



Σχολή Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας

Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών

Σχολή Διοικητικών, Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών

Τμήμα Αγωγής και Φροντίδας στην Πρώιμη Παιδική Ηλικία



Παιδαγωγικό τμήμα



Διδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

Παιδαγωγική μέσω Καινοτόμων Τεχνολογιών και Βιοϊατρικών Προσεγγίσεων

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Αξιοποίηση των Εικονικών Εργαστηριακών Περιβαλλόντων στη
Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών
στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση**

POST GRADUATE THESIS

**Exploitation of Virtual Laboratories for Teaching Physical Sciences in
Primary Education**



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ/NAME OF STUDENT

Νταϊλιάνης Νικόλαος

Ntailianis Nikolaos

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF THE SUPERVISOR

Νταλιάνη Μαρία

Ntaliani Maria

ΑΙΓΑΛΕΩ/AIGALEO 2021



Faculty of Health and Caring Professions
Department of Biomedical Sciences
Faculty of Administrative, Financial and Social Sciences
Department of Early Childhood Education and Care



Department of Pedagogy



Inter-Institutional Post Graduate Program
Pedagogy through innovative Technologies and Biomedical approaches

POST GRADUATE THESIS

Exploitation of Virtual Laboratories for Teaching Physical Sciences in Primary Education

Ntailianis Nikolaos

19064

dailianis13@hotmail.com

FIRST SUPERVISOR

Ntaliani Maria

SECOND SUPERVISOR

Ntailianis Klimis

AIGALEO 2021

Δήλωση εργασίας μεταπτυχιακής εργασίας

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Νταϊλιάνης Νικόλαος του Παναγιώτη, με αριθμό μητρώου 19064 φοιτητής του Διδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Παιδαγωγική μέσω Καινοτόμων Τεχνολογιών και Βιοϊατρικών Προσεγγίσεων των Τμημάτων Βιοϊατρικών Επιστημών/ Τμήμα Αγωγής και Φροντίδας στην Πρώιμη Παιδική Ηλικία/Παιδαγωγική τμήμα των Σχολών Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας/Σχολή Διοικητικών, Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και της Ανώτατης Σχολής Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

Νταϊλιάνης Νικόλαος

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών για τις πολύτιμες γνώσεις που μας μετέδωσαν, αλλά και για τον τρόπο που στάθηκαν δίπλα μας στις δυσκολίες που κατά καιρούς αντιμετωπίσαμε.

Ιδιαίτερη μνεία οφείλω να κάνω για τους επιβλέποντες καθηγητές μου Δρα Νταλιάνη, Μαρία, Δρ Νταλιάνη Κλήμη και Δρα Παπαγεωργίου για την αμέριστη βοήθεια της και την ουσιαστική της καθοδήγηση στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

Αφιερώσεις

Αφιερώνω την παρούσα διπλωματική εργασία στη σύζυγο και τα παιδιά μου για την αμέριστη συμπαράστασή τους στην προσπάθειά μου, αλλά και την υπομονή και κατανόηση που επέδειξαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Στη σύγχρονη εποχή της πληροφορίας, οι νέες τεχνολογίες προσφέρουν σημαντικές ευκαιρίες αναβάθμισης της εκπαιδευτικής πράξης. Σ' αυτό το πλαίσιο, αποτελεί ενδιαφέρουσα προοπτική η διερεύνηση της χρήσης των νέων τεχνολογιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Στην παρούσα εργασία λοιπόν μελετάται η αξιοποίηση των Εικονικών Εργαστηρίων και των προσομοιώσεων που υπάρχουν διαθέσιμα στο διαδίκτυο στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών από τους δασκάλους της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Επιπλέον, διερευνάται η στάση των εκπαιδευτικών απέναντι σε αυτά, καθώς και οι κύριοι λόγοι που τους ωθούν ή τους αποτρέπουν στη χρήση τους στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Στο πλαίσιο αυτό, αρχικά πραγματοποιείται βιβλιογραφική επισκόπηση, όπου παρουσιάζονται οι στόχοι της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στα σχολεία της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, καθώς και πως αυτοί εξυπηρετούνται από τις διάφορες θεωρίες μάθησης. Μέσα από την ανάλυση καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η διερευνητική μάθηση αποτελεί βέλτιστο τρόπο κατάκτησης της γνώσης από τους μαθητές, επομένως το πείραμα, τόσο το πραγματικό όσο και το εικονικό, αποτελεί βασικό εργαλείο της διδασκαλίας. Ακολουθεί η παρουσίαση του εικονικού πειράματος, καθώς και μια σύγκριση μεταξύ του εικονικού και πραγματικού πειράματος, ώστε να αναδειχθούν τα πιθανά τους πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Στη συνέχεια, ακολουθεί εμπειρική έρευνα με τη χρήση ερωτηματολογίου σε τυχαίο δείγμα δασκάλων. Το δείγμα αποτελείται από 108 δασκάλους που διδάσκουν στις δύο τελευταίες τάξεις του Δημοτικού Σχολείου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, το σύνολο των δασκάλων του δείγματος αναγνωρίζει τη σπουδαιότητα της χρήσης των Εικονικών Εργαστηρίων, ως σημαντικό παράγοντα βελτίωσης της διδασκαλίας τους. Όμως, ένα πολύ σημαντικό μέρος των δασκάλων του δείγματος δεν γνωρίζει καθόλου την ύπαρξη των Εικονικών Εργαστηρίων, παρότι οι περισσότεροι είναι εξοικειωμένοι γενικότερα με την χρήση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών. Το γεγονός αυτό, κυρίως οφείλεται στην έλλειψη ενημέρωσης και επιμόρφωσής τους. Ωστόσο, οι περισσότεροι απ' αυτούς επιθυμούν να εξοικειωθούν με τα Εικονικά Εργαστήρια μέσω κατάλληλης επιμόρφωσης. Όσον αφορά στους δασκάλους που έχουν γνώση

των Εικονικών Εργαστηρίων, ένα ελάχιστο μέρος δεν τα χρησιμοποιεί. Αναγνωρίζουν καθολικά τη χρησιμότητά τους στον εμπλουτισμό και στη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, αλλά και τα σημαντικά οφέλη που έχουν να προσφέρουν στους μαθητές. Μάλιστα, διαπιστώνεται ότι οι κύριοι λόγοι που τα Εικονικά Εργαστήρια δεν χρησιμοποιούνται δεν είναι διδακτικοί, αλλά έχουν να κάνουν με την έλλειψη υλικοτεχνικής υποδομής στα σχολεία, με τον περιορισμένο διδακτικό χρόνο που προβλέπει το αναλυτικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών, καθώς και με την απουσία κατάλληλης επιμόρφωσης από μέρους της πολιτείας για τη σωστή χρήση τους. Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, κρίνεται απαραίτητη η επιμόρφωσή των εκπαιδευτικών πάνω σ' αυτά, καθώς και ο εξοπλισμός των σχολικών μονάδων με τα απαραίτητα τεχνολογικά μέσα που να υποστηρίζουν τη διδασκαλία τους.

Abstract

In today's information age, new technologies offer significant opportunities to enhance educational practice. That being the case, investigating the use of new technologies in the teaching of Physical Sciences consists an interesting prospect.

This paper, therefore, studies the use of Virtual Labs and simulations available on the Internet in the teaching of Physical Sciences by primary school teachers. In addition, teachers' attitude towards the above and the main reasons for or against using them when teaching Physical Sciences are also investigated.

On this basis, a literature review is initially conducted, presenting the objectives of teaching Physical Sciences in primary schools, as well as the way these objectives are implemented by different learning theories. Through analysis, we conclude that inquiry-based learning is an optimal way for students to acquire knowledge, and thus experiments, both real and virtual, consist a fundamental teaching tool. Virtual experiments are then discussed, and a comparison between virtual and real experiments is made, in order to feature their potential advantages and disadvantages.

An empirical research follows, carried out by distributing a questionnaire to a random sample of teachers. The sample consists of 108 teachers teaching in the last two grades of Primary School. According to the results of the survey, all the teachers in the sample acknowledge the importance of using Virtual Labs as an important factor in improving their teaching. However, a very significant part of the sample teachers, are not at all aware of the existence of Virtual Labs, even though most of them are familiar with the use of ICT in general. This is mainly due to their lack of information and training. However, the majority of them wish to familiarize themselves with Virtual Labs through appropriate training. As for teachers who are already familiar with Virtual Labs, only very few do not use them. Overall, they acknowledge their usefulness for enriching and enhancing the educational process, and their significant benefits for students. In fact, it is established that the main reasons for not using Virtual Labs are not related to teaching itself, but have to do with a lack of infrastructure in schools, the limited teaching time allocated by the curriculum for teaching Physical Sciences, as well as a lack of appropriate training for their proper use by the State. In view of the above, it is imperative that teachers are

trained to use Virtual Labs and that schools are equipped with the necessary technological means in order to support teaching.

Περιεχόμενα

.....	i
Δήλωση εργασίας μεταπτυχιακής εργασίας	iii
Ευχαριστίες	iv
Αφιερώσεις	v
Περίληψη	vi
Abstract	viii
Συνομογραφίες	xii
Πρόλογος	1
1 ^ο Κεφάλαιο: Η Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση 3	
1.1. Οι σκοποί της διδασκαλίας των ΦΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση	3
1.2. Θεωρίες μάθησης και διδακτική των ΦΕ	8
1.3. Σύγχρονες τάσεις στη διδακτική των ΦΕ	10
1.4. Η Διερευνητική μάθηση στις ΦΕ	15
1.5. Η σημασία του πειράματος στη διδακτική των ΦΕ	24
1.6. Η χρήση των ΨΜΑ στη διδασκαλία των ΦΕ.....	26
2 ^ο Κεφάλαιο: Τα Εικονικά Εργαστήρια.....	29
2.1. Περιγραφή και κύρια χαρακτηριστικά.....	29
2.2. Ταξινόμηση	31
2.3. Διαθέσιμες ψηφιακές βιβλιοθήκες εικονικών εργαστηρίων	33
2.5. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα	38
2.6. Συμπεράσματα σύγκρισης.....	45
Β' ΜΕΡΟΣ: ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	48
3ο Κεφάλαιο: Μεθοδολογία της έρευνας.....	48
3.1.2. Μέθοδος συλλογής των δεδομένων.....	49
3.1.3 Μέθοδος δειγματοληψίας.....	51
3.1.4. Αξιοπιστία και εγκυρότητα	52
4 ^ο Κεφάλαιο: Αποτελέσματα της έρευνας	53
4.1. Δημογραφικά στοιχεία (Ενότητα Α)	53
4.2. Λόγοι που τα ΕΕ δεν είναι γνωστά τους εκπαιδευτικούς (Ενότητα Β)	57
4.3. Λόγοι που οι εκπαιδευτικοί ΠΕ χρησιμοποιούν τα ΕΕ στη διδασκαλία των ΦΕ (Ενότητα Γ)	59
4.4 Λόγοι που οι εκπαιδευτικοί ΠΕ αποφεύγουν τη χρήση των ΕΕ στη διδασκαλία των ΦΕ (Ενότητα Δ)	62

5 ^ο Κεφάλαιο: Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα.....	63
5.1. Συμπεράσματα.....	63
5.2. Περιορισμοί της έρευνας.....	65
5.3. Μελλοντική έρευνα.....	66
Αναφορές.....	69
Αναφορές Ελληνόγλωσσες.....	69
Αναφορές Ξενόγλωσσες.....	76
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	81

Συντομογραφίες

ΕΕ	Εικονικά Εργαστήρια
ΦΕ	Φυσικές Επιστήμες
ΤΠΕ	Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας
ΕΤΑ	Επιστημονικός και Τεχνολογικός Αλφαριθμητισμός
ΝΠΣ	Νέο Πρόγραμμα Σπουδών
ΔΕΠΠΣ	Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών
ΨΜΑ	Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα

Πρόλογος

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση αποτελεί μια πρώτη προσπάθεια επαφής των παιδιών με τις συγκεκριμένες επιστήμες. Αποτελεί επομένως μια καλή αφορμή για κινητοποίηση, παρατήρηση και έρευνα από την πλευρά των μικρών μαθητών, και ταυτόχρονα μια μεγάλη πρόκληση για κάθε εκπαιδευτικό. Είναι προφανές ότι μια τέτοια διδασκαλία θα πρέπει να στηρίζεται στο ανακαλυπτικό μοντέλο, αφού στόχος είναι να καταφέρει ο εκπαιδευτικός να κινητοποιήσει το ενδιαφέρον και τη διάθεσή των παιδιών για έρευνα, παρατήρηση και συνεργασία, ώστε να οδηγηθούν σε κοινά αποδεκτά συμπεράσματα.

Ο πιο προσφιλής τρόπος για να γίνει αυτό, και αυτός που εφαρμόζεται στα σχολεία, είναι μέσα από την πειραματική διαδικασία. Δηλαδή, θα πρέπει οι μαθητές, με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού, αφού πρώτα έχουν καθορίσει τους στόχους και έχουν θέσει τα ανάλογα ερωτήματα, να εκτελέσουν το κατάλληλο πείραμα από το οποίο, μέσω της παρατήρησης, θα πάρουν τις απαντήσεις στα ερωτήματά τους. Όπως είναι λογικό, για να μπορέσει να γίνει κάτι τέτοιο, θα πρέπει να υπάρχει στο χώρο του σχολείου ο κατάλληλος χώρος, όπου θα μπορεί να διεξαχθεί το κάθε πείραμα. Ακόμα πιο σημαντικό βέβαια είναι να υπάρχει διαθέσιμος ο κατάλληλος υλικοτεχνικός εξοπλισμός που να το υποστηρίζει.

Σ' αυτό ακριβώς το σημείο έρχεται η εξέλιξη της τεχνολογίας να συμβάλλει και να βοηθήσει ώστε το μάθημα να γίνει πιο ενδιαφέρον και εύληπτο για τους μικρούς μαθητές και να μετατραπεί σε ένα πολύτιμο διαδραστικό εργαλείο ανακάλυψης της νέας γνώσης.

Τα τελευταία χρόνια υπάρχουν διαθέσιμες στα διάφορα αποθετήρια, που μπορεί να βρει κανείς στο διαδίκτυο, πολλές ψηφιακές πειραματικές διατάξεις, που η μόνη τους απαίτηση είναι η σύνδεση στο δίκτυο, ένας υπολογιστής και ένας βιντεοπροβολέας για να μπορέσουν να εφαρμοστούν στη διδακτική πράξη. Αν μάλιστα λάβουμε υπόψη μας ότι, με την τελευταία τροποποίηση του Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών, όλα τα ελληνικά σχολεία διαθέτουν σύγχρονα εξοπλισμένο εργαστήριο ηλεκτρονικών υπολογιστών, μπορούμε να καταλάβουμε ότι η χρήση των εικονικών ψηφιακών εργαστηρίων μπορεί σε πολλές περιπτώσεις να δώσει τη λύση και να αλλάξει ριζικά την εκπαιδευτική διαδικασία, προς όφελος των μαθητών. Παράλληλα, και πέρα από το μάθημα των ΦΕ,

μα τέτοια δυνατότητα θα έκανε τα παιδιά κοινωνούς της σύγχρονης εποχής της πληροφορίας, όπου η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή θεωρείται πλέον απαραίτητο εφόδιο για τη μετέπειτα εξέλιξη τους.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθεί η αξιοποίηση των Εικονικών Εργαστηρίων (ΕΕ) και των Προσομοιώσεων, που υπάρχουν διαθέσιμα στο διαδίκτυο, στη διδασκαλία των ΦΕ από τους δασκάλους της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Επιπλέον, διερευνάται η στάση των εκπαιδευτικών απέναντι σε αυτά, καθώς και οι κύριοι λόγοι που τους ωθούν ή τους αποτρέπουν στη χρήση τους στη διδασκαλία των ΦΕ.

Η δομή της εργασίας είναι η ακόλουθη:

- Στο **κεφάλαιο 1** πραγματοποιείται βιβλιογραφική επισκόπηση των σκοπών της διδασκαλίας των ΦΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, καθώς και πώς αυτοί εξυπηρετούνται από τις διάφορες θεωρίες μάθησης. Επίσης, γίνεται αναφορά στη διερευνητική μάθηση και αναδεικνύεται ως ο ρόλος της στην κατάκτηση της γνώσης από τους μαθητές.
- Στο **κεφάλαιο 2** παρουσιάζονται τα διαθέσιμα ΕΕ που μπορεί να αξιοποιηθούν στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και οι τρόποι που αυτά δύνανται να εμπλουτίσουν και να βελτιώσουν τη διδακτική πράξη. Επίσης, γίνεται μια σύγκριση ανάμεσα στα εικονικά και τα πραγματικά πειράματα, ώστε να αναδειχθούν τα πιθανά τους πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.
- Στο **κεφάλαιο 3** παρουσιάζεται η μεθοδολογία της εμπειρικής έρευνας της παρούσας εργασίας, με την οποία επιχειρείται η διερεύνηση της γνώσης και αξιοποίησης των ΕΕ και των προσομοιώσεων στη διδασκαλία των ΦΕ από τους δασκάλους (ΠΕ 70) των δύο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού Σχολείου. Αναζητούνται οι κύριοι λόγοι που οδηγούν τους εκπαιδευτικούς στην απόφασή τους να τα χρησιμοποιούν ή να τα αποφεύγουν. Επίσης, διερευνώνται οι βασικοί λόγοι που τα ΕΕ, αν και αποτελούν ένα χρήσιμο και ευέλικτο εργαλείο για τη διδασκαλία των ΦΕ, δεν είναι γνωστά στα μέλη της εκπαιδευτικής κοινότητας.
- Στο **κεφάλαιο 4** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας.
- Στο **κεφάλαιο 5** ακολουθούν τα συμπεράσματα της εργασίας και οι πιθανές μελλοντικές της προεκτάσεις.

Α΄ ΜΕΡΟΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

1^ο Κεφάλαιο: Η Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Σ' αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο της διδασκαλίας των ΦΕ, μέσα από συνοπτική βιβλιογραφική επισκόπηση. Η επισκόπηση επικεντρώνεται σε ερευνητικά δεδομένα που αφορούν στη σύγχρονη διερευνητική διδασκαλία των μαθημάτων με τη χρήση πειραμάτων που εμπλέκουν τις νέες τεχνολογίες. Στη συνέχεια, επιχειρείται μια σύγκριση των πραγματικών και ΕΕ ώστε να καταλήξουμε σε συμπεράσματα σχετικά με τη χρήση των τελευταίων στη βελτίωση της διδακτικής πράξης.

Μια από τις βασικές επιδιώξεις αυτού του κεφαλαίου είναι ο εντοπισμός των βασικών σκοπών της διδασκαλίας των ΦΕ, οι θεωρίες μάθησης στις οποίες στηρίζονται και οι κατάλληλες στρατηγικές διδασκαλίας. Στη συνέχεια γίνεται σαφές, με την παρουσίαση των στοιχείων που το τεκμηριώνουν, ότι η διερευνητική μάθηση αποτελεί την πιο πλήρη και κατάλληλη μέθοδο διδασκαλίας για τις ΦΕ. Για την υλοποίηση της διερευνητικής μάθησης σημαντικότερο ρόλο διαδραματίζει το πείραμα. Τονίζεται λοιπόν η σημασία που έχει η διενέργεια του πειράματος στην διδασκαλία και παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν τη χρήση Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα από τους εκπαιδευτικούς στη διδασκαλία των ΦΕ. Ακολουθούν θεωρητικά στοιχεία για τα σύγχρονα ΕΕ που υπάρχουν, ενώ, στο τέλος, γίνεται καταγραφή των μειονεκτημάτων και των πλεονεκτημάτων του πραγματικού και του εικονικού εργαστηρίου.

1.1. Οι σκοποί της διδασκαλίας των ΦΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Η πρώτη αναφορά στο μάθημα των ΦΕ στη χώρα μας γίνεται το 1830 στην Αίγινα, όταν ο Ι. Κοκκώνης εξέδωσε τη μετάφραση του εγχειριδίου με τίτλο «Οδηγός της Αλληλοδιδασκτικής Μεθόδου» του Γάλλου Σαραζίνου. Σ' αυτό περιλαμβάνεται η βασική αρχή για την διδασκαλία των ΦΕ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, η οποία είναι: *«Να διαδώση εις τόν λαόν ιδέας τινάς έκ τῶν ἐπιστημονικῶν γνώσεων ἀπλουστάτας και ἀληθεῖς, ὅσας ὁ ἄνθρωπος ἐξ αὐτῆς τῆς ὑπάρξεως αὐτοῦ εἰς τήν κοινωνίαν, και τῶν σχέσεων του πρὸς τὰ πέριξ αὐτοῦ σώματα, θέλει ἐξ ἀνάγκης ἀντιλαμβάνεσθαι»*. Στο ίδιο κείμενο γίνεται σαφές ότι: *«Ἡ διδασκαλία τοῦ μαθήματος τούτου, ἐξηγούντος τὰ αἷτια καί τὰ ἀποτελέσματα τῶν φυσικῶν φαινομένων, συντείνει εἰς τό νά καταργήση τὰς προλήψεις καί δεισιδαιμο-*

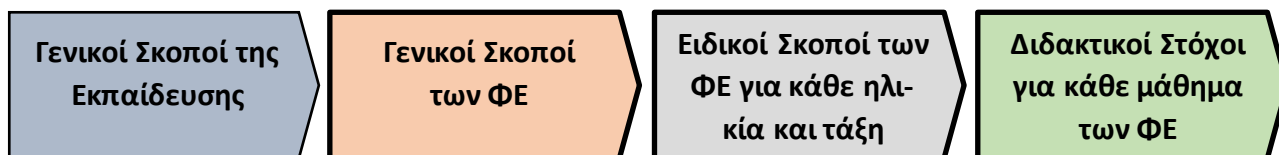
νίας, τὰς ὁποίας ἐκ τῆς ἐμφανίσεως αὐτῶν συλλαμβάνει ὁ ἀμαθὴς λαός» (Κοκκῶνης , 1860).

Τονίζεται μάλιστα με σαφήνεια ὅτι ἡ διδασκαλία πρέπει νὰ γίνεται με εὐληπτο τρόπο, ἀφοῦ ἐκτεθοῦν οἱ αἰτιώδεις σχέσεις που διέπουν τὰ φαινόμενα, κάνοντας μάλιστα πειράματα με τὴ χρήση γνωστῶν καθημερινῶν αντικειμένων, ὅπου εἶναι δυνατόν, ὥστε ὁ δάσκαλος νὰ ἀποσπάσει τὴν προσοχὴ καὶ τὴν εὐχαρίστηση τῶν μαθητῶν του.

Παρόλα αὐτὰ, δὲν ὑπάρχει σαφὴς διατύπωση τῶν ἐπιδιωκόμενων σκοπῶν καὶ στόχων τῆς διδασκαλίας τῶν ΦΕ ἀπὸ τὸ Υπουργεῖο Παιδείας μέσα ἀπὸ τὰ ἐπίσημα ἀναλυτικὰ προγράμματα τῶν ἐπόμενων χρόνων. Ἀντ' αὐτοῦ, οἱ σκοποὶ καὶ τὰ περιεχόμενα τῶν σχολικῶν συγγραμμάτων αποτελοῦσαν ἐμπνευση τοῦ συγγραφέα τοὺς καὶ προέρχονταν συνήθως ἀπὸ ἀντιγραφές Γαλλικῶν ἀντίστοιχων εγχειριδίων. ΓΙΑ ΠΡΩΤΗ ΦΟΡΑ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΣΚΟΠΟΙ, ἔστω καὶ συνοπτικά, τὸ 1897 σὲ ἀναλυτικὸ πρόγραμμα (Καράς, 1991).

Ἡ διατύπωση τῶν σκοπῶν σὲ κάθε μάθημα εἶναι ἐξαιρετικὰ σημαντικὴ, διότι ἀπὸ αὐτοῦς ἐξαρτᾶται τόσο τὸ περιεχόμενο τῆς διδασκαλίας, ὅσο καὶ ὁ τρόπος ἀξιολόγησης τοῦ ἐκάστοτε μαθήματος. Προκειμένου λοιπὸν νὰ καθοριστοῦν οἱ σκοποὶ, θὰ πρέπει πρῶτα νὰ προσδιοριστοῦν τὰ μαθήματα που ἐντάσσονται στὶς ΦΕ. Πιο συγκεκριμένα, στὰ μαθήματα αὐτὰ ἐντάσσονται ἡ Φυσικὴ, ἡ Χημεία, ἡ Βιολογία , ἡ Γεωγραφία, ἡ Γεωλογία, ἡ Ἀστρονομία κλπ., μαθήματα που συμβάλλουν στὴν ἐξερεύνηση τοῦ φυσικοῦ κόσμου που μας περιβάλλει, με στόχο νὰ ἀνακαλυφθοῦν οἱ αἰτιακὲς σχέσεις τῶν πραγμάτων καὶ νὰ δομηθεῖ μὴ μεθοδολογία γιὰ τὴν ἐρμηνεία τοὺς (Κόκκοτας, 1998).

Στὴ σημερινὴ ἐποχὴ εἶναι προφανές ὅτι οἱ σκοποὶ, τόσο τῆς ἐκπαίδευσης γενικὰ, ὅσο καὶ αὐτῶν τῶν ἐπιμέρους μαθημάτων, συνάδουν με τὸ στόχο γιὰ τὴν ἀνάπτυξη ἀνθρώπων με κριτικὴ ικανότητα, ἀνοιχτὸ πνεῦμα καὶ ολοκληρωμένη προσωπικότητα, ὥστε νὰ εἶναι σὲ θέση νὰ προάγουν τὴν κοινωνία καὶ τὸν πολιτισμὸ ἐν γένει, μέσα ἀπὸ τὴν προσωπικὴ τους δράση, ἀλλὰ καὶ μέσα ἀπὸ τὴ συνεργασία. Αὐτὴ ἡ σύνδεση τῶν σκοπῶν τῆς ἐκπαίδευσης καὶ τῶν ἐπιμέρους στόχων τῆς διδασκαλίας τῶν ΦΕ ἀποτυπώνεται στὸ Σχῆμα 1.



Σχῆμα 1. Οἱ σκοποὶ καὶ οἱ στόχοι στὶς Φυσικὲς Ἐπιστῆμες

Καθοριστικός παράγοντας για να προσδιοριστούν οι διδακτικοί σκοποί στις ΦΕ αποτελεί η ηλικιακή ομάδα των μαθητών και οι ξεχωριστές εκπαιδευτικές τους ανάγκες, όπως προσδιορίζονται και από τις σχετικές εκπαιδευτικές έρευνες. Εξίσου σημαντικοί παράγοντες είναι το νοητικό επίπεδο των μαθητών, το επίπεδο των γνώσεων που διαθέτουν, οι οικονομικοκοινωνικές συνθήκες στις οποίες ζουν, καθώς και οι προσδοκίες που αυτές τους καλλιεργούν. Επιπλέον, για να καθοριστούν οι σκοποί της διδασκαλίας πρέπει να ληφθεί υπόψη και η αντίστοιχη υλικοτεχνική υποδομή που θα κληθούν να χρησιμοποιήσουν οι εκπαιδευτικοί στη διδασκαλία τους.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2002), οι σκοποί της διδασκαλίας των ΦΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση πρέπει να είναι προσανατολισμένοι έτσι ώστε να συμβάλλουν:

- Να αποκτηθούν οι κατάλληλες γνώσεις που αφορούν νόμους, αρχές και θεωρίες των ΦΕ, έτσι ώστε οι μαθητές να είναι σε θέση να προβούν στην ερμηνεία των φυσικών φαινομένων που τους περιβάλλουν.
- Να αναπτύξουν μια ολοκληρωμένη προσωπικότητα, που να προωθεί την ανεξάρτητη σκέψη, τη συνεργατική εργασία στην επίλυση προβληματικών καταστάσεων και την εκλογίκευση φαινομένων και καταστάσεων που θα κληθούν να αντιμετωπίσουν.
- Να είναι σε θέση να αναγνωρίσουν ότι η επιστημονική γνώση των θετικών επιστημών παρουσιάζει μια συνέχεια και μια αλληλεξάρτηση των γνωστικών της πεδίων. Επίσης, θα πρέπει να αντιλαμβάνονται ποιες είναι οι σχέσεις που τα συνδέουν.
- Να εξοικειωθούν οι μαθητές με την μέθοδο της έρευνας των ΦΕ, με το πείραμα, την παρατήρηση, την αναζήτηση αξιόπιστων πηγών και την καταγραφή έγκυρων συμπερασμάτων, κι όλα αυτά σε συνδυασμό με τη χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας, ώστε να προετοιμαστούν μ' αυτόν τον τρόπο οι σύγχρονοι επιστήμονες.
- Να αξιολογούν οι μαθητές τις εφαρμογές της τεχνολογίας, να κρίνουν ορθολογικά τα οφέλη της επιστήμης και να αντιλαμβάνονται την θετική ή αρνητική τους επίδραση στην προσωπική ζωή, αλλά και στην παγκόσμια κοινότητα.
- Να ευαισθητοποιηθούν ως προς το περιβάλλον και να κάνουν τρόπο ζωής και δράσης τους την προστασία του και την αειφόρο ανάπτυξη.

- Να διαπιστώσουν πόσο σημαντική είναι η επίδραση των ΦΕ στη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου της σύγχρονης κοινωνίας.
- Να γνωρίσουν τους νόμους που διέπουν τη λειτουργία της φύσης και να είναι σε θέση να μετέχουν ενεργά στην αντιμετώπιση προβλημάτων που θα κληθούν να επιλύσουν, κάνοντας χρήση της επιστημονικής μεθοδολογίας που έχουν διδαχθεί.
- Να αποκτήσουν ικανότητες συνεργασίας, επικοινωνίας, συλλογής και επεξεργασίας αξιόπιστων στοιχείων, τα οποία θα είναι σε θέση να τα παρουσιάσουν και να τα υποστηρίξουν με ασφαλή επιχειρήματα.
- Να αποκτήσουν βασικές γνώσεις, μέσω της έρευνας και της εξαγωγής συμπερασμάτων που θα τους κάνουν ικανούς να κατανοούν όρους των θετικών επιστημών και σημαντικούς γεωφυσικούς παράγοντες, καθώς και τις αλληλεξαρτήσεις που παρουσιάζονται μεταξύ τους, στοιχεία που θα τους κάνουν να αντιληφθούν την ανάγκη για ένα βιώσιμο περιβάλλον.

Βέβαια, πέρα από τους γενικότερους σκοπούς των ΦΕ, εξίσου σημαντικό είναι να αναφερθούν και οι σκοποί του μαθήματος της Φυσικής, καθώς στο μάθημα αυτό επικεντρώνεται περισσότερο η παρούσα έρευνα. Η διδασκαλία της Φυσικής συντελεί στην ερμηνεία των φυσικών φαινομένων μέσα από τη μελέτη των αιτιακών σχέσεων που τα συνδέουν, κάνοντας έτσι τον μαθητή να έρθει πιο κοντά στο περιβάλλον και τους νόμους της φύσης, ενώ παράλληλα συντελεί στη διαμόρφωση του κοινωνικού του χαρακτήρα (Καράς, 1991). Με βάση το σημερινό νέο πρόγραμμα σπουδών των ΦΕ του Δημοτικού παρουσιάζονται στη συνέχεια οι σκοποί της διδασκαλίας για το μάθημα της Φυσικής (Υπουργείο Παιδείας, 2011):

- Να γνωρίσουν οι μαθητές την επιστημονική μεθοδολογία με την οποία γίνεται η έρευνα των ΦΕ, δηλαδή το πείραμα, την παρατήρηση, την εξαγωγή συμπερασμάτων και τη διατύπωση θεωριών, ώστε να είναι σε θέση να την χρησιμοποιούν για να προσεγγίζουν τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν.
- Να κατακτηθούν από τους μαθητές οι βασικοί νόμοι και έννοιες που διέπουν το μάθημα για να είναι σε θέση να προσεγγίσουν την επιστήμη .
- Να εξασκηθούν οι μαθητές στην πειραματική διαδικασία, που περιλαμβάνει την διατύπωση υποθέσεων, το πείραμα, την παρατήρηση, τη διατύπωση θε-

ωριών και την εφαρμογή της γνώσης τους για να ερμηνεύουν τα σχετικά φυσικά φαινόμενα.

- Να αποκτήσουν οι μαθητές κριτική σκέψη για τις καταστάσεις που έχουν να αντιμετωπίσουν, να μπορούν να συνεργαστούν, να επικοινωνήσουν και να αναπτύξουν τα νοητικά σχήματα που απαιτούνται στην έρευνα.
- Να εξοικειωθούν οι μαθητές με τον χειρισμό των πειραματικών διατάξεων και των συσκευών που χρησιμοποιούνται στη Φυσική.
- Να αντιληφθούν οι μαθητές τη σημασία και την αποτελεσματικότητα της συνεργασίας σε ομαδικές δραστηριότητες, που μπορούν να επιφέρουν ένα πιο άρτιο επιστημονικό αποτέλεσμα μέσα από την επικοινωνιακή ανταλλαγή απόψεων.
- Να αντιληφθούν οι μαθητές τη συνέχεια της επιστημονικής γνώσης στην ανθρώπινη ιστορία και να καταλάβουν ότι αποτελεί προϊόν της ανθρώπινης νόησης, μέσω της αναζήτησης και της παρατήρησης των φυσικών φαινομένων.
- Να καταδείξουν τη στενή σχέση που υπάρχει ανάμεσα στην πρόοδο της επιστήμης και την αλματώδη τεχνολογική εξέλιξη της σύγχρονης εποχής, καθώς και τη σχέση με τη σημερινή παγκοσμιοποιημένη αγορά.

