10.1177/0963721420979582>
- Ametller, J., & Pintó, R. (2002). Students' reading of innovative images of energy at secondary school level. *International Journal of Science Education*, 24(3), 285–312. <https://doi.org/10.1080/09500690110078914>
- Anagnostopoulou, K., Hatzinikita, V., & Christidou, V. (2015). Comparing international and national science assessment: What we learn about the use of visual representations. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 0, Article 0. <https://doi.org/10.26220/une.2200>
- Baek, Y., Jung, J., & Kim, B. (2008). What makes teachers use technology in the classroom? Exploring the factors affecting facilitation of technology with a Korean sample. *Computers & Education*, 50(1), 224–234. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.05.002>
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and children*, 46 (2),26-29
- Bo, W. V., Fulmer, G. W., Lee, C. K.-E., & Chen, V. D.-T. (2018). How Do Secondary Science Teachers Perceive the Use of Interactive Simulations? The Affordance in Singapore Context. *Journal of Science Education and Technology*, 27(6), 550–565. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9744-2>

Bloom B.J., Englehart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H. & Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of educational objectives*. David McKay Company Inc.

Boonen, A., Reed, H., Schoonenboom, J., & Jolles, J. (2016). It's not a math lesson—We're learning to draw! Teachers' use of visual representations in instructing word problem solving in sixth grade of elementary school. *Frontline Learning Research*, 4, 34–61. <https://doi.org/10.14786/flr.v4i5.245>

Bryan, L. A. (2003). Nestedness of beliefs: Examining a prospective elementary teacher's belief system about science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 835–868. <https://doi.org/10.1002/tea.10113>

Buckley, C., & Nerantzi, C. (2020). Effective Use of Visual Representation in Research and Teaching within Higher Education. *International Journal of Management and Applied Research*, 7(3), 196–214.

Carney, R. N., & Levin, J. R. (2002). Pictorial Illustrations Still Improve Students' Learning from Text. *Educational Psychology Review*, 14(1), 5–26.

Chang, S.-N. (2007). Teaching argumentation through the visual models in a resource-based learning environment. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 8, 1–15.

Chittleborough, G. D., & Treagust, D. F. (2009). Why Models are Advantageous to Learning Science. *Educación Química*, 20(1), 12–17.

Clark, C. M., & Peterson, P. L. (1984). Teachers' Thought Processes. *Occasional Paper No. 72*. <https://eric.ed.gov/?id=ed251449>

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed). Routledge.

Coleman, J. M., McTigue, E. M., & Smolkin, L. B. (2011). Elementary Teachers' Use of Graphical Representations in Science Teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 22(7), 613–643.

Colin, P., Chauvet, F., & Viennot, L. (2002). Reading images in optics: Students' difficulties and teachers' views: *International Journal of Science Education*, 24(3), 313–332. <https://doi.org/10.1080/09500690110078923>

Cook, M. (2011). Teachers' use of visual representations in the science classroom. *Science Education International*, 22(3), 175–184.

- Cook, M. P. (2006). Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science Education*, 90(6), 1073–1091. <https://doi.org/10.1002/sce.20164>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed). Pearson.
- Dawson, C. (2009). *Introduction to research methods: A practical guide for anyone undertaking a research project* (4th ed). How To Books.
- Dega, B. G., Kriek, J., & Mogese, T. F. (2013). Students' conceptual change in electricity and magnetism using simulations: A comparison of cognitive perturbation and cognitive conflict. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(6), 677–698. <https://doi.org/10.1002/tea.21096>
- Eilam, B., & John Gilbert, K. (2014). *The Significance of Visual Representations in the Teaching of Science* (σσ. 3–28). https://doi.org/10.1007/978-3-319-06526-7_1
- Eryilmaz Toksoy, S., & Bulut, E. (2022). Turkish students and teachers' views on the context of simulations: The example of solid pressure. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11382-0>
- Evagorou, M., Erduran, S., & Mäntylä, T. (2015). The role of visual representations in scientific practices: From conceptual understanding and knowledge generation to 'seeing' how science works. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 2–13. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0024-x>
- Evagorou, M., Korfiatis, K., Nicolaou, C., & Constantinou, C. (2009). An Investigation of the Potential of Interactive Simulations for Developing System Thinking Skills in Elementary School: A case study with fifth-graders and sixth-graders. *International Journal of Science Education*, 31(5), 655–674. <https://doi.org/10.1080/09500690701749313>
- Ferreira, C., Baptista, M., & Arroio, A. (2011). 48 VISUAL TOOLS IN TEACHING LEARNING SEQUENCES FOR SCIENCE EDUCATION. *Problems of Education in the 21st Century*, 37, 48.
- Freire, A. M., & Sanches, M. de F. C. C. (1992). Elements for a typology of teachers' conceptions of physics teaching. *Teaching and Teacher Education*, 8(5), 497–507. [https://doi.org/10.1016/0742-051X\(92\)90054-7](https://doi.org/10.1016/0742-051X(92)90054-7)

