



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών
ΠΜΣ «Επιστήμες της Αγωγής»

Διπλωματική Εργασία

**Διερεύνηση καλών πρακτικών στην εξ αποστάσεως
πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών
στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση**

Πανταζής Ηλίας
(ΑΜ: 516256)

Επιβλέπουσες καθηγήτριες: Καράμπελα Μαρία
Μανούσου Ευαγγελία

Πάτρα, Ιούλιος 2023

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



**Διερεύνηση καλών πρακτικών στην εξ αποστάσεως
πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών
στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση**

Πανταζής Ηλίας

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Δρ. Μαρία Γ. Καράμπελα

ΣΕΠ ΕΤΑ ΕΑΠ

Σύμβουλος Εκπαίδευσης ΥΠΑΙΘ

Συν-Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Ευαγγελία (Γκέλη) Μανούσου

Επίκουρη Καθηγήτρια

Ανοικτής και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης

Πάτρα, Ιούλιος 2023

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τις επιβλέπουσες καθηγήτριες κα. Καραμπελα Μαρία και κα. Μανούσου Ευαγγελία, για την συνεργασία, υποστήριξη και καθοδήγηση που μου προσέφεραν κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

Ευχαριστώ όλους τους εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στην έρευνά μου για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Επίσης, θέλω από τα βάθη της καρδιάς μου να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την υπομονή τους, τη στήριξη, τη συμπράσταση και το κουράγιο που μου έδωσαν, καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών.

στη σύντροφό μου Ευγενία

και στα παιδιά μας Νικόλα, Αναστασία, Εμμέλεια-Χρυσούλα, Ειρήνη, Ζωή

Περίληψη

Στη σύγχρονη εποχή, καθώς η πανδημία Covid-19 και οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν επηρεάσει τον εκπαιδευτικό τομέα, η εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση έχει ενταχθεί και ενσωματωθεί σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Οι νέες τεχνολογίες χρησιμοποιούνται στην εξ αποστάσεως διδασκαλία όλων των μαθημάτων.

Η παρούσα διπλωματική εργασία επιδιώκει να αναδείξει θέματα που σχετίζονται με την εξ αποστάσεως διδασκαλία στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών σε σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Έμφαση δίνεται στην χρήση πειραμάτων και στους τρόπους αξιοποίησης και εφαρμογής τους στην εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

Για το σκοπό αυτό, αρχικά περιγράφονται έρευνες που έχουν εξετάσει θεωρητικά τις γενικές αρχές της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης και τα μοντέλα εφαρμογής της στα σχολεία, με έμφαση στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται μια βιβλιογραφική επισκόπηση, μέσω της οποίας περιγράφονται καλές πρακτικές που έχουν χρησιμοποιηθεί στην πειραματική εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σε σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, με έμφαση στα πλεονεκτήματα και στα μειονεκτήματά τους.

Η έρευνα αφορά την αξιοποίηση κάποιων μορφών πειραμάτων ως καλών πρακτικών κατά την εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, γίνεται διερεύνηση των πλεονεκτημάτων τους και ανίχνευση των δυσκολιών στην εφαρμογή τους από τους εκπαιδευτικούς στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία την περίοδο της πανδημίας Covid-19. Επίσης, μελετάται αν κάποιες από αυτές τις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων συνεχίζουν να αξιοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών στη διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς τους, όπως αυτή πραγματοποιείται σήμερα στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Τέλος, γίνεται μια αποτίμηση των θετικών και αρνητικών αποτελεσμάτων που άφησε η περίοδος της πανδημίας Covid-19 στην διδακτική των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στη διδακτική των πειραμάτων.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, προκύπτει ότι παρόλες τις δυσκολίες που συνάντησαν στην εφαρμογή των ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων στην εξ

αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί θεωρούν την αξιοποίησή τους πολύ βοηθητική και αποτελεσματική για την υλοποίηση ποιοτικών μαθημάτων, τόσο εξ αποστάσεως, όσο και δια ζώσης, στο σχολείο.

Λέξεις κλειδιά

Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, Σχολική εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, πειραματική εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, πείραμα, προσομοιώσεις, εικονικό εργαστήριο, εργαστήριο από απόσταση, τηλε-εργαστήριο, πραγματικά (χειραπτικά) πειράματα, βιντεοσκοπημένα πειράματα, διαδραστικά πειράματα, πειράματα στο σπίτι με χρήση smartphone, μοντελοποίηση

Investigating good practices in distance experimental teaching of Sciences in secondary education

Ilias Pandazis

Abstract

Nowadays, as the Covid-19 pandemic and technological developments have affected the education sector, Distance Education has been integrated and incorporated in all the levels of education. New technologies are used in the distance teaching of all courses.

This postgraduate thesis aims to highlight issues related to distance teaching in Science courses in Secondary Education schools. Emphasis is placed on the use of experiments and the ways of utilizing and applying them in distance teaching of Sciences in Secondary Education.

For this purpose, researches that have theoretically examined the general principles of Distance Education and its application models in schools, with an emphasis on the teaching of Sciences, are initially described. In addition, a literature review is conducted, through which good practices that have been used in experimental distance teaching of Sciences in Secondary Schools are described, with an emphasis on their advantages and disadvantages.

The research concerns the utilization of some forms of experiments as good practices during distance experimental teaching of Sciences in Secondary Education. Specifically, their advantages are investigated and the difficulties in their implementation by teachers in distance experimental teaching during the Covid-19 pandemic period are detected. Also, it is being studied whether some of these forms of performing experiments continue to be used by Science teachers in the teaching of the courses of their specialization, as it is carried out nowadays in Secondary Education. Finally, an evaluation is made of the positive and negative results left by the period of the Covid-19 pandemic in the teaching of Sciences and especially in the teaching of experiments.

According to the results of the research, it appears that despite the difficulties encountered in the implementation of the various forms of performing experiments in the distance

experimental teaching of Sciences, most teachers consider their utilization very helpful and effective for the implementation of quality lessons in distance teaching and in the classroom.

Keywords

Distance Education, School Distance Education, experimental Distance Education, experiment, simulations, virtual labs, remote laboratory, real (hands-on) experiments, video experiments, interactive experiments, home experiments with smartphones, modeling

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	iv
Περίληψη.....	vi
Abstract	viii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	1
Εισαγωγή.....	1
1.1. Τοποθέτηση του προβλήματος	1
1.2. Λόγοι επιλογής του θέματος.....	2
1.3. Συμβολή στην κεκτημένη γνώση	3
1.4. Σκοπός και στόχοι της έρευνας - ερευνητικά ερωτήματα	4
1.5. Δομή της εργασίας	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	7
Θεωρητικό πλαίσιο για την εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση	7
2.1. Γενικό πλαίσιο – Διαπιστώσεις για την εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση	7
2.1.1. Ρόλος του εκπαιδευτικού στην εξΑΕ	9
2.1.2. Ο ρόλος, η σημασία και τα χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού υλικού στην εξΑΕ	13
2.1.3. Σύγχρονη μαθησιακή κουλτούρα - Τα νέα χαρακτηριστικά και οι νέες δεξιότητες των διδασκομένων.....	22
2.1.4. Μορφές εξΑΕ με την χρήση Τ.Π.Ε.	23
2.2. Εξ Αποστάσεως Σχολική Εκπαίδευση	31
2.2.1. Η αυτοδύναμη εξΑΣΕ.....	33
2.2.2. Η συμπληρωματική εξΑΣΕ	33
2.2.3. Η συνδυαστική ή μεικτή ή πολυμορφική εξΑΣΕ	34
2.2.4. Εφαρμογή αυτοδύναμης και συμπληρωματικής εξΑΣΕ στα σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην Ελλάδα.....	34
2.2.5. Εφαρμογή μεικτής εξΑΣΕ στα σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην Ελλάδα	36
2.2.6. Αναγκαιότητα της εξΑΣΕ στην Ελλάδα.....	37
2.3. Εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	38
2.3. 1. Η σημασία της χρήσης των Τ.Π.Ε. στην εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	38
2.3.2. Το εκπαιδευτικό λογισμικό των Τ.Π.Ε. στις Φυσικές Επιστήμες	41
2.4. Πειραματική εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	43
2.4.1. Τρόποι αξιοποίησης του πειράματος.....	43
2.4.2. Η εργαστηριακή Εκπαίδευση στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών στην Ελλάδα (ΕΚΦΕ)	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	47
Βιβλιογραφική επισκόπηση	47
Καλές πρακτικές στην πειραματική εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σε σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.....	47
3.1. Καλές πρακτικές για την κατάλληλη οργάνωση της (πειραματικής) εξ αποστάσεως διδασκαλίας και τη διαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.....	47
3.2. Εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα – μορφές πειραμάτων.....	58

3.3. Τρόποι αξιοποίησης των μορφών εκτέλεσης πειραμάτων ως καλών πρακτικών στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	93
Μεθοδολογία και σχεδιασμός της έρευνας	93
4.1 Ερευνητικό πλαίσιο της εργασίας	93
4.2. Μεθοδολογία, Σχεδιασμός και Διεξαγωγή της έρευνας	94
4.2.1. Μεθοδολογία της έρευνας	94
4.2.2. Σχεδιασμός και διεξαγωγή της έρευνας	96
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	98
Αποτελέσματα της έρευνας.....	98
5.1 Ανάλυση των δεδομένων του ερωτηματολογίου	98
5.2. Συνοπτική αποτίμηση των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας	125
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	127
Συμπεράσματα - Συζήτηση	127
6.1. Συμπεράσματα με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα.....	127
6.2. Περιορισμοί στην έρευνα	136
6.3. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	137
Βιβλιογραφικές αναφορές.....	138
Παράρτημα (Ερωτηματολόγιο)	174

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται αναλυτικά οι λόγοι επιλογής της παρούσας έρευνας, η αναγκαιότητά της και η συμβολή της στην κεκτημένη γνώση, τα ερευνητικά ερωτήματα και οι στόχοι της καθώς και η δομή της.

1.1. Τοποθέτηση του προβλήματος

Στη σύγχρονη εποχή, λόγω των ραγδαίων αλλαγών που έχει επιφέρει η πανδημία Covid-19 που ξεκίνησε το 2020, κατέστη επιτακτική η ανάγκη για εναλλακτικούς τρόπους υλοποίησης της εκπαιδευτικής διαδικασίας μέσω της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης. Στο πλαίσιο αυτής της εκπαιδευτικής πραγματικότητας, σε ό,τι αφορά τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών, η χρήση των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνίας (Τ.Π.Ε.) έγινε αναγκαία για την εξ αποστάσεως διδασκαλία αυτών των μαθημάτων.

Έτσι, χρησιμοποιήθηκαν ποικίλα ψηφιακά εργαλεία και μέσα και αναπτύχθηκαν καλές πρακτικές για την εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία στα σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Αυτές οι πρακτικές βοήθησαν τους εκπαιδευτικούς να αντικαταστήσουν τη χρήση του σχολικού εργαστηρίου και των δια ζώσης εργαστηριακών ασκήσεων που αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι των μαθημάτων της ειδικότητάς τους και να εμπλουτίσουν τη διδασκαλία τους με πειραματικές δραστηριότητες που πραγματοποιούνται εξ αποστάσεως.

Πολλά από αυτά τα ψηφιακά μέσα και εργαλεία και κάποιες από αυτές τις πρακτικές εκτέλεσης πειραμάτων αξιοποιούνται και σήμερα, έχοντας έναν επικουρικό, συμπληρωματικό και υποστηρικτικό ρόλο στη δια ζώσης διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών (Κενδριστάκη & Σταύρου, 2021). Φυσικά, η ενσωμάτωσή τους στη διδασκαλία προϋποθέτει τον σωστό σχεδιασμό εκ μέρους του εκπαιδευτικού και την αφιέρωση κατάλληλου χρόνου τόσο για την προετοιμασία των μαθητών για τις δραστηριότητες όσο και για την εγκατάσταση των απαραίτητων εφαρμογών ή λογισμικών για την εκτέλεσή τους (Κατέρης, Λάζος, Τσούκος, Τζαμαλής & Βελέντζας, 2021).

Συνεπώς, για να είναι αποτελεσματική η αξιοποίησή τους, είναι απαραίτητο να υπάρξει υποστήριξη τόσο για τους εκπαιδευτικούς όσο και για τους μαθητές με κατάλληλο εξοπλισμό καθώς και υποστήριξη των οικογενειών των μαθητών με τεχνικά μέσα και τεχνογνωσία (Πεντεδέκα, 2021). Επιπλέον, χρειάζεται αναπροσαρμογή των αναλυτικών προγραμμάτων και περιορισμός της διδακτέας ύλης προκειμένου να δοθεί στους εκπαιδευτικούς περισσότερος χρόνος για την αξιοποίηση διαφόρων κατηγοριών εκπαιδευτικού υλικού (χειραπτικό υλικό, εκπαιδευτικά λογισμικά) πέραν του σχολικού εγχειριδίου (Skoumios & Skoumpourdi, 2021) και διαφόρων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων. Επιπρόσθετα, είναι απαραίτητη η ουσιαστική επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, η οποία σε συνδυασμό με την καθημερινή πρακτική, θα τους επιτρέψει, κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής τους πορείας, να αναβαθμίσουν τις διδακτικές τους δεξιότητες, να ενσωματώσουν σύγχρονες στρατηγικές διδασκαλίας και να επιδιώκουν να ενημερώνονται για την εξέλιξη της παραγόμενης γνώσης στο αντικείμενο (Kind, 2009).

Όλα αυτά μπορούν να βοηθήσουν στη σχεδίαση ενός πιο αποτελεσματικού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος εμπλουτισμένου με ποικιλία κατηγοριών εκπαιδευτικού υλικού, εργαλείων, μέσων και πειραμάτων (Παπαδημητρίου & Σκουμιός, 2021).

1.2. Λόγοι επιλογής του θέματος

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, το συγκεκριμένο θέμα επιλέχθηκε διότι στη σύγχρονη εποχή η χρήση των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνίας (Τ.Π.Ε.) στην εξ αποστάσεως διδασκαλία παρέχει ένα καινοτόμο εκπαιδευτικό περιβάλλον και επιτρέπει την ανάπτυξη ευέλικτων και λειτουργικών εκπαιδευτικών εργαλείων.

Ειδικά στη διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών, το πείραμα αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο, γι' αυτό και είναι απαραίτητο να ενσωματώνεται στη διδακτική πράξη (Ευαγγέλου, 2012). Αποτελεί σημαντικό εργαλείο που συμβάλλει στην παρουσίαση εννοιών, νόμων και την περιγραφή φαινομένων, καθώς και στην ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος και της συμμετοχής των μαθητών. Με τη βοήθεια της ψηφιακής τεχνολογίας και των βελτιωμένων ψηφιακών μέσων, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να ενσωματώσουν πειράματα στην εξ αποστάσεως διδασκαλία και να προσφέρουν στους μαθητές ευκαιρίες για αυτοαξιολόγηση, αυτονομία και συνεργατική μάθηση.

Συνεπώς, η αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρει η ψηφιακή τεχνολογία στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, η χρήση τεχνολογικών υποδομών και των νέων βελτιωμένων ψηφιακών μέσων στην εφαρμογή των πειραμάτων στην εξ αποστάσεως διδασκαλία μπορούν να οδηγήσουν στην αναβάθμιση του εκπαιδευτικού έργου και στην ανάπτυξη μιας νέας αποτελεσματικής μεθοδολογίας και ευέλικτων μορφών διδασκαλίας. Αυτό θα εμπλουτίσει το μάθημα των Φυσικών Επιστημών και θα συμβάλει στην περαιτέρω εξέλιξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας, τόσο κατά την εξ αποστάσεως όσο και κατά τη δια ζώσης διδασκαλία.

1.3. Συμβολή στην κεκτημένη γνώση

Η παρούσα έρευνα αποσκοπεί στην ανάλυση των καλών πρακτικών που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, με έμφαση στις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων. Συγκεκριμένα, γίνεται διερεύνηση των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν και εντοπίζονται οι δυσκολίες στην εφαρμογή τους από τους εκπαιδευτικούς κατά τη διάρκεια της εξ αποστάσεως πειραματικής διδασκαλίας κατά την περίοδο της πανδημίας Covid-19. Επιπλέον, μελετάται ποιες από αυτές τις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων συνεχίζουν να αξιοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς των Φυσικών Επιστημών στη διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς τους, όπως αυτή πραγματοποιείται σήμερα. Τέλος, γίνεται μια αποτίμηση των θετικών και αρνητικών αποτελεσμάτων που άφησε η περίοδος της πανδημίας Covid-19 στην διδακτική των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στη διδακτική των πειραμάτων.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν σχετικά με την αποτελεσματικότητα και την εφαρμοσιμότητα των πρακτικών διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση του πλαισίου της πειραματικής διδασκαλίας των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών για τους μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Οι πρακτικές, τα μέσα και τα εργαλεία πειραματισμού μπορούν να αξιοποιηθούν είτε κατά την εξ αποστάσεως διδασκαλία, όταν παραστεί ανάγκη, είτε συμπληρωματικά, βοηθητικά και υποστηρικτικά κατά τη δια ζώσης διδασκαλία, όπως αυτή γίνεται σήμερα. Επιπλέον, τα αποτελέσματα της έρευνας μπορούν να είναι χρήσιμα για το συγκεκριμένο πεδίο έρευνας και να παράσχουν κίνητρο για μελλοντικές σχετικές έρευνες.

1.4. Σκοπός και στόχοι της έρευνας - ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας καθορίζεται η διερεύνηση των καλών πρακτικών που χρησιμοποιήθηκαν στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, εστιάζοντας στην αξιοποίηση ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων κατά την περίοδο της πανδημίας Covid-19.

Οι επιμέρους στόχοι της παρούσας εργασίας είναι:

1. η καταγραφή των πλεονεκτημάτων και των τυχόν ελλείψεων ή δυσκολιών στην εφαρμογή των ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών,
2. η μελέτη της συχνότητας αξιοποίησης αυτών των μορφών εκτέλεσης πειραμάτων από τους εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών κατά τη διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς τους, όπως αυτή πραγματοποιείται σήμερα,
3. η αποτίμηση των θετικών και αρνητικών στοιχείων που άφησε η περίοδος της πανδημίας Covid-19 στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στη διδασκαλία των πειραμάτων.

Για την επίτευξη των προαναφερθέντων στόχων κρίνεται σκόπιμο να τεθούν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

1. Με την αξιοποίηση ποιων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων πραγματοποιήθηκε την περίοδο της πανδημίας Covid-19 η εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση;
2. Πώς αποτιμούν οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών την χρήση των ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων ως καλών πρακτικών στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση την περίοδο της πανδημίας Covid-19;
3. Με ποια συχνότητα συνεχίζουν να αξιοποιούν και σήμερα στη διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς τους στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών τις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων που αξιοποίησαν την περίοδο της πανδημίας Covid-19;
4. Πώς αποτιμούν οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών την εφαρμογή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στη διδασκαλία των πειραμάτων;

1.5. Δομή της εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από 6 κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο καταγράφονται το ερευνητικό πρόβλημα, οι λόγοι επιλογής του συγκεκριμένου θέματος, τα ερευνητικά ερωτήματα και οι στόχοι της έρευνας καθώς και η συμβολή της στην επιστημονική κοινότητα και στην κεκτημένη γνώση.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται έρευνες που έχουν εξετάσει θεωρητικά τις γενικές αρχές και τα μοντέλα εφαρμογής της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης καθώς και τη Σχολική εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση. Επισημαίνονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτής της μορφής εκπαίδευσης και αναλύονται οι προκλήσεις που αντιμετωπίζονται στην εφαρμογή της στη χώρα μας. Επιπλέον, τονίζεται η σημασία της χρήσης των Τ.Π.Ε. στην εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και η επίδρασή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Τέλος, γίνεται αναφορά στο ρόλο των ΕΚΦΕ και στη χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού των Τ.Π.Ε. στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Στο τρίτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια βιβλιογραφική επισκόπηση μέσω της οποίας παρουσιάζονται οι καλές πρακτικές που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σε σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης κατά τη διάρκεια της πανδημίας του Covid-19. Αρχικά περιγράφονται οι καλές πρακτικές για την κατάλληλη οργάνωση της (πειραματικής) εξ αποστάσεως διδασκαλίας και τη διαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού. Στη συνέχεια αναλύονται οι μορφές εκτέλεσης πειραμάτων και οι τρόποι αξιοποίησής τους και γίνεται αποτίμηση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά τη διεξαγωγή της έρευνας στους εκπαιδευτικούς που δίδαξαν εξ αποστάσεως τα μαθήματα Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση την περίοδο της πανδημίας Covid-19 αξιοποιώντας κάποιες μορφές εκτέλεσης πειραμάτων. Συγκεκριμένα, περιγράφεται ο σχεδιασμός της έρευνας, τα χαρακτηριστικά του δείγματος καθώς και η διαδικασία και τα μέσα συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά τα ευρήματα της έρευνας βάσει των ερωτηματολογίων που συμπλήρωσαν οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών. Αναλύονται οι

απαντήσεις που παραλήφθηκαν και παρουσιάζονται στατιστικά στοιχεία, γραφήματα και πίνακες που απεικονίζουν τα αποτελέσματα της έρευνας.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την παρούσα έρευνα σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν. Συγκεκριμένα, αρχικά παρουσιάζονται τα βασικά ευρήματα και συμπεράσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα και την εφαρμοσιμότητα των διαφόρων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων κατά την εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών καθώς και σχετικά με τις δυσκολίες που προέκυψαν κατά την αξιοποίησή τους. Έπειτα παρουσιάζονται τα συμπεράσματα σχετικά με την αποτίμηση των θετικών και αρνητικών στοιχείων που άφησε η περίοδος της πανδημίας Covid-19 στην διδακτική των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στη διδακτική των πειραμάτων, και τη συχνότητα αξιοποίησης των μορφών εκτέλεσης πειραμάτων. Ακολουθεί η συσχέτιση των ευρημάτων της έρευνας με τα θεωρητικά δεδομένα και τους προβληματισμούς που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία. Στη συνέχεια γίνονται προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση του θέματος και τέλος παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Θεωρητικό πλαίσιο για την εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση

2.1. Γενικό πλαίσιο – Διαπιστώσεις για την εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση

Στην ενότητα αυτή γίνεται ανάλυση των βασικών αρχών της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης, προκειμένου να διευκολυνθεί η κατανόηση των θεμάτων που εξετάζονται στην παρούσα έρευνα. Αρχικά, γίνεται αναφορά στον ορισμό της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης και στη σχέση της με τα παραδοσιακά μοντέλα διδασκαλίας. Στη συνέχεια, αναλύεται ο ρόλος του εκπαιδευτικού αλλά και του εκπαιδευτικού υλικού σε σχέση με την επίτευξη των μαθησιακών στόχων. Ακολούθως, εξετάζονται τα χαρακτηριστικά της σύγχρονης μαθησιακής κουλτούρας, τα νέα χαρακτηριστικά και οι νέες δεξιότητες των διδασκομένων. Τέλος, αναλύονται οι μορφές εξΑΕ με την χρήση Τ.Π.Ε. (σύγχρονη, ασύγχρονη και μεικτή), τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους.

Ο όρος «εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση» χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1970 και επίσημα αναγνωρίστηκε το 1982 από το Διεθνές Συμβούλιο για την Ανοιχτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση (Λιοναράκης, 2006). Ο όρος αυτός επικεντρώνεται στην αντίληψη της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης ως μιας «ανοιχτής», συνεχούς και προσβάσιμης διαδικασίας που ανταποκρίνεται στις μαθησιακές ανάγκες όλων των τύπων και μορφών εκπαίδευσης για όλους τους πολίτες (Λιοναράκης, 2001).

Για να οριστεί η έννοια της εξΑΕ πρέπει να ληφθούν υπόψη ορισμένοι παράγοντες που αποτυπώνουν τα χαρακτηριστικά αυτής της μορφής εκπαίδευσης. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν τον μαθητή, τον εκπαιδευτικό, τη μάθηση, τη διδασκαλία, την επικοινωνία, το μαθησιακό υλικό, τον τόπο, τον χρόνο, τον εκπαιδευτικό φορέα και την αξιολόγηση (Λιοναράκης, 2001). Βασίζόμενος σε αυτούς τους παράγοντες, ο Λιοναράκης (2001) ορίζει την εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση ως «την εκπαίδευση που διδάσκει και ενεργοποιεί το μαθητή πώς να μαθαίνει μόνος του και πώς να λειτουργεί αυτόνομα προς μία ευρετική πορεία αυτομάθησης και γνώσης». Η εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση είναι πολυεπίπεδη τόσο στη θεωρία όσο και στην πράξη, καθώς παρέχει μαζική και εξατομικευμένη εκπαίδευση, διαθεματική και ποιοτική διδασκαλία, καθώς και ευέλικτη και ενδιαφέρουσα μάθηση (Λιοναράκης, 2006).

Αναλυτικότερα, η εξΑΕ ορίζεται ως ένα σύνολο μορφών εκπαίδευσης, οι οποίες παρέχουν οργανωμένες ευκαιρίες μάθησης σε μαθητές που μελετούν ατομικά και απομονωμένοι από τον εκπαιδευτικό ως προς τον χώρο και τον χρόνο (Παπαδημητρίου, 2018). Τα χαρακτηριστικά της περιλαμβάνουν την απόσταση μεταξύ του διδάσκοντα και του διδασκόμενου, την εξασφάλιση αμφίδρομης επικοινωνίας μεταξύ τους και τη δυνατότητα συναντήσεών τους. Επιπλέον, περιλαμβάνει τη χρήση τεχνικών μέσων και την παρέμβαση ενός εκπαιδευτικού οργανισμού στη μαθησιακή διαδικασία (Keegan, 1996).

Επιπρόσθετα, πρόκειται για μια μέθοδο που εφαρμόζεται σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης και αξιοποιεί τις νέες τεχνολογίες και τα μέσα μαζικής ενημέρωσης για να παρουσιάσει ειδικά σχεδιασμένο εκπαιδευτικό υλικό καθώς και για να διαμορφώσει τις μορφές επικοινωνίας μεταξύ του εκπαιδευόμενου και του εκπαιδευτή. Ο εκπαιδευόμενος βρίσκεται απομακρυσμένος από τον εκπαιδευτή του, αλλά λαμβάνει συστηματική καθοδήγηση και υποστήριξη από αυτόν (Ματραλής & Λυκουργιώτης, 1998).

Εξάλλου, η εξΑΕ αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα εκπαίδευσης που συμπληρώνει τα κενά που υπάρχουν στη συμβατική εκπαίδευση. Πρόκειται για μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία εκπαίδευσης που αξιοποιεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τα σύγχρονα τεχνολογικά εργαλεία που είναι διαθέσιμα ώστε να επιτευχθούν οι εκπαιδευτικοί στόχοι της (Μανούσου, 2020). Αποτελεί τον πρωταρχικό τρόπο αυτομελέτης, που πλαισιώνει ένα είδος μιντιακά διαμεσολαβούμενης διδακτικής συζήτησης, ενός καθοδηγούμενου εκπαιδευτικού διαλόγου προκειμένου να διευκολυνθεί η μάθηση (Holmberg, 2002). Σύμφωνα με τον Keegan (2001), η εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση περιλαμβάνει δύο κύριες διαστάσεις. Η πρώτη είναι η εξ αποστάσεως διδασκαλία, η οποία αφορά την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού από ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα ή οργανισμό. Η δεύτερη διάσταση είναι η εξ αποστάσεως μάθηση, που αναφέρεται στη διαδικασία της μάθησης που πραγματοποιεί ο ίδιος ο εκπαιδευόμενος ενεργά. Ανάλογα με την βαθμίδα και τους στόχους της εκπαίδευσης, η εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση μπορεί να λειτουργεί ως κύρια ή συμπληρωματική μέθοδος εκπαίδευσης.

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1990, η χρήση των Τ.Π.Ε. στην εξΑΕ έχει συμβάλλει σημαντικά στην εξάπλωσή της, προσδίδοντας παράλληλα στον τομέα μια νέα δυναμική (Μακράκης, 2000; Keegan, 1996), ενώ παράλληλα η συνεχής εξέλιξή τους δημιουργεί τις κατάλληλες προϋποθέσεις για μια πολυμορφική εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση (Λιοναράκης, 2006). Αυτή η προσέγγιση είναι πολυδιάστατη, ευέλικτη, δημοκρατική, ποιοτική και συμπληρωματική σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης (Μπιγιάκη, 2009), καθώς

προσαρμόζεται και εναρμονίζεται με τα διαρκώς ανανεούμενα εκπαιδευτικά δεδομένα (Λεβέντης, 2016), παρέχοντας νέες δυνατότητες για την δημιουργία καινοτόμων και αποτελεσματικών περιβαλλόντων διδασκαλίας και μάθησης (Ζυγούρης & Μαυροειδής, 2011). Φυσικά, η χρήση τους πρέπει να σχεδιάζεται και να αναπτύσσεται στην εκπαιδευτική διαδικασία με την κατάλληλη παιδαγωγική προσέγγιση, έτσι ώστε επιτυγχάνονται τα μέγιστα οφέλη για τους εκπαιδευόμενους (McPherson & Nunes, 2004).

2.1.1. Ρόλος του εκπαιδευτικού στην εξΑΕ

Οι απαιτήσεις και οι δεξιότητες που απαιτούνται από έναν διδάσκοντα στην εξΑΕ διαφέρουν απ' αυτές ενός διδάσκοντα σ' ένα παραδοσιακό σύστημα εκπαίδευσης, καθώς οι συνθήκες υπό τις οποίες λαμβάνει χώρα η διδασκαλία και η μάθηση είναι διαφορετικές (Λιοναράκης, 2006). Ο νέος ρόλος στοχεύει σε μία αυτορυθμιζόμενη μάθηση μέσω της πλήρους αξιοποίησης των διαδικασιών της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης, της επικοινωνίας, της συμβουλευτικής και της υποστήριξης. Είναι κρίσιμος και πολύπλοκος - σε τυπικές και μη τυπικές διαδικασίες - για την αποτελεσματικότητα της μαθησιακής διαδικασίας στο πλαίσιο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και απαιτεί ένα μοναδικό σύνολο επαγγελματικών δεξιοτήτων (Παπαδημητρίου, 2014).

Συγκεκριμένα, ο διδάσκων πρέπει να αναπτύξει κατάλληλες δεξιότητες και μεθόδους διδασκαλίας που να ενισχύουν την μάθηση και την επικοινωνία με τους μαθητές. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να χρησιμοποιεί εργαλεία επικοινωνίας που καθιστούν την διαδικασία της μάθησης πιο ενεργή, συμμετοχική και εποικοδομητική (Kiriakidis, 2007). Δεν έχει πλέον τον ρόλο του απλού διανομέα της πληροφορίας, αλλά θα πρέπει να θέτει ως επίκεντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας τον μαθητή δημιουργώντας ένα αποτελεσματικό περιβάλλον μάθησης. Δεν συμμετέχει απλώς στη μαθησιακή διαδρομή, αλλά γίνεται μέλος της ομάδας (ONeil, 2006), αποτελώντας καθοριστικό παράγοντα στη μάθηση. Δεν διαθέτει πλέον την αυτονομία που είχε στην παραδοσιακή εκπαίδευση και δεν έχει το συνολικό έλεγχο του μαθησιακού περιβάλλοντος. Αντίθετα, λειτουργεί όχι απλά ως συνεργάτης του εκπαιδευόμενου αλλά ως διαμεσολαβητής και σύνδεσμος με την κοινότητα της γνώσης και ως ειδικός στο επιστημονικό πεδίο (Harasim, 2002).

Καθώς στην εξΑΕ ο εκπαιδευόμενος αναλαμβάνει μεγαλύτερη ευθύνη για τις σπουδές του, ο διδάσκων πρέπει να αναλάβει το ρόλο του συμβούλου και μεσολαβητή, παρακινώντας και

υποστηρίζοντας τους εκπαιδευόμενους. Πρέπει να κατανοεί τις ανάγκες τους και να οργανώνει τα εκπαιδευτικά προγράμματα (Nchindila, 2007) προσαρμόζοντας τους στόχους ανάλογα με τις υπάρχουσες αντιλήψεις των εκπαιδευομένων (Laurillard, 2002), με στόχο την επίτευξη μέγιστης αποτελεσματικότητας στην μαθησιακή διαδικασία (Nchindila, 2007). Ο ρόλος του γίνεται περισσότερο καθοδηγητικός και υποστηρικτικός. Επικοινωνεί συχνά με τους εκπαιδευόμενους, παρακολουθεί τον καθένα ατομικά, τον ενθαρρύνει και τον κατευθύνει. Αυτό επιτυγχάνεται κυρίως μέσω της υποστήριξης των δραστηριοτήτων και της αξιολόγησης των γραπτών εργασιών του (Λιοναράκης, 1999, Ανδρεάτος, 2007), οι οποίες αποτελούν διδακτικά εργαλεία και πηγή εξατομικευμένης διδασκαλίας (Race, 1999) καθώς και της κατάλληλης ανατροφοδότησης (Laurillard, 2002), δηλαδή της παροχής πληροφοριών σχετικά με το περιεχόμενο των εργασιών, ώστε ο εκπαιδευόμενος να σημειώνει πρόοδο (Race, 1999).

Επιπλέον, σύμφωνα με τον Λιοναράκη (2005), ο διδάσκων έχει το καθήκον να παρέχει συνεχή καθοδήγηση και συμβουλευτική υποστήριξη με μείωση της παρέμβασης. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να παρουσιάζει τη νέα γνώση, να ελέγχει συνεχώς την κατανόηση των εκπαιδευομένων και να παρέχει ανάλογη ανατροφοδότηση, όπως τονίζει και ο Ματσαγγούρας (1994). Σύμφωνα με τον Goodyear (2005), ο διδάσκοντας θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ένα βήμα μπροστά από τον μαθητή, τόσο ως προς τις παιδαγωγικές γνώσεις όσο και τις διανοητικές ικανότητες. Αυτό έχει ως στόχο να μην βρεθεί ο διδάσκων προ εκπλήξεως σχετικά με το τι ακριβώς πρέπει να κάνει ή να επιτύχει ο μαθητής.

Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, ειδικά στα διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης, όπου η απόσταση αποτελεί βασικό παράγοντα. Στο πλαίσιο αυτό, ο σχεδιασμός των μαθησιακών δραστηριοτήτων βασίζεται και επιδιώκει παιδαγωγικές στρατηγικές που είναι ανοικτές, συνεργατικές και ισότιμες για τους εκπαιδευόμενους. Εξάλλου, οι ενέργειες και οι πρωτοβουλίες του εκπαιδευτή στοχεύουν να ενδυναμώσουν τους μαθητές, ώστε να οικοδομήσουν τις γνώσεις τους μέσω της ενεργούς συμμετοχής τους σε έναν διάλογο που ενθαρρύνει τη σκέψη και την αναστοχαστική διαδικασία. Απώτερος στόχος είναι η δημιουργία μιας άτυπης κοινότητας μάθησης όπου επικρατεί εμπιστοσύνη και υποστηρίζονται οι κοινοί στόχοι των μαθητών (Τζιμογιάννης, 2017).

Στο πλαίσιο της Ανοιχτής και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης, ο ρόλος των διδασκόντων περιλαμβάνει διάφορες διαστάσεις. Η πρώτη είναι η διάσταση της διευκόλυνσης ή «ακαδημαϊκής διευκόλυνσης», η οποία περιλαμβάνει τη βοήθεια και τη συμβουλευτική για

τη βελτίωση ή διόρθωση της μάθησης. Περιλαμβάνει επίσης τον σχεδιασμό και την καθοδήγηση συζητήσεων ανάμεσα στους μαθητές, είτε αυτές είναι πρόσωπο με πρόσωπο είτε μέσω τηλεδιασκέψεων. Η δεύτερη διάσταση είναι η διδακτική διάσταση, που περιλαμβάνει την προσαρμογή των μαθησιακών περιεχομένων στις ιδιαίτερες ανάγκες και ενδιαφέροντα των μαθητών. Περιλαμβάνει επίσης την υποστήριξη και καθοδήγησή τους για την κατανόηση του περιεχομένου και τη σύνδεσή του με τους μαθησιακούς τους στόχους, με σκοπό την ανάπτυξη και εφαρμογή αποτελεσματικών μαθησιακών διεργασιών. Η τρίτη διάσταση είναι η συμβουλευτική διάσταση, που περιλαμβάνει την υποστήριξη και ενθάρρυνση των μαθητών σε θέματα που επηρεάζουν τη μάθησή τους, αλλά δεν συνδέονται άμεσα με το περιεχόμενο της μαθησιακής ύλης. Τέλος, υπάρχει η διαχειριστική διάσταση, η οποία αναφέρεται στον ρόλο του διδάσκοντα ως ενδιάμεσος κρίκος μεταξύ του εκπαιδευτικού ιδρύματος και των μαθητών. Αυτό περιλαμβάνει τη διαχείριση θεμάτων όπως εγγραφές, επιλογές θεματικών ενοτήτων, εξετάσεις, εργασίες και προθεσμίες, με σκοπό την προσωποποίηση του ιδρύματος στους μαθητές (Παπαδημητρίου, 2014).