Τα διδακτικά αντικείμενα που διδάσκονται στο μάθημα της Φυσικής έχουν ως στόχο να μπορούν οι μαθητές (Υπουργείο Παιδείας, 2011):

- Να γνωρίζουν και να περιγράφουν τα φαινόμενα που διδάσκονται.
- Να διατυπώνουν έναν ορισμό ή έναν νόμο.
- Να χρησιμοποιούν παραδείγματα.
- Να διατυπώνουν υποθέσεις.
- Να οργανώνουν και να προετοιμάζουν δραστηριότητες.
- Να καταγράφουν και να ερμηνεύουν τα αποτελέσματα της έρευνας.
- Να οδηγούνται σε συμπεράσματα και γενικεύσεις.
- Να διατυπώνουν προσωπικές θεωρίες.
- Να αναλύουν τις όποιες παρατηρήσεις.
- Να χειρίζονται αποτελεσματικά τις πειραματικές διατάξεις.
- Να μπορούν να υποστηρίξουν τις απόψεις τους.
- Να εφαρμόζουν επαγωγικό και παραγωγικό τρόπο σκέψης.

- Να βελτιωθούν στον τρόπο επίλυσης προβλημάτων.

Για να επιτευχθούν οι σκοποί και οι στόχοι που αναφέρθηκαν πιο πάνω για τη διδασκαλία των ΦΕ, στο πλαίσιο της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, οφείλουν να συμβάλουν με όλες τους τις δυνάμεις, τόσο οι δάσκαλοι, όσο και οι ειδικοί επιστήμονες, οι οποίοι μέσω της έρευνας είναι σε θέση να βοηθήσουν σε μια πιο στοχευμένη και αποτελεσματική διδασκαλία.

1.2. Θεωρίες μάθησης και διδακτική των ΦΕ

Σύμφωνα με τη *θεωρία του Συμπεριφορισμού* (Χαλκιά, 2012), το μυαλό του εκπαιδευόμενου αποτελεί λευκό χαρτί (tabula rasa), και πάνω σ' αυτό μπορεί ο δάσκαλος που αποτελεί αυθεντία και είναι φορέας της γνώσης, να μεταφέρει όποια γνώση επιθυμεί μέσα από τη διδασκαλία. Μ' αυτόν τον τρόπο, η γνώση μεταφέρεται ουσιαστικά από τον δάσκαλο που την κατέχει, προς τον μαθητή που αποτελεί παθητικό δέκτη της διαδικασίας της μάθησης. Μάλιστα, ευνοείται η μεταφορά μέσω των αισθήσεων σε μια διαδικασία μάθησης που είναι παθητική, αναπαράγει την γνώση μέσα από μια στατική διδασκαλία, η οποία στοχεύει στην ποσότητα της γνώσης που θα παρασχεθεί.

Το αποτέλεσμα της μάθησης είναι εύκολα μετρήσιμο, αφού μπορεί να ελεγχθεί η αλλαγή της συμπεριφοράς του εκπαιδευόμενου μέσα από γραπτές δοκιμασίες που στοχεύουν στον έλεγχο της απομνημόνευσης και της στείρας επανάληψης της γνώσης. Πρόκειται λοιπόν για ένα δασκαλοκεντρικό μοντέλο που η αυτενέργεια του ατόμου περιορίζεται στην επανάληψη από τον μαθητή της γνώσης που έχει πάρει από τον δάσκαλο- αυθεντία και από τα αντίστοιχα διδακτικά εγχειρίδια. Θεμελιωτής της μεθόδου αυτής υπήρξε ο Ραβίον με τα περίφημα πειράματά του να υποστηρίζουν τη θεωρία του (Χαλκιά, 2012).

Η Ανακαλυπτική Θεωρία (Χαλκιά, 2012) στηρίζεται στη βασική αρχή της ανακάλυψης μέσα από τη δράση. Η δράση και η παρατήρηση είναι αυτές που οδηγούν στην ανακάλυψη της γνώσης και στην κατάκτηση αφηρημένων εννοιών. Οι δραστηριότητες είναι συνεργατικές και στοχεύουν στη λύση προβλημάτων μέσα από ανώτερες γνωστικές λειτουργίες. Μ' αυτόν τον τρόπο ευνοείται η αλληλεπίδραση, η οποία συνδυάζεται με το πλαίσιο εφαρμογής και οδηγεί στη γνώση, η οποία είναι δυναμική αφού προέρχεται από τη χρήση επιστημονικών διαδικασιών, και την εφαρμογή των κατάλληλων στρατηγικών.

Και σ' αυτή τη θεωρία το μυαλό των μαθητών παρουσιάζεται ως λευκό χαρτί, αφού δεν λαμβάνονται υπόψη οι προϋπάρχουσες ιδέες και απόψεις τους. Αντ' αυτού οδηγούνται, με την απαραίτητη καθοδήγηση του διδάσκοντα, στην εξάσκηση μέσω κατάλληλων διαδικασιών, οι οποίες θα τους οδηγήσουν στο να ανακαλύψουν το περιεχόμενο των εννοιών. Έτσι θα καταστεί εφικτό να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα και τους νόμους της φύσης. Εδώ προάγεται ο ποιοτικός χαρακτήρας της γνώσης, έναντι του ποσοτικού του συμπεριφορισμού. Η διδασκαλία είναι μαθητοκεντρική και ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει την οργάνωση και την καθοδήγησή της. Οι μαθητές μέσα από κατάλληλα διαμορφωμένα φύλλα εργασίας καλούνται να παρατηρήσουν, να μετρήσουν, να καταγράψουν και να συγκρίνουν τα δεδομένα. Οδηγούνται έτσι στο να οικοδομήσουν τη νέα γνώση, μέσα από την ανακαλυπτική διαδικασία. Η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία που υιοθετείται, ευνοεί τον διάλογο και την αλληλεπίδραση ανάμεσα σε ισότιμα μέλη μιας ομάδας, οδηγώντας τόσο σε πιο αποτελεσματική μάθηση, όσο και σε καλλιέργεια του κοινωνικού χαρακτήρα των ατόμων (Χαλκιά, 2012).

Η πιο σύγχρονη θεωρία μάθησης, ο **Κονστρουκτιβισμός** (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2002), εξελίχθηκε τα τελευταία χρόνια, αφού υιοθέτησε αρχές από παλιότερες θεωρίες μάθησης. Ο Κονστρουκτιβισμός εκφράζεται σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης δράσης, αλλά η εκπαίδευση επικεντρώνεται σ' αυτόν της μάθησης του ατόμου. Αρχικά, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι ο Κονστρουκτιβισμός διακρίνεται στις εξής κατηγορίες:

- Ψυχολογικό Κονστρουκτιβισμό
 - Υποκειμενικό Κονστρουκτιβισμό
 - Κοινωνικό Κονστρουκτιβισμό
- Κοινωνιολογικό Κονστρουκτιβισμό

Ο *Ψυχολογικός Κονστρουκτιβισμός* υποστηρίζει ότι η γνώση προέρχεται μέσα από την προσπάθεια για προσαρμογή του ατόμου στο περιβάλλον του, ενώ περιλαμβάνει μια σειρά από νοητικές διεργασίες. Άλλωστε, η νοητική εξέλιξη κάθε ατόμου επηρεάζεται από τον τρόπο που βιώνει την πραγματικότητα. Επομένως, η γνώση οικοδομείται πάνω στις προϋπάρχουσες στον μαθητή γνώσεις και εμπειρίες, αφού εξετάσει κριτικά τις νέες αντιλήψεις και τις πληροφορίες που θα λάβει απ' αυτές. Αποτελεί δηλαδή ένα συγκερασμό του παλιού με το νέο, προσαρμοσμένο πάνω στα νέα κάθε φορά δεδομένα. Όλα τα παραπάνω μπορούν να συμβούν είτε δοθεί έμφαση στο ίδιο το άτομο (Ριζοσπαστικός κονστρουκτιβισμός) είτε στη συμβολή που του ασκεί η χρήση της γλώσσας, που

διαμεσολαβεί ανάμεσα στην κοινωνία και τον νου (κοινωνικός κονστρουκτιβισμός). Πολλά προγράμματα σπουδών έχουν εμπνευστεί από τον ψυχολογικό κονστρουκτιβισμό, όπως επίσης και πολλά σχολικά εγχειρίδια, στα οποία διδάσκονται οι ΦΕ (Κόκκοτας, 1998).

Ο Κοινωνιολογικός Κονστρουκτιβισμός του Durkheim δεν στηρίζεται στους ψυχολογικούς μηχανισμούς του ατόμου, αλλά στις κοινωνικές, ιστορικές και πολιτισμικές συνθήκες, οι οποίες επηρεάζουν τις πεποιθήσεις του. Σύμφωνα λοιπόν με τη θεωρία του η επιστημονική γνώση είναι μέρος της κοινωνίας στην οποία ζει το άτομο και δεν αποτελεί την μόνη και αναντίρρητη αλήθεια. Αντίθετα, ως δημιούργημα του ανθρώπου, επηρεάζεται από το ισχύον οικονομικό, ιστορικό και πολιτισμικό πλαίσιο, το οποίο αλληλεπιδρά με τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των ατόμων (Κόκκοτας, 1998).

Κάνοντας χρήση της νέας αυτής θεωρίας στη σύνταξη των Αναλυτικών Προγραμμάτων επιχειρείται να αλλάξει η καθιερωμένη αντίληψη για τη γνώση, στην βάση των νέων πλέον δεδομένων. Δηλαδή, η γνώση δεν αποτελείται από προκατασκευασμένες αντιλήψεις που μεταφέρονται αυτούσιες στο μαθητή, αλλά είναι μια συνεχής διαδικασία αναζήτησης, κατασκευής και οικοδόμησης της ίδιας της γνώσης, μέσα από την ενεργή συμμετοχή του ίδιου του μαθητή. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού σ' αυτή την περίπτωση είναι καθοδηγητικός και υποστηρικτικός, ενώ προάγεται η συνεργασία και η αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών.

Οι παραπάνω θεωρίες μάθησης είναι φανερό ότι επηρεάζουν σημαντικά τον τρόπο διδασκαλίας και τον έλεγχο απόκτησης της γνώσης σε όλη την εκπαιδευτική πράξη, επομένως και τον τρόπο σχεδιασμού και υλοποίησης της διδασκαλίας στα μαθήματα των ΦΕ. Κατά συνέπεια, η θεωρία του Κονστρουκτιβισμού είναι αυτή που μπορεί να βοηθήσει τα μέγιστα τους μαθητές ώστε να οικοδομήσουν μόνοι τους τη γνώση στα μαθήματα των ΦΕ, μέσα από την παρατήρηση, την καταγραφή και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της διδασκαλίας οφείλει λοιπόν να στηρίζεται στις αρχές του Κονστρουκτιβισμού, διευκολύνοντας αυτή την πορεία.

1.3. Σύγχρονες τάσεις στη διδακτική των ΦΕ

Οι εξελίξεις στις επιστήμες των ΦΕ αντανακλούν τη νίκη του ορθολογισμού και του ανθρώπινου πνεύματος απέναντι στο σκοταδισμό και τις δεισιδαιμονίες παλαιότερων χρόνων. Σ' αυτά τα πλαίσια η επιστήμες αυτές εμφανίζουν μεγάλη άνθιση στα τέλη του 18^{ου}

αιώνα, όταν οι γνώσεις που προέρχονται από αυτές βρίσκουν ευρύ πεδίο διάδοσης. Έτσι, αυτή την περίοδο, η προηγούμενη επιστημονική τακτική της καταγραφής και της ερμηνείας αντικαθίσταται από το πείραμα και την παρατήρηση που οδηγεί στο να ερμηνεύονται και να αναλύονται ορθολογικά τα φυσικά φαινόμενα, καταπολεμώντας τις δεισιδαιμονίες και τις προκαταλήψεις της προηγούμενης περιόδου.

Οι θεωρίες του Αριστοτέλη, οι οποίες αποτέλεσαν τη βάση της φυσικής επιστήμης, αρχίζουν να αμφισβητούνται από τις νεώτερες ευρωπαϊκές θεωρήσεις του κόσμου που έχουν ως στόχο να ερμηνεύσουν την φύση με στοιχεία της ύλης όχι υπερφυσικά (Καράς, 1991). Σημαντικό ρόλο σ' όλο αυτό θα παίξει η ένταξη της πειραματικής διαδικασίας στη σχολική πραγματικότητα, ώστε να διερευνηθεί η σχέση που συνδέει την αιτία με το αποτέλεσμα, δίνοντας στον άνθρωπο-ερευνητή ενεργό ρόλο στην ερμηνεία της φύσης, σε αντιδιαστολή με την άκριτη αποδοχή διατυπωμένων θεωριών του παρελθόντος (Κασσέτας, 2004).

Με την πάροδο του χρόνου και την καθιέρωση της διαθεματικής προσέγγισης της γνώσης στο χώρο του σχολείου, συντελείται η σύνδεση των ΦΕ με άλλες επιστήμες, όπως η Ιστορία, τα Μαθηματικά κ.α. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα, οι ΦΕ συνδέονται όλο και περισσότερο, τόσο με την τεχνολογία, όσο και με περιβαλλοντικά θέματα, όπως για παράδειγμα η χρήση των πηγών ενέργειας και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από αυτή τη χρήση.

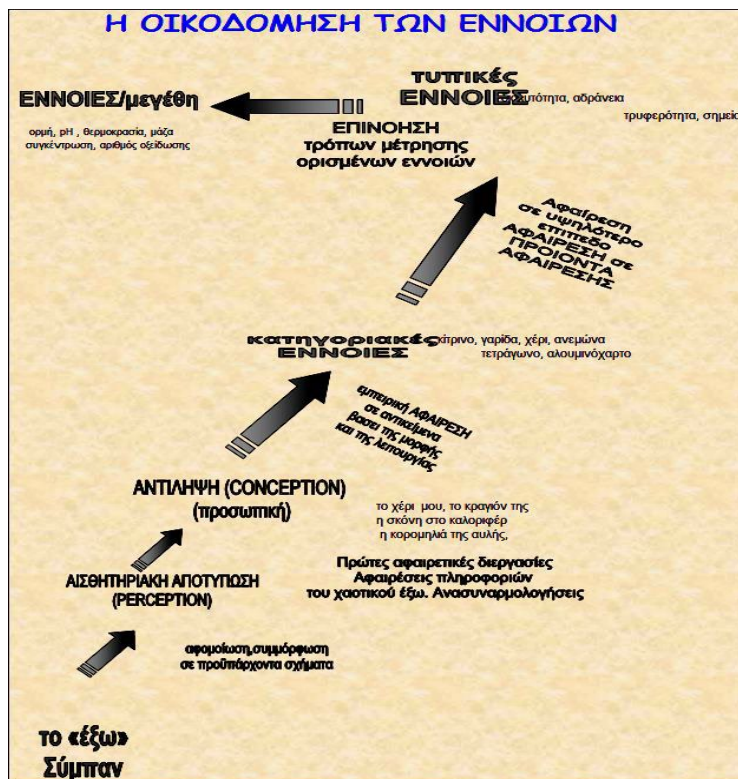
Παράλληλα, σημαντική είναι η συμβολή του μαθητοκεντρικού τρόπου προσέγγισης της διδασκαλίας των ΦΕ έναντι του δασκαλοκεντρικού μοντέλου των περασμένων ετών, αφού αποδείχθηκε ότι αποτελεί αποτελεσματικότερη μέθοδο διδασκαλίας καθώς οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία (Κόκκοτας, 1998).

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τη διαφοροποίηση που παρατηρείται μεταξύ των θεωριών της μεταφοράς της γνώσης και αυτών της οικοδόμησής της (Κασσέτας, 2004).

Περιβάλλον διδασκαλίας βασισμένο στη:		
	Θεωρία μεταφοράς της γνώσης	Θεωρία οικοδόμησης της γνώσης
Βασική θεώρηση της μάθησης	Οι πληροφορίες συγκεντρώνονται αθροιστικά	Οι πληροφορίες οικοδομούνται γνώση.
Στη διδασκαλία προκρίνεται	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Η ατομική απομνημόνευση ➤ Η παροχή μη επεξεργασμένων πληροφοριών 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Η εργασία σε ομάδες ➤ Η έρευνα και η επεξεργασία πληροφοριών
Ιεραρχία της τάξης	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Δασκαλοκεντρική προσέγγιση 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Μαθητοκεντρική προσέγγιση ➤ Συνεργασία
Ο ρόλος του δασκάλου	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Αποτελεί αυθεντία ➤ Μεταδίδει τη γνώση 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Οργανώνει- Διαμεσολαβεί ➤ Κατευθύνει
Ο ρόλος του μαθητή	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Διδάσκεται και αναπαράγει. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Συνεργάζεται και ερευνά για την οικοδόμηση της γνώσης
Δράση στην τάξη	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ακρόαση- Εξάσκηση 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Έρευνα- συνεργασία σε πραγματικά προβλήματα
Παράγοντες επιτυχίας	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Το πλήθος των πληροφοριών που απομνημονεύουν οι μαθητές 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Η κατανόηση και η δυνατότητα επίλυσης προβλημάτων
Η Αξιολόγηση στηρίζεται	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Στα τεστ απομνημόνευσης ➤ Στη σειρά αναπαραγωγή γνώσης 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Στις δεξιότητες που αναπτύσσουν οι μαθητές

Πίνακας 1. Διαφορές των θεωριών μάθησης

Η θεωρία *Οικοδόμησης της Γνώσης* στηρίζεται στον βασικό ρόλο που κατέχουν οι ιδέες των μαθητών. Γι' αυτό και η γνώση είναι υποκειμενική, αφού είναι διαφορετικός ο τρόπος που το κάθε άτομο την αντιλαμβάνεται και την οικοδομεί. Δεν είναι λοιπόν εφικτό να μεταφέρεται από τον δάσκαλο- αυθεντία στους μαθητές- ακροατές. Πιο συγκεκριμένα, στις ΦΕ πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος ώστε οι μαθητές να οικοδομούν τη γνώση μόνοι τους, αφού πρώτα περάσουν από διάφορα στάδια έρευνας και παρατήρησης. Όπως αναφέρει ο Κασσέτας, οι μαθητές ξεκινάνε την παρατήρηση και την ερμηνεία του κόσμου, ο καθένας με τον ξεχωριστό, δικό του τρόπο, με βάση βέβαια τις προσωπικές του εμπειρίες και ιδέες γι' αυτόν. Αυτές αποτυπώνονται πρώτα από τον τρόπο που αντιλαμβάνονται οι μαθητές τον κόσμο μέσα από τις αισθήσεις τους. Διαμορφώνεται έτσι η προσωπική άποψη του καθενός, η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται μέσα από σύνθετες νοητικές διαδικασίες και τη συνεργασία του δασκάλου σε επιστημονική γνώση. Αυτός ο μετασχηματισμός παρουσιάζεται στην Εικόνα 1:



Εικόνα 1. Η Οικοδόμηση των εννοιών

Όπως άλλωστε είχε πει και ο Πικάσο: «Συχνά βλέπουμε αυτό που βλέπουμε, αλλά ακόμα πιο συχνά βλέπουμε αυτό που ξέρουμε». Ο μαθητής μαθαίνει μέσα στα πλαίσια μιας κοινωνικής ομάδας μέσω της εννοιολογικής αλλαγής, δηλαδή της αμφισβήτησης και της επαναδιατύπωσης των εναλλακτικών ιδεών του για τον κόσμο. Αυτές οι ιδέες μπορεί να προέρχονται τόσο από συνειδητές αντιλήψεις, όσο και από ασυνείδητες προκαταλήψεις, οι οποίες όμως επηρεάζουν τον τρόπο που το άτομο παρατηρεί και αντιλαμβάνεται τον γύρω κόσμο. Οι μαθητές συνδέουν την πρότερη γνώση τους για τον κόσμο με την ανάπτυξη μοντέλων που ερμηνεύουν τα φαινόμενα, τα οποία όμως μοντέλα στηρίζονται στις προϋπάρχουσες εμπειρίες και ιδέες που έχουν διαμορφώσει για αυτόν (Κόκκοτας, 1998).

Την εξέλιξη της θεωρίας της εννοιολογικής αλλαγής αποτελεί αυτή της θεωρίας πλαισίου (Vosniadou et al., 2008). Σύμφωνα μ' αυτή τη θεωρία, υπάρχει ένα πλαίσιο ιδεών στους μαθητές, το οποίο προέρχεται από τις καθημερινές τους εμπειρίες και αποτελεί ένα σύστημα το οποίο διευκολύνει τους μαθητές να εξηγήσουν τα φαινόμενα και να οικοδομήσουν τη νέα γνώση. Παρόλα αυτά η θεωρία της εννοιολογικής αλλαγής βρήκε μεγάλη εφαρμογή στη διδασκαλία των ΦΕ στο Δημοτικό Σχολείο, αφού πολλά από τα φαινόμενα που μελετώνται βρίσκουν εφαρμογή στην καθημερινή ζωή των παιδιών. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα στον δάσκαλο να αναδείξει και να αποδεχτεί αρχικά τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών του και στην συνέχεια να επιδιώξει με την κατάλληλη καθο-

δήγηση να κατευθύνει τους μαθητές στην ανατροπή τους και την οικοδόμηση επιστημονικά τεκμηριωμένων απόψεων. Για να έχει επιτυχία αυτή η ανατροπή, γίνεται χρήση των στρατηγικών της μη ρήξης και της γνωστικής σύγκρουσης. Σύμφωνα μ' αυτές, ο δάσκαλος καθοδηγεί τους μαθητές στην παρατήρηση των φαινομένων στην πράξη και στην ανάλυσή τους με λογικούς συνειρμούς, ώστε μέσα από την πειραματική διαδικασία να επέλθει ομαλά η γνωστική σύγκρουση με τις παλιές τους ιδέες και η αναπροσαρμογή τους στα νέα δεδομένα (Vosniadou & Mason, 2012). Αυτές οι ιδέες των μαθητών έχουν δημιουργηθεί ή έχουν επηρεαστεί από:

- Τις γνώσεις που έχουν και την μέχρι τώρα εμπειρία.
- Την επίδραση που έχουν δεχτεί από τον κοινωνικό τους περίγυρο. Οι αντιλήψεις της οικογένειας, των συμμαθητών ή ακόμα και των δασκάλων συμμετέχουν στην διαμόρφωση των ιδεών τους.
- Τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης που έχουν διαθέσιμα για την πληροφόρησή τους.
- Την ίδια τη γλώσσα την οποία μιλάνε.

Επομένως, για να γίνει εφικτή η ανατροπή και η οικοδόμηση της νέας γνώσης θα πρέπει να καλλιεργηθεί στην τάξη το κατάλληλο κλίμα που θα επιτρέψει στους μαθητές να χαλαρώσουν, να νιώσουν ισότιμα μέλη μιας ομάδας και επομένως να είναι πιο δεκτικοί στην αλλαγή. Αντίθετα, ένα σχολικό περιβάλλον με προστριβές λειτουργεί αρνητικά και «κλειδώνει» τους μαθητές, εγκλωβίζοντας την όποια εξέλιξή τους. Σημαντική είναι εδώ η συμβολή του δασκάλου, ο οποίος θα πρέπει να διαμορφώσει αυτό το κλίμα συνεργασίας και σεβασμού, ώστε να εξασφαλίσει ότι θα ακούγονται οι γνώμες όλων και ότι όλοι θα νιώθουν ασφαλείς.

Εξίσου σημαντική διαφοροποίηση στον τρόπο διδασκαλίας των ΦΕ έχουν επιφέρει τα τεχνολογικά μέσα που χρησιμοποιούνται πλέον τόσο για την οικοδόμηση της νέας γνώσης, όσο και για προγράμματα εξατομικευμένης εκπαίδευσης. Η συμβολή της τεχνολογίας, με τα σύγχρονα μέσα και τα εξειδικευμένα λογισμικά, έχει δώσει τη δυνατότητα στους μαθητές και στους εκπαιδευτικούς να προσεγγίζουν με πολλούς διαφορετικούς τρόπους το κάθε φαινόμενο, έτσι ώστε να αποκτούν ολοκληρωμένη άποψη γι' αυτό και να οδηγούνται στην καλύτερη και επαρκέστερη κατανόησή του. Αυτό με τη σειρά του έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται οι κατάλληλες προϋποθέσεις για την οικοδόμηση της νέας γνώσης σε πιο στέρεες βάσεις, αφού αυτή θα έχει επέλθει μετά από

εμπέδωση του τρόπου δράσης του κάθε φαινομένου, θα έχει επομένως και μεγαλύτερη διάρκεια η εντύπωση της νέας γνώσης στους μαθητές. Αυτό το τελευταίο είναι πολλές φορές και το ζητούμενο, ειδικά σε προγράμματα εξατομικευμένης εκπαίδευσης με μαθητές που παρουσιάζουν δυσκολίες στην κατανόηση και στην οικοδόμηση της νέας γνώσης.

Κατά την άποψη του συγγραφέα, βάσει της εμπειρίας, στην εποχή μας, η επιλογή των θεμάτων που διδάσκονται στα μαθήματα των ΦΕ γίνεται με γνώμονα τη σύγχρονη επιστημονική έρευνα, απαλλαγμένα από παλιές, αναχρονιστικές αντιλήψεις. Δυστυχώς όμως, δεν έχει γίνει ακόμα η απαιτούμενη προσαρμογή των σχολικών εγχειριδίων ώστε να προσαρμοστούν πλήρως με τα νέα επιστημονικά δεδομένα που προαναφέρθηκαν. Άλλωστε, η πρόοδος της τεχνολογίας είναι αλματώδης σε αντιδιαστολή με την αλλαγή των βιβλίων που αποτελεί μια αργή και χρονοβόρα διαδικασία, ειδικά για τη χώρα μας. Καθώς λοιπόν είναι εξαιρετικά δύσκολο να συμβαδίσουν απόλυτα τα βιβλία με την ταχύτατη επιστημονική εξέλιξη, μια λύση αποτελεί η αναζήτηση πληροφοριών και ενημέρωσης από τους μαθητές στο χώρο του διαδικτύου, που κι αυτός πλέον εξελίσσεται ραγδαία και βρίσκεται κοντά στο πεδίο των τεχνολογικών ενδιαφερόντων τους.

Εξάλλου η «Έκθεση Rocard για την Εκπαίδευση στις θετικές επιστήμες» (Rocard et al., 2007) καταδεικνύει το έλλειμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο να παρέχει τα κατάλληλα επιστημονικά εφόδια στους νέους μαθητές και εντοπίζει τον καίριο ρόλο που δραματίζουν στα μαθήματα των ΦΕ:

- Οι δραστηριότητες που χρησιμοποιούν τις νέες τεχνικές διδασκαλίας.
- Οι δραστηριότητες που εξάπτουν την φαντασία και το ενδιαφέρον των μαθητών για τη διδασκαλία.
- Οι δραστηριότητες που προάγουν τη διερεύνηση.

Η υιοθέτηση των ΤΠΕ στην διδασκαλία, κάτι που συμβαίνει σε μεγάλο βαθμό τα τελευταία χρόνια, συμβάλλει στην εφαρμογή πρακτικών για την οικοδόμηση της γνώσης, αξιοποιώντας τα κατάλληλα για κάθε περίπτωση ψηφιακά εκπαιδευτικά λογισμικά.

1.4. Η Διερευνητική μάθηση στις ΦΕ

1.4.1. Η διερευνητική μάθηση και η εφαρμογή της στο Νέο Πρόγραμμα Σπουδών

Οι ΦΕ δεν αποτελούν ένα σύνολο γνώσεων που περιλαμβάνει τον τρόπο που κατανοούμε τον κόσμο. Αντίθετα, στις ΦΕ εντάσσονται και μια σειρά από διαδικασίες που οδη-

γούν στην τεκμηρίωση της γνώσης, στην γενίκευση και στην εξέλιξη της. Άλλωστε, οι μαθητές οδηγήθηκαν σ' αυτό που σήμερα γνωρίζουν μέσα από πειράματα, παρατηρήσεις και λογικούς συνειρμούς. Επομένως, όλα τα παραπάνω αποτελούν βασικά συστατικά της ίδιας της επιστήμης (AAAS, 2009). Επίσης, είναι γνωστό ότι οι ΦΕ έχουν συμβάλει τα μέγιστα προκειμένου οι άνθρωποι να διευρύνουν τις γνώσεις τους για τον κόσμο. Όπως είναι λογικό λοιπόν, όταν αναφερόμαστε στην εκπαίδευση των ΦΕ θα πρέπει να περιλαμβάνονται και οι πρακτικές με τις οποίες οδηγηθήκαμε στο σημερινό επίπεδο. Όταν η εκπαιδευτική διαδικασία επικεντρώνεται μόνο στον τρόπο κατανόησης που περιεχομένου, έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργείται η εσφαλμένη εντύπωση στους μαθητές ότι η επιστήμη είναι απλά ένα σύνολο από αποκομμένες πληροφορίες και δεδομένα (NRC, 2012). Αυτή η διαπίστωση είχε ως αποτέλεσμα να γίνουν σημαντικές προσπάθειες προκειμένου τα αναλυτικά προγράμματα να εμπλουτιστούν με επιστημονικά στοιχεία και μεθόδους, ήδη από τις αρχές του 21^{ου} αιώνα, για να μπορέσουν οι μαθητές να γνωρίσουν τις σύγχρονες επιστημονικές διαδικασίες (Καριώτογλου, 2011).

Κύριος στόχος στην επιχειρούμενη αναμόρφωση της διδασκαλίας των ΦΕ αποτελεί όχι μόνο η ανάδειξη της ικανότητας των μαθητών να αντιληφθούν τον τρόπο που οι επιστήμονες οδηγούνται στην ανακάλυψη της νέας γνώσης, αλλά και της ικανότητας να μπορούν να ακολουθήσουν μια παρόμοια δομημένη μέθοδο, προκειμένου να οικοδομήσουν οι ίδιοι αυτή τη γνώση (NRC, 2012). Βασικός στόχος των αναλυτικών προγραμμάτων θα πρέπει να είναι η κατανόηση από τους μαθητές βασικών ιδεών των ΦΕ (Millar & Osborne, 1998). Κυριότερη από αυτές είναι η διαδικασία μέσα από την οποία θα κατακτηθεί αξιόπιστη γνώση για τη φύση. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ενεργό συμμετοχή των ίδιων των μαθητών στις επιστημονικές διαδικασίες. Αυτή η συμμετοχή είναι άλλωστε ο δρόμος που θα τους οδηγήσει να κατακτήσουν τον τρόπο ανάπτυξης και τεκμηρίωσης της επιστημονικής γνώσης, καθώς και την μεθοδολογία του επιστήμονα (NRC, 2012). Η αναμόρφωση της εκπαίδευσης έχει ως στόχο να μειώσει την απόσταση ανάμεσα στην επιστήμη του σχολείου και σε εκείνη των επιστημόνων (Crawford, 2016).

Η επιδιωκόμενη βελτιωμένη διδασκαλία των ΦΕ θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μέσω νέων επιστημονικών μεθόδων. Η σημαντικότερη από αυτές είναι η διερεύνηση (Inquiry-based Science Education)(Rocard et al., 2007).

Στα πλαίσια της επιστήμης, η διερεύνηση αναφέρεται στις διάφορες μεθόδους που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες στη μελέτη του φυσικού κόσμου, καθώς και στον

τρόπο εξήγησης των φαινομένων που παρατηρούν μέσα από την πρόταξη αποδείξεων. Στο χώρο της εκπαίδευσης η διερεύνηση αναφέρεται στο σύνολο των δραστηριοτήτων με τις οποίες οι μαθητές προσεγγίζουν την επιστημονική γνώση, ακολουθώντας τον τρόπο με τον οποίο εργάζονται οι επιστήμονες. Επομένως, ο τρόπος εργασίας στην τάξη του σχολείου, είναι παρόμοιος με τον τρόπο εργασίας των επιστημόνων (Capps & Crawford, 2013a; Καριώτογλου et al., 2012).

Άλλωστε, η διερεύνηση σε κάθε άνθρωπο είναι έμφυτη και την χρησιμοποιεί στην προσπάθειά του να παρατηρήσει και να εξηγήσει τον κόσμο γύρω του. Στο χώρο του σχολείου ενθαρρύνεται αυτή η έμφυτη τάση και ο μαθητής προτρέπεται να αναζητήσει πληροφορίες για ένα φαινόμενο, να το ερευνήσει και να επιχειρήσει να το ερμηνεύσει (Χαλκιά, 2010). Όλη αυτή η διαδικασία στηρίζεται σε λογικούς συνειρμούς και παράθεση αποδείξεων, ενώ η συμμετοχή όλων των μαθητών θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση. Πρόκειται δηλαδή για αυτενέργεια των μαθητών και όχι για μετάδοση γνώσης προς το μέρος τους (Καραγιάννη & Ψύλλος, 2013).