- Fulmer, G. W., & Liang, L. L. (2013). Measuring Model-Based High School Science Instruction: Development and Application of a Student Survey. *Journal of Science Education and Technology*, 22(1), 37–46. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9374-z>
- Fykaris, I., & Mitsi, P. (2014, Ιούνιος 27). Η ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΠΛΑΙΣΙΩΣΗ ΣΤΗ ΜΕΤΑΝΕΩΤΕΡΙΚΗ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ: ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ.
- Geelan, D. R., & Fan, X. (2014). Teachers Using Interactive Simulations to Scaffold Inquiry Instruction in Physical Science Education. Στο Β. Eilam & J. K. Gilbert (Επιμ.), *Science Teachers' Use of Visual Representations* (σσ. 249–270). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-06526-7_11
- Gilbert, J. K. (2010, April). The role of visual representations in the learning and teaching of science: An introduction. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching* (Vol. 11, No. 1).
- Guerra, P. L., & Wubbena, Z. C. (2017). Teacher Beliefs and Classroom Practices Cognitive Dissonance in High Stakes Test-Influenced Environments. *Issues in Teacher Education*, 26(1), 35–51.
- Guo, D., Wright, K. L., & McTigue, E. M. (2018). A Content Analysis of Visuals in Elementary School Textbooks. *The Elementary School Journal*, 119(2), 244–269. <https://doi.org/10.1086/700266>
- Habbal, A., & Sabra, D. (2021). *Types and Frequency of Visual Representations in Lebanese National Science Textbooks*.
- Han, K., & Noh, S. (2003). An analysis on the utilization of teacher's guides for science in elementary school. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 22(1), 51-64.
- Haney, J. J., Czerniak, C. M., & Lumpe, A. T. (1996). Teacher beliefs and intentions regarding the implementation of science education reform strands. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(9), 971–993. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199611\)33:9<971::AID-TEA2>3.0.CO;2-S](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199611)33:9<971::AID-TEA2>3.0.CO;2-S)
- Haney, J. J., & McArthur, J. (2002). Four case studies of prospective science teachers' beliefs concerning constructivist teaching practices. *Science Education*, 86(6), 783–802. <https://doi.org/10.1002/sce.10038>

- Hennessey, S., Wishart, J., Whitelock, D., Deaney, R., Brawn, R., Velle, L. la, McFarlane, A., Ruthven, K., & Winterbottom, M. (2007). Pedagogical approaches for technology-integrated science teaching. *Computers & Education*, 48(1), 137–152. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.02.004>
- Inaltekin, T., & Goksu, V. (2019). A Research on Visual Learning Representations of Primary and Secondary Science Textbooks in Turkey. *International Journal of Progressive Education*, 15(6), 51–65. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2019.215.4>
- Kagan, D. M. (1992). Implication of Research on Teacher Belief. *Educational Psychologist*, 27(1), 65–90. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2701_6
- Kapici, H. Ö., & Topsakal, Ü. U. (2015). Science and Non-Science Teachers' Views about Astronomy Diagrams in Middle School Science Textbooks. *Eurasian Academy Of Sciences Social Sciences Journal*, 2(2), 1–9.
- Kember, D. (1997). A reconceptualisation of the research into university academics' conceptions of teaching. *Learning and Instruction*, 7(3), 255–275. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(96\)00028-X](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(96)00028-X)
- Khan, S. (2011). New Pedagogies on Teaching Science with Computer Simulations. *Journal of Science Education and Technology*, 20(3), 215–232. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9247-2>
- Kriek, J., & Stols, G. (2010). Teachers' beliefs and their intention to use interactive simulations in their classrooms. *South African Journal of Education*, 30(3), Article 3. <https://doi.org/10.4314/saje.v30i3.60040>
- LaDue, N. D., Libarkin, J. C., & Thomas, S. R. (2015). Visual Representations on High School Biology, Chemistry, Earth Science, and Physics Assessments. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 818–834. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9566-4>
- Lavrakas, P. J. (2008). *Encyclopedia of survey research methods*. SAGE Publications. <http://www.credoreference.com/book/sagesurveyr>
- Lee, H., Plass, J. L., & Homer, B. D. (2006). Optimizing cognitive load for learning from computer-based science simulations. *Journal of Educational Psychology*, 98(4), 902–913. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.4.902>