Επιπλέον, ο διδάσκων θα πρέπει να επιδεικνύει ένα σύνολο δεξιοτήτων, οι οποίες συνθέτουν το ρόλο του. Καταρχήν, απαιτούνται οργανωτικές δεξιότητες, όπως η ικανότητα να οργανώνει τα θέματα που θα συζητηθούν, να ορίζει το χρονοδιάγραμμα και τα χρονικά περιθώρια, να καθορίζει τους κανόνες λήψης αποφάσεων καθώς και άλλους διαδικαστικούς κανόνες (Berge, 1995), να οργανώνει τη διαδικασία μάθησης, να διευκολύνει την επικοινωνία και τη συνεργασία μεταξύ των εκπαιδευομένων και να καθορίζει την ανάθεση εργασιών και τις πηγές πληροφόρησης (Salmon, 2002).

Πολύ σημαντικές είναι και οι κοινωνικές δεξιότητες, καθώς οφείλει να δημιουργεί φιλικό κλίμα μέσα στην κοινότητα μάθησης, να στηρίζει, να ενθαρρύνει, να εμπυχώνει και να παρέχει ανατροφοδότηση στους εκπαιδευομένους (Berge, 1995; Salmon, 2002). Επιπλέον, ως διαμεσολαβητής της εκπαίδευσης, που διαθέτει παιδαγωγικές δεξιότητες, κατευθύνει τη συζήτηση σε κρίσιμα σημεία, θέτει ερωτήσεις, αξιολογεί τις απαντήσεις (Berge, 1995), θέτει στο επίκεντρο τον εκπαιδευόμενο και τον κατευθύνει προς μια πορεία αυτομάθησης παροτρύνοντάς τον σε διαρκή αλληλεπίδραση (Salmon, 2002). Τέλος, διαθέτοντας τεχνικές και ψηφιακές δεξιότητες, μπορεί να αξιοποιεί παιδαγωγικά τις νέες τεχνολογίες (Salmon, 2002), να διευκολύνει τους εκπαιδευόμενους με τη χρήση του υπολογιστή, να παρουσιάζει και να ενημερώνει για το απαραίτητο λογισμικό και να παρέχει βοήθεια σε περιπτώσεις προβλημάτων που αφορούν την τεχνολογία (Berge, 1995). Όταν οι εκπαιδευόμενοι

εξοικειωθούν με τη χρήση του υπολογιστή και του λογισμικού (Berge, 1995) και γίνουν πιο ανεξάρτητοι, αναπτύσσοντας τους δικούς τους τρόπους αλληλεπίδρασης με το σύστημα και μεταξύ τους, τότε ο ρόλος του διδάσκοντα γίνεται απλά υποστηρικτικός (Salmon, 2002).

Θα πρέπει να τονιστεί ότι ο ρόλος της επικοινωνίας στην εκπαίδευση από απόσταση έχει ιδιαίτερη σημασία κυρίως λόγω της απόστασης που υπάρχει ανάμεσα στον διδάσκοντα και στο μαθητή, καθώς απαιτείται η μεταξύ τους συνεργασία για την επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων (Ζυγούρης & Μαυροειδής, 2011). Καθώς ο εκπαιδευόμενος στην εκπαίδευση από απόσταση μπορεί να αισθάνεται απομονωμένος κατά την διάρκεια της μελέτης, η επικοινωνία που αναπτύσσεται τον βοηθά να μειώσει ή να εξαλείψει τα προβλήματα που δημιουργούνται (Cekerol, Torpac & Ozkalan, 2007), τα αρνητικά συναισθήματα και το αίσθημα μοναξιάς που νιώθει, ώστε να μην οδηγηθεί σε αποτυχία αλλά να αναπτύξει την ανάγκη για εμπειρία (Blasquez & Alonso, 2006).

Εξάλλου, η επικοινωνία στην εξΑΕ διαμορφώνει δημιουργικές σχέσεις μεταξύ διδάσκοντα και διδασκομένων καθώς και μεταξύ των ίδιων των διδασκομένων και υποκινεί την διατύπωση και την επίτευξη εκπαιδευτικών στόχων, χωρίς να επιβάλλει απόψεις ή λύσεις. Επιπλέον, προάγει την αλληλοεκτίμηση μεταξύ όλων των μελών της εκπαιδευτικής ομάδας (Dhanarajan, 1996), ενθαρρύνει την αλληλεπίδραση, την συνεργασία και την ομαδικότητα μεταξύ του εκπαιδευτή και των εκπαιδευομένων (Boulton, 2002) και αποκαλύπτει τις αντιλήψεις και τις διαφορές μεταξύ των συμμετεχόντων, με στόχο να αποκτήσουν διαφορετικούς τρόπους θεώρησης του κόσμου (Laurillard, 2002).

Για να υπάρξει μια εποικοδομητική και υποστηρικτική διαπροσωπική σχέση μεταξύ ενός συμβούλου και ενός εκπαιδευόμενου, υπάρχουν ορισμένα σημαντικά χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτει ο σύμβουλος (Tait, 2000; Stevenson & Sander, 1998). Αυτά τα χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν την ενσυναίσθηση, το σεβασμό, την άνευ όρων αποδοχή, τη γνησιότητα, την αυθεντικότητα, την απλότητα, την προσιτότητα και την ευκρίνεια. Επιπλέον, με βάση δεδομένα από διδάσκοντες και διδασκόμενους (CoL, 2003; Haag, 1990, όπως αναφέρεται στο Παπαδημητρίου 2014), ο «ιδεατός διδάσκων» της εξΑΕ παρουσιάζεται ως ένα πρότυπο. Όντας συνεπής, εμπυχωτικός αλλά ειλικρινής, αμερόληπτος, ευγενικός, αξιοσέβαστος, υπομονετικός, προσωπικός και ανεκτικός, κατανοεί, βοηθάει και αποδέχεται τις ιδέες των εκπαιδευομένων. Προσφέρει ευελιξία όταν χρειάζεται, δείχνει ένα γνήσιο ενδιαφέρον στη δημιουργία κινήτρων στους εκπαιδευόμενους, παρέχει σαφείς εξηγήσεις σχετικά με τις προσδοκίες του και εκφράζει την ικανοποίησή του με επιπλέον ερωτήματα.

Επιπλέον, εντοπίζει λάθη και τα διορθώνει με αυστηρές αλλά ευγενικές και εποικοδομητικές παρατηρήσεις και ενθαρρυντικά σχόλια, γράφει όλες τις διορθώσεις ευανάγνωστα και με σημαντικό επίπεδο λεπτομέρειας και επιστρέφει αμέσως τις εργασίες, παρέχοντας την καλύτερη δυνατή ανατροφοδότηση. Επίσης, δίνει μια επιπλέον ώθηση για να ενθαρρύνει έναν εκπαιδευόμενο που αντιμετωπίζει δυσκολίες, διευκρινίζει σημεία που δεν έχουν γίνει εύκολα κατανοητά και είναι χρήσιμος για την επίτευξη των στόχων του εκπαιδευόμενου.

Δεν θα πρέπει να αγνοήσουμε και τη σημασία της στάσης των εκπαιδευτικών απέναντι στην εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, καθώς από αυτήν εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η επιτυχία ενός προγράμματος. Η εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση εισάγει νέες διδακτικές και μαθησιακές πρακτικές που είναι βολικές για τους εκπαιδευόμενους, αλλά αποτελούν πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς. Η δημιουργία μαθημάτων, η διαχείριση των φόρουμ συζήτησης, η απάντηση σε ηλεκτρονικά μηνύματα απαιτούν αυξημένο χρόνο και προσπάθεια (Παππάς, 2021). Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να διαθέτουν τις απαραίτητες δεξιότητες στη χρήση της τεχνολογίας, να είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση ηλεκτρονικών συσκευών και να προσαρμόσουν το τρόπο διδασκαλίας τους προκειμένου αυτός να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις και τις ανάγκες των εκπαιδευομένων. Όλα αυτά είναι απαραίτητα για μια επιτυχημένη εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και απαιτούν εκπαίδευση και αφιέρωση χρόνου από την πλευρά των διδασκόντων. Ωστόσο, όταν απουσιάζουν τα κίνητρα που θα ενθαρρύνουν τους εκπαιδευτικούς να καταβάλουν επιπλέον προσπάθεια, το σύνολο της προσπάθειας μπορεί να καταλήξει σε αποτυχία (Weber, 1996). Φυσικά, η πολυπλοκότητα του ρόλου του και το πολυσύνθετο και απαιτητικό έργο που αναλαμβάνει ο διδάσκων της εξΑΕ δημιουργεί αγχωτικές καταστάσεις. Συνεπώς, είναι σημαντική η υποστήριξη και η συνεχής επαγγελματική ανάπτυξή του (Παπαδημητρίου & Λιοναράκης, 2010).

2.1.2. Ο ρόλος, η σημασία και τα χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού υλικού στην εξΑΕ

Η εξΑΕ είναι μια μέθοδος (Ματραλής, 1998), όπου οι εκπαιδευόμενοι μαθαίνουν χωρίς τη φυσική παρουσία του διδάσκοντα, απομακρυσμένοι από την παραδοσιακή αίθουσα διδασκαλίας. Το κύριο χαρακτηριστικό που διακρίνει αυτήν τη μέθοδο από τις άλλες εκπαιδευτικές μεθόδους είναι η απόσταση μεταξύ του διδάσκοντα και του διδασκόμενου. Σε αυτό το πλαίσιο, ο ρόλος του διδάσκοντα ως συμβούλου και εμπνευστή, σε συνδυασμό με το ειδικά σχεδιασμένο εκπαιδευτικό υλικό, αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για τον

σχεδιασμό και την υλοποίηση σχολικών προγραμμάτων εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης. Αντίθετα με την τριαδική σχέση εκπαιδευτή, εκπαιδευόμενου και περιεχομένου που χαρακτηρίζει τη συμβατική εκπαίδευση, η εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση βασίζεται στην τετραδική σχέση μεταξύ εκπαιδευτή, εκπαιδευόμενου, εκπαιδευτικού υλικού και μέσου (Σοφός & Kron, 2010).

Η αλληλεπίδραση μεταξύ του εκπαιδευόμενου και του εκπαιδευτικού υλικού αποτελεί ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της εκπαίδευσης, σύμφωνα με τον Moore (1989). Αυτή η αλληλεπίδραση έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει αλλαγές στην κατανόηση, την οπτική γωνία ή τις γνωστικές δομές του μαθητή. Στην εκπαιδευτική διαδικασία της εξΑΕ το εκπαιδευτικό υλικό πρέπει να είναι προσεκτικά και κατάλληλα οργανωμένο και δομημένο σε σχέση με τα μαθησιακά αντικείμενα. Ο μαθητής αποκτά γνώσεις από το εκπαιδευτικό υλικό, είτε αυτό είναι έντυπο είτε ηλεκτρονικό και ο διδάσκων έχει τον ρόλο να το υποστηρίζει, παρέχοντας συμβουλές και καθοδήγηση.

Η ιδιαιτερότητα της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης, όσον αφορά το εκπαιδευτικό-διδακτικό υλικό, είναι ότι αυτό αποτελεί τον κύριο πυλώνα της διαδικασίας της διδασκαλίας. Ο διδάσκων υποστηρίζει το εκπαιδευτικό υλικό μέσα από μία διαδικασία αλληλοσυμπλήρωσης του έργου, για το οποίο ο Rowntree (οπ. αναφ. στο Νικολάου, 2010) αναφέρει ότι «περιέχει έναν δάσκαλο σε ετοιμότητα, ο οποίος ενεργοποιείται μόλις αυτό ανοιχτεί και είναι έτοιμος να βοηθήσει το διδασκόμενο να μάθει» (σ. 18).

Η καινοτομία του έγκειται στον τρόπο παρουσίασης της συγκεκριμένης πληροφορίας, ο οποίος έχει σκοπό να κατευθύνει τους μαθητευόμενους και να τους εμπλέκει ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία (Λιοναράκης, 2001). Το περιεχόμενο που οργανώνεται στο εκπαιδευτικό υλικό πρέπει να αντισταθμίζει την έλλειψη της δια ζώσης επικοινωνίας, λαμβάνοντας υπόψη βασικές παιδαγωγικές αρχές σχετικά με τον τρόπο παρουσίασης του μαθησιακού περιεχομένου. Έτσι, σύμφωνα με τον Holmberg (2002), ο κάθε διδάσκων που δημιουργεί μόνος του το εκπαιδευτικό υλικό πρέπει να δώσει προσοχή τόσο στον τρόπο οργάνωσης του μαθησιακού περιεχομένου όσο και στα μέσα που θα επιλέξει για να παρουσιάσει το περιεχόμενο.

Η κατάλληλη διαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για την επιτυχή πορεία και ολοκλήρωση της εξΑΕ, καθώς επηρεάζει την ποιότητά της, επιτελώντας μια σειρά από λειτουργίες. Συγκεκριμένα, παρουσιάζει την πραγματικότητα στους

εκπαιδευόμενους μέσω επιλεγμένου πληροφοριακού υλικού προωθώντας την αυτονομία, την ενεργητικότητα, την ανακαλυπτικότητα και την ομαδοσυνεργατική μάθηση. Ταυτόχρονα παρέχει συγκεκριμένες παιδαγωγικές κατευθύνσεις μέσα από ένα πλούσιο, αλληλεπιδραστικό και πολυμορφικό περιβάλλον, στο οποίο οι εκπαιδευόμενοι εμπλέκονται ενεργά και μαθαίνουν πώς να μαθαίνουν (Λιοναράκης, 2009). Επιπρόσθετα, προκαλεί ερωτήματα που παρέχουν συνεχώς στους εκπαιδευόμενους κίνητρα για μάθηση (Lionarakis, 2008; Λιοναράκης, 2009; Σοφός & Kron, 2010; Αναστασιάδης, 2014; Ιωακειμίδου, 2018) και διευκολύνει τη διερεύνηση και την ανατροφοδότηση, καθοδηγώντας, εμπυχώνοντας και ενθαρρύνοντας τον μαθητή (Μανούσου, 2009).

Επιπλέον, η μεγάλη σημασία του εκπαιδευτικού υλικού έγκειται στο γεγονός ότι βοηθάει στην εξΑΕ την παρουσίαση του περιεχομένου με διάφορους τρόπους, όπως ο ορισμός και η ερμηνεία εννοιών, η εισαγωγή και επεξήγηση νόμων, κανόνων και αρχών, η περιγραφή γεγονότων, κ.α (Σοφός & Kron, 2010; Lionarakis, 2008; Αναστασιάδης, 2014; Ιωακειμίδου, 2018). Εκτός από τη μετάδοση πληροφορίας, το εκπαιδευτικό υλικό εμπλουτίζεται με δραστηριότητες που στοχεύουν στο να καταστήσουν πιο βιωματική και δημιουργική τη μελέτη και να βοηθήσουν τον εκπαιδευόμενο να επεξεργαστεί δεδομένα χωρίς την παρουσία του διδάσκοντα. Οι δραστηριότητες αυτές έχουν τη μορφή εργασιών, ασκήσεων, πρακτικής εξάσκησης και ανατροφοδότησης (Μουζάκης, 2006), οι οποίες, σε αναλογία τόσο με το εύρος του γνωστικού αντικειμένου όσο και με τους σκοπούς και στόχους του υλικού, χωρίζονται σε δραστηριότητες και ασκήσεις για την ανάδειξη και αξιοποίηση γνώσεων και εμπειριών, την επαλήθευση και αυτοαξιολόγηση γνώσεων και δεξιοτήτων, την αναζήτηση και επεξεργασία πληροφοριών, την εφαρμογή, την κριτική σκέψη και τη δημιουργικότητα (Λιοναράκης, 2001). Μέσα από την ποικιλία των δραστηριοτήτων που περιλαμβάνονται, επιτυγχάνεται μια εμβάθυνση του περιεχομένου, ενώ παράλληλα αναπτύσσονται οι απαραίτητες δεξιότητες για την πρόοδο και την ανάπτυξη των μαθητών (Λιοναράκης, 2009). Επιπλέον, παρέχονται ευκαιρίες για την εξοικείωσή τους με διάφορες διαδικασίες αξιολόγησης και αυτοαξιολόγησης, έτσι ώστε να μπορούν να αξιολογούν την πρόοδο και τα αποτελέσματα της δικής τους μάθησης (Μουζάκης, 2006). Επομένως, η ποικιλία του περιεχομένου, που χαρακτηρίζεται ως πολυτροπική και όχι απλή αναπαραγωγή ψηφιακού κειμενικού υλικού, μπορεί να ενισχύσει τη χρήση του παραδοσιακού έντυπου υλικού και να ενισχύσει τη συνολική εκπαιδευτική διαδικασία (Lionarakis, 2008; Fragaki & Lionarakis, 2011; Matzakos & Kalogiannakis, 2018).

Ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών του εκπαιδευτικού υλικού, σύμφωνα με μια βασική αρχή της εξΑΕ, ξεκινά από το ότι οφείλει να παρακινήσει και να διευκολύνει τους μαθητές να ασχοληθούν με τη μελέτη τους, δημιουργώντας κατά τον Holmberg (2002), έναν καθοδηγούμενο διάλογο που συμβάλλει στην ενεργητική μάθηση, κάτι που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις αυτού του εκπαιδευτικού πλαισίου (Γκιόσος & Κουτσούμπα, 2005; Χουλιάρα, Λιοναράκης & Σπανακά, 2011). Σε συνδυασμό με την προσέγγιση του καθοδηγούμενου διδακτικού διαλόγου, το ηλεκτρονικό εκπαιδευτικό υλικό αναλαμβάνει τον ρόλο του εκπαιδευτικού, καθώς προσφέρει λειτουργίες που συνήθως ρυθμίζονται από τον εκπαιδευτικό σε μια παραδοσιακή τάξη. Ο μαθητής αλληλεπιδρά με το εκπαιδευτικό υλικό, το οποίο έχει δομηθεί με κατάλληλο διδακτικό τρόπο, για να δημιουργήσει ένα περιβάλλον που αντικαθιστά την απουσία του εκπαιδευτικού και της δια ζώσης επικοινωνίας. Ταυτόχρονα, ο διδακτικός μετασχηματισμός του εκπαιδευτικού υλικού στο πλαίσιο αυτής της μεθοδολογίας πρέπει να ενισχύει τον μαθητή, επιτρέποντάς του να συμμετέχει ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία. Έτσι, ο μαθητής θα είναι σε θέση να μάθει αυτοδίδακτα, εκτελώντας μαθησιακές δραστηριότητες και ασκήσεις, αξιοποιώντας συνειδητά διάφορα εκπαιδευτικά εργαλεία, και να αποκτήσει αυτονομία ως προς τον τρόπο, τον τόπο, τον χρόνο και τον ρυθμό της εργασίας και της μάθησης (Σοφός, Κώστας & Παράσχου, 2015).

Καθοριστική σημασία για την κατανόηση του τρόπου οργάνωσης του μαθησιακού περιεχομένου έχει επίσης και η έννοια της «συνάφειας» (Holmberg, 2002). Κάθε άτομο μαθαίνει καλύτερα όταν μπορεί να συνδέσει και να επεξεργαστεί τις πληροφορίες που αντιλαμβάνεται κατά τη διάρκεια της μάθησης. Αυτό σημαίνει ότι το μαθησιακό περιεχόμενο δεν πρέπει να παρουσιάζεται ως μια απλή ακολουθία πληροφοριών, αλλά θα πρέπει να βοηθά τον μαθητή να συνδέσει τις εμπειρίες και τις γνώσεις του με τις νέες πληροφορίες που αποκτά (Kron & Σοφός, 2007).

Για να επιτευχθεί ένα ηλεκτρονικό περιβάλλον ανοικτής εκπαίδευσης που βασίζεται στην ενεργό συμμετοχή, απαιτείται να ενισχύει και να ενθαρρύνει τη «θέληση» των ατόμων για ενεργό εργασία και μάθηση (Race, 1999; Boekaert, 2002; Βοσνιάδου, 2001). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω διάφορων στοιχείων του ηλεκτρονικού εκπαιδευτικού υλικού, τα οποία πρέπει να σχεδιαστούν με συνδυαστικό και οργανωμένο τρόπο, προκειμένου να προσελκύουν το ενδιαφέρον, να παρακινούν και να ενθαρρύνουν συνεχώς τους μαθητές να εμπλακούν και να μην εγκαταλείψουν τη μελέτη.

Επιπλέον, η καλλιέργεια δεξιοτήτων είναι μια διαδικασία, η οποία πρέπει να αποτελεί βασικό στόχο κατά τον σχεδιασμό και τη δημιουργία εξΑ εκπαιδευτικού υλικού για όλα τα γνωστικά αντικείμενα σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης (Μανούσου & Χαρτοφύλακα, 2020). Όταν μιλάμε για δεξιότητες, αναφερόμαστε στην ικανότητα να εφαρμόζουμε και να συνδυάζουμε τις γνώσεις, τις εμπειρίες και τις συμπεριφορές μας, προκειμένου να ζούμε ανεξάρτητα, να συμμετέχουμε ενεργά στην κοινωνία και να διαχειριζόμαστε καταστάσεις και ζητήματα της καθημερινής ζωής μας (Chell, 2013).

Η καλλιέργεια και η ανάπτυξη των τεσσάρων δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα (Κανέλλου, 2019) είναι πολύ σημαντικές, προκειμένου να εξοπλιστούν οι μαθητές με τις απαραίτητες δεξιότητες για να αντεπεξέλθουν στις μελλοντικές προκλήσεις που αφορούν τις κοινωνικές αλλαγές, τη διαχείριση της πληροφορίας στη σύγχρονη ψηφιακή κοινωνία και την εκπαιδευτική και επαγγελματική τους ανάπτυξη (Θωμά, Τζοβλά & Καραφωτιά, 2018). Συνεπώς, το εκπαιδευτικό υλικό πρέπει να παρέχει δραστηριότητες που αναδεικνύουν πολλαπλές διαστάσεις ενός θέματος και να ενισχύουν αυτές τις δεξιότητες τόσο μέσα από το ίδιο το υλικό όσο και κατά τη χρήση του (Μανούσου & Χαρτοφύλακα, 2020).

Συγκεκριμένα, σε ό,τι αφορά στην κριτική σκέψη, η εξΑΕ, ως μια μορφή εκπαίδευσης μπορεί να στηρίζει την ανάπτυξή της, μέσα από τη μορφή του περιεχομένου του εκπαιδευτικού υλικού, το οποίο λειτουργεί και ως «δάσκαλος» και ως αντικείμενο γνώσης. Ενεργοποιεί τις γνωστικές δεξιότητες του εκπαιδευόμενου, ώστε να συλλέξει και να οργανώσει κατάλληλα τα δεδομένα που του παρέχονται, να τα αναλύσει και να αξιολογήσει αν μπορούν να τον οδηγήσουν στη μάθηση, αν ανταποκρίνονται στο στόχο του, αν ταιριάζουν με την εμπειρία του, αν δημιουργούν νέες στάσεις, συμπεριφορές και αξίες (Λιοναράκης, 2001). Η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης συνδέεται με την ικανότητα να εφαρμόζουμε τις προηγούμενες γνώσεις μας σε νέες καταστάσεις, καθώς και με τις δεξιότητες που απαιτούνται για την επίλυση προβλημάτων και τη δημιουργία νέας γνώσης (Ματσαγγούρας, 2007).

Οι δραστηριότητες που ενισχύουν την κριτική σκέψη περιλαμβάνουν την εντοπισμό και τον προσδιορισμό των κυριότερων χαρακτηριστικών στοιχείων ενός κειμένου, φαινομένου ή πειράματος, τη σύγκριση δύο ή περισσότερων καταστάσεων, την ερμηνεία γεγονότων, τον εντοπισμό ακολουθίας γεγονότων, την ανάλυση και την αξιολόγηση στοιχείων, επιχειρημάτων ή ισχυρισμών, καθώς και την εξαγωγή συμπερασμάτων και άλλες παρόμοιες δραστηριότητες (Μανούσου & Χαρτοφύλακα, 2020).

Σε ό,τι αφορά στη δημιουργικότητα, αυτή συνδέεται με διαστάσεις, όπως η πρωτοτυπία, η καινοτομία, οι νέες ιδέες, το απρόσμενο, το διαφορετικό (Μανούσου & Χαρτοφύλακα, 2020), η ευθυκρισία, η ενορατικότητα και ο ενστικτώδης ενθουσιασμός (Robinson, 2011). Για την δημιουργικότητα, η επίλυση προβλημάτων γίνεται μέσω της αναζήτησης όχι των συνηθισμένων και γνωστών απαντήσεων. Προκύπτουν πολλές πιθανές απαντήσεις που χαρακτηρίζονται από εφευρετικότητα, φαντασία, ελευθερία και οδηγούν σε ασυνήθιστα και αναπάντεχα αποτελέσματα (Σιούτας κ.α., 2011). Έτσι, το εκπαιδευτικό υλικό πρέπει να περιλαμβάνει δραστηριότητες που προάγουν τη δημιουργικότητα, όπως η αναζήτηση ασυνήθιστων χρήσεων, η χρήση τίτλων-σημασιών, οι προσαρμογές, οι τροποποιήσεις, οι αντικαταστάσεις, η συνέχιση ή η ολοκλήρωση μιας ιστορίας, η χρήση εικόνων και πολλά άλλα. Αυτές οι δραστηριότητες προσφέρουν το πεδίο για δημιουργική έκφραση και ενθαρρύνουν τους μαθητές να σκεφτούν εκτός των συνηθισμένων πλαισίων, προωθώντας την καινοτομία και τη φαντασία τους.

Όσον αφορά την επικοινωνία, η ανάπτυξή της πρέπει να επιδιώκεται μέσω δραστηριοτήτων με βιωματικό και παιγνιώδη χαρακτήρα, με σκοπό τη μάθηση (Θωμά κ.α., 2018). Στο πλαίσιο της εξΑΕ, η επικοινωνία πραγματοποιείται μέσω πολλών και διαφορετικών τεχνολογικών μέσων. Στο εξΑ εκπαιδευτικό υλικό, η επικοινωνία μπορεί να είναι σύγχρονη μέσω τηλεδιασκέψεων ή ασύγχρονη με ανταλλαγή μηνυμάτων μέσα από έναν χώρο δημόσιας συζήτησης (forum), ένα ηλεκτρονικό μήνυμα (email) κ.λ.π. (Μανούσου κ.α., 2020β). Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να δίνεται έμφαση στην αυθεντικότητα, την αμεσότητα, την απλότητα, τη σαφήνεια, αλλά και την αλληλεπίδραση. Η καλλιέργεια της επικοινωνιακής ικανότητας των μαθητών μέσα από συνεργατικές δράσεις, η ενεργός συμμετοχή τους και η ανάδειξη των προσωπικών τους εμπειριών ως κύριων ερεθισμάτων για μάθηση, συμβάλλουν στη συναισθηματική του σύνδεση με τη μάθηση. Όλα αυτά πρέπει να επιτυγχάνονται στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού υλικού, με τον τρόπο που παρουσιάζονται τα κείμενα, οι δραστηριότητες, οι ασκήσεις, οι εικόνες κ.λ.π. (Μανούσου & Χαρτοφύλακα, 2020).

Σε ό,τι αφορά τη συνεργασία, το εκπαιδευτικό υλικό πρέπει να περιλαμβάνει δραστηριότητες που ενθαρρύνουν τους μαθητές να συνεργάζονται και να εργάζονται σε ομαδικό πνεύμα. Οι μαθητές πρέπει να μάθουν να εκτελούν κοινά έργα, να λαμβάνουν αποφάσεις που επηρεάζουν το περιεχόμενο, τη διαδικασία ή το προϊόν του έργου και να μοιράζονται την κοινή ευθύνη. Ο σεβασμός των απόψεων των άλλων, η κατανομή των εργασιών και η ενεργητική ακρόαση θεωρούνται κατάλληλες πρακτικές για την ενεργοποίηση της

συνεργασίας. Η συνεργατική εργασία είναι αποτελεσματικότερη από την ατομική, καθώς ενθαρρύνει την εννοιολογική αλλαγή και κατανόηση, ενώ παρέχει επίσης ευκαιρίες για κοινωνικοποίηση και κοινωνική ένταξη των μαθητών (Θωμά κ.α., 2018).

Συνοψίζοντας, το εκπαιδευτικό υλικό για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση πρέπει να είναι πολυμορφικό και αλληλεπιδραστικό, προωθώντας την κριτική σκέψη, τη δημιουργικότητα και ενισχύοντας τη συνεργατικότητα και την επικοινωνία. Πρέπει να εφαρμόζει την αρχή που διατυπώνει ο Rowntree (1994), ότι το εκπαιδευτικό υλικό πρέπει να λειτουργεί σαν ένας «δάσκαλος σε πακέτο», συμβάλλοντας στην επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων.

Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι κατά τη διαδικασία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, ο εκπαιδευόμενος έχει την ανάγκη να γνωρίζει λεπτομερώς από τα πρώτα στάδια της μελέτης του τι πρέπει να πράξει, γιατί πρέπει να το πράξει, πότε πρέπει να το πράξει, πώς να το πράξει και, τελικά, να είναι σε θέση να αξιολογήσει εάν το έχει πράξει σωστά (Λιοναράκης, 2001). Επομένως, το υλικό για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση πρέπει να ακολουθεί ορισμένες βασικές αρχές. Καταρχήν, πρέπει να δημιουργηθεί ένας οδηγός μελέτης του εκπαιδευτικού υλικού, ο οποίος θα περιλαμβάνει το σχετικό χρονοδιάγραμμα και θα διατυπώνει με σαφήνεια, στην αρχή κάθε ενότητας, τους μαθησιακούς στόχους και τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα. Επιπλέον, πρέπει να περιλαμβάνονται διευκρινιστικά κείμενα, ποικίλες δραστηριότητες και ασκήσεις αυτοαξιολόγησης-ανατροφοδότησης, καθώς και δραστηριότητες τελικής αξιολόγησης-ελέγχου για την επίτευξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Επιπλέον, πρέπει να δίνεται έμφαση στη γλωσσική και αισθητική επιμέλεια του υλικού, να χρησιμοποιείται φιλικό ύφος και να διασφαλίζονται τα πνευματικά δικαιώματα. Τέλος, πρέπει να διασφαλίζεται η ευχέρεια πρόσβασης και χρήσης του υλικού (Μανούσου κ.α., 2020β).

Επιπλέον, η χρήση καθομιλουμένης γλώσσας, ευανάγνωστης γραφής και μέτριας πυκνότητας πληροφοριακών δεδομένων είναι σημαντική για να επιτευχθεί κατανόηση του γνωστικού αντικειμένου (αναγνωσιμότητα, κατανοησιμότητα). Παρέχονται ρητές και αιτιολογημένες συμβουλές και προτροπές για το τι πρέπει και τι δεν πρέπει να γίνει, με έμφαση σε συμβουλευτική, καθώς και προσπάθειες για τη συναισθηματική εμπλοκή του εκπαιδευόμενου, προκειμένου να αναπτύξει προσωπικό ενδιαφέρον για το θέμα και τα σχετικά ερωτήματα (διαδραστικότητα). Προσκαλείται επίσης η ανταλλαγή απόψεων, ερωτήσεων και κρίσεων σχετικά με αποδεκτές και μη αποδεκτές πρακτικές (διαδραστικότητα). Επιπλέον, το υλικό παρουσιάζεται με φιλικό και προσωπικό ύφος,

χρησιμοποιώντας προσωπικές και κτητικές αντωνυμίες, και γίνεται οριοθέτηση των αλλαγών θεμάτων με σαφείς αναφορές και τυπογραφικά μέσα (αναγνωσιμότητα). Όλες αυτές οι αρχές στοχεύουν στον διαλογικό και επικοινωνιακό χαρακτήρα του εκπαιδευτικού υλικού (Συντιχάκη, Φούντζουλας, Μανούσου & Κουτσούμπα, 2019).

Ο βαθμός αξιοποίησης του ψηφιακού υλικού στην εξΑΕ εξαρτάται σημαντικά και από την ποιότητα του περιεχομένου του. Συνήθως, περιλαμβάνει εγχειρίδια μελέτης, παράλληλα κείμενα, οδηγούς μελέτης σε μορφή ψηφιοποιημένου κειμένου, αρχείου ήχου, βίντεο και άλλα οπτικοακουστικά υλικά, ασκήσεις αυτοαξιολόγησης, ψηφιακές εργαστηριακές ασκήσεις και δραστηριότητες που αποτελούν το υλικό αλληλεπίδρασης, τηλεδιασκέψεις και συνομιλίες που του αποδίδουν διαδραστικές δυνατότητες. Κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία έχει τον δικό του ρόλο στη δημιουργία ενεργητικών συνθηκών μάθησης, προωθώντας την επιτυχή μάθηση και την ανάπτυξη του εκπαιδευόμενου (Lionarakis, 2008; Fragaki & Lionarakis, 2011).

Σχετικά με το εκπαιδευτικό υλικό, υπάρχει μια ποικιλία εκπαιδευτικών και τεχνολογικών μέσων (Σοφός & Kron, 2010) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποτελεσματική οργάνωση της διαδικτυακής εκπαιδευτικής διαδικασίας. Αυτά τα μέσα παρέχουν διευρυμένες δυνατότητες για εργασία, επικοινωνία και υποστήριξη της μάθησης. Παραδείγματα αυτών των μέσων περιλαμβάνουν το βίντεο, το λογισμικό εκμάθησης βασισμένο σε υπολογιστές, την ηχοδιάσκεψη, την τηλεδιάσκεψη, την αξιοποίηση των δικτυακών τεχνολογιών (intranet) και του διαδικτύου (internet). Αυτές οι τεχνολογίες διευρύνουν σημαντικά τις μορφές αλληλεπίδρασης και την πρόσβαση σε πολλαπλές πηγές εκπαιδευτικού υλικού. Επιπλέον, με την ανάπτυξη και βελτίωση της διαδικτυακής επικοινωνίας, παρουσιάζονται νέες μορφές μεσολαβούμενης διάδρασης μέσω μέσων, όπως τηλεδιαλέξεις ή συμμετοχή σε εικονικούς κόσμους, όπως το SIM (Σοφός & Kron, 2010).

Το ηλεκτρονικό εκπαιδευτικό υλικό μπορεί να αναφέρεται σε διάφορες μορφές εκπαίδευσης, όπως η εξ αποστάσεως εκπαίδευση με χρήση offline περιεχομένου, η εκπαίδευση με μερική αξιοποίηση διαδικτυακών υπηρεσιών ή η αποκλειστικά διαδικτυακή εκπαίδευση. Αυτό το υλικό μπορεί να περιλαμβάνει διάφορες κατηγορίες ηλεκτρονικών κειμένων, όπως εγχειρίδια μελέτης, παράλληλα κείμενα, οδηγούς μελέτης κ.λπ., οπτικοακουστικό υλικό, όπως ηχητικά αρχεία, ψηφιακά βίντεο κ.λπ., αλληλεπιδραστικό υλικό, όπως ασκήσεις, δραστηριότητες, μελέτες περίπτωσης, ψηφιακές εργαστηριακές εφαρμογές κ.λπ., καθώς και διαδραστικές δυνατότητες, όπως συνομιλίες, τηλεδιάσκεψη κ.λπ. Η ποικιλία αυτών των στοιχείων σε ένα

μαθησιακό περιβάλλον συμβάλλει στη δημιουργία ενεργού περιβάλλοντος μάθησης, καθώς καθένα από αυτά εκπληρώνει συγκεκριμένες λειτουργίες στο πλαίσιο της παρουσίας ή της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης (Σοφός, Κώστας & Παράσχου, 2015).