Η διερευνητική μέθοδος διαχωρίζεται σε τρεις διακριτές κατηγορίες, εξαρτώμενες από τον βαθμό αυτενέργειας των μαθητών:

- **Δομημένη:** Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο δάσκαλος είναι αυτός που καθορίζει το θέμα προς διερεύνηση, αλλά και την όλη πορεία της διαδικασίας της έρευνας.
- **Καθοδηγούμενη:** Εδώ, το θέμα εξακολουθεί να ορίζεται από τον δάσκαλο, αλλά παραχωρείται το δικαίωμα στους μαθητές να επιλέξουν από μόνοι τους την πορεία που θα ακολουθήσουν στη συνέχεια.
- **Ανοιχτή:** Αποτελεί την πιο δύσκολη και απαιτητική μορφή. Σ' αυτή την περίπτωση οι μαθητές επιλέγουν μόνοι τους το θέμα και ορίζουν τη διαδικασία που θα ακολουθήσουν, ενώ ο δάσκαλος περιορίζεται απλά σε υποστηρικτικό και καθοδηγητικό ρόλο (Ψύλλος, 2011).

Βασικό στόχο στη διερευνητική μάθηση αποτελεί η αυτόνομη εργασία των μαθητών. Γι' αυτό ο δάσκαλος οφείλει να ελαττώσει τις παρεμβάσεις του και να ενισχύσει τις πρωτοβουλίες των μαθητών του (Χαλκιά, 2012).

Ένα ακόμα πιο αξιοπρόσεκτο στοιχείο είναι ότι η διερευνητική μάθηση δείχνει να ταιριάζει περισσότερο σε παιδιά μικρής ηλικίας, αφού συνδέεται με τα χρόνια της αναζήτησης και της περιέργειας τους (Rocard et al., 2007). Τα μικρά παιδιά εξαιτίας αυ-

τής της έντονης περιέργειας που εμφανίζουν για όλα τα πράγματα που βρίσκονται γύρω τους, αρχίζουν να τα περιεργάζονται για να καταλάβουν την λειτουργία τους, δουλεύοντας ασυνείδητα σαν τους επιστήμονες. Επομένως, η μικρή ηλικία των παιδιών, όχι μόνο δεν αποτελεί περιορισμό, αλλά αντίθετα λειτουργεί ως πλεονέκτημα στην προσπάθεια που γίνεται μέσα από τη διερευνητική μάθηση να γνωρίσουν τον επιστημονικό τρόπο έρευνας στα πρώτα χρόνια του δημοτικού σχολείου (Plevyak, 2007).

Στην ίδια κατεύθυνση κινείται και το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, το οποίο έχει στραφεί σε μαθητοκεντρικές μεθόδους, που αποσκοπούν να μετατρέψουν τον μαθητή σε ένα ενεργό μέρος της έρευνας και της μάθησης. Μέσα από αυτή τη διαδικασία οι μαθητές αποκτούν βελτιωμένη αντίληψη, οικειότητα με την τεχνολογία και αναπτύσσουν την κριτική ικανότητα που τους είναι απαραίτητη για να είναι σε θέση να οδηγηθούν στην υιοθέτηση ορθολογικών συμπερασμάτων μέσα από τις πληροφορίες που συγκεντρώνουν. Έτσι, αποθαρρύνονται οι πρακτικές που στηρίζονται στην μετάδοση της γνώσης και αντικαθίστανται από αυτές που προάγουν την οικοδόμηση της γνώσης μέσα από την αλληλεπίδραση και την συνεργασία. Άλλωστε, στην εποχή μας, βασικός στόχος της εκπαίδευσης σε όλο τον κόσμο δεν αποτελεί μόνο η συσσώρευση των γνώσεων, αλλά η ανάπτυξη των απαραίτητων δεξιοτήτων που θα κάνουν τους σημερινούς μαθητές ικανούς και χρήσιμους πολίτες στην αυριανή κοινωνία, μέσα από τη συνεργασία και την ενεργή συμμετοχή στα κοινά (Engeln, Euler & Maass, 2013).

Όλες οι παραπάνω ανάγκες εξυπηρετούνται από τη διερευνητική προσέγγιση της γνώσης, η οποία έχει, όπως προείπαμε, επίκεντρο τον ίδιο τον μαθητή, ο οποίος θα πρέπει να μετατραπεί σε έναν μικρό ερευνητή, που θα κληθεί να συγκεντρώσει πληροφορίες, να χρησιμοποιήσει τα κατάλληλα εργαλεία και λογισμικά, και μέσα από την ορθολογική τους αξιοποίηση να οδηγηθεί στα επιδιωκόμενα συμπεράσματα.

Οι επιστήμονες όμως δεν εργάζονται όλοι με τον ίδιο τρόπο, παρόλο που υπάρχουν κάποια στοιχεία κοινά στην μεθοδολογία που ακολουθούν (Χαλκιά, 2012). Έτσι, παρατηρείται μια διάσταση απόψεων ως προς τον ορισμό και τα χαρακτηριστικά της διερευνητικής μάθησης, στα πλαίσια της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Anderson, 2002). Όπως λοιπόν οι επιστήμονες, έτσι και οι εκπαιδευτικοί κάνουν χρήση διαφόρων μεθόδων έρευνας, πράγμα που σημαίνει ότι αντιλαμβάνονται με διαφορετικό τρόπο την διαδικασία της έρευνας και της μάθησης (Καραγιάννη & Ψύλλος, 2013).

Παρ' όλα αυτά, σύμφωνα με την Κασιμάτη (2014), στη διερευνητική μέθοδο εφαρμόζεται από τους εκπαιδευτικούς η ακόλουθη σειρά από ενέργειες κατά τη διδακτική διαδικασία (Εικόνα 2):



Εικόνα 2. Διερευνητική μάθηση (Πηγή: Σαμιωτάκη, 2017)

- Αρχικά, ο δάσκαλος προσπαθεί μέσα από την αφόρμηση να κεντρίσει το ενδιαφέρον των μαθητών και να τους κάνει να διατυπώσουν ερωτήσεις σχετικά με το θέμα που ερευνούν.
- Στη συνέχεια ακολουθεί η διατύπωση υποθέσεων εκ μέρους των μαθητών. Μ' αυτόν τον τρόπο συλλέγονται οι προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών, αφού ο καθένας καλείται να δώσει ελεύθερα τις εξηγήσεις του, με βάση την μέχρι τότε γνώση και εμπειρία του.
- Στην επόμενη φάση οι μαθητές θα πρέπει να εκτελέσουν μια σειρά από δραστηριότητες συλλογής και ανάλυσης πληροφοριών, προκειμένου να ελέγξουν την ορθότητα των υποθέσεων που είχαν διατυπώσει στην προηγούμενη φάση.
- Ακολουθεί η ενασχόληση με πειραματικές διατάξεις για το φαινόμενο που ερευνάται, ώστε να προκύψουν και να καταγραφούν αξιόπιστες πληροφορίες.
- Αφού έχει γίνει η συλλογή όλων των απαραίτητων πληροφοριών και παρατηρήσεων, οι μαθητές πλέον καλούνται να τα αξιοποιήσουν και να ελέγξουν την ορθότητα ή μη των αρχικών τους υποθέσεων. Παράλληλα, η κριτική θεώ-

ρηση των στοιχείων θα τους οδηγήσει στην επιθυμητή γνωστική σύγκρουση και στην οικοδόμηση της νέας γνώσης.

- Στη συνέχεια ακολουθούν δραστηριότητες που έχουν ως στόχο την εμπέδωση της νέας γνώσης και την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών.
- Τέλος, θα πρέπει να είναι ικανοί οι μαθητές να εφαρμόζουν τη γνώση στην αντιμετώπιση παρόμοιων προβληματικών καταστάσεων της καθημερινότητας τους.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά συγκροτούν τον ορισμό της διερευνητικής διδασκαλίας και μάθησης, διαχωρίζοντάς τη από την έννοια της διερεύνησης σε γενικότερο πλαίσιο (Anderson, 2002). Με τη μορφή αυτή μάλιστα χρησιμοποιείται ο ορισμός στα πλαίσια της εκπαίδευσης στις ΦΕ τα τελευταία χρόνια (Forbes et al, 2013), καθώς τα παραπάνω στάδια είναι όσα θα πρέπει να καταφέρουν να κάνουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Kang, Orgill & Crippen, 2008). Η ανάλυση βέβαια αυτών των χαρακτηριστικών σε επιμέρους στάδια, διαμορφώνει και τις αντίστοιχες κατηγορίες της διερευνητικής μάθησης από την ανοιχτή προς την καθοδηγούμενη (Asay & Orgill, 2010). Κατ' αυτόν τον τρόπο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτά τα χαρακτηριστικά ως οδηγίες προς τους εκπαιδευτικούς, προκειμένου να κατανοήσουν την διερευνητική διαδικασία, να αντιληφθούν τις δράσεις στις οποίες θα πρέπει να πάρουν μέρος οι μαθητές τους, αλλά και να είναι σε θέση να καθορίσουν το επίπεδο της δικής τους συμβολής στα πλαίσια της όλης διαδικασίας (Ghosh, 2015).

Ενώ λοιπόν η διερευνητική προσέγγιση της μάθησης στη διδασκαλία των ΦΕ είναι ικανή να προσφέρει σημαντικά οφέλη στους μαθητές, εντούτοις, αποτελεί πρόκληση και για τον εκπαιδευτικό. Πέρα από τη σωστή οργάνωση της διδασκαλίας και την τήρηση του διακριτικού του ρόλου ως καθοδηγητή, θα πρέπει να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά και την τελική αξιολόγηση του εγχειρήματος. Η αξιολόγηση των μαθητών που συμμετέχουν σε τέτοιου είδους σενάρια διερευνητικής μάθησης είναι μια διαδικασία εξαιρετικά δύσκολη, καθώς θα πρέπει να ληφθούν υπόψη από τον εκπαιδευτικό πάρα πολλές παράμετροι. Επίσης, θα πρέπει να συνδυαστούν διάφορες σύγχρονες τεχνικές αξιολόγησης, όπως είναι η ρουμπρίκες, οι εννοιολογικοί χάρτες, η αυτοαξιολόγηση, η ετεροαξιολόγηση κ.α., προκειμένου να είναι σε θέση ο εκπαιδευτικός να αποτιμήσει ακριβέστερα και λεπτομερέστερα το πλήθος των διερευνητικών δεξιοτήτων που καλούνται να αναπτύξουν οι μαθητές (Silva, 2008, Schwartz & Arena, 2013).

Άλλωστε, οι διάφορες τεχνικές αξιολόγησης που θα χρησιμοποιηθούν έχουν ως κύριο στόχο, όχι να μετρήσουν τις γνώσεις που συγκράτησε ο μαθητής, αλλά στοχεύουν στην ανατροφοδότηση του, έτσι ώστε να εντοπίσει ο ίδιος τις αδυναμίες του και να προσπαθήσει να βελτιωθεί. Επίσης, η εφαρμογή αυτών των τεχνικών θα πρέπει να είναι συνεχής, όσο διαρκεί η εκπαιδευτική διαδικασία, έτσι ώστε να έχουν τον χρόνο οι μαθητές να προσαρμοστούν στα νέα δεδομένα και να καταφέρουν να επιτύχουν τους στόχους που τέθηκαν εξαρχής (Χαλκιά, 2012).

Τέλος, ένα νέο σενάριο διερευνητικής μάθησης που καταγράφεται στη βιβλιογραφία είναι αυτό στο οποίο γίνεται χρήση μοντέλων (model based Inquiry). Σύμφωνα μ' αυτό, οι μαθητές αναπτύσσουν μοντέλα σε όλη τη διάρκεια της διαδικασίας, με στόχο να ελέγξουν την ορθότητα των αρχικών τους ιδεών και των υποθέσεων, ενώ θα πρέπει να τα προσαρμόζουν στην πορεία τη έρευνας, προκειμένου να εναρμονιστούν στα νέα δεδομένα και να οδηγήσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα (Windshitl & Thompson, 2006).

Άλλωστε, τα μοντέλα και οι δραστηριότητες μοντελοποίησης δείχνουν να προσφέρουν την κατάλληλη υποστήριξη στην εκπαίδευση με βάση τη διερεύνηση, καθώς μ' αυτόν τον τρόπο οι μαθητές χρησιμοποιούν το μοντέλο ως εργαλείο έρευνας, ώστε να εμπλακούν μέσω αυτού με την επιστημονική μεθοδολογία, ενώ αναπτύσσουν παράλληλα την λογική τους σκέψη και την κριτική τους ικανότητα (Ψύλλος, 2011).

Εξάλλου, τα μοντέλα αποτελούν τα βασικά εργαλεία των ΦΕ που καλούνται να συνδέσουν δύο διαφορετικούς κόσμους, αυτόν των ιδεών, με αυτόν των πραγματικών εμπειριών. Αφού λοιπόν στις περισσότερες επιστημονικές έρευνες λαμβάνει χώρα η διαδικασία της μοντελοποίησης, αυτό συνεπάγεται ότι η χρήση της στην εκπαιδευτική διαδικασία κάνει την τελευταία να προσομοιάζει σε μεγάλο βαθμό με τη σύγχρονη επιστημονική έρευνα (Crawford, 2016).

Όλα τα παραπάνω στοιχεία φαίνεται να επηρεάζουν και το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών των δημοτικών σχολείων. Έτσι, διαμορφώθηκε το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών (ΝΠΣ) για το δημοτικό σχολείο, στα πλαίσια του Διαθεματικού Ενιαίου Πλαισίου Προγράμματος Σπουδών (ΔΕΠΠΣ), όπου καθορίζεται η ενσυνείδητη εμπλοκή των μαθητών σε επιστημονικές διαδικασίες, προκειμένου να δουλέψουν σαν μικροί επιστήμονες (ΝΠΣ, 2011).

Εκεί τονίζεται ότι η διερευνητική μάθηση είναι μια αποτελεσματική στρατηγική διδασκαλίας, ειδικά για τα μαθήματα των ΦΕ. Συμβάλλει άλλωστε στην εμπλοκή των

μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία, πράγμα που βοηθάει να αποφευχθεί η μείωση του ενδιαφέροντός τους για τον κλάδο των ΦΕ. Αποτελώντας μια μαθητοκεντρική μέθοδο, οδηγεί μέσα από μια ολοκληρωμένη διαδικασία τους μαθητές στην επιθυμητή οικοδόμηση της νέας γνώσης. Ο δάσκαλος σ' αυτή την περίπτωση βοηθάει τη διαδικασία κατευθύνοντας τους μαθητές στην ανακάλυψη της γνώσης.

1.4.2. Οφέλη της Διερευνητικής μάθησης

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η ένταξη της διερευνητικής διαδικασίας στην εκπαίδευση δείχνει να έχει πολλαπλά οφέλη, καθώς συνδέεται με το αυθεντικό περιβάλλον μάθησης. Αυτό συμβαίνει γιατί εντάσσει τον μαθητή στην όλη διαδικασία, μετατρέποντάς τον σε έναν μικρό ερευνητή, αλλά συγχρόνως τον μπει στην αληθινή επιστήμη, αφού τον φέρνει σε επαφή με αυθεντικές επιστημονικές μεθόδους έρευνας (Mc Donald & Songer, 2008).

Είναι λοιπόν σε θέση να συμβάλλει στην ανάπτυξη και τη βελτίωση, όχι μόνο των γνώσεων στους μαθητές, αλλά και στην εξέλιξη πολλών δεξιοτήτων, καθώς και στην υιοθέτηση στάσεων από μέρους τους. (Plevyak, 2007). Πιο συγκεκριμένα, η ερευνητική διαδικασία βοηθάει τους μαθητές να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν σύνθετες επιστημονικές έννοιες, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνουν καλύτερες επιδόσεις στο χώρο του σχολείου (Koksal Berberoglou, 2014, Rocard et al., 2007). Επίσης, με αυτόν τον τρόπο είναι πιο εύκολο για τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα το περιεχόμενο των ΦΕ, αλλά και να καλλιεργήσουν επιστημονικές δεξιότητες για την αντιμετώπιση προβληματικών καταστάσεων που θα κληθούν να αντιμετωπίσουν στο μέλλον. Κάτι τέτοιο θα ήταν αδύνατο, αν οι μαθητές δεν έρθουν σε επαφή με την επιστήμη με βιωματικό και άμεσο τρόπο. Μέσα από τη διερευνητική μέθοδο λοιπόν, οι μαθητές έρχονται άμεσα σε επαφή με τις επιστημονικές διαδικασίες και έχουν την δυνατότητα να εξελίσουν πολλές δεξιότητες του χαρακτήρα τους, όπως είναι η συνεργασία με συνομηλίκους τους, η εργασία στα πλαίσια της ομάδας, η εμπειρία στην επίλυση προβλημάτων, η βελτίωση της έκφρασής τους, προφορικής και γραπτής, η κριτική τους ικανότητα, η ανάπτυξη επιχειρημάτων κ.α. (Rocard et al., 2007).

Οι παραπάνω δεξιότητες έχουν χαρακτηριστεί από πολλούς ερευνητές ως δεξιότητες ζωής, καθώς πρόκειται για εφόδια που θα συνοδεύσουν τους μαθητές σε όλη την υπόλοιπη ζωή τους και στα οποία θα στηριχθούν για να αντιμετωπίσουν το σύνολο των

προβλημάτων που θα βρουν μπροστά τους (Χαλκιά, 2012). Άλλωστε, ένας από τους ευρύτερους σκοπούς της διδασκαλίας των ΦΕ είναι να εξοπλίσει τους μαθητές με τα κατάλληλα εφόδια, ώστε να τους καταστήσει εγγράμματους επιστημονικά πολίτες, έτοιμους να εργαστούν και να συμμετέχουν στην περαιτέρω πρόοδο της κοινωνίας. (Crawford, 2016).

Η εμπειρία που αποκτάνε οι μαθητές μέσα από τη διερεύνηση συμβάλλει με τη σειρά της στην καλύτερη κατανόηση της ίδιας της διαδικασίας. Έτσι, οι μαθητές είναι σε θέση να εντοπίζουν τα διαφορετικά της στάδια και τη χρησιμότητα του καθενός από αυτά στην τελική έκβαση της έρευνάς τους, με αποτέλεσμα η μάθηση στις ΦΕ να έρχεται πιο φυσικά και αβίαστα (NRC, 1996). Με αυτόν τον τρόπο η διερεύνηση χρησιμοποιείται στην εκπαιδευτική διαδικασία συγχρόνως ως μέσο εκμάθησης του περιεχομένου της διδασκαλίας, αλλά και με στόχο να συμβάλλει στην πληρέστερη κατανόηση και ανάπτυξη από πλευράς των μαθητών των σύγχρονων επιστημονικών μεθόδων (Καριώτογλου, 2011).

Επίσης, σημαντική είναι η συμβολή της διερευνητικής μεθόδου στην ίδια την ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος και της συμμετοχής των μαθητών στη διδασκαλία. Ειδικά η έρευνα σε καταστάσεις της καθημερινής πραγματικότητας, που εντάσσονται συχνά στο μάθημα των ΦΕ, είναι ικανή από μόνη της, λόγω θέματος, να κεντρίσει το ενδιαφέρον των μαθητών και να οδηγήσει στην κινητοποίησή τους. Στη συνέχεια, ο τρόπος έρευνας που ακολουθεί, τους διατηρεί σε εγρήγορση, αφού η εργασία τους είναι δημιουργική και εκτυλίσσεται σε συνεχόμενα στάδια. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος που η διερευνητική μάθηση συμβάλλει αποφασιστικά στην υιοθέτηση θετικής στάσης των μαθητών απέναντι στα μαθήματα των ΦΕ (Koksal & Berberoglou, 2014).

Τονίζεται ιδιαίτερος πως οι αξίες και οι στάσεις που αναπτύσσονται στα πρώτα σχολικά χρόνια των παιδιών είναι αυτές που θα τα συνοδεύουν και ως ενήλικες στη μετέπειτα ζωή τους. Αυτό φυσικά ισχύει και στον επιστημονικό γραμματισμό που θα διαμορφωθεί από νωρίς στη ζωή τους. Γι' αυτό το λόγο προτείνεται και η εφαρμογή της διερευνητικής μεθόδου από το Δημοτικό Σχολείο, προκειμένου να εξοικειωθούν μαζί της από νωρίς οι μαθητές, αλλά και να αποκτήσουν θετική στάση απέναντι στα μαθήματα των ΦΕ (Plevyakov, 2007).

Κλείνοντας, να αναφέρουμε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η συμμετοχή των μαθητών στη διαδικασία, όσο μεγαλύτερη η ανάληψη πρωτοβουλιών από αυτούς (σύμφωνα

με τα πρότυπα της διερεύνησης ανοιχτού τύπου), τόσο πιο αποτελεσματική γίνεται για τη βελτίωση των γνώσεων, των δεξιοτήτων και των στάσεων που αναπτύσσονται (Bunterm et al., 2014).

1.5. Η σημασία του πειράματος στη διδακτική των ΦΕ

Λέγοντας πείραμα εννοούμε μια προσχεδιασμένη δραστηριότητα, με την οποία είμαστε σε θέση να ελέγξουμε και να επαληθεύσουμε ή να απορρίψουμε τις υποθέσεις ή τα ερωτήματα που έχουμε θέσει από την αρχή για ένα πρόβλημα, ώστε να οδηγηθούμε στην επιθυμητή λύση του (Κοσσυβάκη, 2003).

Με βάση τον παραπάνω ορισμό γίνεται φανερό ότι το πείραμα αποτελεί απαραίτητο στοιχείο στη διδασκαλία των ΦΕ γιατί είναι αυτό που θα μας επιβεβαιώσει ή θα μας διαψεύσει τους διατυπωμένους νόμους και τις θεωρίες, που έχουν επινοηθεί από τους ανθρώπους με σκοπό να εξηγηθούν τα φυσικά φαινόμενα που παρατηρούνται στη φύση. Επομένως, η Φυσική δεν μπορεί παρά να είναι ένα μάθημα που στηρίζεται στην πειραματική διαδικασία, προκειμένου να ελεγχθούν οι υποθέσεις και οι θεωρίες της. Οι πρώτοι που επισήμαναν την σπουδαιότητα της χρησιμοποίησης πειραμάτων κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας ήταν οι Edgeworth, οι οποίοι το 1811 υποστήριξαν ότι οι μαθητές είναι εξόχως ικανοποιημένοι όταν η γνώση τους αποκτάται μέσα από την πειραματική διαδικασία, και μάλιστα ιδιαίτερα όταν οι ικανότητες και τα ενδιαφέροντά τους συμβαδίζουν με τη συμμετοχή στην παραπάνω διαδικασία (Edgeworth, 1811).

Το πείραμα λοιπόν είναι μια απαραίτητη διαδικασία, διότι μέσα από αυτή οι μαθητές συμμετέχουν με υπεύθυνο και ενεργό τρόπο στη διαδικασία της μάθησης (Κοσσυβάκη, 2003). Εδώ βέβαια θα πρέπει να ξεκαθαρίσουμε ότι δεν αναφερόμαστε στο πείραμα ως επίδειξη, όπου οι μαθητές είναι απλοί θεατές ενός πειράματος που εκτελεί ο εκπαιδευτικός, προκειμένου απλά να τους οδηγήσει σε ένα προκαθορισμένο συμπέρασμα, αλλά στο ενεργητικό πείραμα, όπου οι μαθητές αναλαμβάνουν ρόλο πρωταγωνιστή, αφού θα είναι οι ίδιοι που θα πραγματοποιήσουν το πείραμα (Καλκάνης, 2007).

Με το πείραμα στοχεύουμε να οδηγήσουμε τους μαθητές να ανακαλύψουν μόνοι τους τη νέα γνώση, αλλά παράλληλα να αναπτύξουν τις νοητικές τους δεξιότητες, αφού δεν αποτελούν πλέον παθητικούς δέκτες πληροφοριών, αλλά ενεργητικά υποκείμενα στη διδασκαλία. Ειδικά όταν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τον εποικοδομητικό τρόπο διδασκαλίας ενός φαινομένου και έχουμε ως στόχο να τροποποιήσουν οι μαθητές

τις προϋπάρχουσες ιδέες που έχουν για το φαινόμενο αυτό, τότε θα πρέπει να κάνουμε την επιλογή και τον σχεδιασμό του κατάλληλου κάθε φορά πειράματος (Καρανίκας, 1993). Και είναι σημαντικό αυτό, γιατί το πείραμα είναι απαραίτητο στοιχείο της διδασκαλίας, ειδικά στην εποικοδομητική μάθηση. Εδώ οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν ερωτήματα και υποθέσεις, να παρατηρήσουν, να καταγράψουν, να καταλήξουν σε ένα συμπέρασμα, αφού πρώτα ελέγξουν την ορθότητά του, να το εξηγήσουν, αλλά και να το εφαρμόσουν στην πράξη. Πρέπει δηλαδή οι μαθητές να αναλάβουν τον ρόλο του ερευνητή και να ανακαλύψουν από την αρχή την ήδη υπάρχουσα γνώση μέσα από τις παραπάνω διαδικασίες αντί να περιμένουν να λάβουν τη γνώση από αυτά που θα ακούσουν από τον δάσκαλο. Αυτός αρκείται σ' αυτή την περίπτωση στο ρόλο του οργανωτή-καθοδηγητή στην όλη διαδικασία. (Matthews, 1994).

Επίσης, τα πειράματα μετατρέπουν τη διδασκαλία σε μια πιο ενδιαφέρουσα διαδικασία και κάνουν τους μαθητές να διαμορφώσουν θετική στάση απέναντι στα μαθήματα των ΦΕ (Plevnyak, 2007). Εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός ότι τα πειράματα, με όποιον τρόπο κι αν εκτελούνται, τόσο στο εργαστήριο, όσο και στην τάξη, βοηθάνε στους μαθητές να συνδέσουν την πράξη του πειράματος με την άγνωστη γι' αυτούς θεωρία, που πολλές φορές περιέχει δύσκολες στην κατανόηση αφηρημένες έννοιες. Αυτό συμβαίνει γιατί το πείραμα αναπαριστά το υπό μελέτη φαινόμενο, οπότε μέσα από την παρατήρηση και την ενεργή ενασχόληση μαζί του οι μαθητές είναι σε θέση να κατανοήσουν καλύτερα τη θεωρία που το συνοδεύει. Πέρα από αυτό όμως, η εργασία από τους ίδιους τους μαθητές σε μικρές ομάδες λίγων ατόμων τους βοηθάει να αναπτύξουν και να βελτιώσουν, τόσο τεχνικές δεξιότητες, όπως ο χειρισμός υλικών και εργαλείων, όσο και ευρύτερες κοινωνικές δεξιότητες, όπως αυτές της συνεργασίας και της επικοινωνίας μέσα σε μια ομάδα (Πατσαδάκης, 2015).

Έχει μάλιστα παρατηρηθεί ότι με τη χρήση της εποικοδομητικής μεθόδου στη διδασκαλία των ΦΕ, κομμάτι της οποίας είναι και η πειραματική διαδικασία, υπάρχει σημαντική αύξηση της μάθησης σε αντιδιαστολή με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας (Schutz & Mc Robbie, 1994)

Συγκεντρωτικά, τα οφέλη από τη χρήση των πειραμάτων στη διδασκαλία των ΦΕ είναι τα ακόλουθα (Κώτσης, 2001):

- Τα πειράματα ενεργοποιούν την περιέργεια των μαθητών, τους βοηθάνε να σκέφτονται όπως οι επιστήμονες, και μέσα από πολλές δοκιμές, οικοδομούν

τη γνώση, αναπροσαρμόζοντας πολλές από τις προϋπάρχουσες ιδέες τους. Αυτό τους οδηγεί στην διατήρηση της αποκτηθείσας γνώσης για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και στην καλύτερη κατανόηση των δύσκολων εννοιών.

- Βελτιώνονται οι δεξιότητες του χειρισμού οργάνων, υλικών και συσκευών, της παρατήρησης, της καταγραφής και της εξαγωγής συμπερασμάτων. Αυτό με τη σειρά του, τους δίνει τη δυνατότητα να μπορούν μόνοι τους να μελετήσουν τα φαινόμενα που κινούν το ενδιαφέρον τους.
- Εξασκούνται στην επιστημονική μεθοδολογία και την υιοθετούν στη λύση προβλημάτων της καθημερινής ζωής.
- Η εργασία σε ομάδες βοηθάει σημαντικά στην ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων, όπως είναι η επικοινωνία και η συνεργασία σε ομάδες.

1.6. Η χρήση των ΨΜΑ στη διδασκαλία των ΦΕ

Σύμφωνα με τις επιταγές των καιρών, η χρήση Ψηφιακών Μαθησιακών Αντικειμένων (ΨΜΑ) στη διδασκαλία έχει παγιωθεί σε παγκόσμιο επίπεδο, προκειμένου να τη διευκολύνουν στην πραγματοποίηση των στόχων της. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, όλο και περισσότεροι εκπαιδευτικοί να εντάσσουν τα ψηφιακά μέσα στη διδασκαλία τους σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό. Πολλοί μάλιστα απ' αυτούς αναζητούν τρόπους επιμόρφωσης ώστε να είναι σε θέση να αξιοποιήσουν τις ΤΠΕ στη διδασκαλία τους, έτσι ώστε να αναβαθμίσουν το εκπαιδευτικό τους έργο.

Ειδικότερα, στη διδασκαλία των ΦΕ, οι εκπαιδευτικοί κάνουν χρήση των ψηφιακών μέσων προκειμένου να μειώσουν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν στη διδασκαλία τους ή να βοηθήσουν τους μαθητές τους να κατανοήσουν τις έννοιες των ΦΕ και να εξοικειωθούν με τον επιστημονικό τρόπο έρευνας, μέσα από την αλληλεπίδραση τους με τις ψηφιακές πειραματικές διατάξεις. Παράλληλα, δίνεται η ευκαιρία να ενεργοποιήσουν το ενδιαφέρον των μαθητών, προσφέροντάς τους μια ποικιλία εφαρμογών, ώστε να επιλέξουν αυτή που ταιριάζει με τις ανάγκες τους, και να την αξιοποιήσουν για τη διερεύνηση του αντίστοιχου φαινομένου (Βλιώρα, Μουζάκης & Καλλογιαννάκης, 2018).

Ένας ακόμη λόγος προτίμησης των ψηφιακών μέσων από τους εκπαιδευτικούς, είναι η διαπίστωση ότι συμβάλλουν σημαντικά στην πραγμάτωση σημαντικών εκπαιδευτικών στόχων, όπως είναι η ανάληψη πρωτοβουλιών, η ενεργητική συμμετοχή, η καλλιέργεια κριτικής σκέψης, η εκμάθηση επιστημονικών στρατηγικών για την επίλυση προ-

βλημάτων και η οικοδόμηση της γνώσης μέσα από τη διερεύνηση (Janson & Janson, 2009).

Πέρα όμως από τα όποια οφέλη αποκομίζουν οι μαθητές, η χρήση των ψηφιακών μέσων έχει να προσφέρει και στους ίδιους τους εκπαιδευτικούς. Τους κάνει δεκτικούς σε καινοτόμες δράσεις και κοινωνούς σύγχρονων τρόπων διδασκαλίας, βελτιώνοντάς τους ως επαγγελματίες και ως παιδαγωγούς (Janson & Janson, 2009).

Φυσικά, τα ψηφιακά μέσα αποτελούν απλώς διαθέσιμα εκπαιδευτικά εργαλεία, που μπορούν δυνητικά να βελτιώσουν την εκπαιδευτική διαδικασία, χωρίς όμως η χρήση τους να αποτελεί αυτοσκοπό. Βασικό λοιπόν έργο του εκπαιδευτικού είναι να μπορεί να αποφασίσει ποιο από αυτά θα χρησιμοποιήσει στην τάξη του, προκειμένου να επιτύχει τους στόχους του. Αυτή η ικανότητα απαιτεί εκπαιδευτικούς ενημερωμένους και κατάλληλα καταρτισμένους στις νέες τεχνολογίες και στις ευκαιρίες που αυτές προσφέρουν (Alvarenga, Ginestíe & Brandt-Pomares, 2017).

Όσον αφορά τη χώρα μας, το ενδιαφέρον για την χρησιμοποίηση ΨΜΑ παρουσιάζεται εξαιρετικά μειωμένο και σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα αντιμετωπίζεται με άρνηση και σκεπτικισμό από αρκετούς εκπαιδευτικούς. Αυτή η δυσαρέσκεια οφείλεται τόσο στη μειωμένη ενημέρωση και επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, που παραμένουν στάσιμοι σε μεθόδους διδασκαλίας που ήδη γνωρίζουν, όσο και σε τεχνικά θέματα. Δηλαδή, τα ΨΜΑ έχουν σχεδιαστεί και δημιουργηθεί από ανθρώπους που ειδικεύονται σε διάφορους επιστημονικούς κλάδους, οι οποίοι δεν γνωρίζουν τους στόχους που θέτουν οι εκπαιδευτικοί στη διδασκαλία τους, με αποτέλεσμα οι στόχοι προγραμματιστών και εκπαιδευτικών να μην συμβαδίζουν (Ραβάνης, 2015). Έτσι, αν και τα Νέα Προγράμματα Σπουδών έχουν εντάξει τις ΤΠΕ ως σημαντικό εργαλείο της διδασκαλίας των ΦΕ, εντούτοις, η πλειονότητα των εκπαιδευτικών διστάζει να τις αξιοποιήσει (Πλακίτση et al., 2015).