- Lee, T. D., & Gail Jones, M. (2018). Elementary Teachers' Selection and Use of Visual Models. *Journal of Science Education and Technology*, 27(1), 1–29. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9705-1>
- Lee, W. C., Neo, W. L., Chen, D.-T., & Lin, T.-B. (2021). Fostering changes in teacher attitudes toward the use of computer simulations: Flexibility, pedagogy, usability and needs. *Education and Information Technologies*, 26(4), 4905–4923. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10506-2>
- Lehtinen, A., Nieminen, P., & Viiri, J. (2016). Pre-Service Primary Teachers' Beliefs of Teaching Science With Simulations. *ESERA Conference Proceedings*, 1949–1959. <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/50066>
- Levitt, K. E. (2002). An analysis of elementary teachers' beliefs regarding the teaching and learning of science. *Science Education*, 86(1), 1–22. <https://doi.org/10.1002/sc.1042>
- Liu, Y., Won, M., & Treagust, D. F. (2014). Secondary Biology Teachers' Use of Different Types of Diagrams for Different Purposes. Στο Β. Eilam & J. K. Gilbert (Επιμ.), *Science Teachers' Use of Visual Representations* (σσ. 103–121). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-06526-7_5
- Lohse, G. L., Biolsi, K., Walker, N., & Rueter, H. H. (1994). A classification of visual representations. *Communications of the ACM*, 37(12), 36–50.
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. *The Science Teacher*, 69, 34–37.
- Mellado, V. (1998). The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science. *Science Education*, 82(2), 197–214. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199804\)82:2<197::AID-SCE5>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199804)82:2<197::AID-SCE5>3.0.CO;2-9)
- Moline, S. (1995). *I See What You Mean, Second Edition*. York, ME: Stenhouse Publishing.
- Nespor, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19(4), 317–328. <https://doi.org/10.1080/0022027870190403>
- Nicolaou, C. (2022). *Μεθοδολογικές Προσεγγίσεις με τη χρήση των Τεχνολογιών Επικοινωνίας και Πληροφορίας (ΤΠΕ): Τάσεις και Προοπτικές των Μεθόδων Έρευνας από και μέσω Διαδικτύου*|Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία. 18(1), 290–315.

- Ornek, F. (2008). Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(2), 35–45.
- Ozcelik, A. T., & McDonald, S. P. (2013). Preservice Science Teachers' Uses of Inscriptions in Science Teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 24(7), 1103–1132.
- Ozkan, G., & Topsakal, U. U. (2019). Science and non-science teachers' interpretation of physics diagrammes. *South African Journal of Education*, 39(1), 1–11. <https://doi.org/10.15700/saje.v39n1a1518>
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307–332. <https://doi.org/10.3102/00346543062003307>
- Perkins, K., Moore, E., & Chasteen, S. (2015). *Examining the Use of PhET Interactive Simulations in US College and High School Classrooms*. 207–210. <https://doi.org/10.1119/perc.2014.pr.048>
- Philippou, G. N., & Christou, C. (1998). The Effects of a Preparatory Mathematics Program in Changing Prospective Teachers' Attitudes Towards Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 35(2), 189–206. <https://doi.org/10.1023/A:1003030211453>
- Phouthavong, S., & Srisawasdi, N. (2016, Νοέμβριος 28). *A Two-phase Study of Investigating Lao PDR Preservice Physics Teachers' Perceptions toward the Use of Computer Simulation in Physics Education*. Workshop Proceedings of the 24th International Conference on Computers in Education.
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Hayward, E. O. (2009). Design factors for educationally effective animations and simulations. *Journal of Computing in Higher Education*, 21(1), 31–61. <https://doi.org/10.1007/s12528-009-9011-x>
- Pratt, D. D. (1992). Conceptions of teaching. *Adult Education Quarterly*, 42(4), 203–220.
- Price, A. M., Perkins, K. K., Holmes, N. G., & Wieman, C. E. (2018). How and why do high school teachers use PhET interactive simulations. *Learning*, 33–37.
- Quahi, M. B., Lamri, D., Hassouni, T., & Al Ibrahim, E. M. (2022). Science Teachers' Views on the Use and Effectiveness of Interactive Simulations in Science Teaching and Learning. *International Journal of Instruction*, 15(1), 277–292. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15116a>