Σε κάθε περίπτωση, η βασική λειτουργία του εκπαιδευτικού υλικού είναι να παρουσιάζει τα περιεχόμενα μελέτης και εργασίας στον μαθητή, διευκολύνοντας τη σύνδεση μεταξύ της καθημερινής πραγματικότητας και εμπειρίας τους από τη μία πλευρά και του συγκεκριμένου περιεχομένου από την άλλη. Το περιεχόμενο αυτό μπορεί να παρουσιάζεται με διάφορους τρόπους, όπως περιγραφή, διήγηση, μετάδοση γεγονότων, ερμηνεία εννοιών, επαγωγική εξήγηση νόμων και κανόνων κ.ά. (Σοφός, Κώστας & Παράσχου, 2015).

Αυτό επιτυγχάνεται μέσω τριών βασικών τεχνικών παρουσίασης. Η πρακτική παρουσίαση εμπλέκει ενέργειες, δραστηριότητες και πράξεις που βοηθούν τον μαθητή να αντιληφθεί και να εμπλακεί ενεργά στο μάθημα. Η εξεικονιστική παρουσίαση χρησιμοποιεί εικόνες, σχεδιαγράμματα, γραφικές παραστάσεις και άλλα μέσα για να παρουσιάσει ολοκληρωμένα τα δεδομένα της πραγματικότητας. Τέλος, η συμβολική παρουσίαση αξιοποιεί συμβολικούς τύπους ή γλωσσικό κώδικα, όπως μαθηματικούς τύπους ή κείμενα, για να διαμορφώσει μια σειρά αποτυπώσεων που ενισχύουν την κατανόηση και την επεξεργασία των περιεχομένων (Brunner, 1974).

Από τις παραπάνω θέσεις προκύπτει ότι η διδακτική ικανότητα του εκπαιδευτικού ή σχεδιαστή διαδραματίζει έναν κεντρικό ρόλο στη διαμόρφωση εκπαιδευτικών υλικών εργασίας και μάθησης με τη χρήση ποικίλων μέσων και μορφών παρουσίασης των περιεχομένων, σύμφωνα με τους Σοφός & Κρον (2010). Ο διδακτικός μετασχηματισμός που αναλαμβάνει ο εκπαιδευτικός είναι ένας σημαντικός παράγοντας και συνδέεται με πολλούς παράγοντες. Αυτοί περιλαμβάνουν προσωπικές και προεπιστημονικές προσεγγίσεις για τη διδασκαλία, διαφορετικές πρακτικές του λόγου, όπως αναφέρεται από τον Βρατσάλη (2005), διλήμματα που σχετίζονται με τον ρόλο και την αντίληψη του εκπαιδευτικού για τον εαυτό του, καθώς και τη διδακτική ικανότητα και γραμματισμό στα νέα μέσα επικοινωνίας και τεχνολογίας (Τ.Π.Ε.), μεταξύ άλλων παραγόντων. Ανάλογα με το μοντέλο και την προσέγγιση που χρησιμοποιείται στη διδασκαλία, ο εκπαιδευτικός μπορεί να προσαρμόσει και να ενσωματώσει τη λειτουργία των ηλεκτρονικών μέσων στην εκπαιδευτική διαδικασία. Είναι σημαντικό να υπάρχει μια μετασχηματιστική προσέγγιση από τον εκπαιδευτικό όσον αφορά τη χρήση των ηλεκτρονικών περιβαλλόντων, ώστε να εξυπηρετούν τους εκπαιδευτικούς στόχους (Κρον & Σοφός, 2007).

2.1.3. Σύγχρονη μαθησιακή κουλτούρα - Τα νέα χαρακτηριστικά και οι νέες δεξιότητες των διδασκομένων

Η ραγδαία αύξηση της χρήσης κινητών συσκευών, η εκρηκτική ανάπτυξη του διαδικτύου και η ανάδυση των ευζωνικών δικτύων έχουν επανασχεδιάσει την επικοινωνία, τη δημιουργία και την κοινοποίηση πληροφοριών (McLoughlin, 2008). Αυτές οι αλλαγές έχουν επηρεάσει επίσης τον τομέα της εκπαίδευσης, όπου προκύπτουν νέες προσδοκίες για εξατομικευμένη μάθηση και συμμετοχή (Jones & Healing, 2010). Το παιδί πλέον δεν είναι απλώς δέκτης πληροφοριών, αλλά αποκτά ενεργό ρόλο μέσω κοινωνικών δραστηριοτήτων μάθησης, συνεργατικής έρευνας με συνομήλικους, δημιουργίας, παρουσίασης και δικτύωσης, που διευκολύνονται μέσω του διαδικτύου (Borthwick, Hansen, Gray & Ziemann, 2008).

Αξίζει να σημειωθεί η αυξανόμενη χρήση του διαδικτύου και των νέων τεχνολογιών στην καθημερινή ζωή των νέων και οι πιθανότητες που προκύπτουν για την ενσωμάτωσή τους στον τομέα της εκπαίδευσης, με σκοπό την ενίσχυση και τη βελτίωσή της (Eynon & Malmberg, 2011). Αυτό το ενδιαφέρον ενισχύεται από την προσέγγιση που θεωρεί τους νέους ως ανθρώπους που γεννήθηκαν και μεγάλωσαν στην εποχή της ψηφιακής τεχνολογίας και αντιλαμβάνονται την τεχνολογία ως αναπόσπαστο μέρος της καθημερινής τους ζωής, ως μια ομάδα με εξειδικευμένες δεξιότητες στις νέες τεχνολογίες. Λόγω των χαρακτηριστικών αυτής της γενιάς, αναγνωρίζεται η ανάγκη για μια ριζική αλλαγή στον τομέα της εκπαίδευσης, καθώς η παραδοσιακή μορφή της δεν ανταποκρίνεται πλέον στις ανάγκες των νέων (Bennett & Maton, 2010).

Η γενιά αυτή συχνά αναφέρεται ως η «Γενιά του Διαδικτύου» (Tapscott, 2008) και οι «Ψηφιακοί Αυτόχθονες» (Prensky, 2004). Είναι γεγονός ότι οι νέοι αποκτούν γνώσεις στην τεχνολογία μέσα από την αυτομάτως αποκτηθείσα εξοικείωσή τους με τα δίκτυα, χωρίς την ανάγκη να μελετήσουν εγχειρίδια ή να λάβουν εκπαίδευση. Συχνά, η άνετη χρήση της τεχνολογίας οδηγεί σε μια εξάρτηση, καθώς οι νέοι στρέφονται αυτόματα προς το διαδίκτυο και τις ψηφιακές συσκευές κάθε φορά που θέλουν να επικοινωνήσουν, να βρουν πληροφορίες ή να μάθουν κάτι. Επιπλέον, χαρακτηριστική τους ικανότητα είναι η παράλληλη εκτέλεση εργασιών (multitasking) λόγω του συνεχούς φόρτου πληροφοριών που λαμβάνουν από ψηφιακά ερεθίσματα, γεγονός που έχει απαιτήσει από τον εγκέφαλό τους να προσαρμοστεί (Oblinger & Oblinger, 2005).

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό των νέων αφορά την προτίμησή τους για γνωστικά περιβάλλοντα που παρέχουν πλούσια γραφικά, αντί για κείμενα, καθώς έχουν λιγότερο ανεπτυγμένες δεξιότητες στην κατανόηση και επεξεργασία κειμένου, το οποίο συνήθως αντιμετωπίζουν με δυσκολία (Oblinger & Oblinger, 2005). Επιπλέον, η γενιά αυτή των νέων δεν εκδηλώνει ιδιαίτερη προτίμηση για τα βιβλία, που θεωρούνται απομονωτικά, αλλά έχει έντονη αίσθηση της κοινότητας, καθώς έχει αυξημένη ανάγκη για αλληλεπίδραση και κοινωνικοποίηση (Tapscott, 2008) και γι' αυτό προτιμά εργαλεία που υποστηρίζουν την επικοινωνία, είτε μέσω προσωπικής επαφής είτε μέσω διαδικτύου (Prensky, 2004). Όσον αφορά τον χρόνο ανταπόκρισης, η επικοινωνία μέσω διαδικτύου μπορεί να διακριθεί σε τρεις κατηγορίες: σύγχρονη, όπου η επικοινωνία γίνεται σε πραγματικό χρόνο μέσω συνομιλίας (chat) (Prensky, 2004), ημι-σύγχρονη, όπου η ανταπόκριση γίνεται σχεδόν αμέσως μέσω εργαλείων κοινωνικής δικτύωσης, και ασύγχρονη, όπου η επικοινωνία γίνεται μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή φόρουμ, παρέχοντας έτσι αρκετό χρόνο για αναστοχασμό πριν απαντήσουν (Oblinger & Oblinger, 2005). Η ανάγκη για επικοινωνία εκδηλώνεται και στα διαδικτυακά παιχνίδια, όπου οι νέοι συχνά συνεργάζονται και δημιουργούν ομάδες (Tapscott, 2008).

Τέλος, οι νέοι τη σημερινή εποχή δίνουν έμφαση στην απόκτηση γνώσεων μέσω της δράσης, χρησιμοποιώντας ενεργητικά ρήματα όπως «παίζω», «αναζητώ», «επικοινωνώ», «ανταλλάσσω». Για αυτούς, η μάθηση μέσω της δράσης είναι πιο εύκολη από την απόκτηση γνώσης με την ακόλουθη των οδηγιών. Επομένως, είναι σημαντικό οι νέοι να συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία και να αποκτούν γνώσεις μέσω της πρακτικής εμπειρίας (Prensky, 2004).

2.1.4. Μορφές εξΑΕ με την χρήση Τ.Π.Ε.

Η εξΑΕ με τη χρήση των Τ.Π.Ε. διακρίνεται ανάλογα με τον χρόνο υλοποίησής της σε τρεις κύριες μορφές: την ασύγχρονη, τη σύγχρονη και τη μεικτή-συνδυαστική (Anastasiades, 2012; Bonk & Graham, 2006; Moore & Kearsley, 2012).

Η ασύγχρονη μορφή εξΑΕ

Η ασύγχρονη μορφή εξΑΕ μέσω προηγμένων τεχνολογιών διαδικτύου επιτρέπει στους εκπαιδευτές και τους μαθητές να αλληλεπιδρούν σε διαφορετικό χρόνο, ανεξάρτητα από τη γεωγραφική τους τοποθεσία (Αναστασιάδης, 2014). Η διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης

λαμβάνει χώρα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές (Ζήση, 2021). Δεν απαιτείται η ταυτόχρονη συμμετοχή του εκπαιδευτή και των μαθητών, αλλά αντίθετα οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να έχουν πρόσβαση σε ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό (διαλέξεις, ασκήσεις, βίντεο, τεστ, κλπ.) σε χρόνο που επιλέγουν οι ίδιοι. Επιπλέον, έχουν την ευελιξία να καθορίσουν το πρόγραμμα και τον ρυθμό της μάθησης, χωρίς την ανάγκη για πραγματικού χρόνου αλληλεπίδραση (online), ενώ ταυτόχρονα έχουν τη δυνατότητα επικοινωνίας και ανταλλαγής μηνυμάτων στον ψηφιακό χώρο σε ασύγχρονο χρόνο (Κελεπούρης, 2021).

Σύμφωνα με τη Δημητρακοπούλου (1999), παραδείγματα εργαλείων ασύγχρονης εκπαίδευσης περιλαμβάνουν τα εκπαιδευτικά λογισμικά και οι πλατφόρμες ασύγχρονης εκπαίδευσης. Αυτά τα εργαλεία διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: α) Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης (LMS), που επιτρέπουν τη διαχείριση όλων των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων από απόσταση, όπως η δημοφιλής πλατφόρμα Moodle, η οποία παρέχει ένα ολοκληρωμένο διαδικτυακό εργαλείο για τη δημιουργία εξελιγμένων και εξατομικευμένων μαθησιακών περιβαλλόντων και την παροχή μαθημάτων (Ζήση, 2021), και β) Συστήματα Διαχείρισης Περιεχομένου (CMS), που καλύπτουν τις διαδικασίες αποτελεσματικής διάδοσης περιεχομένου μέσω του διαδικτύου. Μερικές από τις κύριες εφαρμογές τους περιλαμβάνουν τη συγγραφή, αποθήκευση, δημοσίευση και ροή εργασιών, όπως το Joomla (Brauning & Lowndes, 2001).

Σύμφωνα με τον Κελεπούρη (2021), τα βασικά εργαλεία για την ασύγχρονη εκπαίδευση, κυρίως μέσω των εκπαιδευτικών πλατφορμών e-me και e-class, που αποτέλεσαν την κύρια μορφή επικοινωνίας μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικών κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19, περιλαμβάνουν τα εξής:

- Πίνακες συζητήσεων / Blogs (για συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων)
- Κοινόχρηστα Ημερολόγια (για τον καλύτερο συντονισμό της ομάδας)
- Ηλεκτρονική αλληλογραφία (emails) (για άμεση γραπτή επικοινωνία)
- Ηχογραφημένα μηνύματα / Βίντεο (για επικοινωνία και υποστήριξη της διδασκαλίας)
- Παρουσιάσεις power point / ηλεκτρονικές εκπαιδευτικές εφαρμογές
- Υπερσύνδεσμοι (links)

Ορισμένες δραστηριότητες ασύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης περιλαμβάνουν την ανάρτηση πηγών και υλικού για μελέτη, την ανάρτηση ασκήσεων και εργασιών, την υποβολή ερωτήσεων σε μια εφαρμογή ανταλλαγής μηνυμάτων, τα βιντεο-μαθήματα, τις

ψηφιακές δοκιμασίες αυτοαξιολόγησης και την αλληλεπίδραση σε κοινόχρηστα αρχεία σε πραγματικό χρόνο και άλλες παρόμοιες δραστηριότητες (Ζήση, 2021; Παππάς, 2021).

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της ασύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης είναι η ευελιξία που προσφέρει σε ό,τι αφορά τον χώρο, τον χρόνο και τον ρυθμό της μάθησης (Αναστασιάδης, 2008). Συγκεκριμένα, καταργείται ο περιορισμός του χρόνου, καθώς ο μαθητής έχει την ευελιξία να παρακολουθεί τα μαθήματα όποτε του επιτρέπεται (Ζήση, 2021). Επιπλέον, υπάρχει ευελιξία ως προς τον χρόνο μελέτης, καθώς ο μαθητής μπορεί να έχει πρόσβαση στο ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό όποτε επιθυμεί, και τη δυνατότητα επανάληψης και εξάσκησης, καθώς το εκπαιδευτικό υλικό είναι διαθέσιμο καθ' όλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα εξατομίκευσης του ρυθμού μάθησης ανάλογα με τις ατομικές μαθησιακές ανάγκες του κάθε μαθητή (Κελεπούρης, 2021).

Παρόλα αυτά, υπάρχουν και μερικά μειονεκτήματα που προκύπτουν από την ασύγχρονη εκπαίδευση (Κελεπούρης, 2021). Ένα από αυτά είναι η έλλειψη δυνατότητας αμεσότητας της αλληλεπίδρασης και της διάδρασης μεταξύ των μαθητών και των εκπαιδευτικών σε πραγματικό χρόνο, κάτι που μπορεί να μειώσει το ενδιαφέρον και την ενεργό συμμετοχή στη διαδικασία της μάθησης. Επιπλέον, παρατηρείται η αύξηση των φαινομένων προσωπικής απομόνωσης και της αδιαφορίας έναντι της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Η σύγχρονη μορφή εξΑΕ

Η σύγχρονη μορφή εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης μέσω προηγμένων τεχνολογιών διαδικτύου, όπως η τηλεδιάσκεψη και το webcast, παρέχει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτές και τους μαθητές να αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο μέσω ήχου, εικόνας και δεδομένων ανεξάρτητα από τη γεωγραφική τους τοποθεσία (Αναστασιάδης, 2004, 2008; Καμπουράκης & Λουκής, 2006). Η σημαντικότερη χαρακτηριστική πτυχή αυτής της μορφής εκπαίδευσης είναι ότι οι εκπαιδευτές και οι μαθητές πρέπει να είναι συνδεδεμένοι ταυτόχρονα κατά τη διάρκεια του διαδικτυακού μαθήματος σε συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο που έχει οριστεί. Η διδασκαλία πραγματοποιείται μέσω κοινής χρήσης παρουσιάσεων, αρχείων, κειμένων, εικόνων, βίντεο κ.λπ., ενώ υπάρχει και η δυνατότητα ζωντανής συνομιλίας (Βασιλειάδου κ.ά., 2021). Η αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητή και εκπαιδευτή γίνεται μέσω ψηφιακών τεχνολογιών που παρέχουν χρήσιμα εκπαιδευτικά

εργαλεία, όπως η εκπαιδευτική πλατφόρμα τηλεκπαίδευσης Webex (Κελεπούρης, 2021; Ζήση, 2021; Παππάς, 2021), η οποία δίνει δυνατότητα για:

- Βιντεοκλήση με σκοπό τη διάδραση και τη συνεργασία
- Τηλεδιάσκεψη / τηλεμάθημα (video-conferencing) στο οποίο διαμοιράζονται από τον διδάσκοντα παρουσιάσεις και άλλο συναφές εκπαιδευτικό υλικό ώστε όλοι οι συμμετέχοντες να έχουν την ίδια εικόνα
- Γραπτή Συνομιλία / ανταλλαγή μηνυμάτων (chat) για άμεση ανταλλαγή πληροφοριών και σχολίων, είτε ιδιωτικά μεταξύ διδάσκοντος και μαθητή, είτε δημόσια μεταξύ όλων των εκπαιδευομένων μεταξύ τους
- Κοινή χρήση εφαρμογών (videos, κ.λ.π.).
- Ψηφοφορία (polling), που είναι μια διαδικασία δημιουργίας ερωτήσεων απλών ή πολλαπλών επιλογών απάντησης στις οποίες οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν σε άμεσο χρόνο, δίνοντας τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να έχει άμεση εικόνα των επιδόσεών τους στις ερωτήσεις
- Ανταλλαγή αρχείων (files transfer), με την οποία οι συμμετέχοντες στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορούν να ανταλλάσσουν αρχεία μεταξύ τους σε πραγματικό χρόνο, υπό την προϋπόθεση ότι ο presenter (διδάσκων) έχει δώσει τα απαραίτητα δικαιώματα.
- Ενεργοποίηση / απενεργοποίηση ήχου και εικόνας από τον διαχειριστή εκπαιδευτικό, έτσι ώστε να έχει τον πλήρη έλεγχο της ηλεκτρονικής τάξης, απενεργοποιώντας ή ενεργοποιώντας τον ήχο ή την εικόνα όταν και όσο επιθυμεί.
- Δημιουργία ομάδων εργασίας (Breakout sessions), μέσω της οποίας ο εκπαιδευτικός ενισχύει την ομαδοσυνεργατική διεκπεραίωση εργασιών, με τη δημιουργία ομάδων μαθητών.
- Διαμοιρασμό αρχείων (share files) για συνεργατική συμπλήρωση φύλλων εργασίας.

Μερικές από τις δραστηριότητες που συναντάμε στη σύγχρονη εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση περιλαμβάνουν, εκτός από την επικοινωνία και τον διάλογο (τόσο προφορικό όσο και γραπτό) σε πραγματικό χρόνο, την ομαδική εργασία, τη συνεργασία σε κοινή θεματική περιοχή, την αλληλεπίδραση με κοινόχρηστα αρχεία, τη συνεργατική εργασία σε κοινόχρηστες πλατφόρμες και τη συζήτηση και επίλυση αποριών πάνω στο διδακτικό αντικείμενο (Ζήση, 2021; Παππάς, 2021).

Σύμφωνα με τον Καργίδη (2003), η σύγχρονη εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση έχει ορισμένα πλεονεκτήματα. Αυτά περιλαμβάνουν την ευελιξία στον χρόνο και τον τόπο, τον αρκετά γρήγορο χρόνο αντίδρασης και αλληλεπίδρασης μεταξύ εκπαιδευτή και εκπαιδευομένων, καθώς και τη χρήση αποτελεσματικής τεχνολογίας με χαμηλό κόστος. Η τηλεδιάσκεψη, υπό παιδαγωγικές προϋποθέσεις, έχει επίσης σημαντικά πλεονεκτήματα. Αυτά περιλαμβάνουν την αμεσότητα στην επικοινωνία, την αίσθηση κοινότητας (Anastasiades et al., 2010; Κόλλιας, 2006), την άμεση ανατροφοδότηση, την εξατομικευμένη καθοδήγηση, τη δημιουργία δημιουργικού πνεύματος μέσω της ομαδικής εξερεύνησης θεμάτων, ιδεών και ορισμών, καθώς και τη συνεργατική μάθηση (Κελεπούρης, 2021). Επιπλέον, η συχνή επικοινωνία μεταξύ εκπαιδευομένων και εκπαιδευτή στο πλαίσιο της συζήτησης γνωστικών θεμάτων, της διατύπωσης και επίλυσης αποριών, συμβάλλει στη μείωση της αίσθησης αποξένωσης από την εκπαιδευτική διαδικασία και την εκπαιδευτική κοινότητα (Dziuban, Hartman & Moskal, 2004).

Ωστόσο, η σύγχρονη εκπαίδευση παρουσιάζει ορισμένα αρνητικά στοιχεία, όπως αναφέρει ο Κελεπούρης (2021). Ένα από αυτά είναι η ανάγκη για συγκεκριμένο χρονικό προγραμματισμό και η έλλειψη ευελιξίας ως προς τον χρόνο του μαθήματος. Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές πρέπει να προσαρμόζονται σε συγκεκριμένες χρονικές προδιαγραφές για την παρακολούθηση των μαθημάτων. Επιπλέον, υπάρχουν πιθανές τεχνικές δυσκολίες που μπορεί να εμποδίσουν την ομαλή παρακολούθηση των μαθημάτων. Αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν προβλήματα σύνδεσης στο διαδίκτυο, κακή ποιότητα ήχου ή εικόνας και άλλα παρόμοια. Η παρουσία τέτοιων προβλημάτων μπορεί να δυσχεράνει τη διαδικασία της εκπαίδευσης από απόσταση. Τέλος, για την επιτυχή υλοποίηση της σύγχρονης εκπαίδευσης, απαιτείται η χρήση αναβαθμισμένου τεχνολογικού εξοπλισμού και δικτύου που μπορεί να υποστηρίξει τις απαιτήσεις της σύγχρονης εκπαιδευτικής διαδικασίας. Αυτό σημαίνει ότι οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές πρέπει να έχουν πρόσβαση σε εξοπλισμό όπως υπολογιστές, συσκευές προβολής, αξιόπιστη σύνδεση στο διαδίκτυο και άλλες τεχνολογικές υποδομές για να εκμεταλλευτούν πλήρως τα οφέλη της σύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, όπως επισημαίνουν και οι Τζιμόπουλος, Προβελέγγιος & Ιωσηφίδου (2020).

Η σύγχρονη εξ αποστάσεως εκπαίδευση έχει γίνει πιο διαδεδομένη λόγω της ευκολίας στη διαχείριση του χρόνου, όπως αναφέρει ο Αναστασιάδης (2014). Για την επιτυχή εφαρμογή τόσο της σύγχρονης όσο και της ασύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, είναι απαραίτητη η ανάπτυξη συγκεκριμένων τεχνολογικών εφαρμογών που παρέχουν εργαλεία για την

ευκολία της επικοινωνίας, της συνεργασίας, της αλληλεπίδρασης, της εργασίας σε ομάδες, της ανταλλαγής αρχείων και άλλων παρόμοιων λειτουργιών, όπως αναφέρεται από την Ζήση (2021).

Η μεικτή/Πολυμορφική/Συνδυαστική εξΑΕ

Η Σύγχρονη και η Ασύγχρονη μορφή εξ αποστάσεως εκπαίδευσης δεν πρέπει να θεωρούνται ως ανταγωνιστικές, αλλά πρέπει να συμπληρώνονται, δημιουργώντας ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον συνδυαστικής μάθησης, όπως αναφέρεται από τον Αναστασιάδη (2005, 2008). Αυτή η ανάγκη οδήγησε στη δημιουργία του «Μεικτού-Συνδυαστικού περιβάλλοντος μάθησης» (blended learning), το οποίο σε παιδαγωγικές προϋποθέσεις συνδυάζει τα θετικά στοιχεία της σύγχρονης και ασύγχρονης μορφής εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και της προσωπικής διδασκαλίας (Anastasiades, 2012).

Συγκεκριμένα, στο μοντέλο της μεικτής-συνδυαστικής εκπαίδευσης, η σύγχρονη και η ασύγχρονη διδασκαλία συνεργάζονται για να λειτουργήσουν αποτελεσματικότερα. Αξιοποιείται η αλληλεπίδραση και η άμεση επικοινωνία της σύγχρονης διδασκαλίας, καθώς και η ευελιξία της πρόσβασης σε ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό και της ασύγχρονης επικοινωνίας, σε ένα εξατομικευμένο πρόγραμμα μάθησης όπου ο εκπαιδευόμενος καθορίζει τον χρόνο και τον ρυθμό της μελέτης του, όπως αναφέρεται από τον Κελεπούρη (2021).

Μέσα σε ένα περιβάλλον Μικτής Μάθησης, μπορούν να συνδυαστούν δραστηριότητες και πρακτικές που πραγματοποιούνται κατά την παραδοσιακή μάθηση με εργαλεία, μεθόδους και τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση. Τα δύο εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, το φυσικό και το αντίστοιχο ηλεκτρονικό, συμπληρώνονται αλληλοδιαδοχικά για τον όφελος των μαθητών, παρέχοντας αυξημένες δυνατότητες και καινοτόμες προσεγγίσεις στο εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Σε αυτήν τη διαδικασία, οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές συναντώνται σε ψηφιακά περιβάλλοντα με συγκεκριμένους ρόλους. Ο εκπαιδευτικός λειτουργεί ως οργανωτής και καθοδηγητής, επιλέγοντας τη δομή του περιεχομένου, τον τρόπο διδασκαλίας, τον χώρο και τον χρόνο υλοποίησης του μαθήματος. Οι μαθητές συμμετέχουν, επικοινωνούν, αλληλεπιδρούν, συνεργάζονται, πειραματίζονται, διερευνούν και αποκτούν νέες γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις και εμπειρίες, εμπλέκοντας σε πολύπλοκες καταστάσεις μάθησης, όπως περιγράφεται από τον Κελεπούρη (2021).

Η μικτή μάθηση, όπως αναφέρει ο Κελεπούρης (2021), περιλαμβάνει τη χρήση τόσο online όσο και offline μορφών εκπαίδευσης, καθώς και σύγχρονων και ασύγχρονων μορφών επικοινωνίας. Επιπλέον, συνδυάζει την αυτοκαθοδηγούμενη και τη συνεργατική μάθηση, καθώς και την οργανωμένη και μη προγραμματισμένη μάθηση, με σκοπό την υλοποίηση εκπαιδευτικών προγραμμάτων γενικού ή ειδικού περιεχομένου.

Επιπροσθέτως, ο όρος «μικτή» ή «συνδυαστική» μάθηση χρησιμοποιείται για να περιγράψει τέσσερις διαφορετικές διαστάσεις, σύμφωνα με τον Αναστασιάδη (2008). Πρώτον, αναφέρεται στον συνδυασμό ή την ανάμειξη διαφόρων μορφών δικτυακής τεχνολογίας (όπως σύγχρονη, ασύγχρονη, web 1.0, web 2.0) με στόχο την επίτευξη εκπαιδευτικών στόχων. Δεύτερον, αναφέρεται στον συνδυασμό παιδαγωγικών προσεγγίσεων (όπως ο εποικοδομισμός, ο συμπεριφορισμός κ.λπ.) με σκοπό την παραγωγή θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων, με ή χωρίς τη χρήση διδακτικής τεχνολογίας. Τρίτον, αναφέρεται στον συνδυασμό οποιασδήποτε μορφής διδακτικής τεχνολογίας με την πρόσωπο με πρόσωπο διδασκαλία. Τέλος, αναφέρεται στον συνδυασμό ή την ανάμειξη διδακτικής τεχνολογίας με πραγματικές εργασιακές συνθήκες, όπως περιγράφεται από τον Driscoll (2002).

Ωστόσο, παρά τα παραπάνω χαρακτηριστικά, δεν υπάρχει μια συγκεκριμένη μέθοδος που να εγγυάται την επιτυχία της μάθησης σε περιβάλλοντα μεικτής ή συνδυαστικής μάθησης, όπως επισημαίνεται από τον Rosbottom (2001). Για τον λόγο αυτό, οι Dziuban, Hartman και Moskal (2004) υποστηρίζουν ότι για να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή επιτυχία σε ένα μεικτό ή συνδυαστικό μοντέλο μάθησης, απαιτείται μια καλά οργανωμένη διδακτική προσέγγιση, η οποία να βασίζεται σε εκπαιδευτική θεωρία, να διαθέτει ανάλογη υλικοτεχνική υποδομή και να περιλαμβάνει μηχανισμούς διαμορφωτικής και τελικής αξιολόγησης.

Έτσι, το κλειδί για την επιτυχημένη εφαρμογή της μικτής μάθησης είναι η σωστή χρήση των δυνατοτήτων του κάθε περιβάλλοντος με έναν ολοκληρωμένο τρόπο, έτσι ώστε να αλληλοσυμπληρώνονται. Η φυσική τάξη μπορεί να παρέχει τη δυνατότητα για ουσιαστικές επικοινωνιακές δραστηριότητες, ενώ το διαδίκτυο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προετοιμασία, την εξάσκηση και την εμπέδωση του μαθησιακού αντικειμένου, θέτοντας πάντα τον εκπαιδευόμενο στο κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας, όπως αναφέρει ο King (2016).

Ο συνδυασμός ασύγχρονων δικτυακών τεχνολογιών συστημάτων διαχείρισης μάθησης (Learning Management Systems) με σύγχρονες τηλεδιασκέψεις, οι οποίες αναπαράγουν την

εμπειρία της πρόσωπο προς πρόσωπο διδασκαλίας, αποτελούν τον συνδυασμό της μικτής διαδικτυακής μάθησης (blended online learning) (Power, 2008). Αυτή η εκπαιδευτική προσέγγιση μπορεί να δημιουργήσει ένα αποτελεσματικό μαθησιακό περιβάλλον, παρέχοντας διάφορα πλεονεκτήματα. Ανάμεσα σε αυτά περιλαμβάνονται η ευελιξία, η αυτονομία, η εύκολη πρόσβαση σε πλούσιους πόρους, η παιδαγωγική αποτελεσματικότητα, το περιβάλλον μάθησης χωρίς άγχος, η εμπλοκή με το μαθησιακό περιεχόμενο, η άμεση ανατροφοδότηση, η αυτοαξιολόγηση και ο επιπλέον χρόνος αλληλεπίδρασης με τους συμμαθητές και τις συμμαθήτριες (Daskan & Yildiz, 2020).

Μια προσέγγιση που συνδυάζει στρατηγικές της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης με τη συμβατική διδασκαλία και αντιστρέφει τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας (Γαρίου, Μανούσου, Αρλαπάνος, Σπανακά, 2015), είναι η «αντεστραμμένη τάξη». Αυτό το μοντέλο μεικτής μάθησης θέτει τους μαθητές σε ρόλο ενεργών μαθητών, ενώ οι εκπαιδευτικοί αναλαμβάνουν τον ρόλο των οδηγών και δημιουργούν σύγχρονα και αυθεντικά περιβάλλοντα μάθησης. Σε αυτό το πλαίσιο, ενθαρρύνονται, υποστηρίζονται και διευκολύνονται οι μαθητές με μια μεικτή μεθοδολογία μάθησης, παρέχοντας πηγές για μελέτη από απόσταση και αναπτύσσοντας έναν συμβουλευτικό και εμπνευστικό ρόλο στις ομαδικές ή ατομικές δραστηριότητες που πραγματοποιούνται δια ζώσης (Παπαδημητρίου, Ιωακειμίδου & Μανούσου, 2017).

Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της αντεστραμμένης διδασκαλίας, οι μαθητές αποκτούν γνώσεις παρακολουθώντας βιντεοδιαλέξεις ή άλλο εκπαιδευτικό υλικό στο σπίτι, ενώ η παραδοσιακή «εργασία για το σπίτι» μεταφέρεται στη σχολική τάξη, όπου ο εκπαιδευτικός και οι μαθητές συζητούν και επιλύουν απορίες (Κανδρούδη & Μπράτιτσης, 2013). Σε αντίθεση με την παραδοσιακή διδασκαλία, όπου οι μαθητές παρακολουθούν την «παράδοση» του μαθήματος και απαντούν σε τεστ στο σχολείο μετά από μελέτη του βιβλίου και τη λύση ασκήσεων στο σπίτι, στην αντεστραμμένη διδασκαλία οι μαθητές μελετούν αυτόνομα το επόμενο μάθημα στο σπίτι, συνήθως μέσω προετοιμασμένων βίντεο από τον εκπαιδευτικό ή διαθέσιμου υλικού. Κατά την άφιξή τους στη σχολική τάξη, εφαρμόζουν τις γνώσεις τους, λύνοντας προβλήματα ή συμμετέχοντας σε δραστηριότητες εμπέδωσης. Ο εκπαιδευτικός διαδραματίζει ρόλο καθοδηγητή, εμπνευστή και παρέχει ατομική στήριξη στους μαθητές όπου αντιμετωπίζουν δυσκολίες (Bishop & Verleger, 2013). Η υλοποίηση του μοντέλου απαιτεί τη χρήση μιας πλατφόρμας online εκπαίδευσης.

Η αντεστραμμένη διδασκαλία αποτελεί μια εξαιρετικά αποτελεσματική μεθοδολογία που εκμεταλλεύεται τις τεχνολογίες της πληροφορίας και επικοινωνίας και εφαρμόζεται εν μέρει από απόσταση (μεικτή μάθηση), προσφέροντας μια συμπληρωματική προσέγγιση στη σχολική εκπαίδευση. Μέσω αυτής της μεθοδολογίας, ο μαθητής ενθαρρύνεται να συμμετέχει ενεργά, ενισχύοντας την αυτονομία του και καθιστώντας τον ενεργό μέρος της ίδιας του της μάθησης και όχι απλά αντικείμενο διδασκαλίας. Επιπλέον, απελευθερώνει πολύτιμο χρόνο για την απόκτηση γνώσεων μέσω της επίλυσης προβλημάτων και της αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών, αλλά και με τον εκπαιδευτικό και το αντικείμενο μάθησης (Γαρίου κ.α., 2015).

Η πρόσφατη έρευνα έχει καταγράψει πολλές εφαρμογές του μοντέλου της Αντεστραμμένης Τάξης στην Ελλάδα, ειδικά στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Παγγέ, Κατσιγιάννη, Λέκκα & Σακελλαρίου, 2017). Η πλειοψηφία αυτών των εφαρμογών εστιάζει στα ακόλουθα διδακτικά αντικείμενα: Άλγεβρα, Βιολογία, Πληροφορική, Νεοελληνική Γλώσσα, Αγγλικά, Γαλλικά, καθώς και συνδυασμούς αντικειμένων όπως Βιολογία-Χημεία και Μαθηματικά-Φυσική-Χημεία (Γαρίου κ.α., 2015). Αυτές οι ερευνητικές εφαρμογές έχουν αποδείξει την αποτελεσματικότητα του μοντέλου και την ενίσχυση της μάθησης σε αυτά τα αντικείμενα.

2.2. Εξ Αποστάσεως Σχολική Εκπαίδευση

Στην ενότητα αυτή γίνεται αναφορά στον ορισμό της Σχολικής εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης, στα πλεονεκτήματα και στα μειονεκτήματά της. Επίσης, αναλύονται οι μορφές της με χρήση Τ.Π.Ε. και η εφαρμογή τους στα σχολεία της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην Ελλάδα, εστιάζοντας στα πλεονεκτήματα και στα μειονεκτήματά τους. Τέλος, τονίζεται η αναγκαιότητα της εξΑΣΕ στην Ελλάδα.

Η εξΑΣΕ αναφέρεται στην παροχή εκπαίδευσης από απόσταση σε μαθητές Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης καθώς και σε ενηλίκους (Βασάλα, 2005). Αυτή περιλαμβάνει προγράμματα ευέλικτης μάθησης που παρέχονται εξ αποστάσεως από δημόσιους και ιδιωτικούς εκπαιδευτικούς οργανισμούς, αξιοποιώντας τις νέες τεχνολογίες και υποστηρίζοντας τις σύγχρονες εκπαιδευτικές ανάγκες (Παπαδημητρίου, 2018). Αυτή η μέθοδος μπορεί να υποστηρίξει το έργο του παραδοσιακού σχολείου, επιτρέποντας στους

μαθητές να συνεχίσουν την εκπαίδευσή τους χωρίς να απαιτείται διακοπή ή παρακολούθηση διαφορετικού προγράμματος (Βασάλα, 2005; Λιοναράκης, 2011).