Από την άλλη μεριά το Υπουργείο Παιδείας προσπαθεί να οργανώσει το Ψηφιακό Σχολείο, στο οποίο εντάσσονται ΨΜΑ που θα συμβαδίζουν με τα ΑΠΣ και τους στόχους που έχουν τεθεί για το κάθε μάθημα, ενώ παράλληλα θα είναι σε θέση να επαναχρησιμοποιηθούν όσες φορές απαιτείται κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, ενώ θα εξασφαλίζουν ελεύθερη πρόσβαση από το διαδίκτυο (Μεγάλου και Κακλαμάνης, 2018).

Σ' αυτά τα πλαίσια, η σωστή επιλογή του κατάλληλου ΨΜΑ για τη διδασκαλία εξασφαλίζεται με δύο τρόπους, μέσω του περιεχομένου και των μεταδεδομένων τους.

Έτσι, το περιεχόμενο είναι αυτό που θα βοηθήσει στη σωστή επιλογή και την εξατομίκευση του μαθησιακού αντικειμένου, ώστε να ταιριάζει με τους στόχους διδασκαλίας στην οποία πρόκειται να ενταχθεί, ενώ τα μεταδεδομένα θα συμβάλλουν στην εύκολη αναζήτησή του, καθώς και στη δυνατότητα να μπορεί ένα ΨΜΑ να επαναχρησιμοποιηθεί, ενταγμένο κάθε φορά στα ανάλογα εκπαιδευτικά πλαίσια, ώστε να εξυπηρετήσει τόσο τη σύγχρονη, όσο και την ασύγχρονη διδασκαλία (Τζιμογιάννης, 2017).

Σύμφωνα με την έρευνα των Κωστάκη και Καλογιαννάκη (2019), οι στάσεις των δασκάλων απέναντι στη χρήση των ΨΜΑ στη διδασκαλία τους επηρεάζονται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Από το επίπεδο επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών στις ΤΠΕ. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η θετική επιρροή που ασκεί η παρακολούθηση της επιμόρφωσης του Β' επιπέδου στη χρήση της τεχνολογίας, σε αντιδιαστολή με το Α' επίπεδο.
- Από την τάξη στην οποία διδάσκουν. Αυτοί που διδάσκουν στις μεγαλύτερες τάξεις του δημοτικού σχολείου παρουσιάζουν μια θετικότερη στάση στη χρήση ΤΠΕ από τους συναδέλφους τους των μικρότερων τάξεων.
- Από την ύπαρξη διαδραστικών πινάκων στην τάξη που διδάσκουν. Αξιοσημείωτο εδώ είναι το γεγονός ότι η ύπαρξη διαδραστικού πίνακα δημιουργεί αρνητική προδιάθεση στον εκπαιδευτικό, σε αντίθεση με ό,τι θα περίμενε κανείς. Αυτό, κατά κύριο λόγο οφείλεται στο άγχος που τους προκαλεί η χρήση τους, καθώς δεν έχουν δεχθεί την κατάλληλη επιμόρφωση για να τους χρησιμοποιούν.
- Το επίπεδο σπουδών των εκπαιδευτικών. Πιο συγκεκριμένα, αυτοί που κατέχουν μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών αναγνωρίζουν ευκολότερα τα διδακτικά πλεονεκτήματα που τους προσφέρουν οι ΤΠΕ, με αποτέλεσμα να τις χρησιμοποιούν συχνότερα.

Παρόλα αυτά, οι πιο πολλοί εκπαιδευτικοί ήταν σε θέση να αναγνωρίσουν ότι τα ΨΜΑ διευκολύνουν το έργο τους, αφού κάνουν πιο ευχάριστο το μάθημα, ενώ κεντρίζουν την προσοχή των μαθητών τους. Επίσης, είναι πολύ σημαντική η συμβολή τους όταν εφαρμόζεται η διαφοροποιημένη διδασκαλία, καθώς παρέχουν ευελιξία στους τρόπους μετάδοσης των πληροφοριών προς τους μαθητές (Κωστάκη & Καλογιαννάκης, 2019).

Από την άλλη μεριά, εντοπίστηκαν από τους εκπαιδευτικούς και προβλήματα όσον αφορά τη χρήση τους, όπως είναι ο ελάχιστος διαθέσιμος χρόνος που προσφέρει το αναλυτικό πρόγραμμα για την αξιοποίηση των ΤΠΕ ή οι ελάχιστες υλικοτεχνικές υποδομές που υπάρχουν σε πολλές σχολικές μονάδες της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η χρήση και η σωστή αξιοποίηση τους. Αλλά ακόμα και σε σχολεία επαρκώς εξοπλισμένα με διαδραστικούς πίνακες πολλές φορές δεν γίνεται χρήση τους από τους εκπαιδευτικούς, γιατί, όπως προαναφέρθηκε, δεν έχουν δεχθεί την κατάλληλη επιμόρφωση ώστε να τους χρησιμοποιήσουν (Κωστάκη & Καλογιαννάκης, 2019).

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να καταλήξουμε λέγοντας ότι στη σύγχρονη εποχή, που η εξέλιξη της τεχνολογίας γίνεται με γεωμετρική πρόοδο και ο καταγισμός πληροφοριών είναι ατέρμονος, οι εκπαιδευτικοί έχουν τη διάθεση να ακολουθήσουν αυτές τις εξελίξεις. Αυτό όμως που μπορεί να δώσει ακόμα πιο σημαντική ώθηση στον εκπαιδευτικό κόσμο προκειμένου να εντάξει τις ΤΠΕ στη διδασκαλία του, είναι η συνεχής ενημέρωση και επιμόρφωση στις νέες τεχνολογίες και στις, όλο και περισσότερες, ευκαιρίες που αυτές προσφέρουν για τη βελτίωση της διδακτικής πράξης.

2^ο Κεφάλαιο: Τα Εικονικά Εργαστήρια

2.1. Περιγραφή και κύρια χαρακτηριστικά

Τα ΕΕ είναι προσομοιώσεις που μας δίνουν τη δυνατότητα να μελετήσουμε ένα φαινόμενο μέσα από το λογισμικό ενός υπολογιστή. Ουσιαστικά, τα ΕΕ επιχειρούν να υποκαταστήσουν το πραγματικό εργαστήριο και τον σχετικό εξοπλισμό που έχει αυτό. Επίσης, επιχειρούν με τη δύναμη της εικόνας και την επιρροή του υπολογιστή να θέλξουν τους μαθητές, ώστε να ενδιαφερθούν και να συμμετάσχουν ενεργά στη διαδικασία της μάθησης (Tsihouridis et al., 2013).

Πιο αναλυτικά, τα ΕΕ είναι εφαρμογές στις οποίες τα αντικείμενα που υπάρχουν έχουν την δυνατότητα να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, σε διαφορετικά βαθμό το καθένα, ενώ συγχρόνως ενσωματώνουν εικονικά όργανα και συσκευές μέτρησης, προκειμένου να συλλέγονται τα απαραίτητα στοιχεία του πειράματος από τον μελετητή (Τζιμογιάννης, 1999).

Με βάση αυτά τα χαρακτηριστικά, τα ΕΕ θα μπορούσαν να ενταχθούν στη διδακτική διαδικασία ως μέσα για να κατανοηθεί πληρέστερα το φυσικό περιβάλλον. Υπάρ-

χουν όμως τρεις σημαντικοί παράγοντες που περιορίζουν τη δυνατότητα αξιοποίησής τους και το ρόλο που μπορεί να παίξουν στη διδακτική πράξη, (Ταραμόπουλος, 2012):

- **Ο λειτουργικός παράγοντας:** Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως τα ΕΕ επιχειρούν να υποκαταστήσουν και να προσομοιάσουν τον φυσικό κόσμο και τις σχέσεις που τον διέπουν, προκειμένου να μπορούν όλα αυτά να απεικονιστούν στη οθόνη ενός υπολογιστή. Για να γίνει κάτι τέτοιο όμως, ο φυσικός κόσμος θα πρέπει να μετασχηματιστεί και να αποδοθεί με πιο απλό τρόπο, ο οποίος θα είναι βέβαια αποδεκτός επιστημονικά, έτσι ώστε να μπορούν να εξαχθούν τα επιθυμητά αποτελέσματα από το κάθε εικονικό πείραμα. Αυτή η αλλαγή και η απόκλιση του πραγματικού κόσμου από τον τεχνητά διαμορφωμένο καθορίζει και τον βαθμό στον οποίο ο χειριστής μπορεί να επέμβει στην εικονική πραγματικότητα. Φυσικά, ο στόχος κάθε φορά είναι η απόκλιση αυτή να είναι η μικρότερη δυνατή για να μην παρατηρηθεί το φαινόμενο των λανθασμένων αντιλήψεων και γενικεύσεων από τους μαθητές. Πολλές φορές μάλιστα παρατηρείται σκόπιμη αλλοίωση της πραγματικότητας, προκειμένου να καταστεί εφικτή η παρατήρηση κάποιων φαινομένων, απαλλαγμένων από επιβαρυντικούς παράγοντες. Αυτό αποτελεί και ένα σοβαρό πλεονέκτημα συγκριτικά με ένα αληθινό πείραμα, όπου τέτοιου τύπου αλλαγές δεν είναι δυνατόν να γίνουν.
- **Η διεπαφή του χρήστη:** Με τον όρο αυτό αναφερόμαστε ουσιαστικά στην διασύνδεση ανάμεσα στον χρήστη και το πρόγραμμα του υπολογιστή, μια σχέση η οποία έχει βελτιωθεί αισθητά τα τελευταία χρόνια με τα σύγχρονα πολυμέσα που εξασφαλίζουν μεγάλη φιλικότητα στον χρήστη. Στόχος της κάθε εφαρμογής είναι να δημιουργηθεί ένα, όσο το δυνατόν, πιο απλό περιβάλλον εργασίας, απαλλαγμένο από ανούσιες πληροφορίες, που θα μπορούσαν να αποσπάσουν την προσοχή των μικρών μαθητών, αλλά και να επηρεάσουν την εξέλιξη του πειράματος. Αποτελεί δηλαδή συνειδητή επιλογή η εκούσια παραποίηση την πραγματικότητας, προκειμένου να διευκολυνθεί η διερευνητική διαδικασία. Προκειμένου να λάβει χώρα ένα πραγματικό πείραμα, θα πρέπει ο μαθητής να χρησιμοποιήσει διάφορα όργανα και να κάνει μια σειρά ενεργειών. Στα εικονικά πειράματα οι αντίστοιχες ενέργειες γίνονται με το ποντίκι και το πληκτρολόγιο. Μ' αυτά επιτυγχάνεται η μετακίνηση

αντικειμένων γνωστών από την καθημερινότητα, προσομοιάζοντας στην ουσία την πραγματική τους μετακίνηση και δίνοντας την εντύπωση στο μαθητή ότι βρίσκεται σε άμεση αλληλεπίδραση μ' αυτά.

- **Η ελευθερία χειρισμών:** Αναφέρεται στην δυνατότητα που παρέχεται στον χρήστη μιας εφαρμογής να παρεμβαίνει και να παραμετροποιεί το λογισμικό στο βαθμό που επιθυμεί. Από αυτό εξαρτάται ουσιαστικά και ο βαθμός αλληλεπίδρασης ανάμεσα στον χρήστη και την εφαρμογή. Η αλήθεια είναι ότι συνήθως η ελευθερία χειρισμών παρέχεται σε ικανοποιητικό βαθμό στα περισσότερα ΕΕ. Δηλαδή, η πειραματική διάταξη μπορεί να μεταβληθεί από τον μαθητή, ανάλογα με τις απαιτήσεις της διδασκαλίας, αλλά και τα δικά του θέλω, χωρίς να είναι κλειδωμένη εξ' αρχής. Η επέμβαση του χρήστη εξασφαλίζεται από εικονίδια της επιφάνειας εργασίας στην οθόνη του υπολογιστή, τα οποία προσομοιάζουν πραγματικά αντικείμενα του εργαστηρίου.

2.2. Ταξινόμηση

Η ταξινόμηση των ΕΕ στηρίζεται κυρίως στα τεχνικά τους χαρακτηριστικά. Με βάση αυτά τα ΕΕ μπορούν να διακριθούν σε πέντε κατηγορίες (Ταραμόπουλος, 2012):

- **Προσομοιώσεις:** Πρόκειται για εικονική αναπαράσταση ενός πραγματικού εργαστηρίου και είναι ένα πρόγραμμα προεγκατεστημένο στον υπολογιστή από τον οποίο εκτελείται.
- **Δικτυακά εργαστήρια με applets (Cyber Labs):** Αποτελούν κι αυτά ψηφιακές αναπαραστάσεις ενός εργαστηρίου πειραμάτων, με τη μόνη διαφορά ότι δεν είναι απαραίτητο να έχουν εγκατασταθεί στον υπολογιστή, αλλά μπορούν να εκτελεστούν μέσα από το διαδίκτυο με τη μορφή java applet συνήθως. Είναι τα πιο δημοφιλή όσον αφορά τη χρήση τους για τη διδασκαλία των ΦΕ και τα σοβαρότερα πλεονεκτήματά τους είναι η ευκολία πρόσβασης (μέσω διαδικτύου), το μικρό τους μέγεθος και η ευκολία αποθήκευσης και χρήσης τους από οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα.
- **Εικονικά Εργαστήρια (Virtual Labs):** Με αυτά επιχειρείται η όσο το δυνατόν πιο πιστή αναπαράσταση ενός φυσικού εργαστηρίου πειραμάτων. Στοχεύουν στη ρεαλιστική αλληλεπίδραση του χρήστη με τα αντικείμενα και τα υλικά

του εργαστηρίου, ώστε να αφήνουν μια ιδιαίτερη αίσθηση αληθοφάνειας της όλης διαδικασίας.

- **Εργαστήρια εικονικής πραγματικότητας (VR Labs):** Αποτελούν εργαστήρια που λαμβάνουν χώρα μέσω ενός λογισμικού ηλεκτρονικού υπολογιστή σε συνεργασία με τις κατάλληλες συσκευές που μετατρέπουν την εμπειρία του πειράματος σε ακραία αληθοφανή, καθώς ο χρήστης μετέχει σε ένα τρισδιάστατο περιβάλλον με τα αντικείμενα να τον περιβάλλουν σαν να βρίσκεται σε πραγματικό εργαστήριο.
- **Εργαστήρια Ελεγχόμενα από απόσταση (Remote Labs):** Σ' αυτήν την περίπτωση μιλάμε για την ύπαρξη πραγματικών εργαστηρίων, με τον περιορισμό όμως της απόστασης. Ενώ το εργαστήριο υπάρχει πραγματικά, μας είναι αδύνατον να το επισκεφθούμε, καθώς δεν βρίσκεται στον χώρο μας. Μας δίνεται όμως η δυνατότητα να το παρατηρήσουμε και να επέμβουμε σ' αυτό από μακριά, μέσα από την ασφάλεια του ηλεκτρονικού μας υπολογιστή, με την προϋπόθεση βέβαια να έχουμε πρόσβαση στο διαδίκτυο.

Οι παραπάνω κατηγορίες μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις ξεχωριστές ομάδες, με κριτήριο την ελευθερία στο χειρισμό που επιτρέπουν στον χρήστη (Ταραμόπουλος, 2012):

- **Οι Προσομοιώσεις (Simulation Labs)**, στις οποίες εντάσσονται οι πρώτες δύο από τις προηγούμενες κατηγορίες ΕΕ. Σ' αυτές παρατηρείται μικρή ελευθερία για παρεμβάσεις από τον χρήστη, καθώς οι περισσότερες συνθήκες του πειράματος είναι προκαθορισμένες.
- **Τα Εικονικά Εργαστήρια (Virtual Labs)**, στα οποία εντάσσονται οι κατηγορίες 3 και 4. Εδώ ο χρήστης έχει τη δυνατότητα αρκετά πιο μεγάλης παρεμβατικότητας, καθώς ο σκοπός της δημιουργίας τους ήταν εξ αρχής η όσο γίνεται μεγαλύτερη ρεαλιστικότητα, με αποτέλεσμα να παρέχουν σημαντικές ελευθερίες παραμετροποίησης των ρυθμίσεων.
- **Τα Εργαστήρια από Απόσταση (Remote Labs)**, που αναφέρονται στην τελευταία κατηγορία και, αφού πρόκειται για πραγματικά εργαστήρια, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τις δικές του παραμέτρους για τη διεξαγωγή του πειράματος.

Τα πιο πολλά από τα ΕΕ που αναφέρθηκαν πιο πάνω αποτελούν ψηφιακές εφαρμογές που είναι εγκατεστημένες σε κάποιον τοπικό υπολογιστή και μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο σ' αυτόν, καθώς κάτι τέτοιο αποτελεί την πιο γρήγορη και ασφαλή λύση. Αυτός ο περιορισμός όμως, λειτουργεί ανασταλτικά για τη γενικευμένη χρήση τους στο σχολείο, ενώ καθιστά αδύνατη την επανάληψη του πειράματος στο σπίτι από τους μαθητές. Τα μόνα ΕΕ που παρέχουν τη δυνατότητα του απομακρυσμένου ελέγχου από το διαδίκτυο είναι αυτά που στηρίζονται σε applets (Cyber Labs) και τα εργαστήρια από απόσταση (Remote Labs) (Ficher et al., 2007) .

Δυστυχώς όμως, η κατασκευή και ευρεία χρήση ενός πραγματικού εργαστηρίου με απομακρυσμένο έλεγχο αποτελεί ένα δύσκολο και κοστοβόρο εγχείρημα για χρήση στο σχολικό χώρο. Επομένως, απομένουν οι προσομοιώσεις java applets (Cyber Labs), οι οποίες διατίθενται, ως επί το πλείστον, ελεύθερα στο χώρο του διαδικτύου και δίνουν τη δυνατότητα σε εκπαιδευτικούς και μαθητές να τις χρησιμοποιήσουν είτε από το χώρο του σχολείου, είτε ακόμα και από το σπίτι τους, σε περίπτωση εργασίας διερεύνησης που θα τους ανατεθεί.

2.3. Διαθέσιμες ψηφιακές βιβλιοθήκες εικονικών εργαστηρίων

Όπως διαπιστώσαμε, τα διαφόρων ειδών ΕΕ αποτελούν έναν καινοτόμο τρόπο για τη διδασκαλία των ΦΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Αυτό όμως που θα πρέπει να ερευνηθεί περαιτέρω είναι αν υπάρχουν οι κατάλληλες ψηφιακές πλατφόρμες, όπου αυτά τα εργαστήρια θα είναι συγκεντρωμένα ώστε να είναι εύκολο να αναζητηθούν, να ανακτηθούν και να αξιοποιηθούν από τους εκπαιδευτικούς που επιθυμούν να τα χρησιμοποιήσουν στη διδασκαλία τους. Το θέμα αυτό αντιμετωπίζεται με τη λειτουργία ψηφιακών βιβλιοθηκών (Digital repositories). Οι ψηφιακές βιβλιοθήκες λοιπόν αποτελούν χώρους αποθήκευσης ψηφιακών πόρων με σκοπό την αναζήτησή τους και τη χρήση τους την στιγμή που θα τους χρειαστούμε. Και όπως μια κανονική βιβλιοθήκη, έτσι και η ψηφιακή όμοιά της, δίνει τη δυνατότητα να αναζητήσει κανείς τους ψηφιακούς πόρους που θέλει, να τους εντοπίσει και να τους ανακτήσει (Zutin et al., 2010).

Οι ψηφιακές βιβλιοθήκες, στο χώρο της εκπαίδευσης πιο συγκεκριμένα, ονομάζονται βιβλιοθήκες μαθησιακών αντικειμένων. Οι βιβλιοθήκες μαθησιακών αντικειμένων κατευθύνουν τον χρήστη τους στον εντοπισμό του κατάλληλου γι' αυτόν μαθησιακού αντικειμένου, μέσα από μεταδεδομένα, όπως είναι η περιγραφή (descriptors) ή οι ετικέ-

τες (tags). Έτσι μπορεί ο ενδιαφερόμενος να δει με αναλυτικό τρόπο και να αξιολογήσει διάφορες πτυχές του μαθησιακού αντικειμένου, τόσο ως προς τα τεχνικά του χαρακτηριστικά, όσο και ως προς τον παιδαγωγικό του χαρακτήρα. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος που οι ψηφιακές βιβλιοθήκες μαθησιακών αντικειμένων είναι διεθνώς αναγνωρισμένες και διαδεδομένες σε όλο τον εκπαιδευτικό κόσμο (Φύσκιλης, 2014).

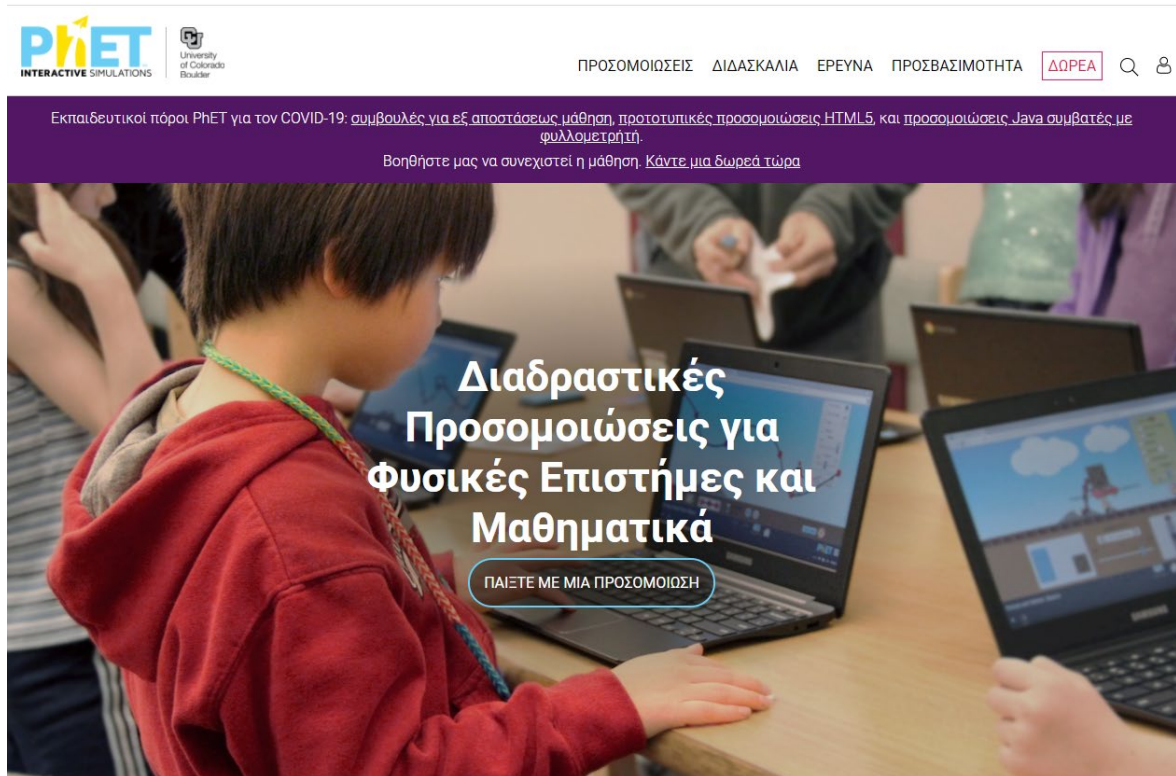
Παρακάτω, παρουσιάζονται μερικές αναγνωρισμένες ψηφιακές βιβλιοθήκες ΕΕ:

- **LiLa (Library of Labs):** Η βιβλιοθήκη LiLa έχει δημιουργηθεί με τη συνεργασία τριών εταιριών και οκτώ πανεπιστημίων για να μπορούν οι χρήστες να ανταλλάσσουν και να εκτελούν εικονικά και απομακρυσμένα εργαστήρια. Οι χρήστες έχουν λοιπόν τη δυνατότητα, όχι μόνο να αναζητήσουν και να ανακτήσουν από τη βιβλιοθήκη κάποιο εργαστήριο, αλλά μπορούν να το «τρέξουν» και διαδικτυακά, ενώ μπορούν ακόμα και να κάνουν κράτηση ενός απομακρυσμένου εργαστηρίου. Υπάρχουν έως σήμερα διαθέσιμα πάνω από 270 εικονικά και απομακρυσμένα εργαστήρια στη συγκεκριμένη πλατφόρμα (Φύσκιλης, 2014).

The screenshot shows the LiLa website homepage. At the top, there is a navigation menu with 'Home', 'About', 'LiLa Content', 'Resources', and 'Contact'. Below the menu, the text reads 'You are here: Home » Home'. The main heading is 'LiLa - Library of Labs'. The introductory text states: 'LiLa is the acronym for the "Library of Labs", an initiative of [eight universities](#) and [three enterprises](#), for the mutual exchange of and access to'. A bulleted list highlights 'virtual laboratories (simulation environments) and remote experiments (real laboratories which are remotely controlled via the internet)'. Below this, it says 'LiLa builds a portal which grants the access to virtual labs and remote experiments. It includes services like a' followed by another bulleted list: 'scheduling system, connection to library resources, tutoring system, 3D-environment for online collaboration.' A central image shows a screenshot of the LiLa portal interface with the text 'Visit the LiLa-Portal at www.library-of-labs.org'. The right sidebar contains a 'News' section with 'Article on LiLa' and 'Download the LiLa Flyer'. At the bottom, it mentions 'LiLa special session during EDUCON 2010 in Madrid' and 'Mar 24, 2010 The project LiLa will stage a special session during the IEEE EDUCON conference 2010'. A small European Union logo and 'co-funded by the Community Programme eContentplus' are visible in the top right corner.

Εικόνα 3. Η ψηφιακή βιβλιοθήκη LiLa

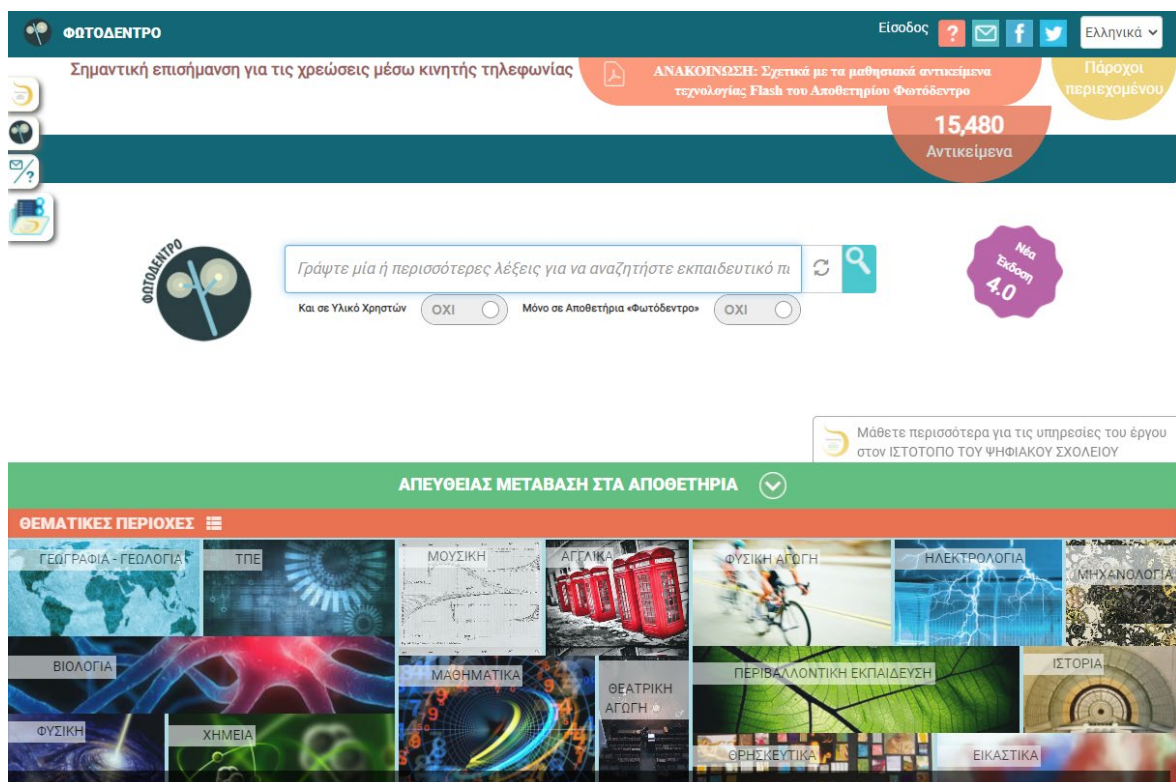
- Phet Colorado:** Η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη διαθέτει μια πληθώρα προσομοιώσεων εργαστηρίου, καθώς και άλλες εκπαιδευτικές δραστηριότητες σχετιζόμενες μ' αυτές, ενώ η πρόσβαση είναι δωρεάν για όλους. Αυτό άλλωστε την καθιστά μια πολύ δημοφιλή βιβλιοθήκη με υψηλή επισκεψιμότητα. Όλες οι προσομοιώσεις είναι κατασκευασμένες από τους ερευνητές που Πανεπιστημίου του Colorado, ενώ ο στόχος τους είναι να προσφέρουν στους μαθητές τη δυνατότητα να κατανοήσουν δύσκολες επιστημονικές έννοιες μέσα από την οπτικοποίηση των καταστάσεων. Αυτός είναι και ο λόγος που στις προσομοιώσεις του Phet παρουσιάζονται στοιχεία που είναι στην πραγματικότητα αόρατα, για να μπορούν να αντιληφθούν οι μαθητές την ύπαρξη τους διαισθητικά (Φύσκιλης, 2014).



Εικόνα 4. Η ψηφιακή βιβλιοθήκη Phet Colorado

- Φωτόδεντρο:** Κλείνοντας, αξίζει να αναφερθεί, ότι στη χώρα μας έχει οργανωθεί, για τη διευκόλυνση στην αναζήτηση των μαθησιακών αντικειμένων από τους εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, το «Φωτόδεντρο», που αποτελεί τον Εθνικό Συσσωρευτή Εκπαιδευτικού Περιεχομένου. Το Φωτόδεντρο εξασφαλίζει ελεύθερη πρόσβαση μέσω διαδικτύου σε όλους, εκπαιδευτικούς και εκπαιδευόμενους και φιλοξενεί πε-

ρισσότερα από 18000 μαθησιακά αντικείμενα. Είναι η κεντρική ηλεκτρονική πλατφόρμα του Υπουργείου Παιδείας, προκειμένου να είναι κάπου οργανωμένο και άμεσα διαθέσιμο το ψηφιακό υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην εκπαίδευση, ενώ η αναζήτηση αυτού του υλικού μπορεί να γίνει από την κεντρική σελίδα του ιστότοπου. Η αναζήτηση αυτή μπορεί να γίνει μέσα από πλαίσιο διαλόγου, ανά τύπο μαθησιακού αντικειμένου και ανά θεματική περιοχή, εξασφαλίζοντας περισσότερες επιλογές στον χρήστη. Τέλος, το Φωτόδεντρο συγκεντρώνει μεταδεδομένα του ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού από διάφορα άλλα αποθετήρια και παρόχους, ενώ γίνεται σημασιολογική τους ενοποίηση, προκειμένου να επιτευχθεί η ενιαία τους αναζήτηση (Φωτόδεντρο, 2020).



Εικόνα 5. Το Φωτόδεντρο

2.4. Σύγκριση Πραγματικού Πειράματος και Εικονικού Εργαστηρίου

Όπως προαναφέρθηκε, η διδασκαλία των ΦΕ έχει σημαντικά οφέλη για τους μαθητές όταν εμπλέκονται σε διαδικασίες πειραματισμού, πέρα από το θεωρητικό πλαίσιο. Οι πειραματικές διαδικασίες τις οποίες μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές είναι τα πειράματα με αληθινά αντικείμενα, που πραγματοποιούνται στα ειδικά διαμορφωμένα

σχολικά εργαστήρια (Τσελφές, 2003), καθώς και τα εικονικά πειράματα με προσομοιώσεις που πραγματοποιούνται με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών (Τζιμογιάννης & Μικρόπουλος, 2000, Ψύλλος, 2007).

Τα αποτελέσματα των ερευνών για το είδος της πειραματικής διάταξης που προσφέρει τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην κατανόηση των δύσκολων εννοιών των ΦΕ έχουν αντιφατικά αποτελέσματα, καθώς σε άλλες έρευνες προάγεται το πραγματικό και σε άλλες το εικονικό πείραμα.

Η αλήθεια είναι ότι για πολλά χρόνια, από την αρχή της διδασκαλίας των ΦΕ, αυτό που χρησιμοποιήθηκε ευρέως ήταν το πραγματικό πείραμα στο εργαστήριο. Έχει επομένως συνδεθεί άρρηκτα με τη μάθηση στις ΦΕ από μεγάλο μέρος τους εκπαιδευτικού κόσμου, ενώ η αλληλεπίδραση των μαθητών με τα αντικείμενα και τις συσκευές του εργαστηρίου έχουν αποδείξει την αποτελεσματικότητά και την αναγκαιότητά τους στη διδασκαλία (Ευαγγέλου & Κώτσης, 2014).