- Quellmalz, E. S., Timms, M. J., Silberglitt, M. D., & Buckley, B. C. (2012). Science assessments for all: Integrating science simulations into balanced state science assessment systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(3), 363–393. <https://doi.org/10.1002/tea.21005>
- Ramnarain, U. D. (2014). Teachers' perceptions of inquiry-based learning in urban, suburban, township and rural high schools: The context-specificity of science curriculum implementation in South Africa. *Teaching and Teacher Education*, 38, 65–75. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.11.003>
- Rau, M. A. (2017). Conditions for the Effectiveness of Multiple Visual Representations in Enhancing STEM Learning. *Educational Psychology Review*, 29(4), 717–761. <https://doi.org/10.1007/s10648-016-9365-3>
- Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. Στο *Handbook of Research on Teacher Education: τ. 2 (102-109)* (σσ. 273–290).
- Roberts, J. C. (2000). Display Models—Ways to classify visual representations. *International Journal of Computer Integrated Design and Construction*, 2(4), Article 4.
- Roberts, K. L., Norman, R. R., Duke, N. K., Morsink, P., Martin, N. M., & Knight, J. A. (2013). Diagrams, Timelines, and Tables—Oh, My! Fostering Graphical Literacy. *The Reading Teacher*, 67(1), 12–24. <https://doi.org/10.1002/TRTR.1174>
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). *Real World Research, 4th Edition*.
- Sahin, S. (2006). Computer simulations in science education: Implications for Distance Education. *Online Submission*, 7(4), 1–13.
- Sarı, U., Hassan, A. H., Güven, K., & Şen, Ö. F. (2017). Effects of the 5E Teaching Model Using Interactive Simulation on Achievement and Attitude in Physics Education. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 25(3), Article 3.
- Schwarz, C. V., Meyer, J., & Sharma, A. (2007). Technology, Pedagogy, and Epistemology: Opportunities and Challenges of Using Computer Modeling and Simulation Tools in Elementary Science Methods. *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), 243–269. <https://doi.org/10.1007/s10972-007-9039-6>
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making

scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632–654. <https://doi.org/10.1002/tea.20311>

Snir, J., Smith, C., & Grosslight, L. (1993). Conceptually enhanced simulations: A computer tool for science teaching. *Journal of Science Education and Technology*, 2(2), 373–388.

Steinberg, R. N. (2000). Computers in teaching science: To simulate or not to simulate? *American Journal of Physics*, 68(S1), S37–S41. <https://doi.org/10.1119/1.19517>

Stinken-Rösner, L. (2020). Simulations in Science Education – Status Quo. *Progress in Science Education (PriSE)*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.25321/prise.2020.996>

Stipek, D., Givvin, K., Salmon, J., & Macgyvers, V. (2001). Teachers' beliefs and practices related to mathematics instruction. *Teaching and Teacher Education*, 17(2), 213–226. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(00\)00052-4](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(00)00052-4)

SUNGUR GÜL, K., & SAYLAN KIRMIZIGÜL, A. (2022). Algodoo based STEM education: A case study of pre-service science teachers. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11348-2>

Suyatna, A., Anggraini, D., Agustina, D., & Widyastuti, D. (2017). The role of visual representation in physics learning: Dynamic versus static visualization. *Journal of Physics: Conference Series*, 909(1), 012048. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/909/1/012048>

Swan, M. (2006). Designing and Using Research Instruments to Describe the Beliefs and Practices of Mathematics Teachers. *Research in Education*, 75(1), 58–70. <https://doi.org/10.7227/RIE.75.5>

Sypsas, A., Paxinou, E., & Kalles, D. (2019). Reviewing inquiry-based learning approaches in virtual laboratory environment for science education. *Διεθνές Συνέδριο Για Την Ανοικτή & Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση*, 10(2A), Article 2A. <https://doi.org/10.12681/icodl.2288>

Tippett, C. D. (2016). What recent research on diagrams suggests about learning *with* rather than learning *from* visual representations in science. *International Journal of Science Education*, 38(5), 725–746. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1158435>

Tregidgo, D., & Ratcliffe, M. (2000). The Use of Modelling for Improving Pupils' Learning about Cells. *The School science review*, 81(296), 53–59.