Σύμφωνα με τις έρευνες των Βασάλα (2005), Μίμινου και Σπανακά (2013), η σχολική εξΑΕ απευθύνεται σε άτομα που δεν μπορούν να παρακολουθήσουν μαθήματα στο συμβατικό-παραδοσιακό σχολείο για διάφορους λόγους, όπως οικονομικοί, επαγγελματικοί, τοπικές παραδόσεις, προβλήματα υγείας κ.λ.π. Επιπλέον, απευθύνεται και σε άτομα με ιδιαίτερα ταλέντα σε διάφορους τομείς που επιθυμούν να ολοκληρώσουν τις σπουδές τους ή να αποκτήσουν επιπλέον γνώσεις σε συγκεκριμένα θέματα. Η εξΑΣΕ παρέχει ευκαιρίες μόρφωσης για όλα αυτά τα άτομα, είτε μέσω αυτοδύναμης εξΑΣΕ, όπου μπορούν να αποκτήσουν εκπαίδευση ανεξάρτητα από τη συμβατική εκπαίδευση, είτε μέσω συμπληρωματικής εξΑΣΕ, όπου μπορούν να συμπληρώσουν και να εμπλουτίσουν την εκπαίδευσή τους παράλληλα με τη συμβατική εκπαίδευση.

Η εφαρμογή της σχολικής εξΑΕ έχει παγκόσμια ανοδική πορεία ανάπτυξης λόγω των νέων κοινωνικών και οικονομικών παραμέτρων και της ταχείας εξέλιξης της τεχνολογίας. Σήμερα, υπάρχει αυξημένη ανάγκη για εξειδικευμένη, εξατομικευμένη και ευέλικτη διδασκαλία και μάθηση, σε μια προσπάθεια να αντιμετωπιστούν τα εμπόδια της απόστασης και της πρόσβασης σε απομονωμένες περιοχές (Κελεπούρης, 2021). Η εφαρμογή της είναι ιδιαίτερα σημαντική για την παροχή ίσων ευκαιριών στην εκπαίδευση και την αντιμετώπιση του κοινωνικού αποκλεισμού (Μανούσου, 2008). Τα πλεονεκτήματα της σχολικής εξΑΕ επικεντρώνονται στους οικονομικούς παράγοντες, την επίτευξη κριτικής μάθησης μέσω συνεργασίας που προσαρμόζεται στις ατομικές ανάγκες των μαθητών. Επιπλέον, αφορούν τον τομέα οργάνωσης, συμπεριλαμβανομένων του εκπαιδευτικού προσωπικού, του εκπαιδευτικού υλικού, της σχεδίασης των μαθημάτων, του χώρου, του χρόνου και της πειθαρχίας, καθώς και της τριπλής αλληλεπίδρασης μεταξύ εκπαιδευτή, εκπαιδευτικού υλικού και μαθητή (Μίμινου & Σπανακά, 2013).

Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν και μειονεκτήματα στη σχολική εξΑΕ που αφορούν τον οικονομικό τομέα των κατάλληλων τεχνολογικών υποδομών και προγραμμάτων, τα οργανωτικά θέματα του χρόνου και του σχεδιασμού των μαθημάτων, καθώς και την ψυχολογική διάσταση και τα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα (Μίμινου & Σπανακά, 2013).

2.2.1. Η αυτοδύναμη εξΑΣΕ

Η αυτοδύναμη εξΑΣΕ προσφέρει προγράμματα εκπαίδευσης που αναγνωρίζονται, είναι ταυτόσημα και πλήρως προσαρμοσμένα στο συμβατικό σύστημα εκπαίδευσης. Αυτά τα προγράμματα μπορεί να έχουν κάποιες διαφορές στο είδος, τη μορφή και το περιεχόμενο του εκπαιδευτικού υλικού, καθώς και στην επικοινωνία μεταξύ των εκπαιδευτικών και των μαθητών. Όταν αυτή η μορφή εκπαίδευσης παρέχεται μέσω του διαδικτύου σε τηλεσυναντήσεις σύγχρονης ή ασύγχρονης επικοινωνίας, τότε αναφερόμαστε στα εικονικά σχολεία, όπως λειτουργούν σε ορισμένες χώρες όπως η Αμερική και η Αυστραλία (Μίμινου & Σπανακά, 2013). Επιπλέον, προσφέρει τη δυνατότητα σε μαθητές να συμμετάσχουν σε εκπαιδευτικά προγράμματα στα οποία σε κανονικές συνθήκες θα αποκλείονταν. Αυτό μπορεί να είναι ειδικά σημαντικό για μαθητές που ζουν σε απομακρυσμένες περιοχές, άτομα με ειδικές ανάγκες, άτομα με οικογενειακές, εργασιακές ή άλλες υποχρεώσεις, καθώς και ηλικιωμένα άτομα. Παράλληλα, παρέχει έναν αποτελεσματικό τρόπο στα εκπαιδευτικά ιδρύματα για να διευρύνουν τον αριθμό των μαθητών τους με μικρότερο κόστος, καθώς απαιτούνται λιγότερες υποδομές και εκπαιδευτικοί (Σοφός, Κώστας & Παράσχου, 2015).

2.2.2. Η συμπληρωματική εξΑΣΕ

Η συμπληρωματική εξΑΣΕ ακολουθεί τις αρχές και τις πρακτικές της αυτοδύναμης σχολικής εξΑΕ, αλλά λειτουργεί παράλληλα, ενισχυτικά και ως συμπλήρωμα του συμβατικού σχολείου. Αυτή η μορφή εκπαίδευσης απορρέει από την αναγνώριση ότι το συμβατικό εκπαιδευτικό σύστημα δεν μπορεί να καλύψει πλήρως τις ατομικές μαθησιακές ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών (Βασάλα, Χατζηπλής και Λιοναράκης, 2007).

Αυτή η μορφή εκπαίδευσης μπορεί να περιλαμβάνει την παρακολούθηση ατομικών μαθημάτων για συγκεκριμένους λόγους ή τη συνεργασία με άλλα σχολεία μέσω σχολικών δικτύων, με σκοπό την υλοποίηση εργασιών και τη συμμετοχή σε τηλεδιασκέψεις για διάφορα μαθησιακά αντικείμενα που σχετίζονται με το πρόγραμμα σπουδών (Μίμινου και Σπανακά, 2013). Επιπλέον, μπορεί να περιλαμβάνει καινοτόμα προγράμματα και συνεργασίες σε τοπικό, εθνικό και διεθνές επίπεδο, εστιάζοντας σε κοινές θεματικές ενότητες που δεν μπορούν να καλυφθούν πλήρως στο παραδοσιακό σχολείο και πραγματοποιούνται εξ αποστάσεως (Αναστασιάδης, 2017).

Κατά τη συμπληρωματική εξΑΣΕ, οι μαθητές λαμβάνουν επιπλέον εξ αποστάσεως υποστήριξη για τα μαθήματα παράλληλα με το συμβατικό σχολείο ή παρακολουθούν γνωστικά αντικείμενα που τους ενδιαφέρουν, αλλά δεν περιλαμβάνονται στο αναλυτικό πρόγραμμα (Βασάλα, 2005; Σοφός, 2015). Επιπλέον, μπορεί να παρέχει ενισχυτική διδασκαλία για μαθήματα που διδάσκονται στο συμβατικό σχολείο, πρόσθετη διδακτική στήριξη και διδασκαλία για χαρισματικούς μαθητές (Σοφός, Κώστας & Παράσχου, 2015).

2.2.3. Η συνδυαστική ή μεικτή ή πολυμορφική εξΑΣΕ

Η συνδυαστική ή μεικτή ή πολυμορφική εξ Αποστάσεως Σχολική Εκπαίδευση, γνωστή και ως blended learning, συνδυάζει την εξ αποστάσεως εκπαίδευση με τις δια ζώσης συναντήσεις και επικοινωνία μεταξύ των μαθητών και των εκπαιδευτικών (Βασάλα, 2005; Μίμινου, 2012). Αποτελεί έναν ιδανικό συνδυασμό των συμβατικών μεθόδων διδασκαλίας και της εκπαίδευσης μέσω διαδικτύου, με στόχο την αποτελεσματική αλληλεπίδραση, την διάδραση και την επικοινωνία (Μίμινου & Σπανακά, 2013; Κελεπούρης, 2021).

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε μια συνδυαστική εκπαίδευση εξαρτώνται από τον τύπο της. Σε μορφές όπως η σύγχρονη εξ αποστάσεως εκπαίδευση, η ασύγχρονη εξ αποστάσεως εκπαίδευση και η μεικτή εκπαίδευση, χρησιμοποιούνται σχεδόν τα ίδια τεχνολογικά εργαλεία, με διαφορές στην αλληλουχία των δραστηριοτήτων. Μέσω των σύγχρονων διαδικτυακών τεχνολογιών, όπως τα blogs, το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, το Facebook, το Twitter και η χρήση κινητών τηλεφώνων, επιτυγχάνεται η επικοινωνία και η αλληλεπίδραση μεταξύ εκπαιδευτικού, εκπαιδευτικού υλικού και μαθητή. Έτσι, το διαδίκτυο μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για σύγχρονη, είτε για ασύγχρονη επικοινωνία (Μίμινου & Σπανακά, 2013). Οι τεχνολογίες, είτε μέσω της αυτόνομης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης είτε μέσω της συνδυαστικής εκπαίδευσης, διαδραματίζουν έναν σημαντικό ρόλο που καθορίζει το μέλλον της σχολικής εκπαίδευσης (Λιοναράκης, 2011).

2.2.4. Εφαρμογή αυτοδύναμης και συμπληρωματικής εξΑΣΕ στα σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην Ελλάδα

Στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα δεν έχει αναπτυχθεί ευρέως η αυτοδύναμη Σχολική εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση. Το τηλεγυμνάσιο στην Ψέριμο αποτελεί τη μοναδική ολοκληρωμένη προσπάθεια δημιουργίας αυτόνομου συστήματος τηλεεκπαίδευσης στην

Ελλάδα. Το πρόγραμμα λειτούργησε πιλοτικά το 2010-2011 για τα παιδιά και τους πολίτες της Ψερίμου, όπου εγκαταστάθηκε εξοπλισμός τηλεμάθησης από τη Νομαρχία Δωδεκανήσου, με τη συνεργασία του Πανεπιστημίου Αιγαίου και την έγκριση του Υπουργείου Παιδείας (Παπαδημητρίου, 2018).

Ωστόσο, έχουν εφαρμοστεί προγράμματα συμπληρωματικής Σχολικής εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης. Στο πλαίσιο της τυπικής εκπαίδευσης το Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων έχει αναπτύξει έργα για την υποστήριξη της εξΑΕ στα σχολεία, σχετικά με την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού. Ένα από αυτά είναι το έργο «Ψηφιακή Εκπαιδευτική Πλατφόρμα, Διαδραστικά Βιβλία και Αποθετήριο Μαθησιακών Αντικειμένων», που προωθεί τη χρήση ψηφιακού εκπαιδευτικού περιεχομένου σε όλες τις τάξεις και τα γνωστικά αντικείμενα. Σήμερα, εκπαιδευτικοί και μαθητές έχουν πρόσβαση σε πληθώρα περιβαλλόντων στο Διαδίκτυο με ψηφιακό εκπαιδευτικό περιεχόμενο, στα οποία η αναζήτηση και η πρόσβαση είναι συνήθως ελεύθερη.

Επίσης, στο πλαίσιο των δράσεων του Ψηφιακού Σχολείου για το ΨΕΠ, έχουν αναπτυχθεί προγράμματα με στόχο τον εμπλουτισμό των σχολικών βιβλίων με διαδραστικό ψηφιακό υλικό. Ένα από αυτά είναι το Πανελλήνιο Αποθετήριο Μαθησιακών Αντικειμένων με την ονομασία «Φωτόδεντρο» (Φωτόδεντρο, χ.χ). Αυτό φιλοξενεί πολλά μαθησιακά αντικείμενα που σχετίζονται με τους στόχους των Προγραμμάτων Σπουδών της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, καθώς και εκπαιδευτικά βίντεο μικρής διάρκειας και εκπαιδευτικό λογισμικό. Όλα αυτά είναι προσβάσιμα μέσω της κεντρικής σελίδας του Ψηφιακού Σχολείου για το ΨΕΠ, στη διεύθυνση <http://dschool.edu.gr> (Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο, χ.χ).

Επιπλέον, έχουν διεξαχθεί προγράμματα συμπληρωματικής εξ αποστάσεως επιμόρφωσης εκπαιδευτικών, όπως το «Μείζον πρόγραμμα επιμόρφωσης» και η «3η περίοδος επιμόρφωσης Β1 επιπέδου Τ.Π.Ε.» καθώς και πιλοτικές εφαρμογές με τη μεθοδολογία της αντεστραμμένης τάξης, η οποία, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, αποτελεί ένα μικτό μοντέλο μάθησης, συνδυάζοντας μεθόδους παραδοσιακής και εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (Παπαδημητρίου, 2018).

Το ΨΕΠ, τα εκπαιδευτικά λογισμικά και οι εφαρμογές web2.0 (όπως mindmaps, word clouds, puzzles κ.λπ.) αποτελούν πολύτιμο εκπαιδευτικό υλικό που μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο στην εξ αποστάσεως όσο και στη μικτή μέθοδο διδασκαλίας (Παπαδημητρίου, 2018).

2.2.5. Εφαρμογή μεικτής εξΑΣΕ στα σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην Ελλάδα

Πολλοί εκπαιδευτικοί υλοποιούν προγράμματα μεικτής συμπληρωματικής εκπαίδευσης συνδυάζοντας παραδοσιακή και εξ αποστάσεως, στα οποία οι μαθητές συνεργάζονται στο πλαίσιο σχολικών κοινοτήτων/δικτύων σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Τα περισσότερα ευρωπαϊκά προγράμματα που αφορούν τη σχολική εκπαίδευση υποστηρίζουν την εξ αποστάσεως μάθηση με την ανάπτυξη ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού, σεναρίων και περιβαλλόντων μάθησης σύγχρονης και/ή ασύγχρονης τηλεεκπαίδευσης, διαδικτυακών κοινοτήτων μάθησης και δραστηριοτήτων αξιολόγησης και αυτοαξιολόγησης με στόχο την ενεργό συμμετοχή των μαθητών (Παπαδημητρίου, 2018). Ενδεικτικά αναφέρονται τα ευρωπαϊκά προγράμματα Go-Lab, Scientix, Open Schools for Open Societies (OSOS), Making Science Real in Schools (MARCH), Energybits, SameWorld, Open Science Resources, Open Discovery Space (Παπαδημητρίου, 2018).

Από τα πιο δημοφιλή προγράμματα εξΑΣΕ μη τυπικής εκπαίδευσης είναι το Πρόγραμμα Οδυσσέας «Η τηλεδιάσκεψη στο Σύγχρονο Σχολείο» του Πανεπιστημίου Κρήτης, όπου μαθητές και εκπαιδευτικοί συνεργάζονται από απόσταση με στόχο τη διερεύνηση και τη συνεργατική οικοδόμηση των γνώσεών τους σε θέματα σχετικά με την ασφαλή πλοήγηση και τον εθισμό στο Διαδίκτυο (Αναστασιάδης 2017).

Επιπλέον, το πρόγραμμα eTwinning παρέχει συνεργατικά περιβάλλοντα μάθησης μέσω της μακροχρόνιας συνεργασίας μεταξύ σχολείων από διάφορες ευρωπαϊκές χώρες. Χρησιμοποιώντας εργαλεία Τ.Π.Ε., οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί συνεργάζονται πάνω σε ένα κοινό θέμα της επιλογής τους, με στόχο την παιδαγωγική, κοινωνική και πολιτισμική αλληλεπίδραση (eTwinning, n.d.).

Επίσης, η κοινότητα των Φυσικών Επιστημών Scientix στην Ευρώπη στοχεύει στην προώθηση και υποστήριξη της συνεργασίας μεταξύ εκπαιδευτικών που διδάσκουν θέματα STEM (Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά), ερευνητών στον τομέα της εκπαίδευσης, ειδικών πολιτικής και άλλων επαγγελματιών στην εκπαίδευση STEM. Ο σκοπός είναι η ανάπτυξη εθνικών στρατηγικών για την προώθηση της διερευνητικής μάθησης και άλλων καινοτόμων προσεγγίσεων στα Φυσικά Επιστήμες και τα Μαθηματικά (Scientix, n.d.).

2.2.6. Αναγκαιότητα της εξΑΣΕ στην Ελλάδα

Σύμφωνα με την έρευνα της Παπαδημητρίου (2018), η γεωμορφολογία της Ελλάδας, με τις πολλές δυσπρόσιτες νησιωτικές και ορεινές περιοχές, παρέχει ευκαιρίες για την ανάπτυξη της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης. Οι προβληματικές καταστάσεις που αντιμετωπίζουν αυτές οι περιοχές περιλαμβάνουν την έλλειψη εκπαιδευτικών όλων των ειδικοτήτων στα απομακρυσμένα σχολεία (Αναστασίου, Ανδρούτσου & Γεωργάλας, 2015; Βυρίνης, 2014), τη δυσκολία πρόσβασης και τον αποκλεισμό των μαθητών από το σχολείο για πολλές μέρες κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς (Κοντογεωργάκου & Γεωργιάδη, 2016), καθώς και την έλλειψη εναλλακτικών μεθόδων διδασκαλίας που να υποστηρίζουν την απόκτηση γνώσεων από τους μαθητές (Βυρίνης, 2014).

Οι νέες τεχνολογίες επιτρέπουν την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων και παρέχουν περισσότερες ευκαιρίες για την κατανόηση και εμπέδωση της ύλης των μαθημάτων (Αναστασίου, Ανδρούτσου & Γεωργάλας, 2015; Βυρίνης, 2014). Παράδειγμα αποτελεί το μοντέλο της αντεστραμμένης τάξης, όπου οι μαθητές μπορούν να προετοιμάζονται για τα μαθήματα μέσω της χρήσης τεχνολογικών εργαλείων. Έχει επίσης παρατηρηθεί ότι η συμμετοχή των μαθητών σε προγράμματα εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης οδηγεί σε βελτίωση της επίδοσής τους και αίσθηση ικανοποίησης (Σκουλαρίδου & Μαυροειδής, 2016).

Οι εκπαιδευτικές ανάγκες και δυνατότητες των μαθητών, καθώς και οι ιδιαίτερες πτυχές τους, όπως τα ενδιαφέροντα, τα βιώματα, ο προσωπικός τους ρυθμός μάθησης και το πολιτισμικό τους υπόβαθρο, απαιτούν από τους εκπαιδευτικούς να επιδεικνύουν αυξημένη προσπάθεια και να προσαρμόζουν τη διδασκαλία σε νέες συνθήκες και περιβάλλοντα μάθησης. Η συμβατική εκπαίδευση συχνά δυσκολεύεται να ανταποκριθεί στο εύρος των διαφορετικών μαθησιακών αναγκών που υπάρχουν (Κενελίδου, Αντωνίου & Παπαδάκης, 2017). Άτομα με ιδιαίτερες εκπαιδευτικές ανάγκες και άτομα από κοινωνικά ευπαθείς ομάδες αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην πρόσβαση στην κανονική εκπαίδευση. Είναι αναγκαίο να διασφαλιστεί η διευρυμένη εφαρμογή της ενισχυτικής διδασκαλίας σε μαθητές που αντιμετωπίζουν δυσκολίες στο παραδοσιακό σχολείο ή που επιθυμούν να αποκτήσουν περισσότερες γνώσεις από αυτές που ήδη παρέχονται (Παπαφίλιππου, Τσιάτσος, Μανούσου & Λιοναράκης, 2016).

Η εξ Αποστάσεως Σχολική Εκπαίδευση (ΕξΑΣΕ) αποτελεί μια απάντηση σε μια ευρεία γκάμα μαθησιακών αναγκών και προσφέρει σημαντικές λύσεις για τα προναφερόμενα

προβλήματα. Τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές μπορούν να επωφεληθούν από αυτή τη μορφή εκπαίδευσης, προκειμένου να επιτύχουν καλύτερα αποτελέσματα στη μάθηση. Η εξΑΣΕ προωθεί καινοτόμες και ευέλικτες μορφές μάθησης, όπως η εξατομικευμένη, συνεργατική, διερευνητική, βιωματική και ανακαλυπτική μάθηση. Η διάδραση με τις νέες τεχνολογίες και τα μέσα του Διαδικτύου συμβάλλει στη δημιουργία δυναμικών περιβαλλόντων μάθησης και βελτιώνει τις επιδόσεις των μαθητών. Επίσης, αποτελεί μια πρόκληση για τον τομέα της εκπαίδευσης του 21ου αιώνα, καθώς συνδυάζει την ποικιλία που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες επικοινωνίας με νέες μεθόδους διδασκαλίας και μάθησης. Συνεπώς, η διεύρυνση της εξ Αποστάσεως Σχολικής Εκπαίδευσης στο πλαίσιο της τυπικής εκπαίδευσης αποτελεί αναγκαιότητα στην Ελλάδα, προκειμένου να υποστηριχθούν οι αρχές των ίσων εκπαιδευτικών ευκαιριών και να παρέχονται λύσεις σε δυσκολίες που αντιμετωπίζονται στην εκπαίδευση (Παπαδημητρίου, 2018).

2.3. Εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Στην ενότητα αυτή επισημαίνονται η σημασία και τα πλεονεκτήματα της χρήσης των Τ.Π.Ε. στην εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Επίσης, περιγράφεται η χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού των Τ.Π.Ε. στις Φυσικές Επιστήμες.

2.3. 1. Η σημασία της χρήσης των Τ.Π.Ε. στην εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται μια μείωση του ενδιαφέροντος των νέων για τις Θετικές Επιστήμες σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες. Αυτό μπορεί να αποδοθεί κατά ένα μεγάλο μέρος στον τρόπο διδασκαλίας που ακολουθείται στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Παππάς, 2021).

Συγκεκριμένα, οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας, όπου οι μαθητές καλούνται να απομνημονεύσουν γνώσεις χωρίς να συμμετέχουν ενεργά σε πειραματισμούς και δραστηριότητες, μπορεί να μειώνουν το ενδιαφέρον και την έμφυτη περιέργεια των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην αντιλαμβάνονται τη σχέση των θεωρητικών γνώσεων με τον πραγματικό κόσμο και να απομνημονεύουν πληροφορίες χωρίς να τις κατανοούν πλήρως (Παππάς, 2021).

Ακόμη, τα σχολικά βιβλία επικεντρώνονται σε μαθηματικούς τύπους και διδασκαλία φορμαλιστικών συμβόλων, ενώ οι στόχοι του σχολείου επικεντρώνονται κυρίως στην ικανοποίηση των απαιτήσεων των δασκάλων, των βιβλίων και των εξετάσεων. Όλα αυτά δεν σχετίζονται με την καθημερινή ζωή, την επιστήμη ή τα φυσικά φαινόμενα που παρατηρούμε άμεσα (Reif & Larkin, 1991). Ο τρόπος διδασκαλίας σε συνδυασμό με το μεγάλο όγκο της διδακτέας ύλης δημιουργούν την εντύπωση ότι το μάθημα είναι ιδιαίτερα δύσκολο και απροσδιόριστο, με αποτέλεσμα οι μαθητές και οι μαθήτριες να έχουν χαμηλές επιδόσεις (Σταυρίδου, 2011).

Συνεπώς, η χρήση τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) στην εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών έχει σημαντική σημασία, καθώς αλλάζει τον τρόπο που διδάσκεται η γνώση, μετατρέποντάς την από μια διαδικασία μεταφοράς γνώσης από τον εκπαιδευτικό στον μαθητή, σε μια διαδικασία εποικοδόμησης γνώσης. Η μάθηση μεταβαίνει από μια καθοδηγούμενη διαδικασία σε μια αυτοδιοίκητη διαδικασία, με την υποστήριξη συνεργατικών δραστηριοτήτων. Έτσι, ο υπολογιστής λειτουργεί ως ένας συνεργάτης, αλλάζοντας το ψυχοκοινωνικό περιβάλλον της τάξης προς μια πιο δημοκρατική κατεύθυνση, αναστέλλοντας την αποξένωση από τη μάθηση και προωθώντας ένα συνεργατικό πνεύμα (Osborne & Hennessy, 2003). Με αυτόν τον τρόπο, δεν παρέχεται στους μαθητές έτοιμη γνώση, αλλά δημιουργούνται καταστάσεις και παρέχονται εργαλεία που ενθαρρύνουν τα παιδιά να εκμεταλλευτούν στο έπακρο τις δικές τους γνωστικές ικανότητες κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Jonassen & Reeves, 1996).

Επιπλέον, η χρήση υπολογιστών προσφέρει δυνατότητες μοντελοποίησης, οπτικοποίησης και προσομοίωσης φυσικών φαινομένων και διαδικασιών, δημιουργώντας ισχυρά περιβάλλοντα μάθησης που προσφέρουν μοναδικές ευκαιρίες στους μαθητές να παρατηρήσουν φαινόμενα που συχνά είναι δύσκολο, αδύνατο ή και επικίνδυνο να παρατηρηθούν στην πραγματικότητα. Μέσω των υπολογιστών, μπορούν να εκτελούν πειράματα, να παρεμβαίνουν στις διαδικασίες για να ελέγξουν υποθέσεις και να μελετήσουν αλλαγές στην ύλη τόσο στον πραγματικό κόσμο όσο και σε εναλλακτικούς κόσμους (Σταυρίδου, 2011).

Επιπλέον, οι Τ.Π.Ε. παρέχουν τη δυνατότητα οπτικοποίησης και παραμετροποίησης των πραγματικών ή εικονικών κόσμων και γενικότερα τη μοντελοποίηση εναλλακτικών κόσμων, που μπορούν να γίνουν «ορατοί» σε όσους δεν έχουν προηγούμενη εμπειρία με αυτούς (Jonassen & Reeves, 1996). Αυτό επιτρέπει στους μαθητές να ανακαλύπτουν και να

εξερευνούν νέες έννοιες και φαινόμενα μέσα από αληθοφανείς εμπειρίες που παρέχονται από την τεχνολογία.

Η μάθηση με τη χρήση Τ.Π.Ε. γίνεται μια προσωπική δραστηριότητα για τον μαθητή, καθώς έχει τη δυνατότητα να μάθει με τον δικό του ρυθμό. Ταυτόχρονα, όμως, είναι και μια κοινωνική διαδικασία, καθώς παρέχεται η δυνατότητα συμμετοχής σε συνεργατικές διαδικασίες μάθησης (Σταυρίδου, 2000). Ο υπολογιστής, λόγω της δυνατότητάς του να αλληλεπιδρά με τον χρήστη, συμβάλλει στην μοντελοποίηση προβληματικών γνωστικών περιοχών των Φυσικών Επιστημών. Αυτό τον καθιστά ένα ξεχωριστό μέσο διδασκαλίας που επιτρέπει στους μαθητές να αντιληφθούν και να μελετήσουν φαινόμενα που ίσως θα ήταν δύσκολο να κατανοήσουν με άλλες μεθόδους διδασκαλίας (Ράπτης & Ράπτη, 1999).

Ειδικότερα, στον τομέα των Φυσικών Επιστημών, η χρήση εικονικών πειραμάτων που εμπλέκουν τους μαθητές στη διαδικασία υλοποίησής τους, δραστηριότητες που προάγουν τη συμμετοχή και το ενδιαφέρον, διαδραστικά βίντεο, ασκήσεις αξιολόγησης για ανατροφοδότηση, ενίσχυση της κριτικής σκέψης και εφαρμογή των θεωρητικών γνώσεων στην πράξη, μπορούν να συμπεριληφθούν στο υλικό δημιουργικών ηλεκτρονικών μαθημάτων (Βλιώρα, Μουζάκης & Καλογιαννάκης, 2018).

Συνολικά, οι τεχνολογίες που αξιοποιούνται από τις Φυσικές Επιστήμες περιλαμβάνουν το ψηφιακό βίντεο, τη μοντελοποίηση, την προσομοίωση, τα εκπαιδευτικά παιχνίδια, τον συμμετοχικό Ιστό, τις δυναμικές αναπαραστάσεις, την αλληλεπιδραστική πλοήγηση και τα εργαστήρια συνδεδεμένα με υπολογιστή, με την επέκταση MBL (Παππάς, 2021).

Σύμφωνα με τις έρευνες των Murphy (2003) και Osborne & Hennessy (2003) σχετικά με την επίδραση των νέων τεχνολογιών στην εξ αποστάσεως διδασκαλία της Φυσικής, παρατηρούνται τα εξής συμπεράσματα:

- Αύξηση του ενδιαφέροντος και μεγαλύτερη συμμετοχή των μαθητών.
- Ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και απόκτηση δεξιοτήτων στην επίλυση προβλημάτων.
- Ενίσχυση της μαθησιακής διαδικασίας μέσω εξατομικευμένης διδασκαλίας.
- Οπτικοποίηση πολύπλοκων εννοιών και μοντέλων μέσω τρισδιάστατων εικόνων και προσομοιώσεων.
- Βελτίωση της ποσότητας και ποιότητας του υλικού που χρησιμοποιείται, συμπεριλαμβανομένων κειμένων, κινούμενων και στατικών εικόνων, ήχου κ.λπ.

- Εκτέλεση δραστηριοτήτων μεγάλης ταχύτητας και ακρίβειας.
- Χρήση εργαλείων που βελτιώνουν την εμπειρική έρευνα.
- Ανεξαρτησία από την απαίτηση να γίνεται η μάθηση σε συγκεκριμένο χώρο και χρόνο, καθώς η μαθησιακή διαδικασία μπορεί να πραγματοποιηθεί οπουδήποτε και οποτεδήποτε.

Σύμφωνα με τον Παππά (2021), οι προσομοιώσεις, τα πειράματα, οι διαδραστικές εφαρμογές, οι παρατηρήσεις στο μικροσκόπιο και η πληθώρα λογισμικών και εφαρμογών web2.0 συμβάλλουν στην εξατομικευμένη, συνεργατική, ανακαλυπτική και βιωματική μάθηση των μαθητών, ενώ παράλληλα ενθαρρύνουν την απόκτηση ψηφιακών δεξιοτήτων και προάγουν τη δημιουργικότητα και τη συνεργατικότητα. Αυτή η ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στην εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για τη βελτίωση της ποιότητας της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η τεχνολογία μόνη της δεν εγγυάται την αποτελεσματική μάθηση και μπορεί να προκαλέσει προβλήματα αν χρησιμοποιηθεί εσφαλμένα. Έτσι, είναι αναγκαίο να συνδυαστούν οι δυνατότητες των νέων τεχνολογιών με έναν κατάλληλο παιδαγωγικό σχεδιασμό σε ένα προηγμένο μαθησιακό περιβάλλον, προκειμένου να προσφερθούν οι βέλτιστες εκπαιδευτικές εμπειρίες (Μελισσουργάκης, Μανταδάκης & Παπαβασιλείου, 2014).

2.3.2. Το εκπαιδευτικό λογισμικό των Τ.Π.Ε. στις Φυσικές Επιστήμες

Το εκπαιδευτικό λογισμικό χρησιμοποιείται στην εκπαίδευση με σκοπό τη διδασκαλία και τη μάθηση, εκμεταλλευόμενο τις δυνατότητες του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Για να θεωρηθεί ένα λογισμικό εκπαιδευτικό, πρέπει να ανταποκρίνεται τόσο στις μαθησιακές-παιδαγωγικές ανάγκες όσο και στις τεχνολογικές απαιτήσεις. Από τη μαθησιακή-παιδαγωγική πλευρά, το εκπαιδευτικό λογισμικό πρέπει να περιλαμβάνει διδακτικούς στόχους και πλήρη σενάρια, ενώ πρέπει να παρέχει συγκεκριμένα διδακτικά και μαθησιακά αποτελέσματα (Μικρόπουλος, 2000). Από την τεχνολογική πλευρά, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η ποιότητα του περιβάλλοντος, της αλληλεπίδρασης και της διεπαφής με τον χρήστη, ο τύπος αλληλεπίδρασης, τα μέσα που χρησιμοποιούνται (εικόνα, ήχος, βίντεο κ.λπ.) και η συνολική αισθητική του λογισμικού.

Σύμφωνα με τον Taylor (1980), το εκπαιδευτικό λογισμικό μπορεί να ταξινομηθεί βάσει του ρόλου που διαδραματίζει στη διαδικασία της μάθησης, σε ακόλουθες κατηγορίες:

- Χρήση του λογισμικού ως δασκάλου. Αρχικά παρουσιάζεται το εκπαιδευτικό υλικό. Στη συνέχεια ο χρήστης αλληλεπιδρά διαλογικά με τον υπολογιστή. Οι απαντήσεις και οι επιλογές του αξιολογούνται από το λογισμικό το οποίο καθοδηγεί τον χρήστη περαιτέρω.
- Χρήση του λογισμικού ως εργαλείου, που λειτουργεί ως βοηθητικό μέσο για τον χρήστη, καθιστώντας δυνατή ή διευκολύνοντας την εκτέλεση μιας εργασίας που θα ήταν δύσκολη ή αδύνατη χωρίς αυτό. Περιλαμβάνει δραστηριότητες χρήσιμες τόσο για τους μαθητές όσο και για τους διδάσκοντες.
- Χρήση του λογισμικού ως μαθητή. Το λογισμικό λειτουργεί βοηθητικά ως προς τον χρήστη, ο οποίος έχει την κύρια ευθύνη να το κατευθύνει σύμφωνα με την κρίση του.

Μια άλλη κατηγοριοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού, βάσει της χρήσης του στη μαθησιακή διαδικασία είναι η εξής (Παππάς, 2021):

- Λογισμικό εξάσκησης και εφαρμογών (drill and practice): Παρέχει επαναλαμβανόμενες ασκήσεις για την εξάσκηση σε συγκεκριμένες δεξιότητες ή εφαρμογές.
- Λογισμικό παρουσίασης διαλέξεων (tutorial): Παρέχει πληροφορίες, εκμάθηση και κατανόηση μέσω διαλέξεων, παραδειγμάτων και απεικονίσεων.
- Λογισμικό προσομοίωσης (simulation): Προσφέρει εικονικό περιβάλλον ή προσομοίωση πραγματικών καταστάσεων για την εκμάθηση και την απόκτηση εμπειριών.
- Λογισμικό επίλυσης προβλημάτων και αυτοαξιολόγησης: Βοηθά τους μαθητές να επιλύουν προβλήματα και να αξιολογούν την πρόδό τους μέσω αυτοαξιολόγησης.
- Διδακτικά παιχνίδια: Περιλαμβάνει παιχνίδια που συνδυάζουν διασκέδαση και μάθηση, χρησιμοποιώντας κινούμενες εικόνες ή άλλες μορφές αλληλεπίδρασης.

2.4. Πειραματική εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Στην ενότητα αυτή, περιγράφονται τρεις τρόποι αξιοποίησης του πειράματος για την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης από τους εκπαιδευόμενους και ο ρόλος των ΕΚΦΕ στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών στην Ελλάδα.

2.4.1. Τρόποι αξιοποίησης του πειράματος

Στο πεδίο της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, οι σύγχρονες προσεγγίσεις αναδεικνύουν τη σημασία της Επαγωγικής Μεθόδου ως μια προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω» (Κουλαϊδής, 2001). Αυτή η μέθοδος έχει ως βάση την παρατήρηση, τον πειραματισμό και γενικότερα την ενεργό συμμετοχή των μαθητών σε δραστηριότητες που τους επιτρέπουν να επεκτείνουν το εμπειρικό πεδίο αναφοράς τους, να δημιουργήσουν νέες νοητικές αναπαραστάσεις και να οικοδομήσουν την προσωπική τους επιστημονική γνώση.

Τα τελευταία χρόνια, στο χώρο της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, η ανωτέρω μέθοδος έχει αναπτυχθεί περαιτέρω και συνήθως αναφέρεται ως «διερευνητική μέθοδος» διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Γενικά, με τον όρο «διερεύνηση» εννοείται η διαδικασία με την οποία εντοπίζεται ένα πρόβλημα, αναλύεται κριτικά ένα πείραμα, εντοπίζονται εναλλακτικές λύσεις, σχεδιάζεται η έρευνα, διατυπώνονται υποθέσεις και συμπεράσματα, αναζητούνται πληροφορίες, επινοούνται και οικοδομούνται μοντέλα και γίνεται ανταλλαγή απόψεων και επιχειρημάτων μεταξύ των συνεργατών (Linn, Davis & Bell, 2004).

Η ενσωμάτωση του πειράματος στη διαδικασία οικοδόμησης της επιστημονικής γνώσης από τους μαθητές μπορεί να γίνει με ποικίλους τρόπους εκ των οποίων είναι ενδιαφέρον να αναφέρουμε τους ακόλουθους (Σταυρίδου, 2011).