Τα τελευταία χρόνια όμως, έχουν κάνει την εμφάνισή τους αρκετές έρευνες που καταδεικνύουν τη χρησιμότητα των εικονικών πειραμάτων στην εννοιολογική αλλαγή των απόψεων των μαθητών και στην κατανόηση των εννοιών των ΦΕ σε διάφορους τομείς της επιστήμης, όπως για παράδειγμα στα ηλεκτρικά κυκλώματα (Ταραμόπουλος, 2012).

Αν και είναι ξεκάθαρο ότι τα δύο είδη πειραματισμού διαφέρουν αρκετά μεταξύ τους, εντούτοις, οι μαθητές εμπλέκονται ενεργητικά και στις δύο περιπτώσεις (Ολυμπίου, 2012). Στα πραγματικά πειράματα η εμπλοκή τους έχει να κάνει με τον άμεσο χειρισμό των αντικειμένων και των συσκευών του εργαστηρίου από τους ίδιους τους μαθητές, ενώ στα ΕΕ η αντίστοιχη εμπλοκή εξασφαλίζεται με την χρήση του ποντικιού και του πληκτρολογίου ως μέσα για τον χειρισμό των διατάξεων και τη συνεχή τους παρατήρηση μέσα από την οθόνη σε ένα περιβάλλον παρόμοιο με το πραγματικό (Τσαμπαρλής, 2009, Ευαγγέλου, 2012).

Παρότι λοιπόν αναγνωρίζεται ότι και οι δύο μέθοδοι πειραματισμού έχουν θετική επίδραση στη διδασκαλία των ΦΕ, εντούτοις, όπως προείπαμε, εμφανίζεται στις έρευνες των τελευταίων χρόνων σημαντική διάσταση απόψεων όσον αφορά την προσφορά της καθεμίας. Άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν την μέθοδο των πραγματικών πειραμάτων και άλλοι, αυτή των εικονικών (Κώτσης & Ευαγγέλου, 2007). Πολλές φορές αυτό οφείλεται στον διαφορετικό τρόπο της διδακτικής προσέγγισης ή στο διαφορετικό διδα-

κτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε έρευνα. Για παράδειγμα, σε μια διδακτική προσέγγιση που αφορά το μικρόκοσμο (δομή και στοιχεία του κυττάρου) ή τον μακρόκοσμο (σειρά και κίνηση των πλανητών) είναι φυσικό να υπερτερεί το εικονικό εργαστήριο, ενώ σε μια άλλη όπου η αφή ή κάποια άλλη αίσθηση είναι σημαντικό ζητούμενο του πειράματος θα υπερτερεί το πραγματικό εργαστήριο (Ολυμπίου, 2012).

Από όλα τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι και οι δύο τρόποι διερεύνησης έχουν τόσα πλεονεκτήματα, όσα και μειονεκτήματα, οπότε δεν μπορούμε να αποφανθούμε ξεκάθαρα για τον πιο αποτελεσματικό τρόπο διδασκαλίας (Ταβέλη et al., 2012). Γι' αυτό το λόγο θα αναφέρουμε τα βασικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε μεθόδου.

2.5. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Πραγματικό Πείραμα

Πλεονεκτήματα των πραγματικών πειραμάτων:

- Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να βιώσουν τα φαινόμενα με τις αισθήσεις τους, ώστε να προσπαθήσουν να τα ερμηνεύσουν μέσα από αυτές (Κόκκοτας, 2002).
- Οι μαθητές εξασκούνται σε πραγματικές συνθήκες και αποκτάνε εμπειρία στον χειρισμό αντικειμένων και συσκευών της φυσικής επιστήμης, με αποτέλεσμα να οδηγούνται βιωματικά στη μάθηση μέσα από την ενεργό συμμετοχή τους (Ολυμπίου & Ζαχαρία, 2009).
- Η φυσικότητα των υλικών εμπλέκει νοητικά τους μαθητές και συμβάλλει αποφασιστικά στην κατανόηση επιστημονικών εννοιών (Ολυμπίου, 2012).
- Η ενασχόληση με πραγματικά αντικείμενα βελτιώνει βασικές δεξιότητες χειρισμού του σύγχρονου ανθρώπου, οι οποίες θα του φανούν χρήσιμες στη μετέπειτα εξέλιξή του. (Κόκκοτας & Βλάχος, 2000).
- Αποτελούν παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας, που έχει αποδείξει την αξία του εδώ και πολλά χρόνια. Άλλωστε, και η ανάπτυξη της ίδιας της επιστήμης στηρίχθηκε σε πραγματικά πειράματα (Reiner & Gilbert, 2004).
- Συντελούν στη ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος και της ενεργής συμμετοχής των μαθητών στην όλη διαδικασία, ενώ παράλληλα τους εξοικειώνουν με τε-

χνικές και μεθοδολογίες του επιστημονικού τρόπου έρευνας και σκέψης (Μιχαηλίδης, 2007).

- Ο τρόπος εργασίας των μαθητών συμβάλλει στη σύνδεση της θεωρίας της επιστήμης με τη γνώση, και στην αφομοίωση της επιστημονικής προσέγγισης στη διεξαγωγή μιας έρευνας (Πατσαδάκης, 2007).
- Μπορούν να οδηγήσουν στην κατάκτηση, όχι μόνο της γνώσης, αλλά της διαδικασίας που οδηγεί σ' αυτή (Πατσαδάκης, 2007).
- Δίνεται η δυνατότητα να αντιληφθούν οι μαθητές τη συμβολή του πειράματος στις επιστημονικές ανακαλύψεις, καθώς και τις λάθος διαπιστώσεις στις οποίες μπορεί αυτό να οδηγήσει τον ερευνητή που το χρησιμοποιεί. Αυτό συντελεί στην κριτική αντιμετώπιση της επιστημονικής θεωρίας και όχι στην τυφλή αποδοχή της ως αδιαπραγμάτευτης βεβαιότητας (Taraban et al., 2007).
- Δεν δημιουργούν σύγχυση στους μαθητές, όσον αφορά τη χρήση του πειράματος ως ηλεκτρονικό παιχνίδι ξεκομμένο από την πραγματικότητα (Ολυμπίου, 2012).
- Βοηθάνε στην πιο αποτελεσματική πρόκληση της γνωστικής σύγκρουσης με τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών. Αυτό συμβαίνει διότι αυτές οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις στηρίζονται στις συσσωρευμένες καθημερινές εμπειρίες των μαθητών και στην παρατήρηση του κόσμου που τους περιβάλλει, επομένως η γνωστική σύγκρουση είναι πιο εύκολο να επιτευχθεί μέσα από πραγματικές εμπειρίες και παρατηρήσεις που να έρχονται σε σύγκρουση με τις ήδη υπάρχουσες (Ολυμπίου, 2012).

Μειονεκτήματα των πραγματικών πειραμάτων:

- Οι μαθητές αντιμετωπίζουν πολλές φορές δυσκολίες στον χειρισμό των αντικειμένων και των οργάνων, ειδικά όταν δεν έχουν εξοικειωθεί μαζί τους, με αποτέλεσμα να μην έχει η διδασκαλία το αναμενόμενο αποτέλεσμα. Οι μαθητές δηλαδή επικεντρώνονται στον χειρισμό των οργάνων και χάνουν την ουσία της ορθής παρατήρησης και εκτίμησης του φαινομένου (Ψύλλος, 2007).

- Σε αρκετές περιπτώσεις οι συσκευές που χρησιμοποιούνται είναι περίπλοκες και δημιουργούν σύγχυση στους μαθητές (Ψύλλος, 2007).
- Οι μαθητές ξοδεύουν το μεγαλύτερο μέρος του διαθέσιμου χρόνου στην ασχολία με την πειραματική διαδικασία και δεν επικεντρώνονται στην ίδια την έρευνα (Hofstein & Lunetta, 2004).
- Πολλές φορές είναι αδύνατο για τους μαθητές να αντιληφθούν και να παρατηρήσουν το ζητούμενο σε ένα πείραμα (Ψύλλος, 2007).
- Επίσης, τις πιο πολλές φορές είναι πολύ δύσκολο να συνδυαστούν όλες οι μεταβλητές που επηρεάζουν ένα πείραμα, καθώς και να διαφοροποιηθούν κατά περίπτωση, έτσι ώστε να γίνει φανερή η συμβολή τους στη εξέλιξη του φαινομένου (Ψύλλος, 2007).
- Στα πραγματικά πειράματα δεν μπορούν να παρατηρήσουν οι μαθητές με συμβολικό τρόπο τη διαδικασία, ούτε μπορούν να δουν τα αποτελέσματα καταγεγραμμένα με ποικίλους τρόπους, ώστε να μπορέσουν να οικοδομήσουν τη γνώση με τον τρόπο που αντιλαμβάνονται καλύτερα (Ολυμπίου & Ζαχαρία, 2009). Οι μαθητές επικεντρώνονται σε πλεονάζοντα χαρακτηριστικά που έχουν τα όργανα ή τα αντικείμενα κι όχι στις έννοιες που είχε αρχικά σχεδιαστεί να παρατηρηθούν (Ολυμπίου, 2012).

Εικονικά Εργαστήρια

Πλεονεκτήματα των Εικονικών Εργαστηρίων:

- Οι υπολογιστές, με τη δύναμη της εικόνας, δίνουν τη δυνατότητα να μετασχηματιστούν οι αφηρημένες έννοιες των φαινομένων σε αντιληπτικές αναπαραστάσεις, που βοηθάνε σημαντικά τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα τα υπό μελέτη φαινόμενα και να οικοδομήσουν την επιδιωκόμενη γνώση. Η εικόνα του υπολογιστή μπορεί να αναπαραστήσει, μέσα από το πρόγραμμα προσομοίωσης, φαινόμενα που δεν αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο μάτι στην πραγματική τους εξέλιξη, όπως τη ροή των ηλεκτρονίων ή την κίνηση των πλανητών, καθιστώντας τους μαθητές ικανούς να τα παρατηρήσουν και να τα διερευνήσουν επαρκώς.

- Προσφέρουν εξατομικευμένο περιβάλλον, ανάλογα με τις προτιμήσεις των μαθητών, με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο ενδιαφέρον και τη συμμετοχή τους στη διερεύνηση (Τζιμογιάννης & Μικρόπουλος, 2000).
- Μπορούν να αναπαραστήσουν με μεγάλη ακρίβεια το υπό μελέτη φαινόμενο, κάνοντάς το πιο προσιτό στη διερεύνηση (Ολυμπίου, 2012).
- Οι προσομοιώσεις είναι αρκετά αληθοφανείς, αντικαθιστώντας τα πραγματικά αντικείμενα και τον χειρισμό τους, προσφέροντας μάλιστα το επιπλέον πλεονέκτημα του ευκολότερου χειρισμού σε σχέση πάντα με το πραγματικό εργαστήριο (Ολυμπίου & Ζαχαρία, 2009).
- Βοηθάνε τους μαθητές να αντιληφθούν τις αιτίες των φαινομένων, αφού δημιουργούν την κατάλληλη απόσταση ανάμεσα στο πραγματικό φαινόμενο και στην εικονική του αναπαράσταση, με αποτέλεσμα να συμβάλλουν στην καλλιέργεια της αφαιρετικής σκέψης και στην οικοδόμηση της γνώσης (Γρηγοριάδου, 2002)
- Στο εικονικό πείραμα τα απαραίτητα στοιχεία του πραγματικού κόσμου ενσωματώνονται και αναπαράγονται όχι μόνο με απaráμιλλη ακρίβεια, αλλά και με εξαιρετική ταχύτητα, βοηθώντας σημαντικά στην εξοικονόμηση πολύτιμου χρόνου (Redish, 1993).
- Βοηθάνε στη διερεύνηση φαινομένων που είναι αόρατα στο ανθρώπινο μάτι, επομένως δεν θα ήταν εφικτή η παρατήρηση και η διερεύνησή τους σε ένα πραγματικό σχολικό εργαστήριο (Τζιμογιάννης & Μικρόπουλος, 2000).
- Η μελέτη και διερεύνηση ενός φαινομένου μέσα από προσομοίωση εξασφαλίζει στους μαθητές περισσότερο χρόνο να ασχοληθούν με την έρευνα και, κυρίως, λιγότερο κόπο στον χειρισμό δύσχρηστων συσκευών και αντικειμένων (Τζιμογιάννης & Μικρόπουλος, 2000).
- Επίσης, το Εικονικό Εργαστήριο προσφέρει τη δυνατότητα της ρύθμισης του χρόνου διεξαγωγής του πειράματος, ώστε να είναι δυνατή η παρατήρηση του επιθυμητού φαινομένου, ενώ μπορεί ακόμα και να διακοπεί ο χρόνος σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο της διαδικασίας και να συνεχιστεί σε επόμενο στάδιο (Ολυμπίου, 2012).

- Μειώνεται ο χρόνος ενασχόλησης που χρειάζονται οι μαθητές προκειμένου να εξοικειωθούν με τα αντικείμενα και τις συσκευές του αληθινού πειράματος, ενώ οι μετρήσεις παρουσιάζονται άμεσα από την εφαρμογή, χωρίς να χρειαστεί να τις συλλέξει ο χρήστης. Επίσης, δεν απαιτείται χρόνος για να προετοιμαστεί το πείραμα, όπως συμβαίνει σε ένα σχολικό εργαστήριο (Μιχαηλίδης, 2007).
- Μπορούν να ξεπεραστούν πολλές τεχνικές δυσκολίες που προκύπτουν από τον χειρισμό των αντικειμένων και των οργάνων ενός πραγματικού εργαστηρίου, ειδικά για μαθητές που δεν έχουν ανεπτυγμένες τις δεξιότητες της κίνησης. Το πρόγραμμα αναλαμβάνει από μόνο του να οργανώσει και να οπτικοποιήσει όσα είναι απαραίτητα για τη διεξαγωγή του πειράματος.
- Δεν απαιτεί τους χώρους, τα όργανα και τις συσκευές που πρέπει να διαθέτει ένα εργαστήριο, προκειμένου να φιλοξενήσει πολλούς μαθητές για να πειραματιστούν (Μιχαηλίδης, 2007).
- Δίνουν την ευκαιρία στους μαθητές να παραμετροποιήσουν κατά την κρίση ή την επιθυμία τους την πειραματική διαδικασία, ώστε να κάνουν τις παρατηρήσεις τους. Παράλληλα, τους δίνεται η δυνατότητα να προβλέψουν τα αποτελέσματα των κινήσεών τους, καλλιεργώντας έτσι τη διαίσθησή τους και την κριτική τους σκέψη (Τζιμογιάννης & Μικρόπουλος, 2000).
- Δίνεται η δυνατότητα να γίνουν πειράματα που σε πραγματικές συνθήκες θα κόστιζαν πάρα πολλά χρήματα και δεν θα ήταν διαθέσιμα στα πλαίσια των δυνατοτήτων ενός σχολικού εργαστηρίου (Κόμης, 2004).
- Μπορούν να μελετηθούν φαινόμενα η αναπαραγωγή των οποίων είναι δύσκολο να γίνει στο σχολικό εργαστήριο ή άλλα φαινόμενα που θα απαιτούσαν την μετακίνηση των μαθητών σε ειδικά εργαστήρια (Ολυμπίου, 2012).
- Δίνεται η ευκαιρία στους μικρούς μαθητές να εκτελέσουν πειράματα που θα ήταν επικίνδυνα στο πραγματικό εργαστήριο, χωρίς να υπάρχει ο φόβος του τραυματισμού και χωρίς την ανάγκη για αυστηρή επίβλεψη από τον δάσκαλο (Κόμης, 2004).

- Δίνουν τη δυνατότητα στους δασκάλους και στους μαθητές να επεμβαίνουν στα στοιχεία του περιβάλλοντος ή σε συγκεκριμένες συνιστώσες τους, ανάλογα με το ζητούμενο του θέματος που διερευνάται (Τζιμογιάννης, 1999).
- Η ανάδρασή τους σε κάθε νέα οδηγία από το χρήστη είναι άμεση και τα αποτελέσματά της ορατά στην οθόνη, ώστε να μην είναι απαραίτητη η συνεχής καθοδήγηση από τον δάσκαλο (Τζιμογιάννης & Μικρόπουλος, 2000).
- Τα δεδομένα και τα υλικά συλλέγονται σε ελάχιστο χρόνο και καταγράφονται στην οθόνη του υπολογιστή (Zacharia, 2007).
- Δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να μπορούν να μελετούν το φαινόμενο με πολλαπλές αναπαραστάσεις κατά τη διάρκεια της εξέλιξής του, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να βλέπουν και τα ανάλογα διαγράμματα που δείχνουν τις μεταβολές που αυτό επιφέρει (Ψύλλος, 2007).
- Δίνεται η δυνατότητα να μελετηθούν σε επαρκές χρονικό διάστημα, μέσα από τις ρυθμίσεις του χρόνου που διαθέτουν, τα φυσικά φαινόμενα τα οποία στην πραγματικότητα εξελίσσονται αστραπιαία (Τζιμογιάννης, 2004).
- Παρέχουν την δυνατότητα στους μαθητές να επαναλάβουν το πείραμα όσες φορές το επιθυμούν ή ακόμα και από όποιο στάδιο τους ενδιαφέρει, με άμεσο τρόπο και σε οποιονδήποτε χώρο (Κόμης et al., 2008).
- Σε πολλές εφαρμογές οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να εντοπίζουν τα λάθη τους και να προβαίνουν στην έγκαιρη διόρθωσή τους (Zacharia, 2007).
- Μπορούν να μεταβληθούν οι διαστάσεις του χώρου και του χρόνου ενός πειράματος, ώστε να διευκολύνεται η παρατήρηση και η καταγραφή του (Ζαχαρία, 2013).
- Οι μαθητές μπορούν να παρατηρήσουν παράλληλα στοιχεία τόσο του μικρόκοσμου, όσο και του μακρόκοσμου, πράγμα που είναι αδύνατον να επιτευχθεί σε πραγματικές συνθήκες (Ολυμπίου, 2012).
- Κάνουν τους μαθητές να νιώθουν άνεση, ασφάλεια και αυτοπεποίθηση, ακόμα και σε περιπτώσεις που καλούνται να εργαστούν με περίπλοκες πειραματικές διατάξεις (Ολυμπίου, 2012).

- Η ανατροφοδότηση προς τους μαθητές είναι άμεση, πράγμα που συμβάλλει στην πιο εύκολη οικοδόμηση της γνώσης, που είναι και το ζητούμενο μέσα από μια πειραματική διαδικασία (Ολυμπίου, 2012).

Μειονεκτήματα των Εικονικών Εργαστηρίων:

- Οι μαθητές χάνουν την ευκαιρία της αμεσότητας με τα αντικείμενα και την όλη διαδικασία, όπως παρέχεται σε μια βιωματική εμπειρία. Είναι άλλωστε ξεκάθαρος ο ρόλος που έχει μια τέτοια βιωματική εμπειρία στην όλη διαδικασία (Ολυμπίου & Ζαχαρία, 2009).
- Θα πρέπει να εξασφαλιστεί χρόνος ώστε να προσαρμοστούν και να εξοικειωθούν οι μαθητές με τον νέο τρόπο διδασκαλίας και έρευνας, ειδικά σε περίπτωση που έχουν συνηθίσει τις πραγματικές συνθήκες (Ολυμπίου & Ζαχαρία, 2009).
- Ο τρόπος λειτουργίας των εφαρμογών, με την ευκολία της παραμετροποίησης που παρέχει, μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές σε παρανοήσεις όσον αφορά τα αντίστοιχα φαινόμενα στην πραγματικότητα. Παρατηρείται πολλές φορές σύγχυση στους μαθητές, οι οποίοι τείνουν να πιστέψουν ότι ο έλεγχος των μεταβλητών που εφαρμόστηκε σε ένα Εικονικό Εργαστήριο, είναι εφικτό να γίνει και στο πραγματικό φαινόμενο. Επίσης, αρκετές είναι οι περιπτώσεις που οι μαθητές, με τη συνεχή τους επέμβαση στις συνθήκες εκτέλεσης της προσομοίωσης, τη φέρνουν «στα μέτρα τους» και τελικά ενδυναμώνουν τις δικές τους προϋπάρχουσες ιδέες, αντί να έρθουν πιο κοντά στην επιστημονική προσέγγιση (Κόμης et al., 2008).
- Είναι δύσκολο για τους μαθητές να αντιληφθούν ότι οι νόμοι και οι θεωρίες που προέκυψαν από το ψηφιακό περιβάλλον είναι δυνατόν να εφαρμοστούν στον πραγματικό κόσμο (Couture, 2004).
- Πολλές από τις εφαρμογές εικονικών πειραμάτων δεν προσφέρουν ένα αληθοφανές και ρεαλιστικό περιβάλλον εργασίας (Μικρόπουλος, 2003).
- Ακόμα και σ' αυτές τις εφαρμογές που παρουσιάζουν αληθοφάνεια, δεν είναι δυνατόν να υπάρξει πλήρης αντιγραφή της πραγματικότητας, παρά μόνο ένα μέρος αυτής (Μιχαηλίδης, 2007).

- Οι μαθητές δεν εκπαιδεύονται σωστά στην επιστημονική μέθοδο έρευνας, καθώς ο υπολογιστής αναλαμβάνει ολοκληρωτικά να συλλέξει και να επεξεργαστεί τα δεδομένα και τις μετρήσεις του πειράματος, αφήνοντας έτσι τους μαθητές στο περιθώριο (Steinberg, 2003).
- Σχετικό με το προηγούμενο είναι η στέρηση από τους μαθητές της δυνατότητας που τους προσφέρει το πραγματικό εργαστήριο να μάθουν να εκτιμούν τις σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων ή ακόμα τις παραμέτρους που μπορεί να οδηγήσουν σε διαφορετικά αποτελέσματα. Κοντολογίς, δεν διδάσκονται τον επιστημονικό τρόπο έρευνας ολοκληρωτικά, αφού στα ΕΕ, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, οι προγραμματιστές τους έχουν φροντίσει να παραλείψουν οτιδήποτε μπορεί να θεωρηθεί περιττό (Μιχαηλίδης, 2007).
- Μερικά ΕΕ χρειάζονται αρκετό χρόνο στους προγραμματιστές τους, προκειμένου να τα σχεδιάσουν, με την ανάλογη κάθε φορά αύξηση και στο κόστος (Κόμης et al., 2008).
- Οι μαθητές μπορεί να εντυπωσιάζονται από την εικόνα και την εκτέλεση μιας εντυπωσιακής στα μάτια τους πειραματικής διαδικασίας, η οποία τραβάει το ενδιαφέρον τους, από την άλλη μεριά όμως δεν μπαίνουν στην ουσία της πειραματικής μεθοδολογίας, με αποτέλεσμα να έχουμε φτωχά μαθησιακά αποτελέσματα (Μιχαηλίδης, 2007).

2.6. Συμπεράσματα σύγκρισης

Με βάση όλα τα παραπάνω μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι και οι δύο τρόποι διεξαγωγής του πειράματος έχουν και θετικά στοιχεία, που είναι φυσικά θεμιτά, αλλά και αρνητικά που θα θέλαμε να τα αποφύγουμε. Επίσης, καταδεικνύεται ότι υπάρχουν κοινά πλεονεκτήματα και στις δύο μεθόδους, πράγμα που μας δείχνει ότι η διεξαγωγή του πειράματος στις ΦΕ, με όποιον από τους δύο τρόπους κι αν διεξαχθεί, αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της εκπαιδευτικής διαδικασίας και μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές στην εννοιολογική αλλαγή, που είναι απαραίτητη προκειμένου να οικοδομήσουν τη νέα γνώση (Ολυμπίου, 2012).

Επιπλέον, είναι πολύ σημαντικό να αναφέρουμε ότι οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι είναι τελικά στο χέρι των εκπαιδευτικών να αξιοποιήσουν μόνο τα πλεονεκτήματα των δύο τρόπων πειραματισμού, παρακάμπτοντας εντέχνως τα μειονεκτήματά τους

(Κωνσταντίνου & Ζαχαρία, 2008). Αυτό μπορούν να το επιτύχουν με τον σωστό αρχικό σχεδιασμό και την οργάνωση της διδασκαλίας, συνεκτιμώντας το επίπεδο των μαθητών τους, τον σκοπό της διδασκαλίας και τα αποτελέσματα των ερευνών. Για παράδειγμα θα ήταν πιο συνετή επιλογή το Εικονικό Εργαστήριο προκειμένου να εκτελεστούν πειράματα επικίνδυνα (Τζιμογιάννης, 2004) για μικρά παιδιά ή κάποια άλλα που αναφέρονται στον μικρόκοσμο (κίνηση ηλεκτρονίων) ή στον μακρόκοσμο (κίνηση πλανητών), καταστάσεις που δύσκολα θα μπορούσαν να μελετηθούν με άλλο τρόπο (Ζαχαρία, 2013).

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι δεν είναι εύκολο κάθε φορά για τον εκπαιδευτικό να επιλέξει ποιο είδος πειραματικής διαδικασίας θα πρέπει να χρησιμοποιήσει για τη διδασκαλία του. Προκειμένου να πάρει τη σωστή απόφαση, θα πρέπει να λάβει υπόψη του καταρχήν το φαινόμενο που πρόκειται να διερευνηθεί (Keller, 2004) και στη συνέχεια θα πρέπει να εκτιμήσει ποιο από τα δύο εργαστήρια θα ενεργοποιήσει περισσότερο τους μαθητές του, ώστε να συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία και να επιτευχθούν τα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα (Ευαγγέλου, 2012). Προφανώς, όλα τα παραπάνω ισχύουν σε περίπτωση που υφίσταται το σχολικό εργαστήριο και είναι εφικτή η χρησιμοποίησή του. Σε αντίθετη περίπτωση, όπως συμβαίνει σε πολλά σχολεία της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στη χώρα μας, ο εκπαιδευτικός καλείται αναγκαστικά να εργαστεί με τα εικονικά πειράματα, κάνοντας όμως τις κατάλληλες επιλογές προκειμένου να περιορίσει, όσο γίνεται, τα μειονεκτήματά τους.

Θα πρέπει όμως να γνωρίζει ότι τα εικονικά πειράματα δεν αποτελούν πανάκεια, αλλά μπορούν να συμβάλλουν στην οικοδόμηση της γνώσης συμπληρώνοντας τα πεδία της έρευνας που δεν μπορούν να διεξαχθούν στα πραγματικά εργαστήρια (Μικρόπουλος, 2006). Οπότε, αναφέρονται από πολλούς ερευνητές ως ένας σύγχρονος και πρωτοποριακός τρόπος προκειμένου να εξαλειφτούν τα μειονεκτήματα που εμφανίζει το πραγματικό εργαστήριο (Klahr et al., 2007).

Παρά λοιπόν τα αντιφατικά αποτελέσματα πολλών ερευνών περί της αποτελεσματικότητας της μιας ή της άλλης μεθόδου, καταγράφεται στη βιβλιογραφία ότι η παράλληλη ή συνδυαστική χρήση τους είναι ικανή να αποφέρει τα καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, σε αντίθεση με τη χρήση της μιας μόνο μεθόδου κατ' αποκλειστικότητα (Ολυμπίου, 2012).

Ως εκ τούτου, προτείνεται κάποια από τα πειράματα να γίνονται στο πραγματικό εργαστήριο, ενώ κάποια άλλα στο εικονικό, έτσι ώστε να μπορούμε να εκμεταλλευ-

τούμε τα πλεονεκτήματα της κάθε μεθόδου προς όφελος των μαθητών (Zacharia et al., 2008). Δηλαδή, εφόσον ο ένας μόνο τρόπος πειραματισμού δεν μπορεί να μας εξασφαλίσει μόνο θετικά στοιχεία, αλλά εμπεριέχει και αρνητικά, θα πρέπει να τους χρησιμοποιήσουμε συνδυαστικά προκειμένου να εκμεταλλευτούμε μόνο τα θετικά στοιχεία που επιθυμούμε (Ολυμπίου, 2012).

Τέλος, θα ήταν σημαντική παράλειψη να μην αναφερθούμε στο σοβαρό πλεονέκτημα που παρουσιάζουν τα ΕΕ όσον αφορά την εξ' αποστάσεως εκπαίδευση. Υπήρχε τα τελευταία χρόνια η τάση για αξιοποίηση της εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης, όμως τον τελευταίο καιρό έχει καταστεί αναγκαιότητα για τον εκπαιδευτικό κόσμο, εξαιτίας της πανδημίας του κορονοϊού. Οι συνθήκες των συνεχόμενων περιορισμών της μετακίνησης έχουν αναδείξει την τηλεκπαίδευση ως βασικό πυλώνα συνέχισης της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Σ' αυτά τα πλαίσια λοιπόν, είναι προφανές, πως ο μόνος τρόπος πειραματισμού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, τόσο από τον εκπαιδευτικό, όσο και από τους μαθητές του είναι ο εικονικός, ο οποίος είναι προσιτός για όλους μέσα από το διαδίκτυο. Είναι άλλωστε ένας τρόπος εργασίας που δεν περιορίζεται στα χρονικά πλαίσια της τηλεκπαίδευσης, καθώς η πειραματική διαδικασία είναι διαθέσιμη στους μαθητές, προκειμένου να την εκτελέσουν από το σπίτι τους, όποτε, και όσες φορές αυτοί το επιθυμούν.

Β' ΜΕΡΟΣ: ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

3ο Κεφάλαιο: Μεθοδολογία της έρευνας

Στις προηγούμενες ενότητες επιχειρήθηκε μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και παρουσιάστηκε μια ανάλυση των παραγόντων που επηρεάζουν τις στάσεις των εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης απέναντι στις ΤΠΕ. Με βάση τα παραπάνω, ως κύριος σκοπός της παρούσας εργασίας καθορίζεται η διερεύνηση, με τη χρήση εμπειρικής έρευνας, της χρήσης ή όχι των ΕΕ και των προσομοιώσεων στη διδασκαλία των ΦΕ από τους δασκάλους (ΠΕ 70) των δύο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού Σχολείου, καθώς και οι κύριοι λόγοι που οδηγούν στην απόφασή τους να τα χρησιμοποιούν ή να τα αποφεύγουν. Απώτερος σκοπός είναι να αποτελέσει έναν οδηγό, βάση του οποίου θα εντοπιστούν οι παράγοντες που συμβάλουν στην άρνηση χρήσης των ΕΕ και να γίνουν οι κατάλληλες κινήσεις για την καλύτερη επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα της διδασκαλίας, εντάσσοντας σ' αυτή τα σύγχρονα ψηφιακά μέσα, που παρέχουν σημαντικά πλεονεκτήματα.

Για την επίτευξη του προαναφερθέντος στόχου, κρίνεται σκόπιμο να τεθούν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

- Γνωρίζουν οι εκπαιδευτικοί τι είναι τα ΕΕ;
- Χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί τα ΕΕ στη διδασκαλία τους;
- Από ποιους παράγοντες καθορίζεται η στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στα ΕΕ;
- Ποιοι παράγοντες αποτρέπουν τους εκπαιδευτικούς από τη χρήση τους;
- Θέλουν οι εκπαιδευτικοί να επιμορφωθούν σχετικά με τα ΕΕ;

3.1.1. Μεθοδολογική προσέγγιση.

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται η εμπειρική ποσοτική έρευνα, η οποία πραγματοποιείται με τη χρήση ερωτηματολογίου (Γαλατά, 2017). Η επιλογή της ποσοτικής μεθόδου έγινε λόγω της συνάφειάς της τόσο με τον στόχο της έρευνας, όσο και με τα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν διατυπωθεί (Creswell, 2016). Άλλωστε, σύμφωνα με τον Creswell (2016), η αναζήτηση τάσεων σε έναν πληθυσμό είναι προτιμότερο να διερευνείται με ποσοτική έρευνα, καθώς έτσι λαμβάνεται ένα αντιπροσωπευτικό στιγμιότυπο που

μπορεί να γενικευθεί σε όλο τον πληθυσμό, ενώ παράλληλα περιέχει και μεγάλο αριθμό τυποποιημένων δεδομένων προς ανάλυση.

3.1.2. Μέθοδος συλλογής των δεδομένων

Η συλλογή των ποσοτικών δεδομένων της παρούσας έρευνας έγινε μέσω του διαδικτύου, με ερωτηματολόγια. Η επιλογή της συγκεκριμένης μεθόδου έγινε γιατί εξασφαλίζει χαμηλό κόστος και μπορεί να πραγματοποιηθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα. Επίσης, δίνει τη δυνατότητα για τη συγκέντρωση πολλών απαντήσεων, ενώ με την ανωνυμία που παρέχεται αυξάνεται και το ποσοστό των ειλικρινών απαντήσεων (Robson, 2010). Ακόμη, δεν απαιτεί προσωπική επαφή του ερευνητή με τον ερωτώμενο, ένα σημαντικό πλεονέκτημα για το χρόνο διεξαγωγής της παρούσας έρευνας, που συμπίπτει με την έξαρση της πανδημίας του κορονοϊού, ενώ παράλληλα παρέχει στον ερωτώμενο άνεση χρόνου προκειμένου να απαντήσει (Γαλατά, 2017).