Tsui, C.-Y., & Treagust, D. F. (2013). Introduction to Multiple Representations: Their Importance in Biology and Biological Education. Στο D. F. Treagust & C.-Y. Tsui (Επιμ.),

Multiple Representations in Biological Education (σσ. 3–18). Springer Netherlands.
https://doi.org/10.1007/978-94-007-4192-8_1

Uluay, G. (2021). Digital Simulation Experiences of Pre-Service Science Teachers: An Example of Circuits. *International Journal of Progressive Education*, 17(3), 14–30.

Valcke, M., Guoyuan, S., Rots, I., & Hermans, R. (2010). Taking Prospective Teachers' Beliefs into Account in Teacher Education. Στο *International Encyclopedia of Education* (σσ. 622–628).

Vekiri, I. (2002). What Is the Value of Graphical Displays in Learning? *Educational Psychology Review*, 14(3), 261–312.

Ventouris, A., Panourgia, C., & Hodge, S. (2021). Teachers' perceptions of the impact of technology on children and young people's emotions and behaviours. *International Journal of Educational Research Open*, 2, 100081. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2021.100081>

Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer Gaming and Interactive Simulations for Learning: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34(3), 229–243. <https://doi.org/10.2190/FLHV-K4WA-WPVQ-H0YM>

Wang, H. H., Hong, Z. R., She, H. C., Smith, T. J., Fielding, J., & Lin, H. S. (2022). The role of structured inquiry, open inquiry, and epistemological beliefs in developing secondary students' scientific and mathematical literacies. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1-17.

Wieman, C. E., & Perkins, K. K. (2006). A powerful tool for teaching science. *Nature Physics*, 2(5), 290–292. <https://doi.org/10.1038/nphys283>

Wilkins, J. L. M. (2008). The relationship among elementary teachers' content knowledge, attitudes, beliefs, and practices. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(2), 139–164. <https://doi.org/10.1007/s10857-007-9068-2>

Wozney, L., Venkatesh, V., & Abrami, P. (2006). Implementing Computer Technologies: Teachers' Perceptions and Practices. *Journal of Technology and Teacher Education*, 14(1), 173–207.

Wu, H.-K., & Huang, Y.-L. (2007). Ninth-grade student engagement in teacher-centered and student-centered technology-enhanced learning environments. *Science Education*, 91(5), 727–749. <https://doi.org/10.1002/sce.20216>

- Yeo, J., Wong, W. L., Tan, D. K. C., Ong, Y. S., & Delsérieys Pedregosa, A. (2020). Using visual representations to realise the concept of “heat”. *Learning: Research and Practice*, 6(1), 34–50. <https://doi.org/10.1080/23735082.2020.1750674>
- Yoon, H.-G., JO, K., & Jho, H. (2016). Middle School Students’ Interpretation, Construction, and Application of Visual Representations for Electrostatic Induction. *New Physics: Sae Mulli*, 66, 580–589. <https://doi.org/10.3938/NPSM.66.580>
- Yoon, H. G. (2018, March). Development of Visual Representation Competence Taxonomy for Science Teaching and Learning. In *Conference proceedings* (p. 377). libreriauniversitaria.it Edizioni.
- Yoon, H.-G., & Park, J. (2018). Elementary School Teachers’ Use of Visual Representations and their Perceptions of the Functions of Visual Representations. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 37(2), 219–231. <https://doi.org/10.15267/keses.2018.37.2.219>
- Yoon, H.-G., Jo, K., & Jho, Hu. (2017). Secondary Science Teachers’ Perception about and Actual Use of Visual Representations in the Teaching of Electromagnetism. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 37(2), 253–262. <https://doi.org/10.14697/JKASE.2017.37.2.0253>
- Zacharia, Z. (2003). Beliefs, attitudes, and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and inquiry-based experiments in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), 792–823. <https://doi.org/10.1002/tea.10112>
- Zacharia, Z., & Anderson, O. R. (2003). The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students’ conceptual understanding of physics. *American Journal of Physics*, 71(6), 618–629. <https://doi.org/10.1119/1.1566427>
- Zion, M. I., & Sadeh, I. (2007). Curiosity and open inquiry learning. *Journal of Biological Education*, 41(4), 162-169.
- Zion, M., & Mendelovici, R. (2012). Moving from structured to open inquiry: challenges and limits. *Science education international*, 23(4), 383-399.