Τα πειράματα επίδειξης

Το πείραμα επίδειξης είναι μια παραδοσιακή μέθοδος όπου ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει τον αποκλειστικό χειρισμό των υλικών και των εργαστηριακών διατάξεων. Χρησιμοποιείται όταν οι συνθήκες διδασκαλίας περιορίζουν τις επιλογές, όπως οι περιορισμένοι χρόνοι, η έλλειψη απαραίτητου εξοπλισμού, η επικινδυνότητα των υλικών, η πολυπλοκότητα του πειράματος, ή όταν η έμφαση δίνεται μόνο στη μεθοδολογία (Σταυρίδου, 2011).

Ωστόσο, υπό την επίδραση των σύγχρονων αντιλήψεων για τη διδασκαλία, η πειραματική διαδικασία της επίδειξης μπορεί να εξελιχθεί σε μια αλληλεπιδραστική διαδικασία, όπου ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί τους μαθητές με κατάλληλες ερωτήσεις. Οι μαθητές παρατηρούν, εντοπίζουν και διατυπώνουν σχέσεις μεταξύ των στοιχείων των υλικών ή σχετικών εννοιών, καθώς και προβλέπουν και εξάγουν συμπεράσματα. Σε περίπτωση διαφορετικών προβλέψεων ή ερμηνειών, ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει τη συζήτηση μεταξύ των μαθητών που έχουν διαφορετικές απόψεις. Ο στόχος είναι οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν τις απόψεις τους και να ενδιαφερθούν για το αποτέλεσμα της δραστηριότητας. Τέλος, ο εκπαιδευτικός συμβάλλει ενεργά στην διατύπωση συμπερασμάτων και ανακεφαλαιώνει τα ευρεθέντα. Αυτή η προσέγγιση πειραματικής διδασκαλίας αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως ανακαλυπτική επίδειξη (Σταυρίδου, 2011).

Το συνεργατικό εργαστήριο

Η πειραματική διδασκαλία σε αυτήν την μορφή αντιπροσωπεύει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση. Όλοι οι μαθητές εμπλέκονται ταυτόχρονα στην ίδια δραστηριότητα και συνεργάζονται σε μικρές ομάδες των 3-5 ατόμων, ανάλογα με τον αριθμό των μαθητών στην τάξη και τα διαθέσιμα υλικά και εξοπλισμό. Η παρουσία κατάλληλων υλικών ή αντιδραστηρίων σε πολλές σειρές είναι φυσικά απαραίτητη προϋπόθεση για την οργάνωση αυτού του είδους της πειραματικής διδασκαλίας (Σταυρίδου, 2011).

Η διαδικασία του μαθήματος ξεκινά με την παρουσίαση του «προβλήματος» και του τρόπου που θα ακολουθηθεί για την επίλυσή του, το οποίο δεν είναι γνωστό εκ των προτέρων στα παιδιά. Ένα σημαντικό στοιχείο για την οργάνωση της διδασκαλίας είναι το φύλλο εργασίας που δίνεται στους μαθητές. Στο πρώτο μέρος του φύλλου εργασίας αναφέρονται τα απαραίτητα υλικά, τα οποία είτε έχουν ήδη τοποθετηθεί στο «εργαστηριακό κουτί» που βρίσκεται σε κάθε πάγκο εργασίας, είτε - αν οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι με την πειραματική εργασία - αναζητούνται στις αποθήκες του εργαστηρίου, επιλέγονται και μεταφέρονται από τους ίδιους τους μαθητές στους πάγκους εργασίας (Σταυρίδου, 2011).

Οι μαθητές ακολουθούν τις οδηγίες της δραστηριότητας, οι οποίες τους καθοδηγούν στην εκτέλεση της εργασίας και στην επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων. Κάθε οδηγία συνοδεύεται από κατάλληλες ερωτήσεις, μέσω των οποίων οι μαθητές κινητοποιούνται να παρατηρήσουν και να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους, να συλλέξουν, να συγκρίνουν

και να ταξινομήσουν δεδομένα, να διατυπώσουν υποθέσεις, να προτείνουν τρόπους για την επαλήθευση ή διάψευση αυτών των υποθέσεων, να αναγνωρίσουν σχέσεις μεταξύ μεταβλητών που σχετίζονται με το πρόβλημα που μελετούν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα. Επιπλέον, έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιήσουν μετρήσεις, να χειριστούν εργαλεία και/ή να συναρμολογήσουν συσκευές. Ανάλογα με το γνωστικό περιεχόμενο του προβλήματος, μπορεί να επιλεγούν ορισμένες από τις παραπάνω ενέργειες (Σταυρίδου, 2011).

Το κυκλικό εργαστήριο

Αυτή η μορφή οργάνωσης της πειραματικής διδασκαλίας λειτουργεί ως ένα μεταβατικό στάδιο μεταξύ των πειραμάτων επίδειξης και του συνεργατικού εργαστηρίου. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές ενός τμήματος μπορούν να εργαστούν σε μικρές ομάδες, εκμεταλλευόμενοι ταυτόχρονα τον περιορισμένο αριθμό εργαλείων που υπάρχει στο εργαστήριο. Τα μέλη κάθε ομάδας εκτελούν διαφορετική δραστηριότητα κάθε φορά και αλλάζουν κυκλικά τις ασκήσεις, με αποτέλεσμα να ολοκληρώνουν μια ενότητα πειραματικών δραστηριοτήτων όλες οι ομάδες σε ορισμένες διδακτικές ώρες (Σταυρίδου, 2011).

Για να αντιμετωπιστεί η πιθανή ανάγκη για επιπλέον ώρες διδασκαλίας, μπορούν να γίνουν τοπικές αλλαγές στο αναλυτικό πρόγραμμα, δηλαδή να περικοπούν κάποιες ώρες θεωρίας και να αντικατασταθούν από ώρες εργαστηριακής εργασίας. Επειδή η κυκλική αλλαγή των ασκήσεων απαιτεί διαφορετική αφετηρία εργασίας για κάθε ομάδα, είναι απαραίτητη η κατανόηση των βασικών φυσικών εννοιών και νόμων της αντίστοιχης ενότητας. Έτσι, η συγκεκριμένη μορφή οργάνωσης του εργαστηρίου πραγματοποιείται μετά τη διδασκαλία της αντίστοιχης θεωρίας στην τάξη (Καριώτογλου, Κολιόπουλος & Ψύλλος, 1993).

2.4.2. Η εργαστηριακή Εκπαίδευση στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών στην Ελλάδα (ΕΚΦΕ)

Στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, η εργαστηριακή διδασκαλία έχει οργανωθεί από το Υπουργείο Παιδείας μέσω των Εργαστηριακών Κέντρων Φυσικών Επιστημών (ΕΚΦΕ). Τα ΕΚΦΕ ανήκουν διοικητικά στην αντίστοιχη Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης κάθε νομού. Η εποπτεία τους γίνεται από τους συντονιστές

εκπαιδευτικού έργου (ΣΕΕ), οι οποίοι συντάσσουν μια έκθεση αξιολόγησης του έργου τους στο τέλος κάθε έτους. Τα ΕΚΦΕ λειτουργούν με τη συμμετοχή ενός εκπαιδευτικού ΠΕ04 με τριετή θητεία, ο οποίος επιλέγεται από την αντίστοιχη Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (ΔΔΕ). Ο ρόλος του ΕΚΦΕ είναι υποστηρικτικός για την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, παρέχοντας τεχνογνωσία στους εκπαιδευτικούς για τη διεξαγωγή των πειραμάτων και παρέχοντας εργαστηριακά υλικά και συσκευές στα σχολεία που τους ανήκουν. Επιπλέον, μπορεί να συμμετέχει στη διεξαγωγή υποχρεωτικών πειραμάτων που καθορίζονται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα για τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (Δελιακίδης, 2021).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Βιβλιογραφική επισκόπηση

Καλές πρακτικές στην πειραματική εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σε σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια βιβλιογραφική επισκόπηση, με βάση ελληνική και ξενόγλωσση βιβλιογραφία, με στόχο την διερεύνηση της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης με ιδιαίτερη προσέγγιση στην πειραματική της εφαρμογή στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών που διδάσκονται στα σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

Οι ενότητες που περιγράφονται με βάση την υπάρχουσα θεωρητική προσέγγιση είναι οι εξής:

- Καλές πρακτικές για την κατάλληλη οργάνωση της (πειραματικής) εξ αποστάσεως διδασκαλίας και τη διαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα – μορφές πειραμάτων
- Τρόποι αξιοποίησης των μορφών εκτέλεσης πειραμάτων ως καλών πρακτικών στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους.

3.1. Καλές πρακτικές για την κατάλληλη οργάνωση της (πειραματικής) εξ αποστάσεως διδασκαλίας και τη διαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού

Κατά τη διάρκεια της πανδημίας του Covid-19 προτάθηκαν κάποιες γενικές καλές πρακτικές που μπορούν να εφαρμοστούν στη διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών, είτε περιλαμβάνουν πειραματική διδασκαλία είτε όχι, κατά την εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση στα σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Αυτές οι πρακτικές συνδέονται με την κατάλληλη οργάνωση της εξ αποστάσεως διδασκαλίας και τη διαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού από τον εκπαιδευτικό, που αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για μια επιτυχημένη πορεία και ολοκλήρωση της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (Λιοναράκης κ.α., 2020). Έτσι, μπορεί να

δημιουργηθεί ένα διαδικτυακό μάθημα που θα είναι ενδιαφέρον, ευχάριστο και επωφελές για τους μαθητές (Βασιλειάδου κ.α., 2021). Συγκεκριμένα, αναφέρονται στην προετοιμασία και στις δράσεις των εκπαιδευτικών πριν την διεξαγωγή του μαθήματος, κατά την διάρκειά του και αφότου έχει ολοκληρωθεί.

Σύγχρονη Εκπαίδευση

Σε ότι αφορά τη σύγχρονη εκπαίδευση, ο εκπαιδευτικός καλείται να χρησιμοποιήσει την εκπαιδευτική πλατφόρμα τηλεκπαίδευσης Cisco Webex meetings για να οργανώσει και να υλοποιήσει το μάθημά του, αξιοποιώντας τις δυνατότητες που του παρέχει.

Στο στάδιο της προετοιμασίας του εξ αποστάσεως μαθήματος, ο εκπαιδευτικός πρέπει να έχει ενημερωθεί σχετικά με τα μέσα που διαθέτουν οι μαθητές του για τη συμμετοχή στο μάθημα. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω της δημιουργίας μιας λίστας με τον τύπο του τεχνολογικού εξοπλισμού που χρησιμοποιούν, όπως φορητό υπολογιστή, tablet ή κινητό τηλέφωνο. Στη συνέχεια, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να επιλέξει λογισμικά που είναι προσβάσιμα από αυτόν τον εξοπλισμό και να παρέχονται χωρίς χρέωση. Η επιλογή του λογισμικού θα πρέπει να γίνει με βάση τους στόχους του μαθήματος και τις ανάγκες όλων των μαθητών. Για παράδειγμα, μπορεί να ελέγξει αν τα μαθήματα προσομοίωσης μορφής flash είναι συμβατά με τον τεχνολογικό εξοπλισμό των μαθητών. Έτσι, ο εκπαιδευτικός θα εξασφαλίσει ότι το επιλεγμένο λογισμικό θα είναι κατάλληλο για την ομαλή συμμετοχή όλων των μαθητών στο μάθημα. Η παραπάνω προετοιμασία θα βοηθήσει τον εκπαιδευτικό να επιλέξει τα κατάλληλα εκπαιδευτικά εργαλεία και λογισμικά που θα βοηθήσουν στην αποτελεσματική διδασκαλία και μάθηση εξ αποστάσεως (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Επίσης, ο εκπαιδευτικός πρέπει να συνδυάζει τη σύγχρονη και την ασύγχρονη διδασκαλία, λαμβάνοντας υπόψη το διδακτικό του στυλ και το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών που ορίζεται από το Υπουργείο Παιδείας. Καθώς υπάρχουν μαθητές που ενδέχεται να μην έχουν πάντοτε πρόσβαση στο διαδίκτυο ή να αντιμετωπίζουν τεχνικά προβλήματα κατά τη διάρκεια του μαθήματος, ο εκπαιδευτικός μπορεί να καθορίσει από την αρχή ποιο είδος διδασκαλίας θα χρησιμοποιήσει για τη συγκεκριμένη ομάδα μαθητών. Για παράδειγμα μπορεί να ξεκινήσει με μια σύγχρονη διδασκαλία, όπως μια διαδραστική διάλεξη ή μια ζωντανή συνεδρία σε πλατφόρμα τηλεδιάσκεψης και στη συνέχεια να παρέχει ασύγχρονο υλικό, όπως εκπαιδευτικά βίντεο ή ασκήσεις για την εμπέδωση και την αξιολόγηση της

μάθησης. Εναλλακτικά, μπορεί να ξεκινήσει με το ασύγχρονο εκπαιδευτικό υλικό και στη συνέχεια να γίνει η επεξήγησή του στη σύγχρονη διδασκαλία, όπως γίνεται στην περίπτωση της «Ανεστραμμένης Τάξης» (Βασιλειάδου κ.α., 2021). Οι Ζερβός, Σουδίας & Κατσιγιάννη (2016) στην κατεύθυνση αυτή αναφέρουν ότι καθώς ο μαθητής μπορεί να δει το ψηφιακό υλικό όσες φορές θέλει και να εστιάσει σε όποια σημεία επιθυμεί σύμφωνα με το δικό του ρυθμό, γίνεται ενεργός χρήστης των πληροφοριών. Έτσι η μάθηση εξατομικεύεται και ενισχύεται η αυτοπεποίθηση και η κοινωνικοποίησή του. Ταυτόχρονα, ο εκπαιδευτικός μπορεί να αξιοποιήσει καλύτερα τον επιπλέον διδακτικό χρόνο για την αντιμετώπιση αποριών, τη διεξαγωγή μαθητοκεντρικών δραστηριοτήτων και την αλληλεπίδραση με τους μαθητές στο πλαίσιο της ψηφιακής τάξης (Κελεσιδής & Μανάφη, 2021).

Επιπλέον, στο πλαίσιο της σύγχρονης εκπαίδευσης, η φωνή του εκπαιδευτικού αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία διδασκαλίας. Επομένως, είναι απαραίτητο ο εκπαιδευτικός να εκφράζεται με καθαρή φωνή, προκειμένου να διεξαχθεί ομαλά το μάθημα. Η ύπαρξη θορύβων ή δυσκολιών στην ακουστική επικοινωνία μπορεί να προκαλέσει σύγχυση στους μαθητές και να διακόψει τη ροή του μαθήματος. Για τον λόγο αυτό, είναι σημαντικό ο εκπαιδευτικός να κάνει τις σωστές ρυθμίσεις ήχου και να χρησιμοποιεί ακουστικά με ενσωματωμένο μικρόφωνο, προκειμένου να απομονώνονται οι εξωτερικοί θόρυβοι και να μεταδίδεται μόνο η φωνή του στους μαθητές. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται βέλτιστη ακουστική εμπειρία και εξασφαλίζεται η αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Επίσης, είναι σημαντικό για τον εκπαιδευτικό να έχει προετοιμάσει εναλλακτικά σενάρια και σχέδια μαθήματος στην περίπτωση που σκοπεύει να χρησιμοποιήσει μια online εφαρμογή ή δραστηριότητα και αυτή δεν λειτουργήσει όπως αναμένεται. Αυτό θα του επιτρέψει να αντιδράσει ευέλικτα και να προσφέρει εναλλακτικές δραστηριότητες στους μαθητές του. Για παράδειγμα, αν η πλατφόρμα σύγχρονης εκπαίδευσης Webex αντιμετωπίσει προβλήματα, ο εκπαιδευτικός μπορεί να χρησιμοποιήσει το εργαλείο «Τηλεσυνεργασία» της πλατφόρμας e-class, δημιουργώντας έναν εναλλακτικό σύνδεσμο (όπως το BigBlueButton, αν είναι διαθέσιμο). Φυσικά, θα πρέπει να έχει ενημερώσει εκ των προτέρων τους μαθητές του να ανατρέξουν σε εκείνη την πλατφόρμα σε περίπτωση δυσκολίας (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Στο στάδιο της εκκίνησης του εξ αποστάσεως μαθήματος, κατά τη διάρκεια αναμονής για τη συγκέντρωση των μαθητών στο περιβάλλον σύγχρονης εκπαίδευσης, ο εκπαιδευτικός μπορεί να δημιουργήσει ένα group chat θέτοντας μια ενδιαφέρουσα ερώτηση ή να προβάλλει ένα

βίντεο, εικόνα ή cartoon που θα προσφέρουν οπτικοακουστικά ερεθίσματα σχετικά με το θέμα της ημέρας, συνοδευόμενο πάντα από κάποια ερώτηση που να ενεργοποιεί τις προηγούμενες γνώσεις των μαθητών ή να διεγείρει την περιέργειά τους για τη συνέχεια. Με αυτές τις ενέργειες ενεργοποιείται το ενδιαφέρον τους και μειώνεται η πιθανή αμηχανία τους (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο είναι να ξεκινά το μάθημα καλωσορίζοντας ατομικά κάθε μαθητή. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές αισθάνονται πιο άνετα και φιλικά στο περιβάλλον της τάξης και ταυτόχρονα δεσμεύονται να συμμετέχουν ενεργά στο μάθημα. Επιπλέον, αυτή η πρακτική επιτρέπει στον εκπαιδευτικό να παρακολουθεί τη συμμετοχή των μαθητών στο μάθημα (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Στην έναρξη του μαθήματος, ο εκπαιδευτικός μπορεί να χρησιμοποιήσει σχηματικές αναπαραστάσεις για να παρουσιάσει τις διάφορες θεματικές ενότητες, τα διδακτικά αντικείμενα και τις δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στο μάθημά του. Αυτό βοηθά τους μαθητές να προσανατολιστούν, δίνοντάς τους μια καθοδήγηση σχετικά με τη ροή του μαθήματος που θα ακολουθήσει (Βασιλειάδου κ.α., 2021). Επίσης, είναι σημαντικό να δίνονται με φιλικό ύφος και σαφήνεια το χρονοδιάγραμμα των διαδικτυακών συναντήσεων και των δραστηριοτήτων, οι στόχοι, οι οδηγίες και οι τρόποι ανατροφοδότησης και αυτοαξιολόγησης (Ιωακειμίδου, 2020).

Επιπλέον, ο εκπαιδευτικός μπορεί να αξιοποιήσει εννοιολογικούς χάρτες που οπτικοποιούν τις έννοιες και τις συνδέουν μεταξύ τους ή διαγράμματα ροής που περιγράφουν το μάθημα και τους στόχους του, για να ενισχύσει την προσοχή των μαθητών και να επεξηγήσει έννοιες ώστε να γίνουν πιο κατανοητές. Μπορεί επίσης να τους συμπληρώσει με πληροφορίες μαζί με τους μαθητές του σε περίπτωση που θέλει να δημιουργήσει ένα περιβάλλον συζήτησης ή συνεργασίας. Μέσω αυτής της διαδικασίας, εξασφαλίζεται η επίτευξη των μαθησιακών στόχων του μαθήματος (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Στο στάδιο της υλοποίησης και του τρόπου παρουσίασης του εξ αποστάσεως μαθήματος είναι σημαντικό ο εκπαιδευτικός να κατευθύνει τους μαθητές του και να εστιάζει την προσοχή τους στο σημείο του κειμένου στο οποίο αναφέρεται. Με αυτόν τον τρόπο τους διευκολύνει να το εντοπίζουν ανά πάσα στιγμή στην οθόνη τους. Αυτό μπορεί να το πετύχει με τη χρήση του δρομέα ή του εργαλείου annotate της Webex. Φυσικά η χρήση αυτών των εργαλείων εξαρτάται από τους στόχους και το σχέδιο του μαθήματος. Επίσης καλό είναι να γράφει στον

ψηφιακό πίνακα με μεγάλα, ευανάγνωστα γράμματα, καθώς ορισμένοι μαθητές συμμετέχουν στην σύγχρονη εκπαίδευση μέσω κινητών τηλεφώνων που διαθέτουν μικρή οθόνη, κάτι που δυσκολεύει την παρακολούθηση του μαθήματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά το διαμοιρασμό οθόνης στη webex πρέπει ο εκπαιδευτικός να έχει ανοιχτό το παράθυρο της συζήτησης (chat) και των συμμετεχόντων (participants) ώστε να ελέγχει αν είναι συνδεδεμένοι όλοι οι μαθητές του, να διαβάζει τα μηνύματα με τυχόν προβλήματα ή ερωτήματα που διατυπώνουν οι μαθητές και να παρέχει γραπτή ανατροφοδότηση όταν χρειάζεται (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Για να αποφύγει πιθανές καταστάσεις άγχους και αμηχανίας, είναι σημαντικό ο εκπαιδευτικός να χρησιμοποιεί μόνο τα εργαλεία με τα οποία είναι εξοικειωμένος τόσο αυτός όσο και οι μαθητές του. Επίσης η αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. για την οπτικοποίηση της διδασκαλίας (εικόνες, βίντεο, γραφικές παραστάσεις, προσομοιώσεις πειραμάτων κ.λ.π.) βοηθάει στην εξισορρόπηση της δυσκολίας στην κατανόηση του μαθήματος εξαιτίας της έλλειψης επικοινωνίας και διάδρασης με τους μαθητές. Συγκεκριμένα, ο εκπαιδευτικός πρέπει να δημιουργεί δραστηριότητες που θα εξασφαλίζουν την ενεργό συμμετοχή των μαθητών, προκαλώντας το ενδιαφέρον τους. Μπορεί για παράδειγμα να δημιουργήσει μια ψηφοφορία για κάποιο ζήτημα, ή να ενεργοποιήσει ασκήσεις κενών που παρέχει η e-class, για τη συμπλήρωση των πληροφοριών που παρέχονται κατά την παράδοση του μαθήματος. Μπορεί επίσης να χωρίσει τους μαθητές και τις μαθήτριες σε ομάδες, κατά την ανάθεση εργασιών ή ασκήσεων και άλλων δραστηριοτήτων, επιλέγοντας τη δυνατότητα του διαμοιρασμού τους σε μικρές ομάδες (breakout sessions), ώστε να εφαρμόσουν στην πράξη όσα προηγήθηκαν στην παρουσίαση του νέου μαθησιακού αντικειμένου. Αυτή η δυνατότητα έχει πολλά οφέλη και είναι ιδιαίτερα ευχάριστη και εποικοδομητική για τους μαθητές. Φυσικά, καθ' όλη τη διάρκεια του μαθήματος, ο εκπαιδευτικός πρέπει να ενθαρρύνει τους μαθητές να διατυπώνουν ερωτήσεις ή απορίες χρησιμοποιώντας κατάλληλα διαδικτυακά μέσα όπως το chat, το poll της webex, κ.λ.π. (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Επιπρόσθετα, κατά τη διάρκεια του εξ αποστάσεως μαθήματος, ο εκπαιδευτικός φροντίζει να μιλάει αργά, σταθερά, με σαφήνεια και με ενθουσιασμό όταν χρειάζεται, αποφεύγοντας τον μονόλογο ή τον καταγιγισμό ιδεών, ώστε να είναι κατανοητός. Επίσης, πρέπει να αφιερώνει περισσότερο χρόνο για να επεξηγήσει έννοιες ή σύνθετα φυσικά φαινόμενα και για να επιλύσει απορίες. Φυσικά, πρέπει να περιμένει με υπομονή τους μαθητές να ολοκληρώσουν την εργασία τους ή την καταχώρηση των σημειώσεών τους. Καθώς δεν υπάρχει οπτική ή

ηχητική επαφή, μπορεί να ενημερώνεται για την πορεία των μαθητών του ζητώντας τους να «σηκώσουν το χέρι» από τη σχετική επιλογή της λίστας των συμμετεχόντων (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Για να βεβαιωθεί για το βαθμό κατανόησης του μαθήματος, ο εκπαιδευτικός μπορεί να θέτει συχνά ερωτήματα στα οποία θα ζητάει απάντηση μέσω γραπτού μηνύματος του κάθε μαθητή στο chat, αντί να απευθύνει μια προφορική ερώτηση σε κάποιον, κάτι που μπορεί να δημιουργήσει το συναίσθημα «ελέγχου του απρόσεκτου». Εμπλέκοντας τους μαθητές σε συζητήσεις όπου εκφράζουν τη συμφωνία ή τη διαφωνία τους σε κάποιο θέμα, ασκήσεις ή μικρές εργασίες, εξασφαλίζει την ενεργό συμμετοχή και αφοσίωσή τους στο μάθημα, με αποτέλεσμα τη σημαντική βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Όσον αφορά τα διαλείμματα, ο εκπαιδευτικός πρέπει να σέβεται την καθορισμένη ώρα για τη διακοπή του μαθήματος, ώστε οι μαθητές και ο ίδιος να έχουν τη δυνατότητα να ξεκουραστούν και να ανακτήσουν ενέργεια (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Στο στάδιο ολοκλήρωσης του εξ αποστάσεως μαθήματος, είναι καλό ο εκπαιδευτικός να καταγράφει στη συνομιλία (chat) τα καθήκοντα (ασκήσεις, εργασίες) με τα οποία θα πρέπει να ασχοληθούν οι μαθητές στο σπίτι, παρέχοντας σαφείς οδηγίες, καθώς η απλή προφορική αναφορά μπορεί να οδηγήσει σε παρανοήσεις λόγω τεχνικών προβλημάτων ή απροσεξίας από μέρος των μαθητών. Επιπλέον, με αυτόν τον τρόπο, δεν χρειάζεται να επαναλαμβάνονται πληροφορίες που έχουν ήδη αναφερθεί. Επίσης, σε περίπτωση που το υλικό μελέτης περιλαμβάνει ηλεκτρονικά αρχεία ή συνδέσμους (links), ο εκπαιδευτικός μπορεί να τα ανεβάσει στη συνομιλία, ώστε να μπορούν οι μαθητές να τα κατεβάσουν εκείνη τη στιγμή, ειδικά όταν κάποιοι μαθητές δεν έχουν σταθερή πρόσβαση στο διαδίκτυο (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Επιπλέον, είναι προτιμότερο να μην επιβαρύνει τους μαθητές με πολλές εργασίες που θα πρέπει να ολοκληρώσουν στο σπίτι, καθώς οι διαδικασίες οργάνωσης, σύνταξης και αποστολής τους μπορεί να είναι πολύ χρονοβόρες και περίπλοκες. Αυτό πιθανόν να τους προκαλέσει άγχος και να αναγκαστούν να ζητήσουν βοήθεια από άλλα άτομα ή να τις υλοποιήσουν χωρίς προσοχή. Τέλος, είναι σημαντικό να ενημερώσει τους μαθητές σχετικά με το θέμα του επόμενου μαθήματος και να τους ενθαρρύνει να προβληματιστούν σχετικά με

κάποια ερωτήματα. Αυτή η εμπλοκή με την ύλη που θα διδαχθούν βοηθάει στην ενίσχυση της διάδρασης μεταξύ τους και ενισχύει το μαθησιακό αποτέλεσμα (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Στο στάδιο μετά την ολοκλήρωση του εξ αποστάσεως μαθήματος, ο εκπαιδευτικός πρέπει να επιδιώκει συχνή επικοινωνία και ανατροφοδότηση από τους μαθητές προκειμένου να βελτιώσει το μάθημά του σε ό,τι αφορά το περιεχόμενο, τη μεθοδολογία, το είδος των ανατεθειμένων εργασιών και ασκήσεων και γενικά την όλη οργάνωση της εξ αποστάσεως διδασκαλίας. Οι παρατηρήσεις, οι υποδείξεις και τα σχόλιά τους μπορούν να παρέχουν στον εκπαιδευτικό πολλές χρήσιμες πληροφορίες προκειμένου να καταστεί η εξ αποστάσεως εκπαιδευτική διαδικασία πιο ουσιαστική και επωφελής για όλους. Στην ίδια κατεύθυνση, η ανταλλαγή απόψεων, καλών πρακτικών, ιδεών και εμπειριών με συναδέλφους μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας της εξ αποστάσεως διδασκαλίας (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Ασύγχρονη Εκπαίδευση

Σε ό,τι αφορά την ασύγχρονη εκπαίδευση, ο εκπαιδευτικός καλείται να χρησιμοποιήσει τις πλατφόρμες ασύγχρονης εκπαίδευσης e-class και e-me για να οργανώσει το μάθημά του, προσαρμόζοντας τα εργαλεία που του παρέχουν στις ιδιαιτερότητες της τάξης του στους εκάστοτε μαθησιακούς στόχους και στο προσωπικό διδακτικό του ύφος (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Σε ό,τι αφορά στο σχεδιασμό της διδασκαλίας, ο εκπαιδευτικός πρέπει να αναλύσει το προφίλ των μαθητών του και το γνωστικό τους επίπεδο και να ενημερωθεί για τις ψηφιακές δεξιότητες που διαθέτουν και τη δυνατότητα πρόσβασής τους στα μέσα που σκοπεύει να αξιοποιήσει. Έτσι θα μπορέσει να διασφαλίσει ότι κανένας μαθητής δεν θα αποκλειστεί από την εκπαιδευτική διαδικασία. Η χρήση ενός στοχευμένου ερωτηματολογίου μπορεί να βοηθήσει στην επιλογή των καταλληλότερων ψηφιακών μέσων και εργαλείων που θα αξιοποιήσει για την ανάπτυξη του υλικού στο πλαίσιο της ασύγχρονης διδασκαλίας (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Επιπλέον, πρέπει να ετοιμάσει ένα σχέδιο μαθήματος που θα περιλαμβάνει τους μαθησιακούς στόχους (τι πρέπει να μάθει ο μαθητής), τις προϋπάρχουσες γνώσεις (π.χ. σε θέματα των ηλεκτρικών κυκλωμάτων) και δεξιότητες των μαθητών, τον τρόπο παρουσίασης και σύνδεσης της νέας με την προηγούμενη γνώση καθώς και τα μέσα, τα εργαλεία και τις

δραστηριότητες που θα επιλεγούν για την εξάσκηση και απόκτηση νέας γνώσης και για την εφαρμογή της αξιολόγησης. Χρήσιμο είναι η παρουσίαση, πρακτική άσκηση και αξιολόγηση του μαθησιακού αντικειμένου να γίνονται με ποικίλες μορφές, ώστε να ανταποκρίνονται στις διαφορετικές ανάγκες και στο μαθησιακό στυλ των μαθητών. Για παράδειγμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν προσομοιώσεις πειραμάτων με κείμενο, πίνακες, σχεδιαγράμματα, εννοιολογικοί χάρτες (για την παρουσίαση), quiz (για την πρακτική εξάσκηση) ή ερωτηματολόγιο πολλαπλών επιλογών (για την αξιολόγηση). Φυσικά, πρέπει να υπάρχει συνοχή ανάμεσα στις δραστηριότητες, ομαλή μετάβαση από τη μία στην άλλη και η αλληλουχία τους να είναι κατανοητή και γνωστή στους μαθητές. Παράλληλα, οι μαθητές πρέπει να γνωρίζουν τον στόχο υλοποίησης της κάθε δραστηριότητας και το αναμενόμενο αποτέλεσμα για τους ίδιους από τη συμμετοχή τους σε αυτές (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Παρόλο που οι μαθητές θα μπορούν να μελετούν το υλικό τους ασύγχρονα, είναι χρήσιμο να διατηρείται η επικοινωνία με τους συμμαθητές τους και με τον εκπαιδευτικό. Δραστηριότητες που διευκολύνουν αυτή την αλληλεπίδραση είναι οι ασύγχρονες ομαδοσυνεργατικές εργασίες και τα φόρουμ συζητήσεων. Παράλληλα, η δυνατότητα δημιουργίας ιστολογίου που έχουν οι πλατφόρμες ασύγχρονης εκπαίδευσης e-me και e-class βοηθάει τον εκπαιδευτικό να παρακολουθεί την πρόοδο και το επίπεδο κατανόησης του μαθησιακού αντικειμένου (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Επιπλέον, είναι καλό να γίνεται σύνδεση της σύγχρονης εκπαιδευτικής διαδικασίας με την αντίστοιχη ασύγχρονη. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να καθοδηγεί τους μαθητές του προς τη σύγχρονη επικοινωνία μέσω της πλατφόρμας ασύγχρονης τηλεκπαίδευσης, επιλέγοντας τις μεθόδους που ταιριάζουν καλύτερα στους εκπαιδευτικούς στόχους. Συγκεκριμένα, μέσα στο περιβάλλον της ασύγχρονης εκπαίδευσης, σε κατάλληλα σημεία στο υλικό του, ο εκπαιδευτικός μπορεί να εισάγει υπερσυνδέσμους που να οδηγούν στην ηλεκτρονική αίθουσα ή σε κάποιο chat room (χώρος συζήτησης) όπου να μπορούν οι μαθητές να συνομιλούν σύγχρονα μεταξύ τους ή με τον εκπαιδευτικό. Πολύ χρήσιμη είναι και η χρήση του ημερολογίου με το οποίο οι μαθητές ενημερώνονται για τις μέρες και ώρες των διαδικτυακών συναντήσεων ή για άλλες σημαντικές ημερομηνίες και προθεσμίες παράδοσης εργασιών στις οποίες καλούνται να συμμετέχουν μέσω υπερσυνδέσμων. Εναλλακτικά ο εκπαιδευτικός μπορεί να δημιουργήσει ένα αρχείο με το πρόγραμμα της εβδομάδας, το οποίο οι μαθητές θα συμβουλεύονται προκειμένου να ενημερώνονται εγκαίρως για τις ημερομηνίες των διαδικτυακών συναντήσεων ή της παράδοσης εργασιών (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Σε ό,τι αφορά στην ανάπτυξη και υλοποίηση του υλικού, ο εκπαιδευτικός πρέπει να επιλέγει και να αξιοποιεί από κάθε διαδικτυακή πλατφόρμα ασύγχρονης εκπαίδευσης τις εφαρμογές που ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες του για τη δόμηση του μαθήματος και την ανάπτυξη του υλικού. Παράλληλα, πρέπει να ενεργοποιεί μόνο τα εργαλεία που θεωρεί απαραίτητα ώστε οι μαθητές να διευκολύνονται στην πλοήγησή τους και στον εντοπισμό του προς μελέτη υλικού, των εργασιών και των δυνατοτήτων διάδρασης, χωρίς να χάνονται στην υπερπληθώρα των ψηφιακών επιλογών και δραστηριοτήτων που παρέχονται από κάθε εκπαιδευτική πλατφόρμα (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, είναι πολύ χρήσιμο και πρακτικό να εμπλουτίζει ο καθηγητής το υλικό του με ανοιχτούς εκπαιδευτικούς πόρους που σχετίζονται με το μαθησιακό αντικείμενο, όπως το Φωτόδεντρο, τα ψηφιακά βιβλία, οι ανοιχτές ψηφιακές εκπαιδευτικές πλατφόρμες και τα εκπαιδευτικά λογισμικά προσομοιώσεων. Με αυτόν τον τρόπο εξοικονομείται χρόνος και εξασφαλίζεται μεγαλύτερη πληρότητα και επάρκεια στο περιεχόμενο του διδαχθέντος αντικειμένου, με την αξιοποίηση καλών πρακτικών (Βασιλειάδου κ.α., 2021). Σε αυτή την περίπτωση, βέβαια, είναι απαραίτητο να αναφερθούν οι πηγές του υλικού σύμφωνα με τις άδειες χρήσης Creative Commons (CC) (Μανούσου κ.α., 2020β). Χρήσιμη επίσης είναι και η αξιοποίηση ελεύθερων προς χρήση εικόνων οι οποίες παρέχουν οπτικοποιημένες πληροφορίες σχετικές με το μαθησιακό αντικείμενο και παράλληλα σπάνε την μονοτονία του κειμένου, καθιστώντας το μάθημα πιο ελκυστικό και κατανοητό για τους μαθητές. Η επιλογή του χρώματος είναι επίσης πολύ σημαντική, καθώς πρέπει να λαμβάνονται υπόψη πιθανές περιπτώσεις μαθητών με οφθαλμολογικά προβλήματα, όπως η αχρωματοψία (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Επιπλέον, κατά την ανάπτυξη και υλοποίηση του υλικού ο καθηγητής πρέπει να λαμβάνει υπόψη τη διαφορετικότητα των μαθητών (φύλο, θρησκευτικές πεποιθήσεις, κοινωνικό, οικονομικό και πολιτισμικό υπόβαθρο κ.λ.π.), ώστε οι προτεινόμενες δραστηριότητες να μην προκαλούν προβλήματα σε κάποια ομάδα μαθητών. Ακόμα, καθώς το μαθητικό κοινό είναι από 13 μέχρι 18 χρονών, πρέπει να προσαρμόζει την αναγνωσιμότητα των κειμένων ανάλογα με την ηλικία, τις μαθησιακές δυνατότητες και το γνωστικό επίπεδο των μαθητών, ελέγχοντας την έκταση και σύνταξη των προτάσεων καθώς και το λεξιλόγιο και τις έννοιες που χρησιμοποιεί. Φυσικά, η αισθητική παρουσίαση του υλικού είναι πολύ σημαντική και πρέπει να γίνεται με προσεγμένο τρόπο, με τη χρήση συγκεκριμένου ευανάγνωστου είδους και μεγέθους γραμματοσειράς, η οποία δίνει μια ομοιομορφία στην παρουσίαση του υλικού

και βοηθά στην εξοικείωση των μαθητών με το συγκεκριμένο επαναλαμβανόμενο μοτίβο, συμβάλλοντας στην ουσιαστική και αποτελεσματική αλληλεπίδρασή τους με το υλικό (Βασιλειάδου κ.α., 2021; Μανούσου κ.α., 2020β).