Ένα ερωτηματολόγιο θα πρέπει να συνδυάζει τη μικρή έκταση, προκειμένου να εξασφαλίζει την εύκολη συμπλήρωσή, και τη μεγαλύτερη συμμετοχή, μαζί με κάποια βασικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει υποχρεωτικά να πληροί. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω επιλέχθηκε η δημιουργία ενός εργαλείου που να στηρίζεται σε κλειστές δυαδικές ερωτήσεις μονής επιλογής, του τύπου Ναι- Όχι, σε συνδυασμό με ερωτήσεις που περιέχουν κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων, τύπου Likert, ενώ περιλαμβάνει και μια ερώτηση ανοιχτού τύπου, όπου ο ερωτώμενος μπορεί να γράψει τη δική του, διαφορετική απάντηση. Η συμπλήρωση όλων των ερωτήσεων είναι υποχρεωτική για να καταστεί εφικτή η υποβολή της φόρμας. Για την τελική διαμόρφωση του εργαλείου χρησιμοποιήθηκε το «Ερωτηματολόγιο ανίχνευσης στάσεων εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας ΠΕ 70 απέναντι στα Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα για τις Φυσικές Επιστήμες» (Κωστάκη 2019) με την κατάλληλη προσαρμογή του στους σκοπούς τη παρούσας έρευνας.

Η κλίμακα τύπου Likert αποτελεί την πιο διαδεδομένη μορφή κλίμακας προκειμένου να μετρηθούν οι στάσεις, οι πεποιθήσεις και οι απόψεις σε μεγάλες ομάδες. Αποτελείται από μια σειρά προτάσεων που αφορούν το θέμα διερεύνησης, οι οποίες ακολουθούνται από πιθανές απαντήσεις που παρουσιάζονται με τη μορφή κλίμακας, πέντε συνήθως σημείων. Κάθε σημείο φανερώνει διαφορετικό βαθμό της συμφωνίας ή της διαφωνίας του υποκειμένου με την εν λόγω απάντηση, έτσι ώστε να καταστεί εφικτή η μέτρηση των στάσεων του.

Όσον αφορά στη δομή του ερωτηματολογίου στην εισαγωγή υπάρχει μια συνοδευτική επιστολή, που ξεκινάει με τη σαφή διατύπωση του πληθυσμού στον οποίο απευθύνεται το ερωτηματολόγιο, ενώ εξηγεί με σύντομο τρόπο τον σκοπό της έρευνας. Ακόμα, περιέχει διευκρινήσεις όσον αφορά τη διασφάλιση της ανωνυμίας των συμμετεχόντων στην έρευνα και κάνει γνωστά τα στοιχεία του ερευνητή και τους τρόπους επικοινωνίας μαζί του.

Το ερωτηματολόγιο διακρίνεται σε τέσσερις βασικές ενότητες:

Ενότητα Α. Δημογραφικά στοιχεία: Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει τα δημογραφικά στοιχεία του δείγματος, που έχουν να κάνουν με το φύλο, την ηλικία, τις σπουδές, την προϋπηρεσία, την τάξη διδασκαλίας και τη γνώση των νέων τεχνολογιών.

Ενότητα Β. Λόγοι που τα ΕΕ δεν είναι γνωστά στους εκπαιδευτικούς: Σ' αυτή την ενότητα μεταφέρονται αυτόματα όσοι εκπαιδευτικοί απαντάνε αρνητικά στην αρχική ερώτηση του ερωτηματολογίου, για το αν γνωρίζουν την ύπαρξη των ΕΕ. Σκοπός της ενότητας είναι να διερευνηθούν οι λόγοι που τα ΕΕ δεν τους είναι γνωστά. Αυτό γίνεται μέσω επτά (7) ερωτήσεων τύπου Likert, που έχουν εύρος από το 1 έως το 5, όπου το 1 αντιστοιχεί στο «Διαφωνώ απόλυτα», το 2 στο «Διαφωνώ», το 3 στο «Ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ», το 4 στο «Συμφωνώ» και 5 στο «Συμφωνώ απόλυτα». Η επόμενη ερώτηση της ενότητας έχει ως στόχο να εκμαιεύσει την πρόθεση των ερωτώμενων να επιμορφωθούν πάνω στα ΕΕ.

Ενότητα Γ. Λόγοι που οι εκπαιδευτικοί ΠΕ χρησιμοποιούν τα ΕΕ στη διδασκαλία των ΦΕ: Στην ενότητα αυτή ανιχνεύεται αρχικά, με μια λίστα πιθανών απαντήσεων, ο τρόπος γνωριμίας των εκπαιδευτικών του δείγματος με τα ΕΕ, ενώ υπάρχει η δυνατότητα να δώσουν και τη δική τους απάντηση σε περίπτωση που δεν ικανοποιούνται από τις επιλογές της έτοιμης λίστας. Η δεύτερη ερώτηση της ενότητας είναι τύπου Likert, με εύρος από το 1 έως το 5, όπου το 1 αντιστοιχεί στο «Ποτέ», το 2 στο «Σπάνια», το 3 στο «Κάποιες φορές», το 4 στο «Συχνά» και 5 στο «Πάντα», και αποτελεί κομβικό σημείο για το ερωτηματολόγιο. Έτσι, στην απάντηση «Ποτέ», ο ερωτώμενος μεταφέρεται στην ενότητα Δ. Αντίθετα, σε οποιαδήποτε άλλη απάντηση, οι ερωτώμενοι καλούνται να απαντήσουν σε δύο (2) ερωτήσεις. Η πρώτη αφορά στη διαφορά χρήσης των ΕΕ ανάμεσα στη διαζώηση διδασκαλία και στην τηλεεκπαίδευση, ενώ η δεύτερη την πηγή εντοπισμού των ΕΕ από τους εκπαιδευτικούς. Και οι δύο ερωτήσεις είναι τύπου Likert, με εύρος από το 1

έως το 5, όπου το 1 αντιστοιχεί στο «Ποτέ», το 2 στο «Σπάνια», το 3 στο «Κάποιες φορές», το 4 στο «Συχνά» και 5 στο «Πάντα».

Στη συνέχεια της ενότητας αναζητούνται οι λόγοι που κάνουν τους συγκεκριμένους εκπαιδευτικούς να χρησιμοποιούν τα ΕΕ στη διδασκαλία τους. Υπάρχουν γι' αυτόν τον λόγο δώδεκα (12) ερωτήσεις τύπου Likert, που έχουν εύρος από το 1 έως το 5, όπου το 1 αντιστοιχεί στο «Διαφωνώ απόλυτα», το 2 στο «Διαφωνώ», το 3 στο «Ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ», το 4 στο «Συμφωνώ» και 5 στο «Συμφωνώ απόλυτα».

Ενότητα Δ. Λόγοι που οι εκπαιδευτικοί ΠΕ αποφεύγουν τη χρήση των ΕΕ στη διδασκαλία των ΦΕ: Είναι η ενότητα στην οποία μεταφέρονται οι εκπαιδευτικοί που δηλώνουν ότι παρότι γνωρίζουν τα ΕΕ, εντούτοις δεν τα χρησιμοποιούν ποτέ στη διδασκαλία τους. Καλούνται λοιπόν να απαντήσουν σε μια δέσμη δεκατριών (13) ερωτήσεων, προκειμένου να εντοπιστούν οι λόγοι της μη χρήσης των ΕΕ στη διδασκαλία των Φ.Ε. από αυτούς. Οι ερωτήσεις είναι κι εδώ τύπου Likert, που έχουν εύρος από το 1 έως το 5, όπου το 1 αντιστοιχεί στο «Διαφωνώ απόλυτα», το 2 στο «Διαφωνώ», το 3 στο «Ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ», το 4 στο «Συμφωνώ» και 5 στο «Συμφωνώ απόλυτα».

3.1.3 Μέθοδος δειγματοληψίας

Το ερωτηματολόγιο με το οποίο έγινε η συλλογή των δεδομένων δημιουργήθηκε με τη χρήση των συνεργατικών εγγράφων Google (Google forms), ενώ επιλέχθηκε η χωρίς πιθανότητα δειγματοληψία χιονοστιβάδας. Επομένως, δεν αναφερόμαστε σε αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος, παρά μόνο σε διαθεσιμότητα του ώστε να συμμετέχει στην έρευνα (Creswell, 2016). Το στοιχείο αυτό κάνει ανέφικτη τη γενίκευση των αποτελεσμάτων στον γενικό πληθυσμό.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο τρόπος διανομής του στο κοινό ήταν τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, σε όσους δεν διέθεταν πρόσβαση σε μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Πιο συγκεκριμένα, η προώθηση έγινε με προσωπικά μηνύματα σε εκπαιδευτικούς ΠΕ70, τους οποίους άλλωστε αφορά το ερωτηματολόγιο, ενώ σε κάθε αποστολή υπήρχε η παράκληση για περαιτέρω προώθηση του σε όσους εκπαιδευτικούς ΠΕ70 γνώριζε ο παραλήπτης. Επίσης, το ερωτηματολόγιο κοινοποιήθηκε σε ομάδες εκπαιδευτικών στην πλατφόρμα κοινωνικής δικτύωσης facebook.

Με τους παραπάνω τρόπους συγκεντρώθηκαν τελικά 108 απαντήσεις στις 20 περίπου ημέρες που έμεινε ανοικτή η φόρμα. Η επιλογή του δείγματος έγινε από εκπαι-

δευτικούς ΠΕ70, οι οποίοι διδάσκουν ΦΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, ανήκουν και στα δύο φύλα, ανεξαρτήτου ηλικίας και κατάρτισης στις νέες τεχνολογίες.

3.1.4. Αξιοπιστία και εγκυρότητα

Η αξιοπιστία και η εγκυρότητα σε μια έρευνα αποτελούν βασικά κριτήρια ώστε να εξαχθούν απ' αυτή αξιόπιστα συμπεράσματα. Όσον αφορά την αξιοπιστία, αυτή εξαρτάται από τον βαθμό εσωτερικής συνάφειας και συνέπειας που παρουσιάζει το εργαλείο με το οποίο γίνεται η μέτρηση και κατ' επέκταση επηρεάζει και τα αποτελέσματα, ώστε να είναι απαλλαγμένα από πιθανά σφάλματα (Cohen, Manion & Morrison, 2008). Η εγκυρότητα από την άλλη έχει να κάνει με την ικανότητα του ερωτηματολογίου να μετρά αυτό που έχει σχεδιαστεί να μετρήσει (Ζαφειρόπουλος, 2015).

Σε ό,τι αφορά το παρόν ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε για πιλοτική δοκιμή σε τέσσερις εκπαιδευτικούς ΠΕ 70 προκειμένου να διατυπώσουν την άποψή τους για τη σαφήνεια των ερωτήσεων, την καταλληλότητά τους ως προς την έρευνα και να εντοπίσουν άλλα πιθανά λάθη και παραλείψεις που θα δημιουργούσαν σύγχυση στη συμπλήρωσή του. Με την ανατροφοδότηση που δέχτηκα και τις προτάσεις τους, έγιναν οι ανάλογες προσαρμογές που κρίθηκαν απαραίτητες. Έτσι, αφαιρέθηκαν κάποιες ερωτήσεις, ώστε να μειωθεί ο χρόνος απάντησης που ήταν κατά γενική ομολογία αρκετός, αφού τα συμπεράσματα στα οποία οδηγούσαν μπορούσαν να καλυφθούν από επαναδιατύπωση κάποιας άλλης ερώτησης ή ήταν αδιάφορα για το σκοπό της έρευνας. Μ' αυτόν τον τρόπο προέκυψε το τελικό ερωτηματολόγιο, με χρόνο απάντησης τα πέντε με επτά λεπτά, ανάλογα πάντα με τις απαντήσεις που δόθηκαν.

Ακόμη, η συνοδευτική επιστολή συνέβαλε στην τήρηση των βασικών αρχών της δεοντολογίας, καθώς ξεκαθάριζε τόσο τους σκοπούς της έρευνας, όσο και την ανώνυμη συμμετοχή και τον εμπιστευτικό της χαρακτήρα. Τέλος, το ερωτηματολόγιο συνοδευόταν από σαφείς οδηγίες για τη σωστή συμπλήρωσή του, πράγμα που συμβάλλει επίσης στην εγκυρότητα και την αξιοπιστία μιας έρευνας.

4^ο Κεφάλαιο: Αποτελέσματα της έρευνας

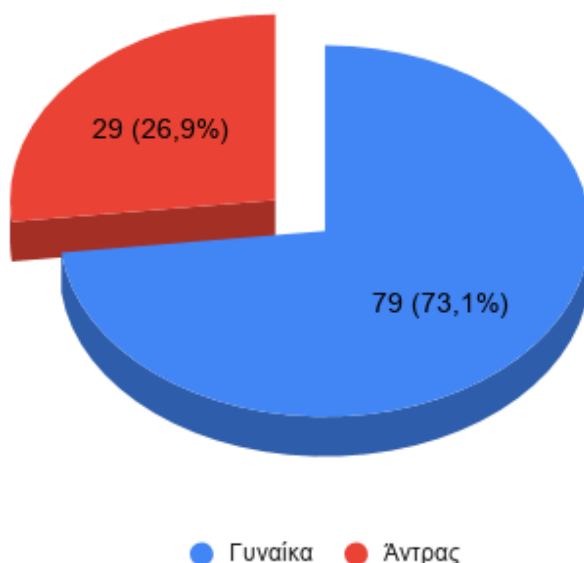
4.1. Δημογραφικά στοιχεία (Ενότητα Α)

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια περιγραφική αναφορά στα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος. Αυτά αφορούν το φύλο, την ηλικία, τις σπουδές, τα έτη προϋπηρεσίας, τις τάξεις διδασκαλίας και τη γνώση των νέων τεχνολογιών. Πιο συγκεκριμένα:

- Φύλο

Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από 108 άτομα, από τα οποία οι 79 είναι γυναίκες (73,1%) και 29 είναι άνδρες (26,9%), όπως φαίνεται στο Γράφημα 1.

Φύλο



Γράφημα 1. Φύλο

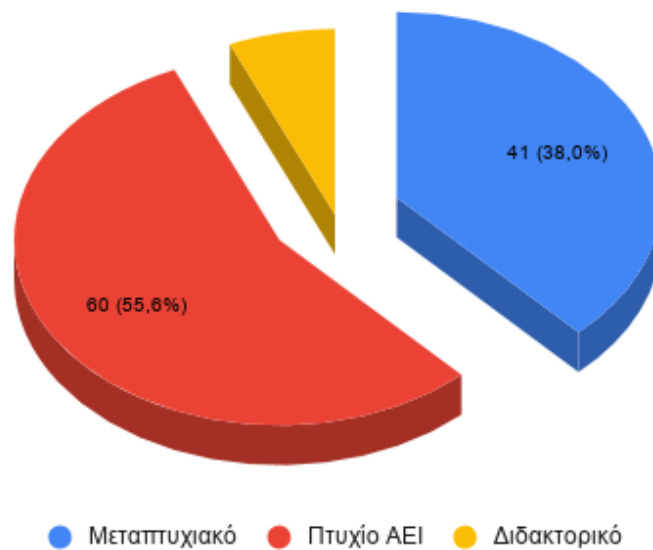
- Ηλικία

Όσον αφορά στην ηλικία των ερωτώμενων αυτή ξεκινάει από τα 24 έτη και φτάνει ως τα 58, με την πλειονότητα του δείγματος να έχει ηλικία μεταξύ 31 και 46 έτη (ποσοστό 63%).

- Σπουδές

Στο επίπεδο σπουδών η πλειονότητα του δείγματος απάντησε ότι κατέχει πτυχίο ΑΕΙ (55,6%), έπονται αυτοί που κατέχουν μεταπτυχιακό τίτλο, με ποσοστό 38% και διδακτορικό τίτλο κατέχει το 6,5% (Γράφημα 2).

Σπουδές:



Γράφημα 2. Σπουδές

- Έτη προϋπηρεσίας

Όσον αφορά τα έτη προϋπηρεσίας οι απαντήσεις κυμαίνονται ανάμεσα στο 1 έτος και στα 36 έτη με μεγαλύτερη συχνότητα να εμφανίζουν οι απαντήσεις πάνω από τα 10 έτη (όπως φανερώνει και η γραμμή τάσης στο Γράφημα 3), πράγμα που σημαίνει ότι οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί διαθέτουν αρκετή εμπειρία (Γράφημα 3).

Έτη προϋπηρεσίας:

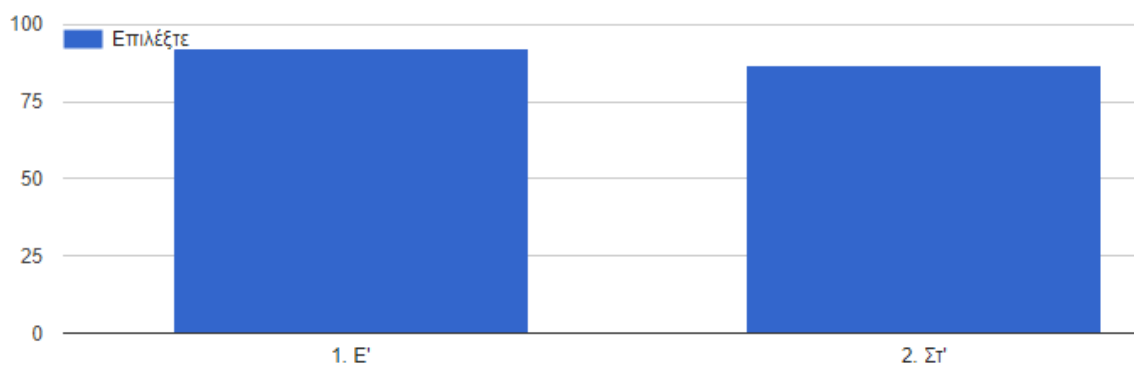


Γράφημα 3. Έτη προϋπηρεσίας

- Τάξη διδασκαλίας

Στην τάξη διδασκαλίας οι απαντήσεις είναι αρκετά μοιρασμένες, κάτι που δείχνει ότι οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί έχουν εμπειρία και από τις δύο τελευταίες τάξεις του δημοτικού σχολείου. Πιο συγκεκριμένα στην Ε' τάξη έχει διδάξει το 85% -92 από τους 108 εκπαιδευτικούς του δείγματος- ενώ στην Στ' έχει διδάξει το 81% - 87 άτομα (Γράφημα 4).

Σε ποιες τάξεις έχετε διδάξει;



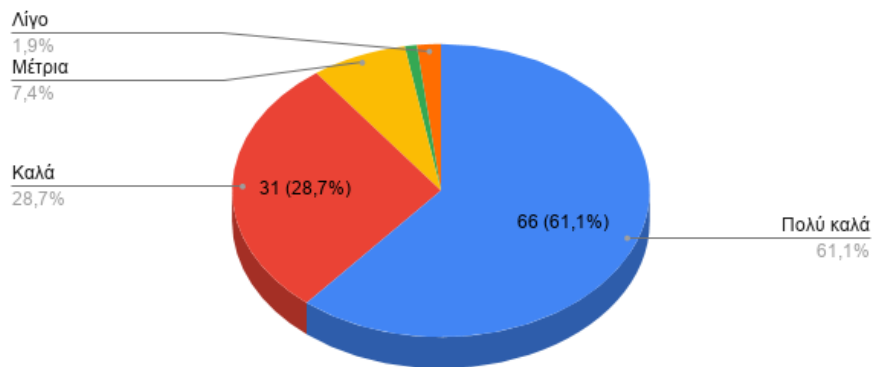
Γράφημα 4. Τάξη διδασκαλίας

- Γνώσεις ΤΠΕ

Τέλος, ως προς τις γνώσεις των εκπαιδευτικών για την τεχνολογία, τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί έχουν πολύ καλή ή καλή κατάρτιση στους υπολογιστές (89,8%) και στο διαδίκτυο (93,5%), ενώ η χρήση του βιντεοπροβολέα, αν και δεν είναι στο ίδιο πολύ καλό επίπεδο με τα δύο προηγούμενα (81,5% αντίστοιχα), εντούτοις είναι κι αυτή ικανοποιητική (Γραφήματα 5,6,7).

Μέτρηση από Γνώση χρήσης τεχνολογιών [1. Ηλεκτρονικός υπολογιστής]

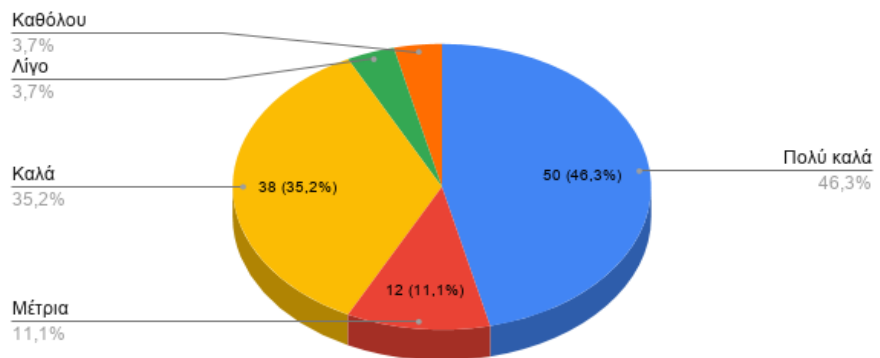
Ηλεκτρονικός
Υπολογιστής



Γράφημα 5. Γνώση χρήσης Ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Μέτρηση από Γνώση χρήσης τεχνολογιών [2. Βιντεοπροβολέας]

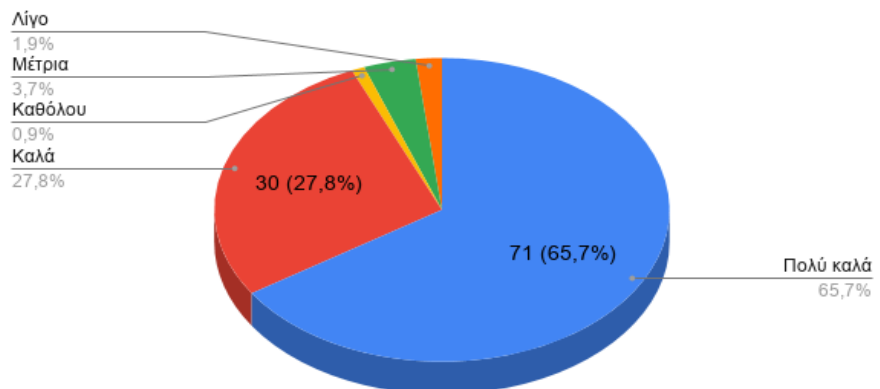
Βιντεοπροβολέας



Γράφημα 6. Γνώση χρήσης βιντεοπροβολέα.

Μέτρηση από Γνώση χρήσης τεχνολογιών [3. Διαδίκτυο]

Διαδίκτυο

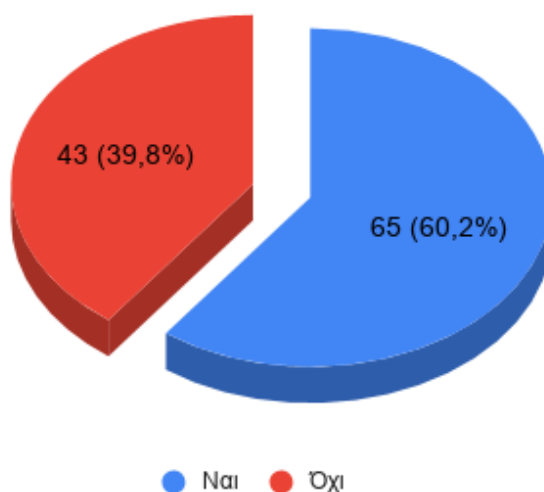


Γράφημα 7. Γνώση χρήσης διαδικτύου.

4.2. Λόγοι που τα ΕΕ δεν είναι γνωστά τους εκπαιδευτικούς (Ενότητα Β)

Ξεκινώντας από το βασικό ερευνητικό ερώτημα διαπιστώνουμε πως την ύπαρξη των ΕΕ γνωρίζει μόνο το 60,2% από τα άτομα του δείγματος, με ένα πολύ μεγάλο μέρος, 39,8% να μην γνωρίζει καν την ύπαρξή τους (Γράφημα 8).

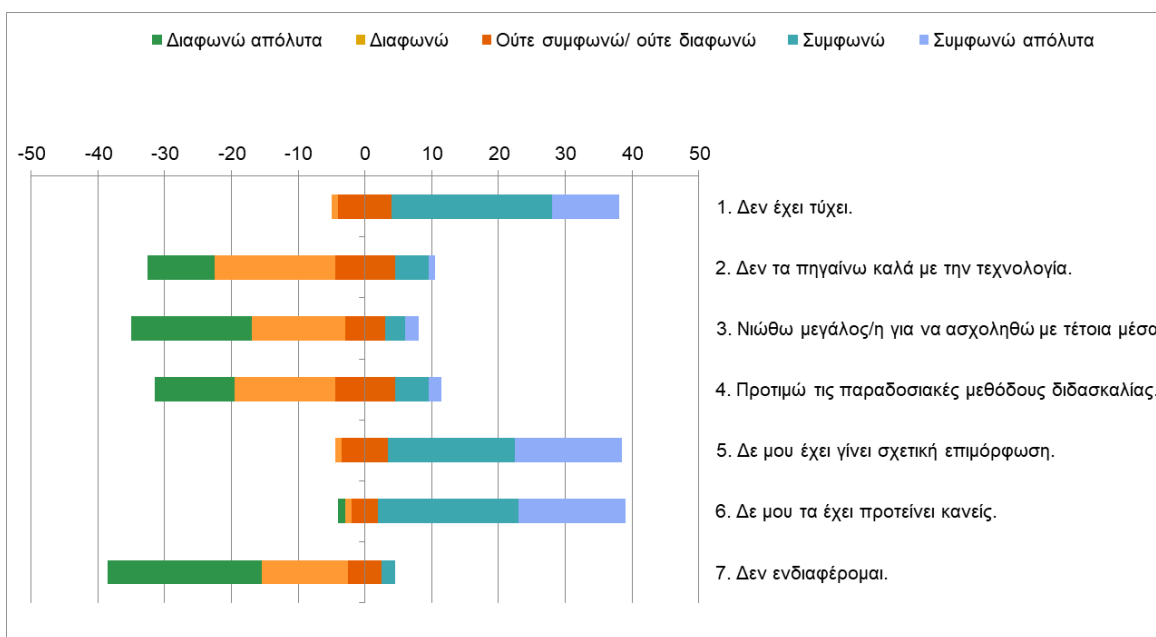
Γνωρίζετε τι είναι τα Εικονικά Εργαστήρια-Προσομοιώσεις για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών;



Γράφημα 8. Γνώση των ΕΕ

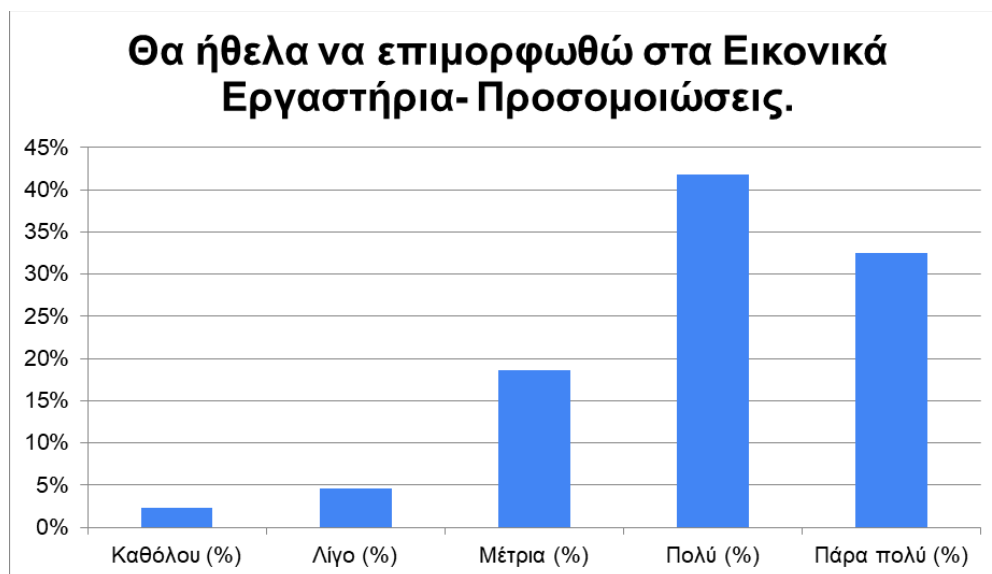
Στην προσπάθεια να εντοπιστούν οι λόγοι που ένα τόσο μεγάλο ποσοστό των εκπαιδευτικών του δείγματος δεν γνωρίζει ένα σημαντικό εργαλείο, που θα μπορούσε να εμπλουτίσει τη διδασκαλία τους, παρότι διαθέτουν αρκετή εμπειρία, διαπιστώνουμε ότι οι σημαντικότεροι λόγοι είναι ότι δεν έχει τύχει (79,1%), δεν τους έχουν προταθεί από κανέναν, είτε συνάδελφο, είτε επιμορφωτή (86%) καθώς και ότι δεν τους έχει γίνει ποτέ σχετική επιμόρφωση προκειμένου να τα γνωρίσουν (81,4%).

Αντίθετα, μόλις το 16,3% των εκπαιδευτικών που δεν γνωρίζουν τα ΕΕ, δεν ενδιαφέρονται γι' αυτά, το 25,5% πιστεύει ότι η ηλικία του αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα, το 35,1% δεν τα πηγαίνει καλά με την τεχνολογία, και το 37,2% πιστεύει ότι δεν ταιριάζουν με τον τρόπο διδασκαλίας τους. (Γράφημα 9).



Γράφημα 9. Οι λόγοι που οι εκπαιδευτικοί δεν γνωρίζουν τα ΕΕ.

Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας που μας δείχνει τη θετική στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στις νέες τεχνολογίες και τη χρήση τους στην διδακτική πράξη αποτελεί και η απάντησή τους στην ερώτηση αν επιθυμούν να επιμορφωθούν στο συγκεκριμένο αντικείμενο, όπου το ποσοστό των θετικών απαντήσεων ανέρχεται στο 74,5%, όπως φαίνεται στο Γράφημα 10.

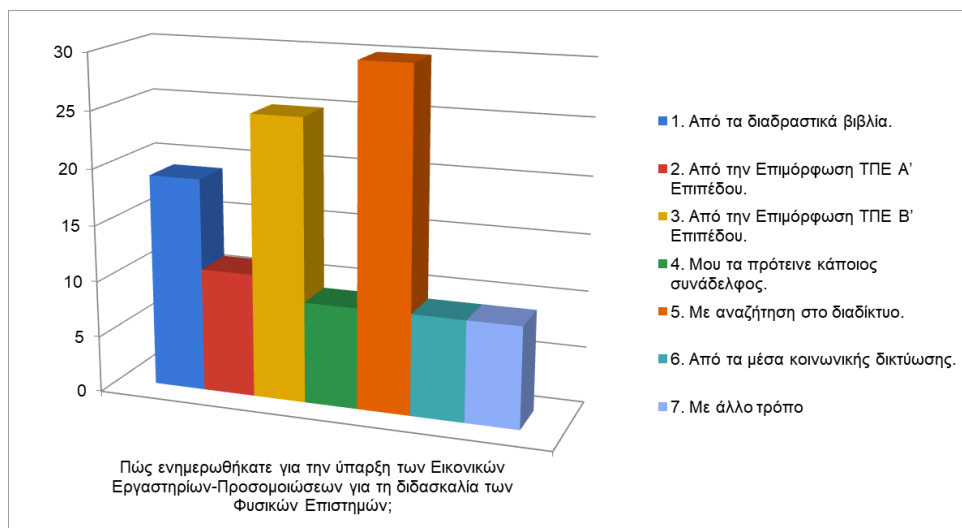


Γράφημα 10. Επιθυμία των εκπαιδευτικών για επιμόρφωση στα ΕΕ.

4.3. Λόγοι που οι εκπαιδευτικοί ΠΕ χρησιμοποιούν τα ΕΕ στη διδασκαλία των ΦΕ

(Ενότητα Γ)

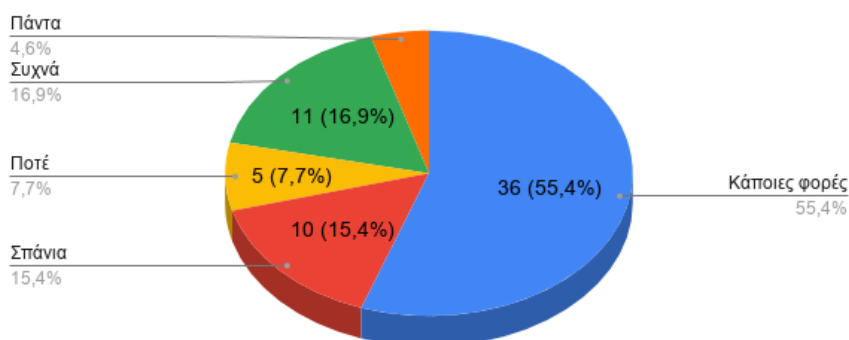
Οι εκπαιδευτικοί που γνωρίζουν τα ΕΕ ρωτήθηκαν από πού τα έχουν γνωρίσει και οι πιο συχνές τους απαντήσεις ήταν από αναζήτηση στο διαδίκτυο (26,79%), από την επιμόρφωση Β' επιπέδου (22,32%) και από τα διαδραστικά βιβλία (16,96%), όπως φαίνεται στο Γράφημα 11.