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

Drongiti, E., Γκουντελίτσα, Α., & Σπύρτου, Α. (2015, Δεκέμβριος 4). *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σε Ανοιχτά Διερευνητικά Περιβάλλοντα Μάθησης: Δύο μελέτες περίπτωσης του Δημοτικού Σχολείου Βαρικού σε Φεστιβάλ Φυσικών Επιστημών & Τεχνολογίας.*

Ηλιοπούλου, Π. (2016). *Γεωγραφική ανάλυση.* <http://repository.kallipos.gr/handle/11419/2059>

Κασκάλης, Θ., Μαλέτσκος, Α., & Ευαγγελίδης, Κ. (2004). *Χρήση και αξιοποίηση ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων σε ένα εκπαιδευτικό διαδικτυακό τόπο.* 4ο Συνέδριο ΕΤΠΕ.

Λαγουμιντζής, Γ., Βλαχόπουλος, Γ., & Κουτσογιάννης, Κ. (2016). *Μεθοδολογία της έρευνας στις επιστήμες υγείας.* <http://repository.kallipos.gr/handle/11419/5356>

Τζιμογιάννης, Α., & Σιόρεντα, Α. (2007). *Παράγοντες που καθορίζουν τις στάσεις των καθηγητών Φυσικών Επιστημών για τις ΤΠΕ στη διδασκαλία τους.* Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση, 15-18.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Αγαπητέ / ή

Μέσω αυτού του ερωτηματολογίου γίνεται προσπάθεια να διερευνηθούν οι απόψεις των εκπαιδευτικών γενικής αγωγής της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τη χρήση οπτικών μοντέλων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Ως οπτικό μοντέλο θεωρείται οποιαδήποτε αναπαράσταση αντικειμένου, φαινομένου, διαδικασίας, ιδέας ή συστήματος αυτών, όπως είναι για παράδειγμα ένας χάρτης ή μια φωτογραφία.

Η προσομοίωση είναι μια κατηγορία των οπτικών μοντέλων. Αναπαριστά τη λειτουργία μιας διαδικασίας με τη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Στις ερωτήσεις που ακολουθούν δεν υπάρχουν ορθές ή λανθασμένες απαντήσεις.

Οι απαντήσεις σας είναι εμπιστευτικές και δεν θα δημοσιοποιηθούν αλλά θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς.

Η συμμετοχή σας είναι απαραίτητη για τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης έρευνας.

Μέρος Α: Προσωπικά στοιχεία

1. Φύλο (παρακαλώ επιλέξτε)

Ανδρας

Γυναίκα

2. Διδακτική εμπειρία (παρακαλώ επιλέξτε)

< 1 χρόνου

1-5

6-10

11-15

16-20

> 20

Μέρος Β: Ερωτήσεις

Ερώτηση 1: Πόσα συχνά χρησιμοποιήσατε κάποιες από τις παρακάτω κατηγορίες οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών κατά την τρέχουσα σχολική χρονιά; Επιλέξτε μια απάντηση για καθεμία από τις κατηγορίες οπτικών μοντέλων.

Κατηγορίες οπτικών μοντέλων	Σχεδόν σε κάθε μάθημα	Δύο φορές την εβδομάδα	Μία φορά την εβδομάδα	Δύο ή τρεις φορές το μήνα	Λιγότερο από δύο ή τρεις φορές το χρόνο	Ποτέ
Αντικείμενα του φυσικού κόσμου						
Εικόνες/ Φωτογραφίες						
Διαγράμματα/Γραφήματα						
Χάρτες						
Πίνακες						
Σκίτσα						
Προσομοιώσεις						

Ερώτηση 2: Για ποιους λόγους επιλέξατε τις κατηγορίες των οπτικών μοντέλων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών κατά την τρέχουσα σχολική χρονιά; Επιλέξτε μια απάντηση για καθεμία από τις κατηγορίες οπτικών μοντέλων που έχετε χρησιμοποιήσει.