Καλό είναι ο εκπαιδευτικός να οργανώνει το εκπαιδευτικό υλικό ανά κεφάλαιο ή ενότητα με τη χρήση πολυμέσων έτσι ώστε αυτό να μπορεί να αξιοποιηθεί εύκολα και αποτελεσματικά από τους μαθητές. Πρέπει επίσης να δημιουργεί σε κάθε ενότητα του μαθήματος μια λίστα με σαφείς οδηγίες και χρονοδιαγράμματα σχετικά με τη μελέτη του υλικού καθώς και την υλοποίηση και αποστολή των εργασιών τους. Αυτές οι οδηγίες παρέχονται μέσω υπερσυνδέσμων και παραπομπών στα εργαλεία της κάθε πλατφόρμας, όπως έγγραφα, σύνδεσμοι, εργασίες και κουβεντούλα. Σε περίπτωση που η πλατφόρμα δεν λειτουργεί, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές δυνατότητες επικοινωνίας, όπως το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, οι τηλεφωνικές συνδέσεις ή τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Ακολουθώντας μια συγκεκριμένη, επαναλαμβανόμενη ρουτίνα βασισμένη στο σχεδιασμό του μαθήματος (στόχοι, οδηγίες, χρονικά όρια κ.λ.π.), ο εκπαιδευτικός διευκολύνει τα βήματα των μαθητών στην ασύγχρονη μελέτη και την ανταπόκρισή τους στις απαιτήσεις του, ενώ παράλληλα ενθαρρύνει την αυτορρυθμιζόμενη μάθηση, τη διαχείριση του χρόνου τους και την αυτονομία (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Σε ό,τι αφορά στην εφαρμογή του υλικού, ο εκπαιδευτικός πρέπει να ενεργοποιεί τη νέα ενότητα την κατάλληλη στιγμή ώστε οι μαθητές να μη χάνονται στη λίστα των ενοτήτων κάθε μαθήματος. Σε αυτό μπορεί να βοηθήσει η χρήση του ημερολογίου, καθώς επιτρέπει στον εκπαιδευτικό να καθορίσει τα χρονικά πλαίσια μέσα στα οποία θα ασχοληθούν με τη συγκεκριμένη ενότητα και τις δραστηριότητές της, ώστε να οργανώσουν καλύτερα το χρόνο τους. Φυσικά, πρέπει να τους καθοδηγεί βήμα-βήμα στην εκπαιδευτική διαδικασία, εξασφαλίζοντας τις ιδανικότερες συνθήκες ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο παιδαγωγικό αποτέλεσμα. Επίσης, πρέπει να ελέγχει τακτικά τη συμμετοχή των μαθητών στην ασύγχρονη διδασκαλία και να τους παρέχει άμεση και ουσιαστική ανατροφοδότηση για τις εργασίες και τα μηνύματά τους, ενθαρρύνοντάς τους να συνεχίσουν την προσπάθειά τους (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Σε ό,τι αφορά στην αλληλεπίδραση κατά την εφαρμογή του υλικού, ο εκπαιδευτικός πρέπει να ενθαρρύνει τους μαθητές να αλληλεπιδρούν τόσο μεταξύ τους όσο και με τον εκπαιδευτικό και με το υλικό, δημιουργώντας μια διαδικτυακή κοινότητα μάθησης, ώστε να αποφεύγεται η απομόνωση που συνήθως συνοδεύει την ασύγχρονη εκπαίδευση. Η υποβολή ερωτήσεων στα

chat και η αποστολή μηνυμάτων όπου οι μαθητές εκφράζουν τις απόψεις τους και κάνουν τις παρατηρήσεις τους παρέχει ανατροφοδότηση στον εκπαιδευτικό και τον βοηθάει να επανεξετάζει σημεία της όλης εκπαιδευτικής διαδικασίας και του υλικού που ενδεχομένως να είναι δυσλειτουργικά και να τα διαμορφώνει ανάλογα, κάνοντας τις απαραίτητες βελτιώσεις. Εξάλλου, η αξιοποίηση των ομαδικών εργασιών, η δημιουργία ιστολογίου, wiki ή ομαδικών κυψελών ενθαρρύνει την εμπλοκή όλων των μαθητών, καθώς αναλαμβάνουν συγκεκριμένους ρόλους, αλληλοϋποστηρίζονται και αλληλοαξιολογούνται. Με την ενεργό εμπλοκή σε όλη τη διαδικασία, οι μαθητές αισθάνονται μέλη της κοινότητας, ενισχύεται η δυνατότητα καλύτερης ανταπόκρισης στις απαιτήσεις του μαθήματος και ικανοποίησης από το αποτέλεσμα (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Σε ό,τι αφορά στην αξιολόγηση στην ασύγχρονη εκπαίδευση, αυτή μπορεί να έχει διάφορες μορφές, πέρα από την παραδοσιακή γραπτή εξέταση της δια ζώσης εκπαίδευσης. Η αρχική αξιολόγηση εφαρμόζεται στην αρχή της διδασκαλίας για να προσδιοριστεί το επίπεδο των γνώσεων, τα ενδιαφέροντα και οι ιδιαιτερότητες των μαθητών. Η διαμορφωτική ή σταδιακή αξιολόγηση εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας για να συλλεχθούν πληροφορίες ώστε να γίνει τροποποίηση του σχεδιασμού του μαθήματος προς την επίτευξη των στόχων του εκπαιδευτικού. Η αθροιστική αξιολόγηση είναι μια τελική διαδικασία ώστε να εκτιμηθεί ο βαθμός επίτευξης των στόχων του εκπαιδευτικού. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να ετοιμάζει και να διαμορφώνει τους τρόπους αξιολόγησης και στα τρία αυτά στάδια, δίνοντας παράλληλα τη δυνατότητα για εναλλακτικές μορφές αξιολόγησης. Αυτό εξυπηρετεί τις δυνατότητες υποστηρικτικής εξατομικευμένης και διαφοροποιημένης μορφής αξιολόγησης που επιτρέπει η τεχνολογία, προωθώντας τη συμπερίληψη των μαθητών (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Για την αξιολόγηση των μαθητών του, ο εκπαιδευτικός μπορεί να χρησιμοποιήσει διάφορα εργαλεία και δραστηριότητες. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν ασκήσεις, εργασίες, κουίζ και ερωτηματολόγια στην πλατφόρμα e-class, καθώς και τη χρήση του Google Forms. Αυτά τα εργαλεία τον διευκολύνουν στη διαδικασία αξιολόγησης των μαθητών και στην αποτίμηση του μαθήματος, παρέχοντας παράλληλα ανατροφοδότηση σχετικά με την επίτευξη του σχεδιασμού και των στόχων του μαθήματος. Σε όλα αυτά τα εργαλεία ο εκπαιδευτικός πρέπει να δημιουργεί ερωτήσεις διαβαθμισμένης δυσκολίας (σωστό ή λάθος, πολλαπλής επιλογής, ανοιχτού τύπου), για να πετυχαίνει το μέγιστο των δυνατοτήτων των μαθητών, ώστε να ανταποκριθούν στα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα που έχει θέσει στο

σχεδιασμό του μαθήματος. Καλό είναι να δίνονται όλες οι δραστηριότητες και σε μη διαδραστική μορφή (όπως για παράδειγμα, σε αρχείο pdf ή doc) σε όσους μαθητές αντιμετωπίζουν προβλήματα συνδεσιμότητας (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

Επίσης, πρέπει να παρέχει στους μαθητές του τη δυνατότητα εναλλακτικών μορφών αξιολόγησης μέσα από την ανάθεση ενός πρότζεκτ και τη σύνθεση ενός τελικού προϊόντος ή ενός ηλεκτρονικού portfolio που θα περιέχει τις καλύτερες εργασίες τους. Τέλος, μπορεί να δημιουργήσει ρουμπρικές αξιολόγησης, αυτο-αξιολόγησης ή/και αμοιβαίας αξιολόγησης (σε περιπτώσεις ομαδικών εργασιών) με καθορισμένα εκ των προτέρων κριτήρια απόδοσης, δίνοντας σαφή εικόνα στους μαθητές για το τι αναμένεται να μπορούν να κάνουν με τη νέα γνώση και αν μπορούν να την εφαρμόσουν στην καθημερινότητά τους. Μέσω αυτής της διαδικασίας, ενεργοποιεί το ενδιαφέρον τους και τη συμμετοχικότητά τους και ενισχύει το αίσθημα ικανοποίησης για την προσπάθειά τους (Βασιλειάδου κ.α., 2021).

3.2. Εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα – μορφές πειραμάτων

Σύμφωνα με τον Harms (2000), τα εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Προσομοιώσεις (Simulations)
- Δικτυακά εργαστήρια με applets (Cyber Labs)
- Εικονικά εργαστήρια (Virtual Labs)
- Εργαστήρια Εικονικής Πραγματικότητας (Virtual Reality Laboratories)
- Εργαστήρια Ελεγχόμενα από Απόσταση (Remote Labs)

Τα περισσότερα λογισμικά που χρησιμοποιούνται στους τέσσερις πρώτους τύπους εργαστηρίων εκτελούνται στον τοπικό υπολογιστή του χρήστη για λόγους υψηλής ταχύτητας και ασφάλειας. Ωστόσο, αυτό μπορεί να έχει περιορισμούς στη χρήση τους, γι' αυτό έχουν δημιουργηθεί εργαστηριακά περιβάλλοντα που μπορούν να λειτουργήσουν από απόσταση (5^{ος} τύπος), επιτρέποντας τη λήψη εντολών μέσω του διαδικτύου. Αυτά περιλαμβάνουν είτε applets είτε πραγματικά εργαστήρια ρομποτικής, με δυνατότητα λήψης εντολών μέσω του διαδικτύου (Fischer et al., 2007). Υπάρχει μεγάλη ποικιλία στην κατηγορία αυτή, με πολλά από αυτά τα εργαστηριακά περιβάλλοντα να είναι διαθέσιμα δωρεάν στο διαδίκτυο. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να τα χρησιμοποιούν από τον ιδιωτικό τους χώρο, εκτός

από το σχολείο. Ωστόσο, η δημιουργία τέτοιων εργαστηρίων είναι πολύπλοκη, καθώς απαιτεί κατασκευαστική προσπάθεια (Ταραμόπουλος, Ψύλλος & Χατζηκρανιώτης, 2010)

Με βάση έρευνες, τα πειράματα στην εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση μπορούν να εισαχθούν με τις ακόλουθες μορφές (Ma & Nickerson, 2006; Jacobs & McKenney, 2001; Tho & Yeung, 2018; Elio et al., 2018):

- Εικόνες με λεζάντες και γραπτές περιγραφές
- Απλές «γραμμικές» προσομοιώσεις
- Εικονικά εργαστήρια με τη μορφή προηγμένων προσομοιώσεων πολλαπλών νημάτων (προγραμματισμένων εντολών)
- Απομακρυσμένα εργαστήρια με τη μορφή εξ αποστάσεως ελεγχόμενου πραγματικού εργαστηριακού εξοπλισμού
- Βιντεοσκοπημένα πειράματα
- Διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων ζωντανά κατά τη διάρκεια του διαδικτυακού μαθήματος με ή χωρίς συστήματα καταγραφής δεδομένων
- Πειράματα στο σπίτι τα οποία πραγματοποιούνται από τους μαθητές με τη χρήση καθημερινών απλών υλικών και ειδών οικιακής χρήσης ή αντιδραστηρίων που τους αποστέλλονται.

3.3. Τρόποι αξιοποίησης των μορφών εκτέλεσης πειραμάτων ως καλών πρακτικών στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων ζωντανά κατά τη διάρκεια του διαδικτυακού μαθήματος (Live Interactive Demonstrations)

Σε εργασία τους οι Babinčáková & Bernard (2020), αναφέρουν ότι κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19 και του δημόσιου εγκλεισμού, όλοι οι εκπαιδευτικοί σε όλα τα επίπεδα σε όλο τον κόσμο κλήθηκαν να πραγματοποιήσουν μαθήματα διαδικτυακά. Οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών γενικά και Χημείας ειδικότερα ήταν σε μια ιδιαίτερα δύσκολη κατάσταση επειδή έπρεπε να οργανώσουν τη διδασκαλία όχι μόνο θεωρητικών γνώσεων αλλά και πρακτικών πτυχών και ως εκ τούτου, έπρεπε να μεταφέρουν πειράματα και εργαστηριακές δραστηριότητες σε ένα διαδικτυακό περιβάλλον. Στην εργασία τους, λοιπόν,

παρουσιάζουν εμπειρίες καθηγητών χημείας δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από τη Σλοβακία που συμμετείχαν στο Πρόγραμμα IT Academy, οι οποίοι νωρίτερα, στο πλαίσιο του προγράμματος, είχαν εξοπλιστεί με τις απαραίτητες δεξιότητες και εργαλεία για τη λειτουργία εικονικών τάξεων, υποστηριζόμενες από πειράματα καταγραφής δεδομένων. Συγκεκριμένα, περιγράφονται οι προσπάθειες των εκπαιδευτικών που χρησιμοποιούν διαδικτυακές πειραματικές πρακτικές, καθώς και προβληματισμοί από τους μαθητές τους σχετικά με τις εμπειρίες. Οι ερωτήσεις για εκπαιδευτικούς εξέτασαν την προσέγγισή τους στην εφαρμογή πειραμάτων κατά τη διάρκεια διαδικτυακών μαθημάτων, τη συχνότητα χρήσης συσκευών καταγραφής δεδομένων, τους λόγους για την επιλογή της αναφερόμενης προσέγγισης και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της διεξαγωγής των πειραμάτων με αυτόν τον τρόπο. Οι ερωτήσεις για μαθητές επικεντρώθηκαν στην ικανοποίησή τους από την εξ αποστάσεως εκμάθηση της χημείας.

Σύμφωνα με την έρευνα (Babinčáková & Bernard, 2020), οι καθηγητές χρησιμοποίησαν βιντεοσκοπημένα πειράματα (π.χ. δοκιμή φλόγας), διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων ζωντανά κατά τη διάρκεια του διαδικτυακού μαθήματος με συστήματα καταγραφής δεδομένων (π.χ. μετρήσεις του ρυθμού μιας χημικής αντίδρασης και διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν τον ρυθμό αντίδρασης) ή όχι (π.χ. εκχύλιση αιθέριων ελαίων) και πειράματα στο σπίτι τα οποία πραγματοποιούνται από τους μαθητές με τη χρήση καθημερινών απλών υλικών και ειδών οικιακής χρήσης ή αντιδραστηρίων που τους αποστέλλονται (π.χ. διερεύνηση ιδιοτήτων ανθρακικών αλάτων χρησιμοποιώντας ξύδι και μαγειρική σόδα)

Σε ό,τι αφορά τις διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων ζωντανά κατά τη διάρκεια του διαδικτυακού μαθήματος με συστήματα καταγραφής δεδομένων, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι περισσότεροι από τους εκπαιδευτικούς (επτά από τους 17) ισχυρίστηκαν ότι χρησιμοποιούσαν συσκευές καταγραφής δεδομένων περιστασιακά, ενώ τέσσερις ισχυρίστηκαν ότι τις χρησιμοποιούσαν συχνά, τρεις τις χρησιμοποιούσαν σπάνια και τρεις δεν τις χρησιμοποιούσαν καθόλου. Δεν υπήρχαν εκπαιδευτικοί που χρησιμοποιούσαν καταγραφείς δεδομένων σε κάθε μάθημα. Δουλεύοντας με καταγραφείς δεδομένων, οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποίησαν δύο στρατηγικές: οι μετρήσεις προετοιμάστηκαν, εκτελέστηκαν και καταγράφηκαν νωρίτερα και στη συνέχεια παρουσιάστηκαν ως βίντεο κατά τη διάρκεια του μαθήματος ή πραγματοποιήθηκαν ζωντανές επιδείξεις μετρήσεων κατά

τη διάρκεια ενός διαδικτυακού μαθήματος. Και στις δύο περιπτώσεις, οι εκπαιδευτικοί μοιράστηκαν και συζήτησαν τα δεδομένα που συλλέχθηκαν με τους μαθητές.

Σε ό,τι αφορά τα πλεονεκτήματα της χρήσης πειραμάτων και καταγραφών δεδομένων κατά τη διάρκεια διαδικτυακών μαθημάτων, οι εκπαιδευτικοί ήταν πεπεισμένοι ότι αυτή η προσέγγιση έκανε τα μαθήματα πιο ενδιαφέροντα και ελκυστικά για τους μαθητές, έκανε τα προβλήματα πιο κατανοητά και έδινε περισσότερο χρόνο για συζήτηση των αποτελεσμάτων σε σύγκριση με τη διεξαγωγή παρόμοιων πειραμάτων κατά τη διάρκεια μαθημάτων που διεξάγονται στη σχολική αίθουσα (Babinčáková & Bernard, 2020).

Από την άλλη πλευρά, θεωρούν ότι οι μαθητές δεν ανέπτυξαν χειρωνακτικές εργαστηριακές δεξιότητες, δεν διερευνήθηκαν πολλαπλά σύνολα δεδομένων και χάθηκε η άμεση επαφή των εκπαιδευτικών με τους μαθητές τους, κάτι που προκάλεσε μια λιγότερο αποτελεσματική συζήτηση (Babinčáková & Bernard, 2020).

Βιντεοσκοπημένα πραγματικά πειράματα (Youtube)

Όταν το βίντεο χρησιμοποιείται με κατάλληλο σχεδιασμό και ανταποκρίνεται στις ανάγκες του εκπαιδευτικού υλικού, μπορεί να ενεργοποιήσει διάφορους μηχανισμούς μάθησης και να αποτελέσει ένα ευχάριστο, εύχρηστο και ελκυστικό εργαλείο για την εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση. Η συνδυασμένη χρήση εικόνας και ήχου ζωντανεύει τον λόγο, κινητοποιεί το ενδιαφέρον των μαθητών και βοηθά σε ποικίλες δραστηριότητες ανάπτυξης δεξιοτήτων. Επιπλέον, επιτρέπει την ανάκληση και την ανατροφοδότηση προηγούμενων εμπειριών και γνώσεων και παρέχει τη δυνατότητα δραματοποίησης ιστοριών μέσω κατάλληλα σχεδιασμένων διαλόγων (Λιοναράκης, 1998).

Εξάλλου, ο μαθητής έχει ορισμένα εμφανή οφέλη από τον τρόπο μάθησης μέσω εκπαιδευτικών βίντεο. Αυτά περιλαμβάνουν τη δυνατότητα να έχει πρόσβαση σε περιεχόμενο ανά πάσα στιγμή και από οποιοδήποτε μέρος, καθώς τα βίντεο είναι προσβάσιμα μέσω διαδικτύου. Επίσης, ο μαθητής μπορεί να ελέγχει την αναπαραγωγή του βίντεο, να το παύει, να το επαναλαμβάνει, να το επιβραδύνει ή να παραλείπει συγκεκριμένα μέρη και να περιηγείται στο περιεχόμενο όσες φορές επιθυμεί (Κασαράκης, 2020).

Στην ίδια κατεύθυνση, οι Richtberg & Girwidz (2019), συμφωνούν ότι τα εκπαιδευτικά βίντεο στο YouTube είναι ιδιαίτερα δημοφιλή μεταξύ των μαθητών και ο αριθμός τους αυξάνεται συνεχώς. Τέτοια βίντεο προσφέρουν μια μοναδική ευκαιρία μάθησης με διάφορα

χαρακτηριστικά, όπως οπτική επίδειξη και πολλαπλές αναπαραστάσεις, και μπορούν να παρακολουθηθούν αναρίθμητες φορές. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορους λόγους, όπως επανάληψη υλικού, απόκτηση νέων γνώσεων και απλή ψυχαγωγία. Η μελέτη τους όμως που διεξήχθη μεταξύ 260 Γερμανών φοιτητών στα μαθήματα της Φυσικής, της Χημείας και της Βιολογίας σχετικά με το πόσο συχνά και για ποιο λόγο οι μαθητές παρακολουθούν εκπαιδευτικά βίντεο, αποκαλύπτει ότι συχνά η παρακολούθηση γίνεται παθητικά, χωρίς ενεργό συμμετοχή από μέρους τους.

Ο Πιερράτος (2021) αναφέρει πως στο Ε.Κ.Φ.Ε. Ευόσμου δημιούργησαν σε ένα μικρό στούντιο όπου ανέπτυξαν βιντεοσκοπημένα πειράματα που δίνουν έμφαση στην εννοιολογική κατανόηση, δεν είναι πειράματα μέσα από τα οποία τα παιδιά κάνουν μετρήσεις, δεν είναι βαθμονομημένα πειράματα. Στο ιστολόγιο «Διδάσκοντας με πειράματα» έχουν αναρτηθεί 62 πειράματα Φυσικής, Χημείας και Βιολογίας, μέσα από τα οποία δίνονται ερμηνείες και κατευθυντήριες διδακτικές γραμμές προκειμένου να αξιοποιηθούν από συναδέλφους.

Στην εισήγησή του σε μια διαδικτυακή ημερίδα παρουσιάζονται κάποιες προτάσεις, οι οποίες έχουν εφαρμοστεί στην πράξη, σε μαθητές Ε και ΣΤ Δημοτικού και Α Γυμνασίου. Πρόκειται για διερευνητικές διαδικασίες με πραγματικά πειράματα που είναι βιντεοσκοπημένα και αφορούν την διδασκαλία της έννοιας της πυκνότητας (το κακοποιημένο αλουμινόχαρτο: <https://sciencsi.blogspot.com/2020/09/blog-post.html>) και της ηλεκτρομαγνητικής αλληλεπίδρασης (Δύναμη Laplace σε ρευματοφόρο αγωγό: <https://youtu.be/WRvhbRq3od4>).

Αρχικά, περιγράφεται η ταξινόμηση των επιπέδων διερεύνησης. Πρώτα είναι η επιβεβαίωση, δηλαδή οι μαθητές επιβεβαιώνουν κάτι εκ των προτέρων γνωστό, μέσω μιας δραστηριότητας. Ακολουθεί η δομημένη διερεύνηση, κατά την οποία οι μαθητές ερευνούν μια ερώτηση που δίνεται από τον δάσκαλο ακολουθώντας οδηγίες. Στη συνέχεια, κατά την καθοδηγούμενη διερεύνηση, οι μαθητές ερευνούν μια ερώτηση που δίνεται από τον δάσκαλο αλλά σχεδιάζουν ή επιλέγουν οι ίδιοι την πορεία που θα ακολουθήσουν. Τέλος κατά την ανοιχτή (προσανατολισμένη) διερεύνηση, οι μαθητές ερευνούν ερωτήσεις τις οποίες διατυπώνουν οι ίδιοι μέσω πορείας την οποία σχεδιάζουν ή επιλέγουν μόνοι τους, μέσω της παρατήρησης του φυσικού κόσμου.

Ακολούθως, προτείνονται ιδέες για διερευνητική αξιοποίηση των δύο αυτών βιντεοσκοπημένων πειραμάτων. Συγκεκριμένα, κατά τη σύγχρονη εξ αποστάσεως (ή ακόμα

και δια ζώσης) διδασκαλία, γίνεται προβολή του βίντεο στην αρχή της διδασκαλίας ώστε να προκληθεί το ενδιαφέρον των παιδιών μέσα από την αναπάντεχη εξέλιξή του. Έπειτα γίνεται προβολή τμημάτων του βίντεο κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας και πρόκληση συζήτησης για την παρατήρηση και πρόβλεψη της έκβασης του πειράματος. Στο τέλος της διδασκαλίας γίνεται ξανά προβολή του βίντεο ώστε να ζητηθεί η ερμηνεία του πειράματος από τα παιδιά με σκοπό να αξιολογηθεί το επίπεδο κατανόησης εκ μέρους τους, αλλά και η διδακτική στρατηγική που έχει ακολουθήσει ο εκπαιδευτικός. Κατά την ασύγχρονη εξ αποστάσεως διδασκαλία το βίντεο χρησιμοποιείται ως οδηγός ώστε ο μαθητής να επαναλάβει το πείραμα στο σπίτι, ενίοτε με την επίβλεψη κάποιου ενήλικα. Επίσης χρησιμοποιείται ως υλικό αφόρμησης προκειμένου να ξεκινήσει ο μαθητής μια καθοδηγούμενη διερεύνηση.

Σύμφωνα με τα συμπεράσματα από την εξ αποστάσεως εφαρμογή των δύο αυτών πειραμάτων, τα παιδιά δυσκολεύτηκαν να ακολουθήσουν (7/21) την προσανατολισμένη διερεύνηση (αλλά ενθουσιάστηκαν περισσότερο). Διαπιστώθηκε επίσης ότι απαιτείται συστηματική διδακτική προσέγγιση από το Δημοτικό μέχρι το Λύκειο για να εισαχθούν τα διάφορα επίπεδα διερεύνησης. Τέλος, τα κατάλληλα βιντεοσκοπημένα πειράματα και η κατάλληλη διδακτική προσέγγιση μπορούν να βρουν εφαρμογή στο μοντέλο της Αντεστραμμένης τάξης (Flipped classroom).

Αξιοποίηση διαδραστικών βίντεο (Interactive Videos)

Τα διαδραστικά βίντεο θεωρούνται εξ αποστάσεως γιατί με την αξιοποίησή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία, δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να αποκτήσουν οι ίδιοι τον έλεγχο της διαδικασίας μάθησης, ενώ ενθαρρύνονται να κάνουν νέες συνάψεις στο θέμα με το οποίο καταπιάνονται και να ανακαλύψουν σχέσεις ανάμεσα στα διδακτικό αντικείμενο και στον πραγματικό κόσμο (Λακμέτα-Γκανέτσιου, Στοφόρου & Ταγκαλάκη, 2021).

Επίσης, ο χρήστης έχει περισσότερες ευκαιρίες διάδρασης και η διερευνητική μάθηση τηρείται σε μεγαλύτερο βαθμό λόγω των πειραματικών διαδικασιών που εκτελούνται και λόγω του μέσου που δίνει επιπλέον δυνατότητες, όπως η εισαγωγή κειμένου κ.λ.π. (Κενδριστάκη & Σταύρου, 2021).

Επιπρόσθετα, στο διαδραστικό βίντεο, οι λειτουργίες αλληλεπίδρασης προάγουν την ενεργητική μάθηση. Αυτές οι λειτουργίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο των γνώσεων των μαθητών σε συγκεκριμένα σημεία του βίντεο, για την αποτελεσματικότερη

πλοήγηση των μαθητών μέσω εσωτερικών συνδέσμων και για τον εμπλουτισμό της προβολής του βίντεο με περιεχόμενο είτε από το διαδίκτυο είτε από τον εκπαιδευτικό μέσα στο βίντεο (Kleftodimos & Evangelidis, 2016). Το διαδραστικό βίντεο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για αυτοκατευθυνόμενη μάθηση στο πλαίσιο της ασύγχρονης ηλεκτρονικής τάξης.

Οι Κενδριστάκη & Σταύρου (2021) διεξήγαγαν έρευνα σχετικά με την ανάπτυξη ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης για την εκπαίδευση μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, όπου μεταξύ άλλων χρησιμοποίησαν και διαδραστικά βίντεο για εκθέματα που αποτελούσαν πειραματικές διαδικασίες, οι οποίες στηρίζονται στις αρχές της διερευνητικής μάθησης. Διαπίστωσαν λοιπόν ότι η χρήση τους μπόρεσε να βοηθήσει προς αυτή την κατεύθυνση, αφού συμπεριλάμβαναν hotspots με οδηγίες ή επεξηγήσεις, υπερσυνδέσμους που οδηγούν σε άλλες σελίδες ενώ παράλληλα έδινε τη δυνατότητα παύσεων στο βίντεο και ταυτόχρονα την εισαγωγή κειμένου από τον επισκέπτη, ο οποίος αλληλεπιδρούσε χρησιμοποιώντας τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις του, κάνοντας προβλέψεις του αποτελέσματος πριν την πειραματική διαδικασία, καταγράφοντας μετρήσεις και εξάγοντας συμπεράσματα ακολουθώντας τα σύγχρονα μοντέλα της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Μπορούσαν δηλαδή να τηρηθούν τα στάδια της διερευνητικής μάθησης μέσω της αλληλεπίδρασης που υπήρχε, η οποία μετατρέπει το βίντεο σε ένα εργαλείο οικοδόμησης της γνώσης.

Σύμφωνα με τις Λακμέτα-Γκανέτσιου, Στοφόρου & Ταγκαλάκη (2021), στο διαδραστικό βίντεο μπορούν να προστεθούν δείκτες, ρητορικές και επαγωγικές ερωτήσεις. Οι δείκτες χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της προσοχής των μαθητών, προκαλώντας τους να σκεφτούν ή να συζητήσουν με τους συνεργάτες τους. Επίσης, μειώνουν το γνωστικό φορτίο που απαιτείται για την επεξεργασία του βίντεο. Οι επαγωγικές ερωτήσεις βοηθούν στην εξάσκηση προηγούμενων γνώσεων και στην ερμηνεία υποθέσεων που παρουσιάζονται και παρακινούν τους μαθητές να σημειώσουν και να παρακολουθήσουν προσεκτικά ολόκληρο το βίντεο για να μπορέσουν να απαντήσουν στις αντίστοιχες ερωτήσεις. Οι ρητορικές ερωτήσεις ενεργοποιούν το ενδιαφέρον των μαθητών και τους προκαλούν να προβλέψουν τι θα συμβεί στη συνέχεια στο βίντεο, παρακινώντας τους να εξωτερικεύσουν τις μαθησιακές τους αντιλήψεις και να συγκεντρωθούν περισσότερο στο βίντεο προκειμένου να επικυρωθούν οι απαντήσεις. Και οι δύο τύποι ερωτήσεων μπορεί να παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση ή όχι, ανάλογα με τους εκπαιδευτικούς στόχους που έχει ο εκπαιδευτικός.

Επιπλέον, μπορούν να προστεθούν εσωτερικοί και εξωτερικοί σύνδεσμοι και διασυνδέσεις μεταξύ διαδρομών. Οι εσωτερικοί σύνδεσμοι επιτρέπουν στους μαθητές να πλοηγούνται μέσα στο βίντεο πιο γρήγορα από το να κάνουν κλικ τυχαία στη γραμμή βίντεο και μπορούν είτε να παρουσιαστούν σε συγκεκριμένα χρονικά σημεία του βίντεο είτε να ενσωματωθούν στη γραμμή αναπαραγωγής βίντεο και να λειτουργούν ως άγκυρες περιεχομένου. Με αυτόν τον τρόπο, το βίντεο έχει μια εσωτερική δομή που είναι ορατή και προσβάσιμη για τους μαθητές. Οι εξωτερικοί σύνδεσμοι παρουσιάζονται με ετικέτες πάνω από βίντεο σε συγκεκριμένα χρονικά σημεία με στόχο να ενθαρρύνουν τους μαθητές να εξερευνήσουν περαιτέρω το υπό εξέταση θέμα με πόρους πέρα από αυτούς που περιέχονται στη μαθησιακή πορεία. Οι διασυνδέσεις μεταξύ διαδρομών καθοδηγούν τους μαθητές σε διαφορετικά βήματα στη μαθησιακή πορεία και μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για να βοηθήσουν τους μαθητές να θυμούνται ζητήματα που έχουν ξεχάσει ή να ελέγξουν το ρυθμό και να προχωρήσουν σε περιεχόμενο με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για αυτούς (Λακμέτα-Γκανέτσιου, Στοφόρου & Ταγκαλάκη, 2021).

Μερικά από τα εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία διαδραστικών βίντεο είναι τα:

- H5P: Ένα ανοιχτού κώδικα εργαλείο που επιτρέπει τη δημιουργία διάφορων διαδραστικών στοιχείων μέσα σε βίντεο.
- Videonot.es: Ένα ανοιχτού κώδικα εργαλείο που επιτρέπει την προσθήκη σημειώσεων και σχολίων κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής βίντεο.
- Office Mix: Ένα δωρεάν εργαλείο της Microsoft που επιτρέπει τη δημιουργία διαδραστικών παρουσιάσεων βίντεο (<http://www.mixforteachers.com/what-isoffice-mix.html>).
- Vialogues: Ένα δωρεάν εργαλείο που δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να συζητήσουν και να σχολιάσουν βίντεο κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής.
- Videoposit: Ένα δωρεάν εργαλείο για ατομικούς χρήστες που επιτρέπει τη δημιουργία διαδραστικών βίντεο.
- Edpuzzle: Ένα δωρεάν εργαλείο για ατομικούς χρήστες που επιτρέπει την προσθήκη ερωτήσεων και διαδραστικών στοιχείων σε βίντεο.
- TEDed Lessons: Ένα δωρεάν εργαλείο που παρέχει εκπαιδευτικά βίντεο και πόρους για τη δημιουργία διαδραστικών μαθησιακών μονάδων.

- Google Forms: Ένα εργαλείο που συνδυάζει την παρακολούθηση βίντεο και τις ερωτήσεις online, παρέχοντας δυνατότητες αξιολόγησης και ανάδρασης.

Αυτά τα εργαλεία παρέχουν διάφορες λειτουργίες και επιλογές για τη δημιουργία διαδραστικών βίντεο, προσφέροντας ευκαιρίες για την εμπλοκή των μαθητών και τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Υπάρχουν ωστόσο και κάποια μειονεκτήματα των διαδραστικών βίντεο, όπως η πιθανότητα μείωσης ή χαλάρωσης της προσοχής και του ενδιαφέροντος των μαθητών λόγω μονοτονίας της παρουσίασης ή της έλλειψης αρκετής διαδραστικότητας. Επίσης η έλλειψη ανατροφοδότησης κατά τη διάρκεια της προβολής μπορεί να επηρεάσει την αποτελεσματικότητα της μάθησης και τη δυνατότητα προσαρμογής της διδασκαλίας στις ανάγκες των μαθητών. Τέλος, οι μαθητές δεν μπορούν να αλληλεπιδράσουν πλήρως με το μέσο (Laurillard, 2012) και θεωρείται ότι το βίντεο θα φτάσει στο πλήρες δυναμικό του μόνο σε καλά σχεδιασμένα περιβάλλοντα μάθησης.

Αν και τα διαδραστικά βίντεο έχουν τα παραπάνω μειονεκτήματα, μπορούν να αποτελέσουν χρήσιμο εκπαιδευτικό εργαλείο όταν χρησιμοποιούνται με σωστό τρόπο και σε κατάλληλο περιβάλλον μάθησης.

Οι Λακμέτα-Γκανέτσιου, Στοφόρου & Ταγκαλάκη (2021), σε διδακτική πρότασή τους ανέδειξαν την διδακτική αξιοποίηση της τεχνολογίας του διαδραστικού βίντεο στο πλαίσιο της εξ αποστάσεως διδασκαλίας εργαστηριακών μαθημάτων των ΕΠΑ.Λ. Συγκεκριμένα, πρότειναν ένα παράδειγμα χρήσης του διαδραστικού βίντεο της Ψηφιακής Εκπαιδευτικής Πλατφόρμας e-me, για την πραγματοποίηση μιας εκπαιδευτικής δραστηριότητας (σύγχρονης ή ασύγχρονης) με θέμα «Πολλαπλασιασμός των φυτών με μοσχεύματα», στο πλαίσιο του Εργαστηριακού μέρους του Μαθήματος «Φυτική Παραγωγή» στη Β΄ τάξη των ΕΠΑ.Λ. του τομέα Γεωπονίας, Τροφίμων και Περιβάλλοντος. Πρόκειται για δραστηριότητα εργαστηριακού μαθήματος και στο πλαίσιο αυτό το βίντεο εμπλέκει τους μαθητές και τις μαθήτριες σε μια δυναμική – αλληλεπιδραστική διαδικασία, καθοδηγώντας τους με τον τρόπο αυτό στα βήματα της άσκησης και στην αποτελεσματική εφαρμογή της. Επιπλέον, είναι κατάλληλη τόσο για σύγχρονη όσο και για ασύγχρονη εξ αποστάσεως διδασκαλία. Σκοπός είναι η εξοικείωση των μαθητών και των μαθητριών με τη διαδικασία παραγωγής φυτών από μοσχεύματα και η απόκτηση δεξιοτήτων παραγωγής νέων φυτών.