Γράφημα 11. Τρόποι γνωριμίας των ΕΕ

Αξίζει να αναφερθεί ότι από τα εννιά άτομα που επέλεξαν τον άλλο τρόπο, η πιο κοινή απάντηση ήταν από τις μεταπτυχιακές τους σπουδές. Ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον στοιχείο που προκύπτει από την έρευνα είναι ότι χρησιμοποιεί (έστω και σπάνια) τα ΕΕ η συντριπτική πλειοψηφία από όσους τα γνωρίζουν, σε ποσοστό 92,3%. Μόλις 5 από τα 65 άτομα τα γνωρίζουν αλλά αρνούνται να τα χρησιμοποιήσουν (Γράφημα 12).

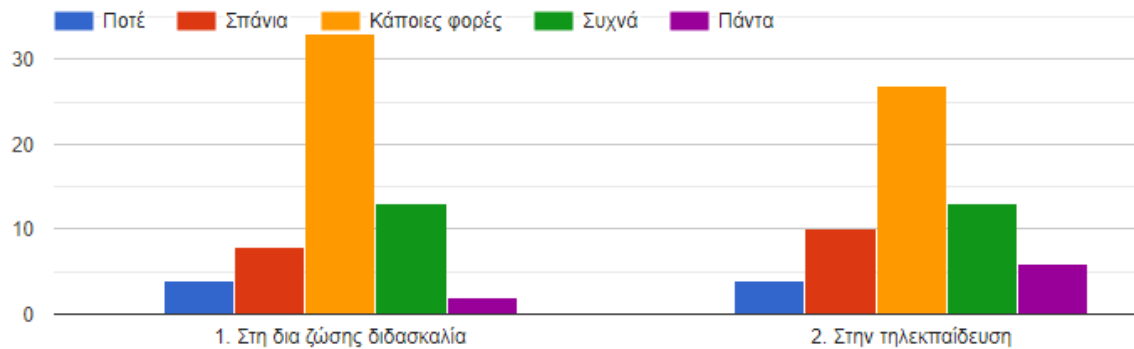
Χρησιμοποιείτε τα Εικονικά Εργαστήρια- Προσομοιώσεις για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην τάξη σας;



Γράφημα 12. Χρήση των ΕΕ στην διδασκαλία.

Αντίθετα, δεν φαίνεται να προκύπτει διαφορά όσον αφορά στη χρήση τους ανάμεσα στη δια ζώσης διδασκαλία και την τηλεκατάρτιση, που έχει καθιερωθεί τον τελευταίο χρόνο στην εκπαιδευτική κοινότητα, λόγω της πανδημίας του κορονοϊού (Γράφημα 13).

Χρησιμοποιώ τα Εικονικά Εργαστήρια για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών:



Γράφημα 13. Χρήση των ΕΕ στη δια ζώσης διδασκαλία και στην τηλεκατάρτιση.

Όσον αφορά στην πηγή από την οποία οι εκπαιδευτικοί εντοπίζουν το κατάλληλο ΕΕ για τη διδασκαλία τους, η πιο δημοφιλής επιλογή είναι το αποθετήριο «Φωτόδεντρο», με τα διαδραστικά βιβλία να έπονται σε συχνότητα και τα άλλα αποθετήρια να αποτελούν την τελευταία επιλογή (Γράφημα 14).



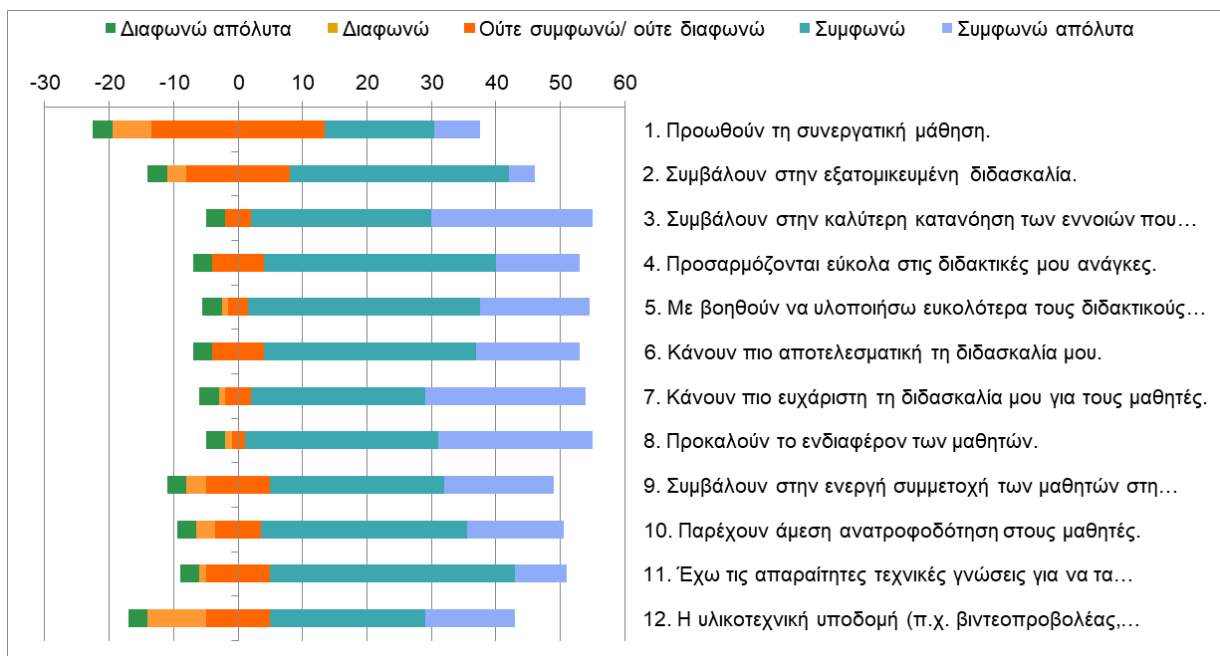
Γράφημα 14. Πηγή εντοπισμού των ΕΕ.

Όσον αφορά στους λόγους που ωθούν τους εκπαιδευτικούς να χρησιμοποιούν τα ΕΕ στη διδασκαλία τους μπορούμε να ξεχωρίσουμε ως πιο σημαντικούς το ότι προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών, καθώς συμφωνεί μ' αυτή την άποψη το 90% των εκ-

παιδευτικών, το ότι συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών που διδάσκονται, συμφωνία 89%, ότι βοηθούν τους εκπαιδευτικούς να υλοποιήσουν πιο εύκολα τους διδακτικούς τους στόχους, συμφωνία 88% και ότι κάνουν πιο ευχάριστη τη διδασκαλία για τους μαθητές, με συμφωνία του 87% του δείγματος.

Ακόμα, το 82% των ερωτηθέντων συμφωνεί με την άποψη ότι τα ΕΕ κάνουν πιο αποτελεσματική τη διδασκαλία και ότι προσαρμόζονται εύκολα στις διδακτικές τους ανάγκες, ενώ το 78% υποστηρίζει ότι συμφωνεί ότι τα ΕΕ παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση στους μαθητές. Με την άποψη ότι τα ΕΕ συμβάλλουν στην ενεργή συμμετοχή των μαθητών τους στη διδασκαλία συμφωνεί το 73% του δείγματος και ένα 63% συμφωνεί ότι τα ΕΕ συμβάλλουν στην εξατομικευμένη διδασκαλία. Όσον αφορά τη συμβολή των ΕΕ στη βελτίωση της συνεργασίας ανάμεσα στους μαθητές, αυτή συγκεντρώνει μόνο το 40% της συμφωνίας των εκπαιδευτικών, χωρίς όμως να διαφωνούν και σε σημαντικό βαθμό (15%), καθώς ένα μεγάλο ποσοστό από αυτούς κρατούν ουδέτερη στάση στη συγκεκριμένη πρόταση (45%).

Τέλος, πολύ σημαντικό είναι το γεγονός ότι ενώ το 77% των εκπαιδευτικών δηλώνει ότι κατέχει τις απαραίτητες γνώσεις για να χρησιμοποιήσει τα ΕΕ στη διδακτική του πράξη, εντούτοις μόνο το 63% πιστεύει ότι υπάρχει στο σχολείο του επαρκής υλικοτεχνικός εξοπλισμός, προκειμένου να τα χρησιμοποιήσει. Να σημειωθεί μάλιστα ότι η συγκεκριμένη ερώτηση συγκέντρωσε και το μεγαλύτερο ποσοστό αρνητικών απαντήσεων μεταξύ των εκπαιδευτικών, που φτάνει στο 20% του συνόλου (Γράφημα 15).

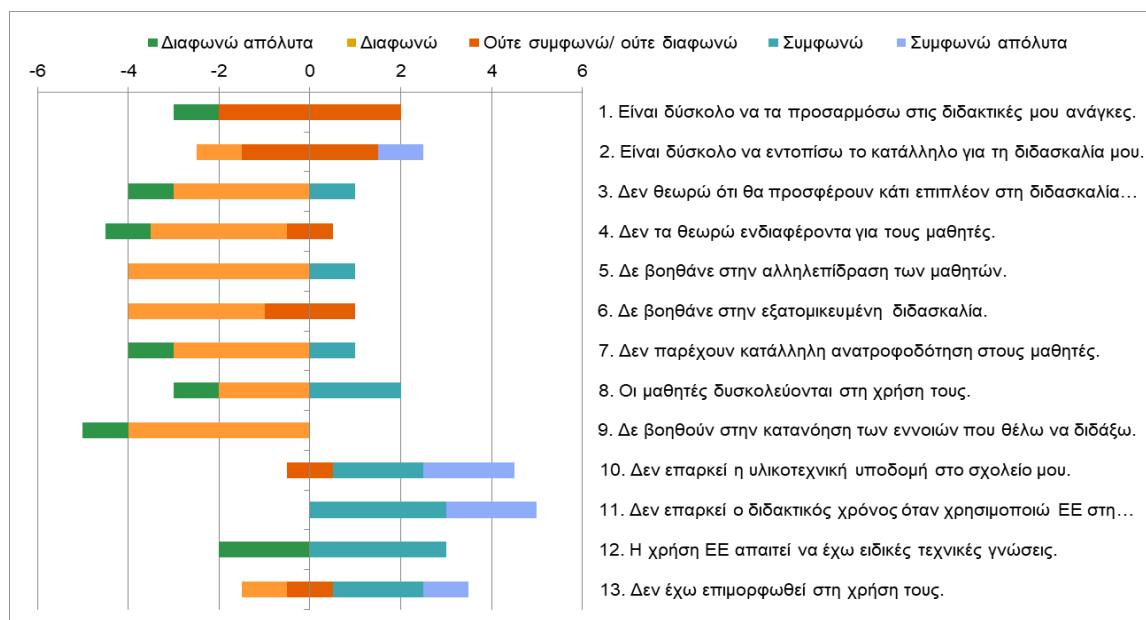


Γράφημα 15. Οι λόγοι που κάνουν τους εκπαιδευτικούς να χρησιμοποιούν τα ΕΕ

4.4 Λόγοι που οι εκπαιδευτικοί ΠΕ αποφεύγουν τη χρήση των ΕΕ στη διδασκαλία των ΦΕ (Ενότητα Δ)

Αναφορικά με τους λόγους που μπορεί να κάνουν κάποιους εκπαιδευτικούς να μη χρησιμοποιούν τα ΕΕ στη διδασκαλία τους, παρότι γνωρίζουν την ύπαρξη τους και τα πιθανά τους πλεονεκτήματα τους, θα πρέπει εξαρχής να τονιστεί ότι είναι πολύ μικρός ο αριθμός τους στο σύνολο του δείγματος, μόλις 5 στους 65, οπότε και οι απαντήσεις τους παρουσιάζονται περισσότερο για να διαφανεί μια τάση στους λόγους μη χρήσης, παρά σαν ένα αξιόπιστο αποτέλεσμα της ερευνητικής διαδικασίας. Με βάση τα παραπάνω, αυτό που ξεχωρίζει ως βασικός λόγος που αποτρέπει τους συγκεκριμένους εκπαιδευτικούς από τη χρήση των ΕΕ στην τάξη τους είναι ότι δεν επαρκεί ο διδακτικός χρόνος προκειμένου να οργανώσουν μια διδασκαλία με αυτόν τον τρόπο. Ακόμη, ένας σημαντικός παράγοντας είναι ότι δεν επαρκεί ο υλικοτεχνικός εξοπλισμός στο σχολείο που διδάσκουν, ενώ εξίσου συχνές είναι και οι απαντήσεις που αφορούν στην έλλειψη κατάλληλης επιμόρφωσης για το συγκεκριμένο αντικείμενο, καθώς και η απουσία τεχνικής κατάρτισης από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς, ώστε να κάνουν χρήση του εξοπλισμού.

Τέλος, να αναφέρουμε κλείνοντας ότι, παρότι το δείγμα όπως αναφέρθηκε είναι μικρό, κανείς δεν συμφωνεί με την άποψη ότι μια τέτοια διδασκαλία δεν θα προκαλούσε το ιδιαίτερο ενδιαφέρον των μαθητών του, όπως επίσης ότι δεν βοηθάει η συγκεκριμένη διδασκαλία στην εξατομικευμένη διδασκαλία, όπου αυτή κρίνεται απαραίτητη. Οι περισσότεροι μάλιστα πιστεύουν ότι η χρήση των ΕΕ μπορεί να προσφέρει μια σημαντική βοήθεια στη διδασκαλία τους με τα μαθήματα των ΦΕ (Γράφημα 16).



Γράφημα 16. Οι λόγοι που οι εκπαιδευτικοί δεν χρησιμοποιούν τα ΕΕ.

5^ο Κεφάλαιο: Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα

5.1. Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε η χρήση ή όχι των ΕΕ και των προσομοιώσεων στη διδασκαλία των ΦΕ από τους δασκάλους (ΠΕ 70) των δύο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού Σχολείου, καθώς και οι κύριοι λόγοι που οδηγούν στην απόφασή τους να τα χρησιμοποιούν ή να τα αποφεύγουν.

Κάνοντας μια αποτίμηση των αποτελεσμάτων της έρευνας, γίνεται φανερό ότι ένα από τα σημαντικότερα ευρήματα αφορά στο αρκετά μεγάλο μέρος των εκπαιδευτικών που δεν γνωρίζει καθόλου την ύπαρξη των ΕΕ (40%), ενός χρήσιμου και πολύτιμου εργαλείου για τη διδασκαλία των ΦΕ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Παρόλο μάλιστα τη μεγάλη διδακτική εμπειρία που δείχνει να έχει το δείγμα και το πολύ καλό επίπεδο που παρουσιάζει στις γνώσεις για τη χρήση των ΤΠΕ, φαίνεται ότι αυτά δεν είναι αρκετά για να εξασφαλίσουν την κατάλληλη ενημέρωση για τις νέες δυνατότητες που μπορεί να εμφανιστούν στον χώρο της εκπαίδευσης και που έχουν ως στόχο τον εμπλουτισμό και τη βελτίωση της διδακτικής πράξης προς όφελος των μαθητών. Ιδιαίτερα, τα σύγχρονα μέσα και η χρήση της τεχνολογίας που κρίνονται απαραίτητα στη σύγχρονη εκπαίδευση, προκειμένου να εξοικειωθούν οι μαθητές με τη χρήση τους και να αποκτήσουν εφόδια που θα τους χρειαστούν μετέπειτα στην εργασία τους. Αν μάλιστα λάβουμε υπόψη μας και τον μεγάλο αριθμό των εκπαιδευτικών του δείγματος που κατέχει μεταπτυχιακό ή διδακτορικό τίτλο σπουδών (περίπου 45%), έχουν δηλαδή συνεχίσει τις σπουδές τους για τη δική τους προσωπική εξέλιξη, επομένως έχουν επιμορφωθεί εκεί για τις νέες ψηφιακές εξελίξεις, τότε γίνεται φανερό ότι για τους υπόλοιπους το ποσοστό άγνοιας των ΕΕ θα είναι πολύ μεγαλύτερο.

Προς επίρρωση των παραπάνω συνηγορούν και τα αποτελέσματα που αφορούν στους λόγους που ένα τόσο μεγάλο κομμάτι των εκπαιδευτικών δεν γνωρίζει τα ΕΕ και τη χρησιμότητά τους στη διδασκαλία των ΦΕ. Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι οι βασικοί λόγοι έχουν να κάνουν με την έλλειψη ενημέρωσης τους από συναδέλφους ή προϊσταμένους τους, καθώς και η απουσία οποιασδήποτε επιμόρφωσης για τις νέες τάσεις από μέρος της πολιτείας. Αντίθετα, είναι ολοφάνερο ότι δεν έχει να κάνει με τις δικές τους προσωπικές επιλογές όσον αφορά στη διδασκαλία, ούτε με την δική τους έλλειψη ενδιαφέροντος προκειμένου να ενημερώνονται και να εξελίσσονται στο επάγγελμά τους. Αυτό το συμπέρασμα ενισχύεται και από το εξαιρετικά χαμηλό ποσοστό (7%), αυτών που, παρότι

δεν γνωρίζουν τα ΕΕ, δεν επιθυμούν καμία περαιτέρω επιμόρφωση σ' αυτά. Επομένως, είναι ξεκάθαρη η πρόθεση και η επιθυμία των εκπαιδευτικών για τη συνεχή τους εξέλιξη, καθώς είναι σε πολύ καλό επίπεδο καταρτισμένοι στις νέες τεχνολογίες, διαθέτουν την εμπειρία και είναι πρόθυμοι να γνωρίσουν αλλά και να εφαρμόσουν καινούρια πράγματα στη διδασκαλία τους.

Εξίσου σημαντικό είναι το αποτέλεσμα σχετικά με την καθολική σχεδόν χρήση των ΕΕ από τους εκπαιδευτικούς που γνωρίζουν την ύπαρξη και τη χρήση τους, καθώς μόλις το 7% από όσους τα γνωρίζουν αποφεύγουν να τα χρησιμοποιούν. Ακόμη κι αυτοί όμως αναγνωρίζουν τη χρησιμότητά τους στον εμπλουτισμό και στη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, αλλά και τα σημαντικά οφέλη που έχουν να προσφέρουν στους μαθητές τα ΕΕ. Επομένως, οι λόγοι που δεν τα χρησιμοποιούν δεν είναι διδακτικοί, αλλά έχουν να κάνουν με την έλλειψη υλικοτεχνικής υποδομής στο σχολείο τους, ώστε να μπορούν να κάνουν χρήση των νέων τεχνολογιών στο περιβάλλον της τάξης τους, με τον περιορισμένο διδακτικό χρόνο που προβλέπει το αναλυτικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία των μαθημάτων των ΦΕ, παράλληλα με την απαίτηση της εξάντλησης της ύλης, και, τέλος, με την απουσία κατάλληλης επιμόρφωσης από μέρους της πολιτείας για τη σωστή χρήση των ΕΕ. Παρατηρούμε λοιπόν και σ' αυτό το σημείο την έλλειψη επιμόρφωσης και ενημέρωσης των εκπαιδευτικών από την πολιτεία για τις εξελίξεις που υπάρχουν στον τομέα τους, και που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την εκπαιδευτική διαδικασία εν γένει.

Επίσης, συνοψίζοντας τις απαντήσεις όσων εκπαιδευτικών χρησιμοποιούν τα ΕΕ στη διδασκαλία τους, μπορούμε να διαπιστώσουμε και τους σημαντικότερους λόγους που τα ΕΕ είναι ένα σύγχρονο και χρήσιμο εργαλείο στα χέρια του εκπαιδευτικού για τη διδασκαλία των ΦΕ. Παρατηρούμε ότι οι πιο συχνές απαντήσεις σχετίζονται με τη βοήθεια που προσφέρουν τα ΕΕ στην επίτευξη των διδακτικών στόχων, την ευκολία προσαρμογής τους στις διδακτικές ανάγκες της εκάστοτε τάξης και στην πληρέστερη κατανόηση των σύνθετων εννοιών των ΦΕ, με αποτέλεσμα φυσικά να κάνουν τη διδασκαλία αποδοτικότερη και πιο αποτελεσματική.

Από την άλλη μεριά, εξίσου σημαντικά είναι και τα οφέλη για τους μικρούς μαθητές καθώς, όπως υποστηρίζουν οι εκπαιδευτικοί, με τη χρήση των ΕΕ είναι πιο εύκολο να προκαλέσουν το ενδιαφέρον των μαθητών για το αντικείμενο της διδασκαλίας, ενώ θετικά αποτιμάται το ενδιαφέρον και η ενασχόληση τους στην πορεία της διδασκαλίας. Έτσι, παρατηρείται μεγαλύτερη και πιο ενεργή συμμετοχή των μαθητών στη μελέτη του

διδασκαλίας αντικειμένου, με αποτέλεσμα την καλύτερη κατανόησή του και την επιθυμητή κατάκτηση της γνώσης από μέρους τους. Παράλληλα βελτιωμένο παρουσιάζεται και το κλίμα στην τάξη, καθώς σε μεγάλο βαθμό οι εκπαιδευτικοί δήλωσαν ότι με αυτόν τον τρόπο γίνεται πιο ευχάριστη η διδασκαλία. Άλλα σημαντικά οφέλη που εντοπίζονται από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών είναι η άμεση ανατροφοδότηση που παίρνουν οι μαθητές με τη χρήση της τεχνολογίας, ενώ σε πολύ υψηλά επίπεδα κινείται και η μεταξύ τους αλληλεπίδραση, που αποτελεί έναν επιπλέον επιθυμητό διδακτικό στόχο. Τέλος, πολλοί είναι οι εκπαιδευτικοί που βρίσκουν στα ΕΕ έναν σύμμαχο που μπορεί να τους βοηθήσει στην εξατομικευμένη διδασκαλία, προκαλώντας το ενδιαφέρον των παιδιών, τα οποία αντιμετωπίζουν δυσκολίες με τις συμβατικές διδακτικές μεθόδους.

Κλείνοντας, να αναφέρουμε ότι δεν παρατηρείται σημαντική διαφοροποίηση ως προς τη χρήση των ΕΕ την περίοδο που τα σχολεία είναι κλειστά και λειτουργούν μέσω της τηλεκπαίδευσης, λόγω της πανδημίας του κορονοϊού, συγκριτικά με τη διαζώσης διδασκαλία στην τάξη. Αυτό πιθανόν να συμβαίνει λόγω της δυσκολίας στην οργάνωση και διαχείριση της διδασκαλίας από απόσταση, και θα μπορούσε να αποτελέσει ένα ξεχωριστό ερευνητικό αντικείμενο από μόνο του.

5.2. Περιορισμοί της έρευνας

Ένας σημαντικός περιορισμός της έρευνας αφορά στον τρόπο που έγινε η δειγματοληψία. Λόγω της έλλειψης ενός δειγματοληπτικού πλαισίου, μιας βάσης δεδομένων δηλαδή όλων των δασκάλων που διδάσκουν στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, από όπου θα μπορούσε να επιλεγεί τυχαία το δείγμα της έρευνας, είναι φανερό ότι το δείγμα δεν είναι αντιπροσωπευτικό του συνόλου του πληθυσμού.

Επίσης, οι συνθήκες κάτω από τις οποίες διεξήχθη η έρευνα οδήγησαν στην επιλογή του δείγματος μέσα από την χωρίς πιθανότητα δειγματοληψία χιονοστιβάδας. Η συγκεκριμένη επιλογή υλοποιήθηκε με τη χρήση του διαδικτύου και των πλατφορμών κοινωνικής δικτύωσης σε όλες τους τις μορφές (ομάδες, προσωπικά μηνύματα κλπ). Κάτι τέτοιο κατέστη επιβεβλημένο λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών που έχει διαμορφώσει τον τελευταίο χρόνο στη χώρα μας η επιδημία του κορονοϊού, καθώς τα σχολεία είναι κλειστά και δεν υπάρχει τρόπος διαφορετικής προσέγγισης των εκπαιδευτικών και προώθησης του ερωτηματολογίου.

Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω είναι και το μέγεθος του δείγματος να είναι μικρό (108 άτομα), καθώς δεν ανταποκρίθηκαν πολλοί εκπαιδευτικοί στην συμπλήρωση του ερωτηματολογίου, παρότι οι ομάδες στις οποίες κοινοποιήθηκε αριθμούν χιλιάδες μέλη. Τα παραπάνω καθιστούν το δείγμα φτωχό όσον αφορά στην αντιπροσωπευτικότητα και επομένως τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δεν μπορούν να γενικευτούν για το συνολικό πληθυσμό και μπορούν πιθανώς να χρησιμοποιηθούν για να εντοπίσουν τις τάσεις μεταξύ των εκπαιδευτικών και να λειτουργήσουν ως μιας μορφής «οδηγού» για μια πιο εκτεταμένη έρευνα στο αντικείμενο.

5.3. Μελλοντική έρευνα

Σχετικά με τις κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα, χρήσιμη θα ήταν η εκπόνηση μιας έρευνας σε μεγαλύτερη κλίμακα που να είναι σε θέση να αποτυπώσει με περισσότερη ακρίβεια το επίπεδο γνώριμίας και χρήσης των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με τα ΕΕ στη διδασκαλία της Φυσικής. Πέρα από αυτό, θα μπορούσε να αποτυπωθεί κατά πόσο οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν τα ΕΕ ως εργαλείο για τη διδασκαλία του μαθήματος της Μελέτης Περιβάλλοντος των μικρότερων τάξεων του Δημοτικού Σχολείου και ποια είναι τα αποτελέσματα από αυτή τη χρήση.

Επίσης, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε μια έρευνα για την αποτελεσματικότητα των ΕΕ στη μάθηση των παιδιών των Δημοτικών Σχολείων, αποτυπώνοντας τα αποτελέσματά τους από την πλευρά των μαθητών. Θα μπορούσαν μ' αυτόν τον τρόπο να εντοπιστούν στην πράξη τα βασικά τους πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, ώστε να είμαστε σε θέση να βελτιώσουμε συνολικά την εκπαιδευτική διαδικασία και ειδικότερα τον τρόπο προσέγγισης των ΦΕ στο δημοτικό σχολείο. Να σημειωθεί ότι η αρχική πρόθεση ήταν να γίνει τέτοιου τύπου έρευνα, στην σχολική τάξη, με μία ομάδα μαθητών να χρησιμοποιεί τα ΕΕ και μια ομάδα ελέγχου, που να ακολουθεί τη συμβατική διδασκαλία, προκειμένου να καταγραφούν τα αποτελέσματα της χρήσης των ΕΕ. Δυστυχώς, κάτι τέτοιο ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθεί, εξαιτίας της αναστολής λειτουργίας των εκπαιδευτικών μονάδων λόγω της πανδημίας του κορονοϊού.

Ένας συνδυασμός των παραπάνω ερευνών θα οδηγούσε σε πιο ασφαλή συμπεράσματα και θα ήταν σε θέση να οδηγήσει σε δράσης οι οποίες θα αναβαθμίσουν το εκπαιδευτικό έργο που προσφέρεται στα σχολεία της χώρας.

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας καταδεικνύεται ότι οι εκπαιδευτικοί του δείγματος έχουν πολύ καλή εκπαίδευση όσον αφορά στις νέες τεχνολογίες, και κατανοούν τη σπουδαιότητα της χρήσης τους στη διδασκαλία. Επίσης, έχουν τη θέληση να γνωρίσουν και να εφαρμόσουν καινούρια πράγματα προκειμένου να βελτιώσουν τη διδασκαλία τους, αρκεί να τους δοθεί η δυνατότητα να τα γνωρίσουν και να εκπαιδευτούν στη χρήση τους στη διδακτική πράξη.

Επομένως, αυτό που αδιαμφισβήτητα απαιτείται είναι η κατάλληλη επιμόρφωση των εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, τόσο στα ΕΕ και στη σωστή χρήση τους, όσο και γενικότερα στις νέες τεχνολογίες και στις δυνατότητες που αυτές προσφέρουν για την αναβάθμιση της διδασκαλίας τους. Άλλωστε είναι απαραίτητο στις μέρες μας, με τη συνεχή εξειδίκευση και την αλματώδη πρόοδο που παρατηρείται σε όλους τους τομείς, να γίνονται συχνές επιμορφωτικές ημερίδες, ώστε να είναι όλοι ενήμεροι για τις τελευταίες εξελίξεις που αφορούν το αντικείμενό τους και να μπορούν να προσαρμόζονται αποδίδοντας τα μέγιστα.

Προφανώς, τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει κάποια βήματα στον τομέα των επιμορφώσεων, κυρίως με το Β' επίπεδο επιμόρφωσης για στις ΤΠΕ, χωρίς όμως να έχουν συμπεριλάβει το σύνολο των ενεργών εκπαιδευτικών. Γι' αυτό το λόγο αυτές οι δράσεις θα πρέπει να συνεχιστούν, προκειμένου να δοθεί σε όλους η δυνατότητα να ενημερωθούν, αλλά και να ενισχυθούν με την κατάλληλη τεχνική και παιδαγωγική υποστήριξη των εκπαιδευτικών εντός της σχολικής μονάδας.

Σ' αυτό το σημείο θα πρέπει να τονιστεί η επιτακτική ανάγκη για τον εξοπλισμό όλων των σχολικών μονάδων με τον κατάλληλο, σύγχρονο υλικοτεχνικό εξοπλισμό, προκειμένου να είναι εφικτή η χρήση του από το σύνολο των εκπαιδευτικών όταν κρίνεται απαραίτητο στη διδασκαλία, με σκοπό την αναβάθμιση της παρεχόμενης εκπαίδευσης. Η εφαρμογή και χρήση των νέων τεχνολογιών, που αποτελεί το μέλλον της εκπαίδευσης, απαιτούν τάξεις κατάλληλα εξοπλισμένες με διαθέσιμη σύνδεση στο διαδίκτυο και δεν μπορούν φυσικά να αναπληρωθούν με τα εργαστήρια πληροφορικής του κάθε σχολείου, που είναι προορισμένα για το μάθημα των υπολογιστών και διαθέτουν, στις περισσότερες περιπτώσεις μηχανήματα παρωχημένης τεχνολογίας.

Κλείνοντας, χρειάζεται να τονιστεί ότι στις μέρες μας απαιτείται να αναβαθμιστεί η ποιότητα του παρεχόμενου εκπαιδευτικού έργου. Είναι μια πρόκληση τόσο για την πολιτεία, για να βελτιώσει την εκπαιδευτική διαδικασία, όσο και για τους ίδιους τους

εκπαιδευτικούς, προκειμένου να ακολουθήσουν την αλματώδη εξέλιξη της σύγχρονης εποχής. Οι εκπαιδευτικοί, όπως διαπιστώνουμε από την παρούσα μελέτη είναι έτοιμοι και πρόθυμοι να ακολουθήσουν νέους δρόμους, να εμπλακούν με νέες προκλήσεις. Αυτό που έχουν ανάγκη είναι να σταθεί δίπλα τους η πολιτεία, να τους δώσει τα κατάλληλα γνωστικά εφόδια για να τους παρακινήσει, να τους ενεργοποιήσει και να τους συνδράμει στο δύσκολο έργο τους ώστε να ανταπεξέλθουν στον κατατρεγμένο ρυθμό εξέλιξης της σύγχρονης κοινωνίας.