Κατηγορίες οπτικών μοντέλων	Διακρίνονται για τα χρώματα, την ωραία εμφάνιση και την ελκυστικότητα τους	Βοηθούν στην κατανόηση	Σχετίζονται με την καθημερινή ζωή	Αναπαριστούν επαρκώς τις διαδικασίες ή τα στοιχεία ενός συστήματος.	Τι άλλο;
Αντικείμενα του φυσικού κόσμου					
Εικόνες/ Φωτογραφίες					
Διαγράμματα/ Γραφήματα					
Χάρτες					
Πίνακες					
Σκίτσα					
Προσομοιώσεις					

Ερώτηση 3: Όταν χρησιμοποιήσατε στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών οπτικά μοντέλα (εκτός από προσομοιώσεις) από πού τα αναζητήσατε; Επιλέξτε όσες πηγές χρησιμοποιήσατε.

Πηγές εύρεσης οπτικών μοντέλων	Οπτικά μοντέλα
Δημιουργήθηκαν από εμένα	

Από σχολικά εγχειρίδια ή το βιβλίο του δασκάλου	
Από συναδέλφους εκπαιδευτικούς	
Από τον Συντονιστή εκπαιδευτικού έργου	
Από το διαδίκτυο	
Άλλο (διευκρινίστε)	

Αν απαντήσατε ότι χρησιμοποιήσατε προσομοιώσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, απαντήστε στην ερώτηση 4, διαφορετικά αγνοήστε την και πάτε στην ερώτηση 5.

Ερώτηση 4: Όταν χρησιμοποιήσατε στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών προσομοιώσεις από πού τις αναζητήσατε; Επιλέξτε όσες πηγές χρησιμοποιήσατε.

Πηγές εύρεσης οπτικών μοντέλων	Προσομοιώσεις
Δημιουργήθηκαν από εμένα	
Από σχολικά εγχειρίδια ή το βιβλίο του δασκάλου	
Από συναδέλφους εκπαιδευτικούς	
Από τον Συντονιστή εκπαιδευτικού έργου	
Από το διαδίκτυο	
Άλλο (διευκρινίστε)	

Ερώτηση 5: Πώς χρησιμοποιήσατε τις περισσότερες φορές τα οπτικά μοντέλα (εκτός από προσομοιώσεις) στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών κατά το τρέχον σχολικό έτος; Επιλέξτε μια απάντηση.

- Παρουσίασα και εξήγησα τη σχολική γνώση στους μαθητές με οπτικά μοντέλα. Οι μαθητές μου παρακολουθούσαν.
- Παρουσίασα και εξήγησα τη σχολική γνώση στους μαθητές με οπτικά μοντέλα. Οι μαθητές μου συμμετείχαν ενεργά στις δραστηριότητες που τους πρότεινα.
- Οι μαθητές μου ερεύνησαν ενεργά μέσω οπτικών μοντέλων ένα φαινόμενο. Παρείχα διακριτική καθοδήγηση στους μαθητές.
- Οι μαθητές μου ερεύνησαν μέσω οπτικών μοντέλων ένα φαινόμενο ή έννοια ή ιδέες της επιλογής τους. Διευκόλυνα τις διαδικασίες χωρίς να τις καθορίζω.

Αν απαντήσατε ότι χρησιμοποιήσατε προσομοιώσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών απαντήστε στην ερώτηση 6, διαφορετικά αγνοήστε την.

Ερώτηση 6: Πώς χρησιμοποιήσατε τις περισσότερες φορές τις προσομοιώσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών κατά το τρέχον σχολικό έτος; Επιλέξτε μια απάντηση.

- Παρουσίασα και εξήγησα τη σχολική γνώση στους μαθητές με προσομοιώσεις. Οι μαθητές μου παρακολουθούσαν.
- Παρουσίασα και εξήγησα τη σχολική γνώση στους μαθητές με προσομοιώσεις. Οι μαθητές μου συμμετείχαν ενεργά στις δραστηριότητες που τους πρότεινα.
- Οι μαθητές μου ερεύνησαν ενεργά μέσω προσομοιώσεων ένα φαινόμενο. Παρείχα διακριτική καθοδήγηση στους μαθητές.
- Οι μαθητές μου ερεύνησαν μέσω προσομοιώσεων ένα φαινόμενο ή έννοια ή ιδέες της επιλογής τους. Διευκόλυνα τις διαδικασίες χωρίς να τις καθορίζω.

Σας ευχαριστούμε για τη συμμετοχή σας.