Με την εν λόγω διδακτική προσέγγιση, το διαδραστικό βίντεο λειτουργεί ως εργαλείο που συμπληρώνει και ενισχύει την εκπαιδευτική διαδικασία, προσφέροντας μια πιο ενεργητική και διαδραστική εμπειρία στους μαθητές.

Στην ίδια κατεύθυνση, οι Richtberg & Girwidz (2019) προτείνουν τη δημιουργία διαδραστικών εκπαιδευτικών βίντεο που περιλαμβάνουν ασκήσεις, ερωτήσεις και κουίζ. Αυτά αποτελούν χρήσιμα εργαλεία για μια αποτελεσματική διαδικτυακή μάθηση, καθώς ενθαρρύνουν την ενεργό συμμετοχή των μαθητών. Για την υλοποίηση αυτής της προσέγγισης, παρουσιάζεται το εργαλείο H5P, το οποίο είναι δωρεάν και ανοιχτού κώδικα και επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να εμπλουτίσουν εύκολα τα εκπαιδευτικά βίντεο με ασκήσεις, σχόλια, περιλήψεις και πρόσθετες πληροφορίες. Αυτό το εργαλείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από κάθε εκπαιδευτικό για να δημιουργήσει διαδραστικά εκπαιδευτικά βίντεο και να προάγει την ενεργή συμμετοχή των μαθητών κατά τη διάρκεια της μάθησης σε απομακρυσμένο περιβάλλον.

Πειράματα στο σπίτι με απλά υλικά και χρήση εφαρμογών (apps) έξυπνων τηλεφώνων (smartphones) (Home Experimentation)

Ένας από τους προβληματισμούς που τίθενται σχετικά με τα μαθήματα Φυσικών Επιστημών (και πιο συγκεκριμένα της Φυσικής) που διεξάγονται με τη μέθοδο της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης είναι πώς αυτό το είδος εκπαίδευσης θα μπορούσε να καλύψει, τουλάχιστον εν μέρει, την ανάγκη για πειραματισμό, καθώς δεν υπάρχει πρόσβαση στο εργαστήριο φυσικής. Καθώς οι περισσότεροι από τους μαθητές σήμερα διαθέτουν smartphones (SP) που είναι εξοπλισμένα με αρκετούς αισθητήρες, αυτές οι συσκευές μπορεί να δώσουν λύση σε αυτό το πρόβλημα (Klein et al., 2017; Monteiro et al., 2017; Kapucu, 2018; Pierratos & Polatoglou, 2018; Pili, 2018; Τσούκος κ.α., 2018). Συγκεκριμένα, οι μαθητές μπορούν να σχεδιάσουν και να πραγματοποιήσουν πειράματα στα σπίτια τους χρησιμοποιώντας απλά καθημερινά υλικά και στη συνέχεια, με τη βοήθεια κατάλληλων εφαρμογών (apps) των smartphones τους να συλλέξουν και να επεξεργαστούν τις μετρήσεις τους (Kateris et al., 2020).

Με αυτό το σκεπτικό σχεδιάστηκε μια διδακτική παρέμβαση από τους Tzamalīs et al. (2021) και δοκιμάστηκε με μαθητές των τριών τάξεων ενός πειραματικού γυμνασίου της Αθήνας την άνοιξη του 2020, κατά τη διάρκεια της περιόδου της καραντίνας. Να σημειωθεί ότι είχαν ήδη χρησιμοποιηθεί στο μάθημα της Φυσικής και οι δύο πλατφόρμες τηλε-Εκπαίδευσης, η

Open eClass, ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης μαθημάτων για ασύγχρονη μάθηση και η Cisco Webex Meetings για σύγχρονες συναντήσεις.

Τα ευρήματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση της πρότασης συντείνουν στο συμπέρασμα ότι αποτελεί μια καλή πρακτική για τον ατομικό πειραματισμό των μαθητών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρότυπο για την ανάθεση εργασιών στους μαθητές όχι μόνο στο πλαίσιο ενός περιβάλλοντος εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης αλλά και σε περιόδους που υπάρχει κανονική πρόσβαση στο εργαστήριο Φυσικής στα σχολεία.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής: Αρχικά, επιλέχθηκαν κατάλληλα πειράματα για τις τρεις διαφορετικές τάξεις, με την προϋπόθεση ότι κάθε δραστηριότητα απαιτούσε τη χρήση μόνο κάποιων καθημερινών υλικών που οι μαθητές θα μπορούσαν εύκολα να βρουν, μπορούσε να πραγματοποιηθεί ατομικά χωρίς περαιτέρω βοήθεια, ήταν συμβατή με το ελληνικό εθνικό πρόγραμμα σπουδών Φυσικής και θα μπορούσε να εκτελεστεί χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε smartphone. Όλα τα smartphones διαθέτουν τουλάχιστον έναν ανιχνευτή ήχου (μικρόφωνο) και έναν αισθητήρα επιτάχυνσης, ενώ κάποια έχουν αισθητήρα φωτός, έντασης μαγνητικού πεδίου, πίεσης κ.α. Στην προκειμένη περίπτωση επιλέχθηκαν δραστηριότητες που να μπορούν να πραγματοποιηθούν με χρήση του μικροφώνου και όχι με τον αισθητήρα επιτάχυνσης γιατί οι μαθητές σε αυτές τις ηλικίες δεν είναι εξοικειωμένοι με την έννοια της επιτάχυνσης, ενώ τα περισσότερα από τα πειράματα που περιγράφονται στη βιβλιογραφία και χρησιμοποιούν τον συγκεκριμένο αισθητήρα είναι συνήθως απαιτητικά για τους μαθητές αυτών των ηλικιών.

Ταυτόχρονα, επιλέχθηκε η κατάλληλη εφαρμογή (app) που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή δεδομένων από τον αισθητήρα του smartphone, με την προϋπόθεση ότι είναι διαθέσιμη δωρεάν, επιτρέπει στους χρήστες να επεξεργάζονται πλήρως τα δεδομένα/μετρήσεις απευθείας στην οθόνη του smartphone, είναι διαθέσιμη και για τα δύο λειτουργικά συστήματα (Android και iOS) των smartphones και διαθέτει δυνατότητα εκτέλεσης μεγάλης ποικιλίας πειραμάτων.

Με βάση τα παραπάνω κριτήρια, σχεδιάστηκαν τρεις πειραματικές δραστηριότητες, μία για κάθε τάξη, και επιλέχθηκε η εφαρμογή «phyphox» (Staacks et al., 2018; Carroll & Lincoln, 2020) και η λειτουργία της «Acoustic Stopwatch» για την πραγματοποίηση όλων των δραστηριοτήτων. Συγκεκριμένα, οι δραστηριότητες των πειραμάτων αφορούσαν την έννοια της ελεύθερης πτώσης, την κατασκευή γραφικών παραστάσεων και την άντληση

πληροφοριών από αυτές (για την Α γυμνασίου), την επανάληψη στην έννοια της ταχύτητας (για τη Β γυμνασίου), και την εφαρμογή των γνώσεων από το κεφάλαιο του ήχου (για τη Γ γυμνασίου). Για κάθε δραστηριότητα δημιουργήθηκε ένα φύλλο εργασίας.

Και οι τρεις πειραματικές δραστηριότητες υλοποιήθηκαν μετά την παρουσίαση των απαιτούμενων θεωρητικών εννοιών. Αρχικά, ο καθηγητής ανέβασε στην πλατφόρμα «Open eClass» το σχετικό υλικό (φύλλα εργασίας, υποστηρικτικά αρχεία πολυμέσων, οδηγίες εργασίας. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ένα προκαθορισμένο για κάθε τμήμα της κάθε τάξης σύγχρονο εξ αποστάσεως μάθημα διάρκειας 40 λεπτών, μέσω της πλατφόρμας Webex. Κατά τη διάρκειά του παρουσιάστηκε το φύλλο εργασίας, δόθηκαν οι απαραίτητες οδηγίες και απαντήθηκαν ερωτήσεις από τους μαθητές.

Συνολικά παρακολούθησαν τα μαθήματα παρουσίασης των πειραμάτων 95 μαθητές της Α', 58 μαθητές της Β' και 20 μαθητές της Γ' Γυμνασίου. Μετά την παρουσίαση, οι μαθητές εργάστηκαν ατομικά στο σπίτι, ακολουθώντας τις οδηγίες του φύλλου εργασίας. Ο ρόλος του δασκάλου ήταν υποστηρικτικός και η επικοινωνία του με τους μαθητές ήταν ασύγχρονη μέσω της πλατφόρμας «Open eClass». Οι μαθητές έπρεπε να ανεβάσουν το συμπληρωμένο αρχείο του φύλλου εργασίας στην πλατφόρμα για αξιολόγηση από τον δάσκαλο.

Τα φύλλα εργασίας είχαν δημιουργηθεί σε μορφή ηλεκτρονικού αρχείου μέσω προγράμματος επεξεργαστή κειμένου. Οι μαθητές μπορούσαν να πληκτρολογήσουν τις απαντήσεις τους σε αυτό το αρχείο και να το αποθηκεύσουν ή να γράψουν χειρόγραφα τις απαντήσεις τους (στο φύλλο εργασίας αφού το εκτυπώσουν ή σε λευκό χαρτί) και να το φωτογραφίσουν με το smartphone δημιουργώντας ένα αρχείο. Στην πλατφόρμα «e-class» είχε δημιουργηθεί ένας ειδικός χώρος αποθήκευσης των εργασιών, όπου οι μαθητές μπορούσαν να ανεβάσουν τα αρχεία τους.

Δέκα μέρες μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας, δόθηκε στους μαθητές που είχαν αποστείλει αρχεία των εργασιών τους, ένα ερωτηματολόγιο (φόρμα της Google) προκειμένου να το συμπληρώσουν οικειοθελώς. Το ερωτηματολόγιο είχε ως σκοπό να διερευνήσει τις συνθήκες υλοποίησης της όλης εργασίας (χρόνος που απαιτείται για κάθε δραστηριότητα, πιθανή βοήθεια στη διεξαγωγή του πειράματος από άλλο άτομο), τις πιθανές δυσκολίες που συνάντησαν οι μαθητές και την αξιολόγησή τους σχετικά με την πειραματική διαδικασία.

Τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας που υπέβαλαν οι μαθητές, μαζί με το διαδικτυακά απαντημένο ερωτηματολόγιο χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της εκπαιδευτικής

παρέμβασης. Εκτός από τα φύλλα εργασίας οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να στείλουν φωτογραφίες και βίντεο από την πειραματική διαδικασία και έτσι συγκεντρώθηκε ένας μικρός αριθμός αντιπροσωπευτικών πολυμεσικών αρχείων.

Καθώς η έρευνα αφορούσε κατά πόσο είναι εφικτή και με ποιες δυσκολίες μια διαδικασία πειραματισμού των μαθητών στο σπίτι, η ανάλυση των δεδομένων από τα φύλλα εργασίας επικεντρώθηκε λιγότερο σε θέματα κατανόησης των εννοιών και περισσότερο σε θέματα ανταπόκρισης των μαθητών στις απαιτούμενες διαδικασίες του ατομικού πειραματισμού στο σπίτι με τη χρήση του smartphone. Ωστόσο, η ανάλυση των φύλλων εργασίας μπορεί να παράσχει μια ανατροφοδότηση στον εκπαιδευτικό σχετικά με τα σημεία όπου θα μπορούσε να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση.

Παρά το γεγονός ότι η όλη διαδικασία ήταν πρωτόγνωρη για τους μαθητές, φαίνεται ότι σε γενικές γραμμές ήταν ενδιαφέρουσα και ευχάριστη γι'αυτούς, την αντιμετώπισαν με ενθουσιασμό και κατάφεραν να πραγματοποιήσουν τα πειράματα με επιτυχία παρά τις λίγες δυσκολίες που είχαν αντιμετωπίσει.

Το πείραμα της Α΄ Γυμνασίου δυσκόλεψε περισσότερο τους μικρούς μαθητές από ότι τα πειράματα των δύο άλλων τάξεων και χρειάστηκε να ζητήσουν βοήθεια από άλλο άτομο. Επίσης, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών της Α τάξης θεώρησε ότι η εκτέλεση του πειράματος ήταν μέτριας δυσκολίας ενώ οι μαθητές των άλλων τάξεων την βρήκαν ευκολότερη. Σε ό,τι αφορά στην εύρεση των υλικών για τα πειράματα και τη χρήση του smartphone και της εφαρμογής «rhyrhox», προκύπτει ότι οι μαθητές δεν συνάντησαν ιδιαίτερες δυσκολίες, με εξαίρεση τους μαθητές της Α΄ τάξης όπου ναι μεν περίπου τα 2/3 δήλωσαν ότι δεν αντιμετώπισαν δυσκολία ενώ το 1/3 θεώρησε ότι είχε μέτρια δυσκολία.

Οι ερωτήσεις του φύλλου εργασίας ήταν κατανοητές και δεν παρουσίαζαν ιδιαίτερες δυσκολίες και η μεταφόρτωσή τους στην πλατφόρμα «Open eClass» ήταν αρκετά εύκολη για την πλειοψηφία των μαθητών.

Συμπερασματικά, η διδακτική παρέμβαση από τους Tzamalīs et al. (2021) επιχειρεί να παρουσιάσει μια καλή πρακτική που μπορεί να εφαρμοστεί και να βοηθήσει στον ατομικό πειραματισμό των μαθητών. Η προτεινόμενη δράση, αν και πρωτόγνωρη για τους μαθητές, φάνηκε να είναι ευεργετική από εκπαιδευτική άποψη. Οι μαθητές κατάφεραν να πραγματοποιήσουν τα πειράματα στο σπίτι χρησιμοποιώντας μόνο απλά υλικά και τα κινητά τους τηλέφωνα για τη λήψη μετρήσεων. Τα προτεινόμενα πειράματα είναι μόνο ενδεικτικά

και ο εκπαιδευτικός που επιθυμεί να υιοθετήσει μια τέτοια παρέμβαση, όχι μόνο σε περιβάλλον εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης αλλά και για ανάθεση εργασιών σε μαθητές σε «κανονικές» περιόδους με πρόσβαση στο σχολικό εργαστήριο, μπορεί να επιλέξει πειράματα που είναι συμβατά με τους διδακτικούς στόχους που έχει θέσει.

Είναι προτιμότερο, βέβαια, να επιλέγουμε πειράματα που απαιτούν μόνο απλά υλικά καθημερινής χρήσης και μπορεί να έχουν κάποια στοιχεία παιχνιδιού για να είναι ελκυστικά ειδικά για μικρότερους μαθητές. Επίσης, η απαιτούμενη διαδικασία για την εκτέλεση του πειράματος θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο απλή, ώστε να μπορεί να εκτελεστεί ατομικά από τον κάθε μαθητή. Εφόσον οι μαθητές εκτελούν το πείραμα χωρίς την παρουσία του δασκάλου τους ή άλλων συμμαθητών, η προτεινόμενη παρέμβαση αποκαλύπτει τον ατομικό τρόπο σκέψης των μαθητών με καλύτερο τρόπο σε σύγκριση με τον πειραματισμό σε ένα τυπικό εργαστήριο. Για παράδειγμα, στην περίπτωση του πειράματος της Γ' τάξης, αρκετοί μαθητές εξίσωσαν λανθασμένα τον αριθμό των διαδοχικών κορυφών της κυματομορφής με τον αριθμό των ταλαντώσεων. Εάν το ίδιο πείραμα είχε πραγματοποιηθεί σε σχολικό εργαστήριο, αυτή η συγκεκριμένη παρανόηση μπορεί να μην είχε αποκαλυφθεί στον εκπαιδευτικό.

Η προτεινόμενη διαδικασία για ατομικό πειραματισμό φαίνεται να είναι ευχάριστη για την πλειοψηφία των μαθητών. Εκτός από τις απαντήσεις στα ερωτηματολόγια και την ανάλυση του φύλλου εργασίας, φάνηκε από τις φωτογραφίες και τα βίντεο που έστειλαν αρκετοί μαθητές ότι ήταν μια ενδιαφέρουσα και συναρπαστική διαδικασία για αυτούς. Ο χρόνος που διέθεταν οι μαθητές για να ολοκληρώσουν τη δράση δύσκολα θα μπορούσε να αφιερωθεί σε μια τυπική τάξη. Από την άλλη, εφόσον η όλη διαδικασία γίνεται χωρίς την επίβλεψη του δασκάλου, οι μαθητές μπορεί να ζητήσουν και να λάβουν κάποιου είδους βοήθεια από άλλα άτομα στο περιβάλλον τους. Ωστόσο, μέσα από μια διαδικασία όπως αυτή που προτείνεται στην παρούσα εργασία η συμμετοχή των μαθητών στην εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση γίνεται πιο ενεργή.

Στη ίδια κατεύθυνση, ο Λάζος (2021), αναφέρει ότι εν μέσω της καραντίνας λόγω της πανδημίας Covid-19, τα ΕΚΦΕ χρειάστηκε να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες και να προτείνουν διάφορους τρόπους εξ αποστάσεως διδασκαλίας των πειραμάτων στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών, προκειμένου να βοηθήσουν και να στηρίξουν τους εκπαιδευτικούς αυτών των μαθημάτων. Προτάθηκαν διάφορες λύσεις, όπως πειραματισμός στο σπίτι από

τους μαθητές, βιντεοπειράματα, προσομοιώσεις κ.λ.π., τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στις κανονικές συνθήκες λειτουργίας των σχολείων.

Σε ό,τι αφορά τα πειράματα στο σπίτι τα οποία εκτελούν οι μαθητές, προτάθηκαν κάποια δωρεάν λογισμικά, όπως το λογισμικό ανάλυσης βίντεο tracker. Οι εκπαιδευτικοί δημιούργησαν στο ΕΚΦΕ. Ηλιούπολης βίντεο για οριζόντια βολή με ένα μπαλάκι του τένις, για ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση και για απλή αρμονική ταλάντωση, τα οποία συνεργάζονται καλά με το tracker και οδηγούν σε χρήσιμα και αποδεκτά αποτελέσματα. Επίσης υπάρχει η online γεννήτρια συχνοτήτων (<https://www.szynalski.com/tone-generator/>), η οποία μπορεί να υποκαταστήσει πάρα πολύ αποτελεσματικά τις γεννήτριες συχνοτήτων που υπάρχουν στα Λύκεια από το πρόγραμμα Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. Το μόνο που δεν μπορεί να κάνει η συγκεκριμένη γεννήτρια είναι να στείλει σήμα υψηλής ισχύος. Πρόκειται για ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο στο οποίο μπορεί ο μαθητής να αποκτήσει πρόσβαση από το σπίτι του και να το χρησιμοποιήσει πολύ εύκολα για πειραματισμό. Ακόμα, υπάρχει το audacity, για μελέτη των χαρακτηριστικών του ήχου, για καταγραφή ενός διακροτήματος και για μελέτη χαρακτηριστικών του φωτός, αρκεί στη θέση του μικροφώνου να συνδέσουμε ένα φωτοβολταϊκό.

Επίσης, προτάθηκε το rhyphox (<https://phyphox.org/>), μια πολύ χρήσιμη δωρεάν εφαρμογή (app) για smartphones και tablets, η οποία χρησιμοποιεί τους αισθητήρες της συσκευής για την εκτέλεση πειραμάτων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο πείραμα «τα ποτήρια που τραγουδούν», για τον υπολογισμό της συχνότητας του ήχου, με δύο τρόπους. Ο πρώτος που είναι διερευνητικά πιο χρήσιμος αλλά χρονοβόρος, είναι να πάρουμε την κυματομορφή και να μετρήσουμε για παράδειγμα πόσο χρόνο διαρκούν δέκα ταλαντώσεις και άρα να βρούμε περίοδο και από εκεί συχνότητα. Ο δεύτερος που είναι λιγότερο χρήσιμος διερευνητικά αλλά αποτελεσματικός στο να βρούμε σύντομα πολλές συχνότητες είναι να βγάλει κατευθείαν την συχνότητα ήχου με ανάλυση Φουριέ.

Αυτές οι εφαρμογές είναι πολύ χρήσιμες για την εξ αποστάσεως πειραματική διαδικασία, καθώς διευκολύνουν την εκτέλεση των πειραμάτων στο σπίτι από τους μαθητές, επιτρέποντάς τους να κάνουν μετρήσεις, να συλλέξουν δεδομένα, να τα επεξεργαστούν και να βγάλουν συμπεράσματα.

Τα πραγματικά πειράματα από απόσταση ή Τηλεεργαστήρια (Remote Experiments ή Remote Labs)

Οι τηλεεργαστήρια ή τα πραγματικά πειράματα από απόσταση αποτελούν έναν νέο τρόπο πειραματισμού που έχει εισαχθεί με σκοπό να συμπληρώσει τα πραγματικά (χειραπτικά) πειράματα, αντί να τα αντικαταστήσει. Η ιδέα είναι να επιτρέψουν την εκτέλεση εργαστηριακών ασκήσεων χρησιμοποιώντας πραγματικό πειραματικό εξοπλισμό, αλλά με τον χειρισμό του εξοπλισμού να γίνεται από απόσταση από τον χρήστη (Δίντσιος, Αρτέμη & Πολάτογλου, 2018). Αυτή η διαδικασία πειραματισμού συνεπάγεται ότι ο χρήστης (που μπορεί να είναι εκπαιδευόμενος) και η πειραματική διάταξη (η οποία περιλαμβάνει πραγματικό εξοπλισμό) βρίσκονται σε διαφορετικούς χώρους (Bencomo, 2004; Hanson et al., 2009; Alkhalidi, Pranata & Athauda, 2016). Με αυτόν τον τρόπο, ο χρήστης μπορεί να ελέγχει τον πειραματικό εξοπλισμό και να πραγματοποιεί πειράματα από απόσταση, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής. Για την απομακρυσμένη πρόσβαση στον εργαστηριακό εξοπλισμό, χρησιμοποιούνται δύο κυρίαρχες υποδομές μετάδοσης πληροφορίας: το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας και το διαδίκτυο (Μπολανάκης, 2016).

Οι πρώτες προσπάθειες πειραματισμού από απόσταση ξεκίνησαν στα μέσα της δεκαετίας του 1990 και αφορούσαν τον τομέα της ρομποτικής (Cao et al., 1995; Aktan et al., 1996). Αυτές οι προσπάθειες αυξήθηκαν και επεκτάθηκαν, με τον τομέα των πραγματικών πειραμάτων από απόσταση να αναπτύσσεται και να παρέχει λύσεις σε προβλήματα που αντιμετώπιζαν τα πανεπιστημιακά ιδρύματα (Δίντσιος, Αρτέμη & Πολάτογλου, 2018).

Για την υλοποίηση των πειραμάτων από απόσταση, απαιτείται μια σειρά λογισμικών και πειραματικών διατάξεων. Όλα αυτά τα στοιχεία πρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους και να συνεργάζονται για να διεξαχθεί το πείραμα από τον συμμετέχοντα χρήστη.

Για παράδειγμα, στα πειράματα που ανήκουν στη θεματική περιοχή των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, η λογική σειρά διασύνδεσης που χρησιμοποιείται είναι η εξής: χρήστης (H/Y, tablet, smartphone), διακομιστής (server), ηλεκτρονικός υπολογιστής, Arduino (υπεύθυνος για τον έλεγχο της εφαρμοζόμενης τάσης), Arduino (επιλέγει το πείραμα που θα εκτελεστεί), DAC 0808 (εφαρμογή τάσης), ηλεκτρονόμος (επιλογή πειράματος), πειραματική διάταξη. Αυτή η δομή επιτρέπει την αποτελεσματική επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ του χρήστη και της πειραματικής διάταξης.

Επιπλέον, για την απαραίτητη επικοινωνία και αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και της πειραματικής διάταξης, απαιτείται μια ακολουθία λογισμικών. Ένας από τους βασικούς μικροελεγκτές που χρησιμοποιήθηκε είναι το Arduino, το οποίο αποτελεί τον πυρήνα ολόκληρης της προσπάθειας. Επιπλέον, οι ιστοσελίδες που υλοποιήθηκαν βασίζονται στη γλώσσα PHP, επιτρέποντας την αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και της διάταξης.

Το TeamViewer είναι ένα λογισμικό που υποστηρίζει την πραγματοποίηση πειραμάτων από απόσταση (<https://www.teamviewer.com/el/>). Δίνει τη δυνατότητα να εργαζόμαστε από απόσταση σε έναν υπολογιστή (server του εργαστηρίου). Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ενός άλλου υπολογιστή (υπολογιστής χρήστη) που έχει σύνδεση στο διαδίκτυο και χρησιμοποιεί το ίδιο λογισμικό TeamViewer με τον server. Για τη διασύνδεση απαιτείται η γνώση του ID και του αντίστοιχου κωδικού. Λειτουργεί σε πολλές πλατφόρμες (συνδέσεις από υπολογιστή προς υπολογιστή, από κινητό τηλέφωνο προς υπολογιστή και από υπολογιστή προς κινητό τηλέφωνο που υποστηρίζουν Windows, Linux, Mac OS, Chrome OS, Android, iOS, Windows App και BlackBerry) και σε ένα ευρύ φάσμα λειτουργικών συστημάτων, παλαιότερων και σύγχρονων. Επομένως είναι αυτό που επιτρέπει τον απομακρυσμένο έλεγχο με την ταυτόχρονη χρήση δικτυακής κάμερας παρακολούθησης (webcam), η οποία θα συνδέεται με τον υπολογιστή προκειμένου να επιτευχθεί οπτική παρακολούθηση του πειράματος και λήψη βίντεο και φωτογραφιών. Στην περίπτωση του τηλεεργαστηρίου, η κάμερα πρέπει να παραμένει σταθερή, ενώ η μέτρηση μπορεί να γίνει μέσω της λήψης βίντεο ή φωτογραφιών από την κάμερα και την αντιστοίχισή τους με την κλίμακα μέτρησης, χρησιμοποιώντας λογισμικό ιχνηλασίας (tracker).

Σύμφωνα με τη μελέτη των Δίντσιου, Αρτέμη & Πολάτογλου (2018), τα αποτελέσματα από την εφαρμογή πειραμάτων από απόσταση σε ομάδα 21 φοιτητών του τμήματος Φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης ήταν θετικά ως προς δύο μεταβλητές: την επίτευξη των στόχων (μέσω της ανάλυσης των εργασιών των φοιτητών/φοιτητριών) και την εντύπωση που τους δημιούργησε η εμπειρία (μέσω των ερωτηματολογίων). Πιο συγκεκριμένα, από την ανάλυση των εργασιών προέκυψε πως οι στόχοι επετεύχθησαν σχεδόν στο σύνολο τους. Όσον αφορά στις στάσεις των φοιτητών/φοιτητριών απέναντι στις εργαστηριακές ασκήσεις από απόσταση, το 80% τις χαρακτηρίζουν ως «ενδιαφέρουσες», ενώ το 94% θεωρούν ότι η εισαγωγή των πειραμάτων από απόσταση θα μπορούσε να βοηθήσει τη διδασκαλία στο Πανεπιστήμιο. Επίσης, το 88% των συμμετεχόντων θα πρότειναν το διδακτικό εργαλείο σε κάποιον γνωστό τους που ασχολείται με τη Φυσική ενώ

το 19% (ένας στους τέσσερις) διεξήγαγαν το πείραμα και τις εργασίες σε ώρες κατά τις οποίες τα εργαστήρια (των ιδρυμάτων) δεν ήταν διαθέσιμα.

Στην εργασία του Τσέλιου (2016), επιχειρήθηκε στα πλαίσια του Εργαστηρίου Φυσικής του Ε.Α.Π., μια πρώτη προσέγγιση στο σχεδιασμό εργαστηρίων Φυσικής απομακρυσμένης πρόσβασης μέσω Internet. Για το σκοπό αυτό επανασχεδιάστηκε μια εργαστηριακή άσκηση του εργαστηρίου ώστε να έχει τη δυνατότητα απομακρυσμένης πρόσβασης. Εκτός από τις κύριες πειραματικές δραστηριότητες του εργαστηρίου, που περιλαμβάνουν τον πειραματικό σχεδιασμό, την κατασκευή, τον έλεγχο, την απόκτηση πειραματικών δεδομένων, την ανάλυση δεδομένων και την επεξεργασία, χρειάστηκε και ένα προπαρασκευαστικό στάδιο για να αποκτήσει ο μαθητής εξ αποστάσεως τις απαραίτητες θεωρητικές και τεχνικές πληροφορίες. Το τηλεεργαστήριο αυτό χρησιμοποίησε την προηγμένη τεχνολογία υλικού και λογισμικού με σκοπό τον έλεγχο συσκευών και τη συλλογή δεδομένων μέσω του διαδικτύου. Με αυτόν τον τρόπο έγινε ανάλυση, επεξεργασία των πειραματικών πληροφοριών, συγκρίσεις των πειραματικών αποτελεσμάτων και αξιολόγησή τους.

Σύμφωνα με τον Τσέλιο (2016), ένα απομακρυσμένο εργαστήριο, γνωστό και ως τηλεεργαστήριο, παρέχει στους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς τη δυνατότητα να έχουν πρόσβαση σε πραγματικό εργαστήριο μέσω του διαδικτύου. Χρησιμοποιώντας συσκευές αποστολής και λήψης δεδομένων και κάμερες, η τηλεχειριζόμενη συσκευή μπορεί να ελέγχεται και να παρακολουθείται. Συγκεκριμένα, οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν το διαδίκτυο για να αποκτήσουν απομακρυσμένη πρόσβαση στον εξοπλισμό του εργαστηρίου Φυσικής. Αυτή η αλληλεπίδραση υποστηρίζεται από αισθητήρες και κάμερες, που επιτρέπουν στους μαθητές να ελέγχουν τους ενεργοποιητές του εξοπλισμού και να τους παρακολουθούν οπτικά. Έτσι, οι μαθητές μπορούν να διεξάγουν πειράματα χρησιμοποιώντας τον πραγματικό εξοπλισμό του εργαστηρίου Φυσικής με μεγάλη ευελιξία, καθώς η πρόσβαση είναι δυνατή από οπουδήποτε και οποτεδήποτε.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του τηλεεργαστηρίου περιλαμβάνουν (Τσέλιος, 2016):

- Ελεγχόμενη χρήση: Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ελέγχει και να χρησιμοποιεί τον εξοπλισμό του εργαστηρίου μέσω της απομακρυσμένης πρόσβασης.
- Διαδραστικότητα: Ο χρήστης μπορεί να αλλάζει τις παραμέτρους και να ελέγχει την εκτέλεση των πειραμάτων, δίνοντας του ένα διαδραστικό περιβάλλον.

- Παρατήρηση του πειράματος με κάμερα: Μέσω μιας δικτυακής κάμερας (webcam), ο χρήστης μπορεί να παρακολουθεί οπτικά την εκτέλεση του πειράματος.
- Μεταφορά δεδομένων για το χρήστη: Ο χρήστης μπορεί να λαμβάνει τα δεδομένα που παράγονται από το πείραμα μέσω της απομακρυσμένης πρόσβασης, παρέχοντας του τις απαραίτητες πληροφορίες.
- Αυθεντικότητα: Το τηλεεργαστήριο προσφέρει μια αυθεντική εμπειρία, παρόμοια με την πραγματική δοκιμή σε εργαστήριο.

Επιπλέον, η χρήση του τηλεεργαστηρίου επιτρέπει την καταγραφή των δραστηριοτήτων των χρηστών κατά τη διάρκεια της υλοποίησης των πειραμάτων. Αυτή η καταγραφή περιλαμβάνει τη διάρκεια της περιόδου, τη διεύθυνση IP, τον χρόνο και τον τύπο της δράσης που εκτελέστηκε (παράμετροι επιλογής), και αποθηκεύεται σε ένα αρχείο καταγραφής. Αυτό το αρχείο καταγραφής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση από τον επιβλέποντα. Τέλος, καθώς όλη η διαδικασία γίνεται μέσω υπολογιστή, τα εργαστηριακά δεδομένα είναι ευκολότερο να επεξεργαστούν, προσφέροντας γρήγορα αποτελέσματα (Τσέλιος, 2016).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, τα απομακρυσμένα εργαστήρια έχουν πολλά οφέλη για του μαθητές (Τσέλιος, 2016). Συγκεκριμένα, οι μαθητές που έχουν πρόσβαση σε τηλεεργαστήριο μπορούν να εκτελέσουν αυθεντικά εργαστηριακά πειράματα σε πραγματικό χρόνο από τον δικό τους υπολογιστή, smartphone, laptop ή tablet από οπουδήποτε και οποτεδήποτε. Αυτό τους επιτρέπει να αλληλεπιδρούν με πραγματικό εξοπλισμό και να αποκτούν πρακτική εμπειρία. Επίσης, έχουν μεγάλη ευελιξία σχετικά με το πότε και πού θα διεξάγουν, θα συμπληρώνουν ή θα επαναλαμβάνουν τα πειράματα. Επιπλέον, ο εργαστηριακός εξοπλισμός που περιλαμβάνει αισθητήρες, όργανα συλλογής δεδομένων και μια φωτογραφική μηχανή – κάμερα μπορεί να λειτουργήσει από απόσταση και τα αποτελέσματα να προβληθούν στη θέση εργασίας του μαθητή μέσω τηλεοπτικής σύνδεσης. Αυτό βοηθάει τον μαθητή να κατανοήσει καλύτερα τις ειδικές πτυχές ενός πειράματος, εστιάζοντας την προσοχή του στις σχετικές έννοιες. Τέλος, στα απομακρυσμένα εργαστήρια μπορούν να πραγματοποιηθούν πειράματα που περιλαμβάνουν ακριβό ή επικίνδυνο εξοπλισμό.

Σύμφωνα με τον Τσέλιο (2016), υπάρχουν πολλά οφέλη και για τα θεσμικά όργανα. Ένα σημαντικό οικονομικό όφελος είναι ότι τα απομακρυσμένα εργαστήρια μπορούν να επιτρέψουν την επιλεκτική χρήση εξοπλισμού, καθώς το κόστος λειτουργίας και εξοπλισμού

τους είναι μεγάλο. Αυτό επιτρέπει την χρήση των εργαστηρίων από κοινού σε πολλά σχολεία ή ιδρύματα, εξοικονομώντας πόρους και μειώνοντας το οικονομικό φορτίο.

Επίσης, από παιδαγωγική άποψη, η απομακρυσμένη πρόσβαση που δίνει δυνατότητα ελέγχου του εξοπλισμού, επιτρέπει την κοινή χρήση μαθημάτων και τεχνογνωσίας ανάμεσα σε πολλά εκπαιδευτικά ιδρύματα. Έτσι μπορεί να συμβάλει στη διάδοση εκπαιδευτικών ιδεών σχετικά με τον εργαστηριακό σχεδιασμό, την εξειδικευμένη εμπειρία και την επέκταση του πεδίου εφαρμογής των εργαστηριακών μαθημάτων. Αυτό δημιουργεί ευκαιρίες για πιο πλούσια μάθηση και έρευνα σε διάφορους επιστημονικούς κλάδους, μέσω της κατανομημένης κοινής χρήσης και πρόσβασης σε εξειδικευμένους τομείς. Επιπλέον, με αυτόν τον τρόπο, ένα σύνολο εργαστηριακού εξοπλισμού γίνεται διαθέσιμο σε ένα μεγάλο αριθμό μαθητών και δεν απαιτείται η μετακίνηση και η ενσωμάτωσή του σε άλλο εργαστήριο (Τσέλιος, 2016).

Σε ό,τι αφορά τα πλεονεκτήματα των πραγματικών πειραμάτων από απόσταση, οι Scanlon et al. (2004) αναφέρουν ότι ενισχύουν την αυτόνομη μάθηση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εκτέλεση επικινδύνων πειραμάτων (π.χ. με ραδιενεργά υλικά) και είναι διαθέσιμα καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και της εβδομάδας, προσφέροντας ευελιξία στο χρονικό πλαίσιο εκτέλεσης των πειραμάτων. Επίσης, δεν υπάρχουν απαιτήσεις σε χώρους για την εγκατάσταση και την αποθήκευση του πειραματικού εξοπλισμού, εξοικονομώντας χώρο στα εκπαιδευτικά ιδρύματα, απαιτούν λιγότερα κονδύλια για να εγκατασταθούν και να διατηρηθούν και δεν μπορεί να καταστραφεί ο πειραματικός εξοπλισμός.