Αναφορές

Αναφορές Ελληνόγλωσσες

- Βλιώρα, Ε., Μουζάκης, Χ., & Καλογιαννάκης, Μ. (2018). Διδασκαλία της Διάθλαση του Φωτός με τη Χρήση της Εφαρμογής Δισδιάστατης Απεικόνισης Algodoo. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, (Ειδικό Τεύχος «Σχεδιασμός και αξιοποίηση των ψηφιακών σεναρίων για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών»), 14(2), 76-94.
- Γαλατά, Π. Β. (Επιμ.), Βεργίδης Δ., Δακοπούλου Α., Καλογρίδη Σ., Κεδράκα Κ., & Τσιμπουκλή Α. (2017). *Εγχειρίδιο Μεθοδολογίας για τη Διεξαγωγή Έρευνας στην Εκπαίδευση Ενηλίκων*. Πάτρα: ΕΑΠ.
- Γρηγοριάδου, Μ. (2002). Σχεδίαση και χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού στη φυσική. Στο Χ. Κυνηγός, & Ε. Δημαράκη Ε. (Επιμ.) *Νοητικά εργαλεία και πληροφοριακά μέσα* (σελ. 284-308). Αθήνα: Καστανιώτης.
- Ευαγγέλου, Β. Φ., & Κώτσης, Θ. Κ. (2012). Σύγκριση μαθησιακών αποτελεσμάτων μαθητών Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού Σχολείου, μετά από πραγματικά ή εικονικά πειράματα για τη δύναμη της τριβής. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 5 (1-2), 27 – 43.
- Ευαγγέλου Β. Φ. & Κώτσης Θ. Κ. (2014). Συγκριτική μελέτη της επίδρασης πραγματικών και εικονικών πειραμάτων στη μάθηση για το φαινόμενο του βρασμού του νερού σε μαθητές Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού Σχολείου. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 7(1-2), 5-24.
- Ευαγγέλου, Φ. (2012). *Η επίδραση πραγματικών και εικονικών πειραμάτων Φυσικής στη μάθηση*. (Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή). Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Ζαχαρία, Ζ. (2013). Συνδυασμός πραγματικών και εικονικών μέσων πειραματισμού στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Στο Δ. Βαβουγιός & Σ. Παρασκευόπουλος (Επιμ.) *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σελ.42), Ανακτήθηκε στις 27/11/2020 από [2013-praktika.pdf \(enepnet.gr\)](http://2013-praktika.pdf(enepnet.gr))
- Ζαφειρόπουλος, Κ. (2015), *Πως γίνεται μια επιστημονική εργασία*; Θεσσαλονίκη: Κριτική

- Ζουπίδης, Α. (2009), *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών* (σελ. 621 – 629). Ανακτήθηκε στις 16/11/2020 από [6ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ | ΟΙ ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ \(uowm.gr\)](#)
- Καλκάνης, Γ. Θ. (2007). *Εκπαιδευτική Φυσική Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες*. Αθήνα: αυτοέκδοση.
- Καραγιάννη, Χ., & Ψύλλος, Δ. (2013). Το Μοντέλο Διερευνητικής Προσέγγισης ΔΙΕΔΙΑ – Διερευνητικές Διαδρομές (Inquiry Routes – INROU). Στο Βαβουγιός, Δ., & Παρασκευόπουλος, Σ. (Επιμ.) *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σελ. 455-461), Βόλος. Ανακτήθηκε στις 13/10/2020 από [2013-praktika.pdf \(enepnet.gr\)](#)
- Καρανίκας, Γ. (1993). Ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και ο πειραματισμός με κατασκευές που κάνουν οι ίδιοι οι μαθητές μέσο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. *Εκπαιδευτική Κοινότητα*, 24, 21-23.
- Καράς, Γ. (1991). *Οι Θετικές Επιστήμες στον Ελληνικό χώρο (15ος -19ος αιώνας)*. Αθήνα: Δαίδαλος - Ι. Ζαχαρόπουλος.
- Καριώτογλου, Π. Π. (2011). Σύγχρονες τάσεις στα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών: Οι περιπτώσεις της διερεύνησης και των επισκέψεων σε χώρους επιστήμης και τεχνολογίας στο Πρόγραμμα “Materials Science”. Στο Παπαγεωργίου, Γ., & Κουντουριώτης, Γ. (Επιμ.) *Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες, Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σελ. 19-26), Αλεξανδρούπολη. Ανακτήθηκε στις 13/9/2020 από [2011-a-praktika.pdf \(enepnet.gr\)](#)
- Καριώτογλου, Π. Π., Σπύρτου, Α., Πνευματικός, Δ., & Ζουπίδης, Α. (2012). Σύγχρονες τάσεις στα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών: οι περιπτώσεις της διερεύνησης και των επισκέψεων σε χώρους επιστήμης και τεχνολογίας στο Πρόγραμμα “Materials Science”. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 5(1-2), 153-164.
- Κασσέτας, Α. (2004). *Το μήλο και το κουάρκ*. Αθήνα: Σαββάλας.

- Κόκκοτας, Π. & Βλάχος, Ι. (2000). Ο ρόλος του πειράματος στην επιστήμη και τη διδασκαλία. Στο Π. Κόκκοτας (Επιμ.) *Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες – Σύγχρονοι Προβληματισμοί* (σελ. 211 – 236). Αθήνα: Τυπωθήτω, Γ. Δαρδανός.
- Κόκκοτας, Π. (1998). *Διδακτική Φυσικών Επιστημών: Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Γρηγόρης.
- Κοκκώνης, Ι.Π. (1860). *Εγχειρίδιον ή Οδηγός της αλληλοδιδασκτικής μεθόδου νέος, προς χρήσιν των Δημοτικών Σχολείων*. Αθήνα.
- Κόμης, Β., Αργύρης, Μ., Γιαννούτσου, Ν., Γουμενάκης, Γ., Δαπόντες, Ν., Θεοδωρακάκου, Μ., Κυριακίδη, Ε. – Μ., Παπαδημητρίου, Ι., Τζαβάρα, Α., Τσίτσος, Β., Φραγκάκη, Μ., & Φράγκου, Σ. (2008). *Επιμορφωτικό Υλικό για την Επιμόρφωση των Εκπαιδευτικών στα Κέντρα Στήριξης Επιμόρφωσης* (τ.2, Κλάδος ΠΕ60/70, Β' έκδ.). ΕΑΙΤΥ, ΤΕΚ, Πάτρα.
- Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των τεχνολογιών της πληροφορίας και των επικοινωνιών*. Αθήνα: Νέες Τεχνολογίες.
- Κοσσυβάκη, Φ. (2003). *Εναλλακτική Διδακτική*. Αθήνα: Gutenberg.
- Κωνσταντίνου, Ν. & Ζαχαρία, Ζ. (2008). Η επίδραση πραγματικών και εικονικών περιβαλλόντων μάθησης στις αντιλήψεις παιδιών της Α' Δημοτικού για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής αναφορικά με τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας. *Πρακτικά 10ου Συνεδρίου Παιδαγωγικής Εταιρείας Κύπρου με θέμα: Ποιότητα στην εκπαίδευση: έρευνα και διδασκαλία* (σ. 294 – 316), Λευκωσία, Κύπρος.
- Κωστάκη, Σ., & Kalogiannakis, Μ. (2019). Πώς οι εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας αντιμετωπίζουν τα Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα για τις Φυσικές Επιστήμες του Φωτόδεντρου;. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, 15(1), 160-183. Ανακτήθηκε την 10-9-2020 από:
<https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/openjournal/article/view/20888/18142>
- Κώτσης, Θ. Κ. & Ευαγγέλου, Β. Φ. (2007). Εικονικό ή πραγματικό πείραμα στη διδασκαλία της Φυσικής για την αλλαγή των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και φοιτητών: Μια βιβλιογραφική ανασκόπηση. *Επιστημονική Επετηρίδα ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Ιωαννίνων*, 20, 57 – 90.
- Κώτσης, Κ. (2001). Η χρήση πειραμάτων στη διδασκαλία της Φυσικής στο ελληνικό Δημοτικό Σχολείο. Στο *Επιστημονική Επετηρίδα Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων Σχολή Επιστημών Αγωγής Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης*. Ιωάννινα.

- Μεγάλου, Ε. & Κακλαμάνης, Χ. (2018). Ψηφιακό Σχολείο II: επέκταση και αξιοποίηση της ψηφιακής εκπαιδευτικής πλατφόρμας «e-me», των διαδραστικών σχολικών βιβλίων, των ψηφιακών αποθετηρίων και του εθνικού συσσωρευτή εκπαιδευτικού περιεχομένου «Φωτόδεντρο». Στο Στ., Δημητριάδης, Β., Δαγδιλέλης, Θρ., Τσιάτσος, Ι., Μαγνήσαλης, & Δ., Τζήμας (Επιμ.), *Πρακτικά Εργασιών 11ου Πανελληνίου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»*, 15-23. ΑΠΘ – ΠΑΜΑΚ, Θεσσαλονίκη.
- Μικρόπουλος, Τ. Α. (2003). Οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Κριτική θεώρηση και προτάσεις. Στο Ε. Τσιτοπούλου, Χ. Χαλέτσος & Π. Φιλντίσης (Επιμ.) *Πρακτικά 8ου Κοινού συνεδρίου Ένωσης Ελλήνων και Κυπρίων Φυσικών: «Προοπτικές, εξελίξεις και διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών»* (τ. Α, σ. 22–28). Αθήνα: ΕΕΦ.
- Μικρόπουλος, Τ.Α. (2006). *Ο Υπολογιστής ως γνωστικό εργαλείο*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Μιχαηλίδης, Π. (2007). Νέες Τεχνολογίες και Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος, & Γ. Τσαπαρλής (Επιμ.) *Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (τ. Α., σελ. 55 – 72). Ιωάννινα: Π.Τ.Δ.Ε, Χημικό, Φυσικό.
- Ολυμπίου, Γ. (2012). *Ανάπτυξη ενός πλαισίου συνδυασμού εικονικών και πραγματικών περιβαλλόντων πειραματισμού στις Φυσικές Επιστήμες*. (Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή). Τμήμα Επιστημών της Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κύπρου.
- Ολυμπίου, Γ., & Ζαχαρία, Ζ. (2009). Συγκριτική μελέτη της αποτελεσματικότητας του Πειραματισμού σε Πραγματικό ή Εικονικό Εργαστήριο ως προς την Επίτευξη Εννοιολογικής Κατανόησης στη Φυσική. Στο Π. Καριώτογλου, Α. Σπύρτου, & Α. Ζουπιδής (Επιμ.) *Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών* (σελ. 621 – 629). Ανακτήθηκε στις 16/10/2020, από [6ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ | ΟΙ ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ \(uowm.gr\)](http://www.uowm.gr).
- Πατσαδάκης, Ε. (2007). *Οι πρακτικές μαθητών/τριών και εκπαιδευτικών στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών: Η σχέση τους με τη μάθηση του περιεχομένου και τις αντιλήψεις για τη φύση των Φυσικών Επιστημών*. (Αδημοσίευτη Διδακτορική

Διατριβή). Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία.

Πατσαδάκης, Ε. (2015, Ιούλιος 07). Πειραματική διδασκαλία - μάθηση των Φυσικών Επιστημών & Τεχνολογίες της Πληροφορίας και Επικοινωνίας. *Εκπαιδευτική Επικαιρότητα - Το e-περιοδικό των εκπαιδευτικών*, σσ. 6, 26-35. Ανακτήθηκε στις 30-10-2020 από <https://ekpaideytikhepikairothta.files.wordpress.com/2014/11/cf80ceb1cf84cf83ceb1ceb4ceaccebaseb7cf82-cebcceb1cebdcf8eacebbceb7cf82.pdf>

Πλακίτση, Κ., Σπύρτου, Α., Παπαδοπούλου, Π., Τσαπαρλής, Γ., Καλογιαννάκης, Μ., Μαλανδράκης, Γ., Σούλιος, Ι., Ζουπίδης, Α., Κολιός, Ν., Ριζάκη, Α., & Σταμούλης, Ε. (2015). Το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών για την Υποχρεωτική Εκπαίδευση – Προτεινόμενο Εκπαιδευτικό Υλικό. Στο Χ., Σκουμπουρδή & Μ., Σκουμιάς (Επιμ.) *Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες»*, 137-151. Ρόδος.

Υπουργείο Παιδείας, δια βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων. (2011). *Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Δημοτικού για το «Νέο Σχολείο»*. Ανακτήθηκε στις 13-6-2020 από [Φυσικά Δημοτικού.pdf \(ebooks.edu.gr\)](#)

Ραβάνης, Κ. (2015). Η δημιουργία και η χρήση «Μαθησιακών Αντικειμένων»: από τα τεχνο- κοινωνικά περιβάλλοντα, στη σχολική τάξη. Στο Χ., Σκουμπουρδή & Μ., Σκουμιάς (Επιμ.) *Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες»*, 50-59. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.

Σαμιωτάκη, Ο. (2017). *Δημιουργία Ηλεκτρονικού Σεμιναρίου Για Τη Διερευνητική Μάθηση Και Τις Μοντέρνες Τεχνικές* (Μεταπτυχιακή εργασία). Ανακτήθηκε από https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdione.lib.unipi.gr%2Fxmlui%2Fbitstream%2Fhandle%2Funipi%2F10209%2FSamiotaki_Olga.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&psig=AOvVaw3f47TOkAniplhcGN3HXs6h&ust=1623950590569000&source=images&cd=vfe&ved=0CAMQjB1qFwoTCMCamsPVnPECFQAAAAAdAAAAABA
D

Σπυροπούλου-Κατσάνη, Δ. (2002). *Διδακτικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις στις φυσικές επιστήμες: θεωρίες μάθησης, αναλυτικά προγράμματα και πρότυπα/μοντέλα διδασκαλίας, διδακτική αξιοποίηση του πειράματος ; σημειώσεις για τους εκπαιδευτι-*

κούς πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Ανατύπωση.). Αθήνα: Τυπωθήτω.

- Ταβέλη, Ε., Ολυμπίου Γ., & Ζαχαρία, Ζ. (2012). Σύγκριση της επίδρασης του πραγματικού και εικονικού πειραματισμού στις επεξηγήσεις που δίνουν φοιτητές για φαινόμενα που αφορούν στο συγκεκριμένο «Φως και Χρώμα» μετά τη διατύπωση προβλέψεων και την παρατήρηση των συγκεκριμένων φαινομένων. Σε *Πρακτικά 12ου Συνεδρίου Παιδαγωγικής Εταιρείας Κύπρου* (σελ. 79 – 89), Λευκωσία, Κύπρος.
- Ταραμόπουλος, Α. (2012). *Διερεύνηση Εφαρμογών Προσομοιωμένων Εικονικών Εργασιών στη Διδασκαλία της Φυσικής στην Υποχρεωτική Εκπαίδευση*. (Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή). Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Τζιμογιάννης, Α. (1999α). Διδασκαλία Φυσικής και Υπολογιστές: Μια εναλλακτική διδακτική πρόταση. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 105, 115-122.
- Τζιμογιάννης, Α., & Μικρόπουλος, Α. Τ. (2000). Η συμβολή των προσομοιώσεων πειραμάτων στη διδασκαλία της Φυσικής: η έννοια της ταχύτητας. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 111, 120- 131.
- Τζιμογιάννης, Α. (2004). Οι προσομοιώσεις στη Διδασκαλία της Φυσικής. Στο Ι. Βλαχάβας, Β. Δαγδιλέλης, Γ. Ευαγγελίδης, Γ. Παπαδόπουλος, Μ. Σατρατζέμη, & Δ. Ψύλλος (Επιμ.) *Οι τεχνολογίες της πληροφορίας και των επικοινωνιών στην ελληνική εκπαίδευση: απολογισμός και προοπτικές* (σελ. 240 – 254). Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Α.Π.Θ. – Μακεδονίας.
- Τζιμογιάννης, Α. (2017). *Ηλεκτρονική μάθηση: θεωρητικές προσεγγίσεις και εκπαιδευτικοί σχεδιασμοί*. Αθήνα: Κριτική.
- Τσαπαρλής, Γ. (2009). Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης της χημείας: έμφαση στο μακρο-επίπεδο και ο ρόλος της πρακτικής εργασίας. Στο Π Καριώτογλου, Α. Σπύρτου, & Α. Ζουπίδης (Επιμ.) *Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών* (σελ. 37 – 54). Ανακτήθηκε στις 12/10/2020, από [6ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ | ΟΙ ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ \(uowm.gr\)](http://www.uowm.gr).

- Τσελφές, Β. (2003). *Πειράματα με τη θερμότητα, το Φως και τα Ηλεκτρικά Κυκλώματα*. Αθήνα: ΕΚΠΑ, Πρόγραμμα Εκπαίδευσης Μουσουλμανοπαίδων 2002 -2004. Ανακτήθηκε στις 25 Οκτωβρίου 2020, από <http://repository.edulll.gr/edulll/bitstream/10795/338/2/338.pdf>
- Φύσκιλης, Σ. (2014). *Σχεδίαση και ανάπτυξη διαδικτυακής ψηφιακής βιβλιοθήκης εικονικών και απομακρυσμένων εργαστηρίων*. (Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία), Τμήμα Ψηφιακών συστημάτων, ΠΑ.ΠΕΙ.
- Φωτόδεντρο (2020). Εθνικός Συσσωρευτής Εκπαιδευτικού Περιεχομένου. Προσπελάστηκε 12/12/2020 από <http://photodentro.edu.gr/aggregator/>
- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες – (θεωρητικά ζητήματα , προβληματισμοί , προτάσεις)* , Αθήνα: Πατάκη.
- Ψύλλος, Δ. (2011). Η διερεύνηση με χρήση μοντέλων στη διδακτική διαδικασία των Φυσικών Επιστημών. Στο Παπαγεωργίου, Γ., & Κουντουριώτης, Γ. (Επιμ.) *Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες, Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σελ. 58-66), Αλεξανδρούπολη.
- Ψύλλος, Δ. (2007). Μοντέλα και κόσμοι στους εικονικούς χώρους. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος, & Γ. Τσαπαρλής (Επιμ.) *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση»* (τ. Α, σελ. 30 – 41). Ιωάννινα: Π.Τ.Δ.Ε, Χημικό, Φυσικό.

Αναφορές Ξενόγλωσσες

- Alvarenga, C.E.A., Ginestié, J., & Brandt-Pomares, P. (2017) How and why Brazilian and French teachers use learning objects. *Education and Information Technologies*, 22(5), 1973-2000.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS] (2009). *Benchmarks for science literacy (Project 2061)*. New York: Oxford University Press.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of science teacher education*, 13(1), 1-12.
- Asay, L. D., & Orgill, M. (2010). Analysis of essential features of inquiry found in articles published in *The Science Teacher*, 1998–2007. *Journal of Science Teacher Education*, 21(1), 57-79.
- Bunterm, T., Lee, K., Ng Lan Kong, J., Srikoon, S., Vangpoomyai, P., Rattanaovongsa, J., & Rachahoon, G. (2014). Do different levels of inquiry lead to different learning outcomes? A comparison between guided and structured inquiry. *International Journal of Science Education*, 36(12), 1937-1959.
- Capps, D. K., & Crawford, B. A. (2013 β). Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening?. *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497-526. Ανακτήθηκε στις 13-6-2020 από [Inquiry-Based Instruction and Teaching About Nature of Science: Are They Happening? | SpringerLink](#)
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2008). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας* (μτφ. Σ. Κυρανάκης, Μ. Μαυράκη, Χ. Μητσοπούλου, Π. Μπιθαρα, Μ. Φιλοπούλου). Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Couture, M. (2004). Realism in the design process and credibility of a simulation-based virtual laboratory. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20, 40–49.
- Crawford, B. A. (2016). Supporting Teachers in Inquiry/Science Practices, Modeling, and Complex Reasoning in Science Classrooms. *Presented at the 24th Annual Conference of the Southern African Association for Research in Mathematics, Science and Technology Education (SAARMSTE): Researching a Sustainable Environment and Sustaining Research in Mathematics, Science and Technology Education*, Pretoria, South Africa.
- Creswell, J. (2016). *Η έρευνα στην εκπαίδευση. Σχεδιασμός, διεξαγωγή και αξιολόγηση της ποσοτικής και ποιοτικής έρευνας* (μτφ. Ν. Κουβαράκου). Αθήνα: Ίων/Έλλην. (έτος έκδοσης πρωτοτύπου 2015).

- Edgeworth, R. I. & Edgeworth M. (1811). *Essays on practical education*. (3rd ed). London: Johnson.
- Engeln, K., Euler, M., & Maass, K. (2013). Inquiry-based learning in mathematics and science: a comparative baseline study of teachers' beliefs and practices across 12 European countries. *ZDM Mathematics Education*, 45(6), 823-836.
- Frank, P. (1957). *Philosophy of Science. The Link between Science and Philosophy*. New York: Englewood Cliffs, N.J.: prentice-Hall.
- Fisher J., Mitchell R. & del Alamo J. (2007). Inquiry-Learning with WebLab: Undergraduate Attitudes and Experiences, *Journal of Science Education and Technology*, vol. 16, no. 4, p. 337.
- Ghosh, R. (2015). *Preservice Special Education Teachers' Understandings, Enactments, Views, and Plans for Scientific Inquiry: Issues and Hopes*. (Doctoral dissertation). Kent State University, USA.
- Hofstein, A., & Lunetta, V.N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88 (1), 28-54.
- Janson, A., & Janson, R. (2009). Integrating Digital Learning Objects in the Classroom: A Need for Educational Leadership. *Innovate: Journal of Online Education*, 5(3), Ανακτήθηκε στις 24-8-2020 από <https://www.learntechlib.org/p/104261/>
- Kang, N.-H., Orgill, M., & Crippen, K. J. (2008). Understanding teachers' conceptions of classroom inquiry with a teaching scenario survey instrument. *Journal of Science Teacher Education*, 19, 337–354.
- Kasimati, A., Petropoulou, O., Retalis, S., Dimopoulos, I., Psaromiligkos, I. & Karaggelis, K. (2014), USING MOODLE AND E-ASSESSMENT METHODS DURING A COLLABORATIVE INQUIRY LEARNING SCENARIO, University of Piraeus, Greece
- Keller, C. (2004). Substituting Traditional Hands-On Laboratories with Computer Simulations: What's gained and what's lost?. *Department of Physics, University of Colorado at Boulder*.
- Klahr, D., Triona, L., & Williams, C. (2007). Hands On What? The Relative Effectiveness of Physical vs. Virtual Materials in an Engineering Design Project by Middle School Children. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (1), 183-203.

- Koksal, E. A., & Berberoglu, G. (2014). The effect of guided-inquiry instruction on 6th grade Turkish students' achievement, science process skills, and attitudes toward science. *International Journal of Science Education*, 36(1), 66-78.
- Matthews, M., (1994). *Science teaching. The role of history and philosophy of science*. New York-London: Routledge.
- McDonald, S., & Songer, N. B. (2008). Enacting classroom inquiry: Theorizing teachers' conceptions of science teaching. *Science Education*, 92(6), 973-993.
- Millar, R., & Osborne, J. [Eds.] (1998). *Beyond 2000: Science education for the future: A report with ten recommendations*. London: King's College, School of Education.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- Plevyak, L. H. (2007). What do preservice teachers learn in an inquiry-based science methods course?. *Journal of Elementary Science Education*, 19(1), 1-12.
- Redish, E. (1993), What can a physics teacher do with a computer? *Invited talk presented at Robert Resnick Symposium RPI, Troy NY*.
- Reiner, M., & Gilbert, J. (2004). The symbiotic roles of empirical experimentation and thought experimentation in the learning of physics. *International Journal of Science Education*, 26, 1819-1834.
- Robson, C. (2010). *Η έρευνα του πραγματικού κόσμου. Ένα μέσο για κοινωνικούς επιστήμονες και επαγγελματίες ερευνητές* (μτφ. Β. Νταλακου & Κ. Βασιλικού). Αθήνα: Gutenberg. (έτος έκδοσης πρωτοτύπου 2000).
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henrikson, H., & Hemmo, V. [European Commission] (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Ανακτήθηκε στις 13-9-2020 από [report-rocard-on-science-education_en.pdf \(europa.eu\)](http://report-rocard-on-science-education_en.pdf(europa.eu))

- Schutz, W., & McRobbie C. (1994). A constructivist approach to secondary school science experiments. *Research in Science Education*, 24, 295-303.
- Schwartz, D. L. & Arena, D. (2013). Measuring what matters. *The MIT Press Cambridge*, Massachusetts London, England
- Silva, E.(2008). Measuring Skills for the 21st Century. Ανακτήθηκε στις 11-12-2020 από <http://elenamsilva.com/wp-content/uploads/2013/05/MeasuringSkills.pdf>
- Steinberg, R.N.(2003), Effects of Computer-based Laboratory Instruction on Future Teachers' Understanding of the Nature of Science, *International of Computer in Mathematics and Science Teaching*, 22(3), 185-205.
- Taraban, R., Box, C., Myers, R., Pollard, R., & Bowen, C.W. (2007). Effects of Active – Learning Experiences on Achievement, Attitudes, and Behaviors in High School Biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (7), 960 – 979.
- Tsihouridis, C., Vavougiou, D., Ioannidis, G (2013) *The effectiveness of virtual laboratories as a contemporary teaching tool in the teaching of electric circuits in Upper High School as compared to that of real labs*. Proceedings of 2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL), 25-27 September 2013, Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia
- Vosniadou, S., & Mason, L. (2012). Conceptual Change Induced by Instruction: A Complex Interplay of Multiple Factors. In K. R. Harris, S. Graham, & T. Urdan, (Eds.) *APA Educational Psychology Handbook* (pp. 221-246). Washington DC, US: American Psychological Association.
- Vosniadou, S., Vamvakousi, X. & Skopeliti, I. (2008). The framework Theory Approach to Conceptual Change. In S. Vosniadou (Ed) *International Handbook of Research on Conceptual Change*. Abingdon: Routledge.
- Windschitl, M., & Thompson, J. (2006). Transcending simple forms of school science investigation: The impact of preservice instruction on teachers' understandings of model-based inquiry. *American Educational Research Journal*, 43(4), 783-835.
- Zacharia, Z. C., Olympiou, G., & Papaevripidou, M. (2008). Effects of Experimenting with Physical and Virtual Manipulatives on Students Conceptual Understanding in Heat and Temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45 (9), 1021–1035.

- Zacharia, Z.C. (2007). Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23 (2), 120 – 132.
- Zutin, D. G., Auer, M.E. , Maier, C. & Niederstatter, M. (2010). Lab2go — A repository to locate educational online laboratories. *Education Engineering (EDUCON)*, 2010 IEEE , pp.1741-1746,14-16

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ερωτηματολόγιο ανίχνευσης στάσεων εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας ΠΕ 70 απέναντι στα διαθέσιμα Εικονικά Εργαστήρια (Προσομοιώσεις) για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Το παρόν ερωτηματολόγιο αφορά Δασκάλους (ΠΕ70) που έχουν διδάξει τις Φυσικές Επιστήμες στην Ε' και ΣΤ' τάξη του Δημοτικού Σχολείου

Εντάσσεται στην έρευνα που πραγματοποιώ στα πλαίσια της διπλωματικής μου εργασίας για την ολοκλήρωση των σπουδών μου στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Παιδαγωγική μέσω Καινοτόμων Τεχνολογιών και Βιοϊατρικών Προσεγγίσεων» του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Θα ήθελα να σας επισημάνω ότι το ερωτηματολόγιο έχει ερευνητικό σκοπό και είναι ανώνυμο. Κάθε απάντηση είναι σεβαστή.

Με εκτίμηση,

Νταϊλιάνης Νικόλαος

Δάσκαλος ΠΕ 70

Email: mscedt19064@uniwa.gr

Ενότητα 1: Γνώση των Εικονικών Εργαστηρίων-Προσομοιώσεων (ΕΕ) που υπάρχουν στο διαδίκτυο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ)

Γνωρίζετε τι είναι τα Εικονικά Εργαστήρια-Προσομοιώσεις για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών;

Ναι

Όχι (Η επιλογή οδηγεί στην ενότητα 6)

Ενότητα 2: Γνωριμία των Εικονικών Εργαστηρίων-Προσομοιώσεων (ΕΕ) που υπάρχουν στο διαδίκτυο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ)

Πώς ενημερωθήκατε για την ύπαρξη των Εικονικών Εργαστηρίων-Προσομοιώσεων για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών;

1. Από τα διαδραστικά βιβλία.

2. Από την Επιμόρφωση ΤΠΕ Α' Επιπέδου.

3. Από την Επιμόρφωση ΤΠΕ Β' Επιπέδου.

4. Μου τα πρότεινε κάποιος συνάδελφος.

5. Με αναζήτηση στο διαδίκτυο.

6. Από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.
7. Με άλλο τρόπο.

Αν επιλέξατε το 7, αναφέρετε τον τρόπο:

Χρησιμοποιείτε τα Εικονικά Εργαστήρια- Προσομοιώσεις για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην τάξη σας;

- Ποτέ (Η επιλογή οδηγεί στην ενότητα 5)
- Σπάνια
- Κάποιες φορές
- Συχνά
- Πάντα

Ενότητα 3: Χρήση των Εικονικών Εργαστηρίων-Προσομοιώσεων (ΕΕ) που υπάρχουν στο διαδίκτυο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ)

Παρακαλώ, δηλώστε το βαθμό συμφωνίας σας με τις παρακάτω εκφράσεις.

Χρησιμοποιώ τα Εικονικά Εργαστήρια για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών:

	Ποτέ	Σπάνια	Κάποιες φορές	Συχνά	Πάντα
1. Στη δια ζώσης διδασκαλία	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Στην τηλεκπαίδευση	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Εντοπίζω τα Εικονικά Εργαστήρια- Προσομοιώσεις για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών από:

	Ποτέ	Σπάνια	Κάποιες φορές	Συχνά	Πάντα
1. Το αποθετήριο «Φωτόδεντρο».	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Άλλα αποθετήρια.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Τα διαδραστικά βιβλία.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ενότητα 4: Στάσεις εκπαιδευτικών που χρησιμοποιούν Εικονικά Εργαστήρια- Προσομοιώσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Παρακαλώ, δηλώστε το βαθμό συμφωνίας σας με τις παρακάτω εκφράσεις.

Χρησιμοποιώ τα Εικονικά Εργαστήρια- Προσομοιώσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών γιατί:

	Διαφωνώ Απόλυτα	Διαφωνώ	Ούτε συμ- φωνώ/ ούτε διαφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ Απόλυτα
1. Προωθούν τη συνεργατική μάθηση.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Συμβάλουν στην εξατομικευμένη διδασκαλία.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Συμβάλουν στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών που διδάσκονται.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Προσαρμόζονται εύκολα στις διδακτικές μου ανάγκες.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Με βοηθούν να υλοποιήσω ευκολότερα τους διδακτικούς στόχους μου.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Κάνουν πιο ευχάριστη τη διδασκαλία μου.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Κάνουν πιο ευχάριστη τη διδασκαλία μου για τους μαθητές.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 9. Συμβάλουν στην ενεργή συμμετοχή των μαθητών στη διδασκαλία. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10. Παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση στους μαθητές. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 11. Έχω τις απαραίτητες τεχνικές γνώσεις για να τα χρησιμοποιώ. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 12. Η υλικοτεχνική υποδομή (π.χ. βιντεοπροβολέας, υπολογιστές) στο σχολείο επαρκεί για τη χρήση | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Μετά την ενότητα 4, μετάβαση στην ενότητα 7

Ενότητα 5: Στάσεις εκπαιδευτικών που δεν χρησιμοποιούν Εικονικά Εργαστήρια-

Προσομοιώσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Παρακαλώ, δηλώστε το βαθμό συμφωνίας σας με τις παρακάτω εκφράσεις.

Δεν χρησιμοποιώ τα Εικονικά Εργαστήρια- Προσομοιώσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών γιατί:

- | | <i>Διαφωνώ
Απόλυτα</i> | <i>Διαφωνώ</i> | <i>Ούτε συμφωνώ/ ούτε
διαφωνώ</i> | <i>Συμφωνώ</i> | <i>Συμφωνώ
Απόλυτα</i> |
|--|----------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 1. Είναι δύσκολο να τα προσαρμόσω στις διδακτικές μου ανάγκες. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2. Είναι δύσκολο να εντοπίσω το κατάλληλο για τη διδασκαλία μου. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3. Δεν θεωρώ ότι θα προσφέρουν κάτι επιπλέον στη διδασκαλία μου. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4. Δεν τα θεωρώ ενδιαφέροντα για τους μαθητές. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

- | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 5. Δε βοηθάνε στην αλληλεπίδραση των μαθητών. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6. Δε βοηθάνε στην εξατομικευμένη διδασκαλία. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7. Δεν παρέχουν κατάλληλη ανατροφοδότηση στους μαθητές. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8. Οι μαθητές δυσκολεύονται στη χρήση τους. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9. Δε βοηθούν στην κατανόηση των εννοιών που θέλω να διδάξω. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10. Δεν επαρκεί η υλικοτεχνική υποδομή στο σχολείο μου. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 11. Δεν επαρκεί ο διδακτικός χρόνος όταν χρησιμοποιώ ΕΕ στη διδασκαλία μου. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 12. Η χρήση ΕΕ απαιτεί να έχω ειδικές τεχνικές γνώσεις. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 13. Δεν έχω επιμορφωθεί στη χρήση τους. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Μετά την ενότητα 5, μετάβαση στην ενότητα 7

Ενότητα 6: Λόγοι που τα Εικονικά Εργαστήρια- Προσομοιώσεις για τη διδασκαλία των ΦΕ δεν είναι γνωστά

Παρακαλώ, δηλώστε το βαθμό συμφωνίας σας με τις παρακάτω εκφράσεις.

Δεν γνωρίζω την ύπαρξη των Εικονικών Εργαστηρίων (Προσομοιώσεων) για τη διδασκαλία των ΦΕ γιατί:

	Διαφωνώ Απόλυτα	Διαφωνώ	Ούτε συμ- φωνώ/ ούτε διαφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ Απόλυτα
1. Δεν έχει τύχει.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Δεν τα πηγαίνω καλά με την τεχνολογία.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Νιώθω μεγάλος/η για να ασχοληθώ με τέτοια μέσα.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Προτιμώ τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Δε μου έχει γίνει σχετική επιμόρφωση.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Δε μου τα έχει προτείνει κανείς.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Δεν ενδιαφέρομαι.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Θα ήθελα να επιμορφωθώ στα Εικονικά Εργαστήρια- Προσομοιώσεις.

- Καθόλου
- Λίγο

- Μέτρια
- Πολύ
- Πάρα πολύ

Ενότητα 7: Δημογραφικά στοιχεία

Φύλο

- Άντρας
- Γυναίκα

Ηλικία σε έτη:

Σπουδές:

- Πτυχίο ΑΕΙ
- Μεταπτυχιακό
- Διδακτορικό

Έτη προϋπηρεσίας:

Σε ποιες τάξεις έχετε διδάξει;

- | | |
|-----|-----------------------|
| Ε' | <input type="radio"/> |
| ΣΤ' | <input type="radio"/> |

Γνώση χρήσης τεχνολογιών

	Ποτέ	Σπάνια	Κάποιες φορές	Συχνά	Πάντα
Ηλεκτρονικός υπολογιστής	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Βιντεοπροβολέας	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Διαδίκτυο	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>