Ωστόσο, διαπιστώνονται και κάποια μειονεκτήματα, καθώς στις περιπτώσεις απομακρυσμένης πρόσβασης σε εργαστηριακό εξοπλισμό υπάρχει έλλειψη άμεσης αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών και του διδάσκοντα και περιορίζεται η οπτική επαφή με τον εργαστηριακό εξοπλισμό, η οποία στην αποδοτικότερη εφαρμογή της πραγματοποιείται μέσω κάμερας που αποδίδει συγκεκριμένη εικόνα του πειράματος. Αυτό μπορεί να έχει αντίκτυπο στην πλήρη κατανόηση του πειράματος από μέρος των μαθητών (Γιαννέλος & Πολάτογλου, 2015). Επιπλέον, οι μαθητές δεν αναπτύσσουν δεξιότητες σχεδιασμού των πειραμάτων και συχνά έχουν την πεποίθηση ότι τα πειράματα από απόσταση δεν είναι ρεαλιστικά, καθώς απουσιάζει η άμεση φυσική αλληλεπίδραση με τον εξοπλισμό (Μπολανάκης, 2016).

Προσομοιώσεις πειραμάτων (Applets)

Οι προσομοιώσεις αναφέρονται στη μαθησιακή εμπειρία όπου οι εκπαιδευόμενοι αλληλεπιδρούν με εικονικά αντικείμενα με σκοπό την παρατήρηση και κατανόηση εννοιών και φαινομένων της Φυσικής (Baxter, 1995; Ζαχαρίας & Ευαγόρου, 2004; Klahr, Triona & Williams, 2007; Ολυμπίου, Ζαχαρίας & Παπαευριπίδου, 2007; Zacharia, 2007). Αποτελούν ένα διδακτικό εργαλείο που μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στη διαδικασία μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες (Ευαγγέλου & Κώτσης, 2009). Οι προσομοιώσεις αναπαριστούν με εικονικό και λειτουργικό τρόπο τα εργαστήρια των Φυσικών Επιστημών στην οθόνη του υπολογιστή, αξιοποιώντας τη δυνατότητα που παρέχει η ψηφιακή τεχνολογία, με κύριο χαρακτηριστικό την αλληλεπίδραση του χρήστη με το εικονικό περιβάλλον και τον άμεσο και ρεαλιστικό χειρισμό των αντικειμένων και των παραμέτρων (Λεύκος κ.ά., 2005). Κύρια χαρακτηριστικά των προσομοιώσεων είναι η προσβασιμότητα, ο ανοικτός χαρακτήρας και η ύπαρξη πολλαπλών διασυνδεδεμένων χώρων (Βράκας κ.ά., 2015).

Ο Μικρόπουλος (2002) αναφέρει ότι η προσομοίωση είναι η αναπαράσταση κατάστασης ή αντικειμένου μέσω λογισμικού, το οποίο παρέχει δυνατότητες χειρισμού συνθηκών και παραμέτρων για μελέτη. Οι προσομοιώσεις βασίζονται σε μοντέλα αναπαράστασης φυσικών καταστάσεων και δημιουργούνται βάσει της αντίστοιχης επιστημονικής θεωρίας, παρουσιάζοντας ένα πείραμα, ένα φαινόμενο ή μια φυσική διαδικασία που ερευνά ο μαθητής (Τζιμογιάννης, 1999).

Οι Ταραμόπουλος, Ψύλλος & Χατζηκρανιώτης (2010) αναφέρουν ότι η πιο συνηθισμένη λύση για εξ αποστάσεως λειτουργικό εργαστηριακό περιβάλλον είναι η λύση των προσομοιώσεων που εκτελούνται ως Java applets (cyber labs), όπως για παράδειγμα η συλλογή Java applets on Physics (Fendt, 2008) ή τα Physlets (Christian, 2005). Τα applets είναι προσομοιώσεις φαινομένων ή πραγματικών διατάξεων για πειράματα σε περιβάλλον μικρών εικονικών εργαστηρίων και είναι πολύ δημοφιλή στις Φυσικές Επιστήμες. Περιορισμένα σε υπολογιστικό μέγεθος έχουν το πλεονέκτημα να λειτουργήσουν εύκολα στον ιστό και ταυτόχρονα να μπορούν να εφαρμοστούν ανεξάρτητα από το λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποιείται. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα να αποθηκευτούν σε έναν υπολογιστή και να χρησιμοποιηθούν χωρίς να απαιτείται σύνδεση στο διαδίκτυο (Harms, 2000).

Οι προσομοιώσεις διαθέτουν μοναδικά χαρακτηριστικά που μπορούν να εκμεταλλευτούν οι μαθητές για να εκτελέσουν πολύπλοκες λειτουργίες, επιτρέποντάς τους να επικεντρωθούν στην πραγματοποίηση διεργασιών, όπως η παρατήρηση, η σύγκριση, η ταξινόμηση, η ανάλυση, η σύνθεση και η δημιουργία. Αυτά τα χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν (Παππάς, 2021):

- Δυνατότητα επανάληψης του φαινομένου.
- Δυνατότητα διακοπής και συνέχισης της μελέτης του φαινομένου.
- Επιτάχυνση και επιβράδυνση του χρόνου.
- Γραφικά και πολλαπλές αναπαραστάσεις.
- Απλοποίηση των φαινομένων και των διαδικασιών.
- Επίδειξη μη ορατών στοιχείων.
- Ενσωμάτωση μη ρεαλιστικών (θεωρητικών και συμβολικών) στοιχείων.
- Εργαλεία για τη σύγχρονη κατασκευή γραφικών αναπαραστάσεων και την ανάλυση δεδομένων.
- Εργαλεία για τον χειρισμό μεταβλητών, συμπεριλαμβανομένων ρεαλιστικών ή «εξωπραγματικών» τιμών.
- Αλλαγή της κλίμακας μεγέθους.
- Μεταφορά σε άλλο χρονικό σημείο.

Αυτά τα χαρακτηριστικά επιτρέπουν στους μαθητές να εξερευνήσουν, να πειραματιστούν και να κατανοήσουν φαινόμενα και διεργασίες με τρόπο που δεν θα ήταν δυνατό με τα παραδοσιακά μέσα.

Σύμφωνα με τον Παππά (2021), η παιδαγωγική αξία της προσομοίωσης έγκειται στο γεγονός ότι ο μαθητής έχει τη δυνατότητα να αλλάξει εκ των υστέρων ορισμένες μεταβλητές του φαινομένου που μελετάται και, βασιζόμενος στις παρατηρήσεις που πραγματοποιεί στα αποτελέσματα των χειρισμών του, μπορεί να ανακαλύψει το μοντέλο που προσομοιώνει το λογισμικό ή τις βασικές παραμέτρους που το συνθέτουν, καθώς και να εφαρμόσει αυτά που έχει ήδη μάθει. Αυτό σημαίνει ότι δεν περιορίζεται απλά στο να απαντάει σε προκαθορισμένες ερωτήσεις που έχουν προβλεφθεί από τους δημιουργούς του λογισμικού.

Ειδικότερα, η δυνατότητα δημιουργίας πολλαπλών αναπαραστάσεων φαινομένων μέσω των προσομοιώσεων επιτρέπει τη διεξαγωγή υποθετικών πειραμάτων στην τάξη και την εξαγωγή συμπερασμάτων κάτω από ιδανικές συνθήκες. Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές μπορούν να πειραματιστούν με διάφορες παραμέτρους και συνθήκες για να εξετάσουν πώς αλλάζει το φαινόμενο. Επιπροσθέτως, η χρήση των προσομοιώσεων επιτρέπει τη μελέτη του φυσικού φαινομένου από πολλές οπτικές γωνίες, καθιστώντας την μάθηση ευκολότερη και πιο ποιοτική (Μελισσουργάκης, Μανταδάκης & Παπαβασιλείου, 2014).

Υπάρχουν ωστόσο και κάποια μειονεκτήματα των προσομοιώσεων. Ο Παππάς (2021), αναφέρει ότι κάποιες φορές απαιτούν αρκετό χρόνο για την ανάπτυξή τους και συνεπώς υψηλό κόστος. Επιπλέον, μπορεί να μην αποτελούν πάντοτε την κατάλληλη μέθοδο επίλυσης για το συγκεκριμένο πρόβλημα που μελετάται, καθώς ενδέχεται να μην αντανακλούν με ακρίβεια την πραγματική κατάσταση. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί να εγγυηθεί ότι θα οδηγήσουν στην βέλτιστη δυνατή λύση.

Ο Ζαφειριάδης (2014) σε εργασία του αναφέρει ότι η προσομοίωση ενός φυσικού φαινομένου μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση και στην εικονοποίηση του από τον μαθητή, επιτρέποντάς του να προχωρήσει στην επίλυση σχετικών ασκήσεων. Οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν Φυσική γνωρίζουν ότι ο χρόνος διδασκαλίας είναι περιορισμένος, είτε λόγω της ανάγκης επίλυσης ασκήσεων, είτε λόγω της δυσκολίας των μαθητών να ακολουθήσουν αναλυτικές εξηγήσεις. Επομένως, μια προσομοίωση θα πρέπει να είναι στενά συνδεδεμένη με το διδακτικό υλικό και να χρησιμοποιεί τα σχήματα και τις ιδέες που παρουσιάζονται στο σχολικό βιβλίο. Επιπλέον, η προσομοίωση θα πρέπει να αναδεικνύει και να επιλύει τα δυσνόητα κομμάτια της ύλης, χρησιμοποιώντας τη δύναμη της εικόνας, τα οποία ο μαθητής θα μελετήσει αργότερα στο σπίτι. Επομένως, θα πρέπει να υπάρχει συνοχή μεταξύ των προσομοιώσεων και του διδακτικού υλικού, και θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα προσαρμογής και διόρθωσής τους όταν κάτι δεν έχει παρουσιαστεί σωστά.

Μέσα σ' αυτό το πλαίσιο, ο Ζαφειριάδης (2014) παρουσιάζει στην εργασία του μια σειρά τέτοιων προσομοιώσεων που δημιουργήθηκαν από τον ίδιο χρησιμοποιώντας το λογισμικό Geogebra. Αυτές οι προσομοιώσεις αναφέρονται στη ύλη της Φυσικής που διδάσκεται στο γυμνάσιο και το λύκειο και έχουν εμπλουτιστεί ή τροποποιηθεί λαμβάνοντας υπόψη τις αντιδράσεις των μαθητών κατά τη διάρκεια των μαθημάτων και τις συμβουλές συναδέλφων. Είναι διαθέσιμες στην ιστοσελίδα <http://users.sch.gr/fotiszaf> και μπορούν να

χρησιμοποιηθούν ελεύθερα από άλλους εκπαιδευτικούς. Για λόγους ταξινόμησης τις χωρίζει σε 3 κατηγορίες:

- προσομοιώσεις κατανόησης θεωρίας, όπου παριστάνεται ένα φυσικό φαινόμενο που εξελίσσεται χρονικά. Ξεκινούν με κάποιες «αρχικές συνθήκες», οι οποίες όταν μεταβάλλονται αλλάζει και η εξέλιξη του φαινομένου. Για παράδειγμα η προσομοίωση τριβής (Αντωνίου κ.α, 2008).
- προσομοιώσεις υπολογιστικού χαρακτήρα, όπου παριστάνεται ένα φυσικό φαινόμενο που εξελίσσεται χρονικά με κάποιες «αρχικές συνθήκες» και υπολογίζονται τα φυσικά μεγέθη κάθε χρονική στιγμή, χωρίς να εμφανίζονται τα αποτελέσματα. Ο χρήστης μπορεί να εμφανίσει τα αποτελέσματα (υπολογισμός μεγεθών, γραφικές παραστάσεις) για κάποια χρονική στιγμή. Για παράδειγμα, οι δυνάμεις μεταξύ φορτίων, Νόμος του Coulomb (Αντωνίου κ.α., 2008; Αλεξιάκης κ.α., 2010).
- προσομοιώσεις εικονικού εργαστηρίου, οι οποίες δεν αντικαθιστούν μια εργαστηριακή άσκηση, αλλά να βοηθούν στην πραγματοποίησή της. Έτσι θα μπορούσαν να προηγηθούν μιας αντίστοιχης εργαστηριακής άσκησης ώστε να γνωρίζει ο μαθητής τι πρέπει να κάνει στο εργαστήριο. (ή να χρησιμοποιηθούν όταν δεν υπάρχει η υποδομή στο σχολείο για την πραγματοποίησή της). Για παράδειγμα το εικονικό εργαστήριο υπολογισμού συνισταμένης δύναμης (Αντωνίου κ.α., 2008).

Το λογισμικό μαθηματικών Geogebra μπορεί να αναπαραστήσει πολλά φυσικά φαινόμενα που διδάσκονται σήμερα στο γυμνάσιο και το λύκειο, κι έχει το πλεονεκτήματα ότι είναι δωρεάν, συνεχώς αναβαθμίζεται κι εξελίσσεται, είναι εύκολο για γίνουν οι μαθηματικοί υπολογισμοί φυσικών μεγεθών και «τρέχουν» μέσω internet (on-line). Επίσης, είναι εύκολο να ενσωματωθούν σε έγγραφα, παρουσιάσεις, moodle, wiki, ιστοσελίδες, κ.λ.π. και υπάρχει διεθνώς μια κοινότητα χρηστών-προγραμματιστών που ανταλλάσσουν εμπειρίες σε forum. Όποιος εκπαιδευτικός Φυσικής επιθυμεί να ασχοληθεί με τη δημιουργία προσομοιώσεων με το Geogebra, θα πρέπει να επισκεφτεί τη σελίδα: <http://www.geogebra.org/cms/el/>, να κατεβάσει το πρόγραμμα και να αρχίσει να πειραματίζεται (Ζαφειριάδης, 2014).

Υπάρχουν ακόμα πολλά λογισμικά με προσομοιώσεις τα οποία μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών στην εξ αποστάσεως διδασκαλία των μαθημάτων τους. Ενδεικτικά και επιγραμματικά αναφέρουμε τα παρακάτω.

- Προσομοιώσεις PHET (Physics Education Technology). Παρέχει προσομοιώσεις φυσικών φαινομένων που αφορούν τις Φυσικές Επιστήμες και τα μαθηματικά, από το έργο PhET™ του Πανεπιστημίου του Κολοράντο, <https://phet.colorado.edu/el/>. Αναφέρονται σε όλες τις βαθμίδες της Εκπαίδευσης.
- Προσομοιώσεις Seilias. Είναι οι προσομοιώσεις του φυσικού Σιτσανλή Ηλία από την ιστοσελίδα του «Seilas - Physics and Photography»: www.seilias.gr
- Εκπαιδευτικό Λογισμικό Interactive Physics 2000 & 2005, με το οποίο ο εκπαιδευτικός μπορεί να δημιουργεί προσομοιώσεις, σχεδιάζοντας αντικείμενα στην οθόνη και ζωντανεύοντας αυτές τις προσομοιώσεις με εκπληκτική κίνηση. <https://photodentro.edu.gr/edusoft/r/8531/177?locale=el>
- Προσομοιώσεις Interactive Physics-Βιβλιοθήκη παραδειγμάτων Είναι γεμάτη από προσομοιώσεις Interactive Physics για τη διδασκαλία της μηχανικής και της φυσικής. <http://www.interactivephysics.co.uk/downloads/>
- Προσομοιώσεις από το Physics Classroom – Physics Interactives <http://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives>
- Flash Animations for interactive learning <https://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com> με διαδραστικές προσομοιώσεις
- Εκπαιδευτικό λογισμικό Edison, είναι ένας εργαστηριακός προσομοιωτής ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Το πρόγραμμα κατεβαίνει δωρεάν για δοκιμή απεριόριστου χρόνου από την ιστοσελίδα: <http://www.edisonlab.com/>
- Λογισμικό AMAΠ-Ανοιχτό Μαθησιακό Περιβάλλον. Αποτελείται από εικονικούς χώρους. Το site υποστήριξης του AMAΠ λειτουργεί στη διεύθυνση <http://www.mls.gr/amap/>
- Λογισμικό M.A.Θ.Η.Μ.Α <http://users.sch.gr/salnk/didaskalia/mathima.htm> Το λογισμικό αυτό έχει διανεμηθεί στα Γυμνάσια της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης ως βοηθητικό εκπαιδευτικό λογισμικό (CD) από το Υπουργείο Παιδείας.
- Λογισμικό Φυσικής Β – Γ Γυμνασίου, αποτελεί τράπεζα αλληλεπιδραστικού υλικού και πολυμέσων, που προσεγγίζει θεματικά, διαθεματικά και διεπιστημονικά καθεμιά από τις διδακτικές ενότητες με: κείμενο, εικόνες, βίντεο, προσομοιώσεις, εικονικά πειράματα. http://www.pi-schools.gr/software/gymnasio/fysiki_b_c/

Εικονικά εργαστήρια - Ψηφιακές διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων (Virtual Labs)

Σύμφωνα με τους Richter, Böringer & Jeschke (2009), το εικονικό εργαστήριο ορίζεται ως ένα περιβάλλον λογισμικού που δημιουργεί έναν εικονικό χώρο λειτουργίας και χρήσης. Το κύριο πλεονέκτημά του είναι η δυνατότητα να παρέχει λειτουργίες, ρυθμίσεις και δυνατότητες χειρισμού που σε ένα πραγματικό περιβάλλον δεν θα ήταν εφικτές.

Τα εικονικά εργαστήρια κάνουν προσομοίωση με μια λειτουργική και εικονική διαδικασία μέσω του υπολογιστή. Χρησιμοποιούνται στις Φυσικές Επιστήμες και αξιοποιούν τις δυνατότητες της τεχνολογίας πολυμέσων. Έχουν ως χαρακτηριστικό την αλληλεπίδραση και τη δυνατότητα άμεσου χειρισμού των υλικών και παραμέτρων με έναν ιδιαίτερα ρεαλιστικό τρόπο (Λεύκος κ.α., 2005).

Τα τελευταία χρόνια, τα εικονικά πειράματα έχουν γίνει δημοφιλή ως μέσο διδασκαλίας και έρευνας (Τζιμογιάννης & Μικρόπουλος, 2000) και αναπτύσσονται δυναμικά ως εκπαιδευτικό και ερευνητικό εργαλείο για τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης, από την Πρωτοβάθμια έως την Τριτοβάθμια εκπαίδευση (Τζιμογιάννης & Μικρόπουλος, 1998). Επιπλέον, αυτά τα εργαλεία διαμορφώνουν νέες οπτικές για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας σε θέματα που θεωρούνται δύσκολα ή είναι εκτός άμεσης εμπειρίας (Μιχαηλίδης, 2007; Μικρόπουλος, 2006) και μπορούν να προσεγγίσουν επιτυχώς σύνθετες έννοιες σε μαθήματα Φυσικών Επιστημών, όπως η ταχύτητα, η επιτάχυνση, η κίνηση σε τροχιά κ.λ.π. (Παναγιωτακόπουλος κ.α., 2004).

Τα εικονικά εργαστήρια παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα. Παρέχουν ασφαλείς συνθήκες για πειραματισμό και τη δυνατότητα αλλαγής του περιβάλλοντος ανάλογα με το πρόβλημα που θέλει να επιλυθεί. Επίσης, επιτρέπουν εύκολη αλλαγή των μεταβλητών και μελέτη των παραγόμενων δεδομένων (Jaakkola & Nurmi, 2004). Αυτό καθιστά ευκολότερη την παρακολούθηση και κατανόηση των μηχανισμών που είναι σημαντικοί για την κατανόηση των φαινομένων (όπως η ροή ηλεκτρονίων σε αγωγό), αντί να περιορίζεται μόνο στη μακροσκοπική παρατήρησή τους. Τέλος, καθώς η σύνθεση της πειραματικής διάταξης είναι εύκολη, οι μαθητές μπορούν να επικεντρωθούν περισσότερο στην κατανόηση του φαινομένου και όχι στην κατασκευή της διάταξης (Taramopoulos, Psillos & Hatzikraniotis, 2012). Ο Τζιμογιάννης (2004) αναφέρει πως μέσω των εικονικών πειραμάτων, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με το φυσικό μοντέλο, αλλάζοντας ελεύθερα

συνθήκες και παραμέτρους και παρατηρώντας τα αποτελέσματα στην οθόνη. Αυτό δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να κάνουν προβλέψεις, να οδηγηθούν σε συμπεράσματα, να καλλιεργήσουν τη φυσική διαίσθηση και την κριτική τους σκέψη.

Επιπλέον, η χρήση των εικονικών εργαστηρίων εμπλουτίζει και βελτιώνει τη διδασκαλία. Τα εικονικά εργαστήρια συμβάλλουν στην επίτευξη των διδακτικών στόχων και στην πληρέστερη κατανόηση των σύνθετων εννοιών των Φυσικών Επιστημών και προσαρμόζονται εύκολα στις διδακτικές ανάγκες της εκάστοτε τάξης, καθιστώντας τη διδασκαλία πιο αποτελεσματική και αποδοτική. Ακόμη, προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών και καθιστούν τη διδασκαλία πιο ευχάριστη, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη αλληλεπίδραση και πιο ενεργό συμμετοχή των μαθητών στη μελέτη του διδακτικού αντικειμένου, την ευκολότερη κατάκτηση της γνώσης από μέρους τους (Νταϊλιάνης, 2021; Jimoyiannis & Komis, 2001) καθώς και την όξυνση της κρίσης τους μέσα από την εφαρμογή στην πράξη των θεωρητικών τους γνώσεων. Ακόμη, έχουν υψηλή ποιότητα, υψηλή ταχύτητα στην εφαρμογή τους και είναι οικονομικά συμφέροντα (Δελιακίδης, 2021). Παρέχουν επίσης τη δυνατότητα μελέτης φυσικών φαινομένων που είτε έχουν υψηλό κόστος ή δυσκολία αναπαραγωγής στο εργαστήριο (όπως καταστάσεις χωρίς τριβές), είναι χρονοβόρα (κινήσεις πλανητών), επικίνδυνα (διάσπαση ραδιενεργών πυρήνων) ή εξελίσσονται γρήγορα, όπως οι ατομικές ή πυρηνικές μεταπτώσεις (Τζιμογιάννης, 2004).

Από τα αποτελέσματα ερευνών προκύπτει πως η χρήση εικονικών εργαστηρίων έχει θετική επίδραση τόσο στην απόκτηση γνώσεων σχετικά με το θέμα που μελετάται, όσο και στην αλλαγή των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών προς τις επιστημονικά ορθές απόψεις (Τζιμογιάννης & Μικρόπουλος, 1998; Ταραμόπουλος, Ψύλλος & Χατζηκρανιώτης, 2010).

Σύμφωνα με την διετή έρευνα των Pyatt & Sims (2012), που πραγματοποιήθηκε σε 184 μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στο μάθημα της Χημείας, η χρήση εικονικών περιβαλλόντων μάθησης και ο εμπλουτισμός των διερευνητικών διαδικασιών με πολυμεσικό υλικό αποτελεί πόλο έλξης για τους μαθητές και αυξάνει το ενδιαφέρον τους για το μάθημα, διαμορφώνοντας μία θετική στάση από μέρους τους που συμβάλλει στην αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας.

Σύμφωνα με τον Ταραμόπουλο (2012), η χρήση εικονικών εργαστηρίων στοχεύει στη μείωση των περιορισμών που προκύπτουν από τη χρήση των κλασικών εργαστηρίων και στην ακριβή αναπαράσταση και ενίσχυση της παραμετρικής προσέγγισης των εννοιών και

των φαινομένων. Οι μαθητές έχουν πλέον ευκολότερη πρόσβαση στη συλλογή και καταγραφή δεδομένων ή στην εκτέλεση άλλων μηχανιστικών διαδικασιών. Έτσι, η έμφαση στη διδακτική διαδικασία μετατοπίζεται προς την παρατήρηση, την ερμηνεία και τη συζήτηση μεταξύ των μαθητών. Εξάλλου, η εφαρμογή ενός εικονικού εργαστηρίου στη διαδικτυακή εκμάθηση επιστημών βελτιώνει τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών (Nurhayati, Suryani & Suharno, 2021).

Σύμφωνα με τη μελέτη των Usman, Suyanta & Huda (2021), που περιλαμβάνει βιβλιογραφική ανασκόπηση 22 επιλεγμένων άρθρων, τα εικονικά εργαστήρια ενισχύουν τις επιστημονικές δεξιότητες των μαθητών, ιδιαίτερα στους τομείς της πρόβλεψης και της μέτρησης, καθώς παρέχουν ευελιξία στους μαθητές να διεξάγουν πειράματα με βάση το δικό τους ρυθμό μάθησης και τα επίπεδα ικανοτήτων τους. Επιπλέον, έχουν εύκολη πρόσβαση ανά πάσα στιγμή και από οποιοδήποτε μέρος και απαιτούν λιγότερα οικονομικά έξοδα.

Ο Δελιακίδης (2021) στην έρευνα του σχετικά με τις απόψεις των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης για την αξία εφαρμογής των εικονικών πειραμάτων στην τηλεεκπαίδευση, συμπέρανε ότι με τη συμμετοχή σε διαδικτυακό εικονικό εργαστήριο ξεπερνιούνται αντικειμενικές δυσκολίες όπως η έλλειψη χώρου για ένα πραγματικό εργαστήριο και ο περιορισμένος χρόνος για εργαστηριακά μαθήματα. Επίσης, ενισχύεται η θέληση των μαθητών να ασχοληθούν με τις Φυσικές Επιστήμες, αναπτύσσονται οι επιστημονικές τους αντιλήψεις και βελτιώνεται η ακαδημαϊκή επίδοσή τους. Επιπλέον, αποφορτίζεται ο εκπαιδευτικός από το άγχος της επιτυχούς εκτέλεσης ενός πραγματικού πειράματος, ενώ ταυτόχρονα δίνεται η δυνατότητα προσομοίωσης πειραμάτων τα οποία δεν είναι δυνατό να γίνουν σε πραγματικό εργαστήριο, λόγω έλλειψης εξοπλισμού ή ιδεατών καταστάσεων που δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν π.χ. μηδενική τριβή.

Ωστόσο, διαπιστώθηκαν και κάποιες δυσκολίες σε ό,τι αφορά στην εφαρμογή των εικονικών εργαστηρίων. Σύμφωνα με τον Δελιακίδη (2021), ένα από τα προβλήματα είναι η έλλειψη επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών στη χρήση αυτής της τεχνολογίας. Επιπλέον, δεν υπάρχουν επίσημα και έγκυρα αποθετήρια υλικού από το Υπουργείο Παιδείας, με αποτέλεσμα οι εκπαιδευτικοί να βασίζονται σε ανεπίσημες πηγές, όπου το λειτουργικό δεν υποστηρίζεται πλέον από τους φυλλομετρητές, προκαλώντας δυσκολίες στην πραγματοποίηση των μαθημάτων. Επιπλέον, ο Δελιακίδης (2021) αναφέρει ότι ο χρόνος που απαιτείται για τη διεξαγωγή των εικονικών πειραμάτων δεν είναι πάντοτε επαρκής, με αποτέλεσμα να

χρειάζονται συνήθως δύο διδακτικές ώρες. Η πίεση της διδακτέας ύλης επηρεάζει επίσης την σωστή διαχείριση του χρόνου για την παρουσίαση των πειραμάτων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν στη βιβλιογραφία μελέτες που δεν παρέχουν οριστικές απαντήσεις σχετικά με το ποια μέθοδος - πραγματικά πειράματα ή εικονικά πειράματα - είναι αποτελεσματικότερη στη διδασκαλία της Φυσικής. Για παράδειγμα, μια έρευνα των Chen et al. (2014) που περιλάμβανε 68 μαθητές ηλικίας 16-17 ετών σχετικά με το νόμο του Boyle, έδειξε ότι οι μαθητές που εργάστηκαν σε πραγματικό εργαστήριο ήταν πιο ικανοποιημένοι από εκείνους που εργάστηκαν σε εικονικό εργαστήριο. Ο φυσικός χειρισμός επηρέασε θετικά την ικανοποίηση των μαθητών. Ωστόσο, η ίδια μελέτη ανέφερε ότι η απόσπαση των μαθητών από την πειραματική διαδικασία ήταν μεγαλύτερη στο πραγματικό εργαστήριο. Επιπλέον, οι Corter et al. (2004), σε μια έρευνα με 458 φοιτητές πολυτεχνείου, χρησιμοποίησαν τρία είδη εργαστηρίων (πραγματικό, πραγματικό από απόσταση ή εικονικό). Οι φοιτητές που εργάστηκαν σε πραγματικό εργαστήριο το αξιολόγησαν ως το πιο αποτελεσματικό (κατά την υποκειμενική τους γνώμη), με μεγαλύτερη αίσθηση αφοσίωσης και συνολική ικανοποίηση. Στην ίδια μελέτη, οι μαθητές που εργάστηκαν σε ομάδες έδειξαν μεγαλύτερη ικανοποίηση από εκείνους που εργάστηκαν ατομικά στο πραγματικό εργαστήριο. Ωστόσο, στο εικονικό εργαστήριο η ικανοποίηση μεταξύ ατομικής και ομαδικής εργασίας ήταν παρόμοια.

Επιπρόσθετα, υπάρχουν έρευνες που έχουν καταλήξει σε παρόμοια ή ίδια αποτελέσματα μετά την εφαρμογή των εικονικών και πραγματικών πειραμάτων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Συγκεκριμένα, οι Tekbiyik & Ergcan (2015), σε μελέτη τους σε μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με ηλεκτρικά κυκλώματα, διαπίστωσαν ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη στάση των μαθητών όσον αφορά στο είδος του εργαστηρίου που χρησιμοποιήθηκε. Επίσης, οι Ratamun & Kamisah (2018), σε έρευνά τους σε 147 μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, όπου σύγκριναν τη στάση των μαθητών απέναντι στη Χημεία, ανάλογα με το είδος του εργαστηρίου στο οποίο εργάστηκαν, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η στάση των μαθητών ήταν ίδια τόσο στο εικονικό όσο και στο πραγματικό πείραμα.

Επίσης οι Toth, Morrow & Ludvico (2009) και οι Chini et al, (2012), διαπιστώνουν ότι τα αποτελέσματα είναι ίδια είτε χρησιμοποιηθεί πρώτα η προσομοίωση και έπειτα το πραγματικό πείραμα είτε ακολουθηθεί η αντίστροφη διαδικασία. Τέλος, οι Letto & Marchisio (2015) τονίζουν πως η χρήση πραγματικών πειραμάτων από απόσταση ως

βοήθημα των πραγματικών πειραμάτων προσθέτει ευκαιρίες στην εκπαίδευση των μαθητών και των μαθητριών ενώ οι Tawfik et al. (2013) δεν παρατήρησαν καμία απόκλιση κατά τον συνδυασμό του εξ αποστάσεως πραγματικού πειράματος και του πραγματικού πειράματος σε σχέση με το πραγματικό πείραμα.

Μοντελοποιήσεις (Modeling)

Στην περίπτωση των Φυσικών Επιστημών, ως μοντελοποίηση φυσικών φαινομένων σε περιβάλλον ηλεκτρονικού υπολογιστή εννοούμε τις διαδικασίες μέσω των οποίων ο δημιουργός μοντέλων απεικονίζει γραφικά τις συνιστώσες του φαινομένου είτε με εικόνες είτε με αφηρημένα μπλοκ διαγράμματα (Ορφανός, 2005). Σημαίνει επίσης, σύμφωνα με τον Schecker (1996), εφαρμογή των θεμελιωδών νόμων από το μαθητή και λύση των ανιαρών μαθηματικών εξισώσεων από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Αποτελεί μία ολοκληρωμένη και συστηματική μέθοδο αλληλεπίδρασης και μάθησης (Finkbeiner, 1998), μέσω της οποίας οι μαθητές οδηγούνται στην πραγματική μάθηση, καθώς έχουν τη δυνατότητα να συνδυάσουν όλα τα ερωτήματα ενός προβλήματος και να δώσουν μόνοι τους τη λύση. Ταυτόχρονα, ο εκπαιδευτικός μπορεί να παρακολουθεί καλύτερα τους μαθητές και να ανιχνεύει τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν.

Η μοντελοποίηση έχει ως σκοπό τη διερεύνηση, την ερμηνεία, την περιγραφή και την πρόβλεψη ενός φαινομένου, συστήματος ή διαδικασίας του πραγματικού κόσμου (Schecker, 1996). Κατά τη δημιουργία ενός μοντέλου, γίνεται επιλεκτική μεταφορά των χαρακτηριστικών του πραγματικού κόσμου στον ιδεατό κόσμο του μοντέλου (Φεσάκης, Δημητρακοπούλου & Καλαβάσης, 2001). Η μελέτη ενός φαινομένου (ή συστήματος ή διαδικασίας) είναι πιο εύκολη στον ιδεατό κόσμο από ό,τι στον πραγματικό κόσμο. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μάλιστα, ο πραγματικός κόσμος είναι αδύνατο να μελετηθεί άμεσα (π.χ. πυρήνας ατόμου). Αφού γίνει η μελέτη στον ιδεατό κόσμο, τα αποτελέσματα μεταφέρονται πίσω στον πραγματικό κόσμο, όπου μπορεί να ερμηνευτεί το φαινόμενο. Έτσι, μέσω της μοντελοποίησης, επιτυγχάνεται ένας επαναληπτικός κύκλος μετασχηματισμού, που ξεκινά από τον πραγματικό κόσμο, περνά στον ιδεατό κόσμο και καταλήγει πάλι στον πραγματικό κόσμο. Με αυτές τις ανατροφοδοτικές διαδικασίες μοντελοποίησης έχουν διατυπωθεί οι περισσότερες θεωρίες στις επιστήμες, όπως η κοσμολογική θεωρία της μεγάλης έκρηξης.

Τα μοντέλα στις Φυσικές Επιστήμες ταξινομούνται σε 8 κατηγορίες, από τις οποίες οι 4 (αναπαράσταση, απεικόνιση, μέσα κατασκευής, προσομοίωση) αντιστοιχούν στο οπτικό μέρος του μοντέλου, ενώ οι υπόλοιπες 4 (σχέσεις μεγεθών, πληροφορίες αντικειμένου, σύνταξη, Επίπεδο Μοντελοποίησης) αντιστοιχούν στο συντακτικό μέρος.

Σε ό,τι αφορά το οπτικό μέρος του, ένα μοντέλο μπορεί να αναπαριστά είτε το σύστημα που μελετάται, είτε ένα άλλο σύστημα με παρόμοια συμπεριφορά (Clement & Yanowitz, 2003; Else et al., 2002; Harrison, 2002). Κατά την απεικόνιση ενός μοντέλου, μπορεί να διακρίνονται οι οντότητες που αποτελούν το μοντελοποιούμενο σύστημα, ή να εμφανίζονται μόνο οι εννοιολογικές διασυνδέσεις μεταξύ των οντοτήτων σε συμβολικό επίπεδο, όπως τα μπλοκ διαγράμματα (Harrison, 2001; Orfanos & Dimitracopoulou, 2003). Τα μέσα κατασκευής ενός μοντέλου μπορεί να είναι είτε υλικά είτε εικονικά (Σταυρίδου, 1995; Harrison, 2001; Smyrnaiou & Dimitracopoulou, 2005). Όσον αφορά την προσομοίωση, κάποια μοντέλα απλώς περιγράφουν μία κατάσταση ή λειτουργία, άλλα ερμηνεύουν φαινόμενα και κάποια άλλα δίνουν τη δυνατότητα πρόβλεψης φαινομένων (Δημητρακοπούλου, 1999; Σταυρίδου, 1999).

Σε ό,τι αφορά το συντακτικό μέρος μοντέλου, οι σχέσεις μεταξύ των μεγεθών που παραμετροποιούν το μοντέλο μπορούν να περιγραφούν με μαθηματικές εξισώσεις, συσχετίσεις όπως η αναλογία ή διασυνδέσεις που εκφράζουν τις αλληλεξαρτήσεις. Με βάση αυτή τη διάκριση, τα μοντέλα χαρακτηρίζονται ως «ποσοτικά», «ημιποσοτικά» ή «ποιοτικά», αντίστοιχα (Κρητικός & Δημητρακοπούλου, 2007). Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι πληροφορίες για το αντικείμενο της μοντελοποίησης είναι σαφείς, ενώ σε άλλες περιπτώσεις έχουμε απλώς ενδείξεις (Σταυρίδου, 1995; Harrison, 2001). Όσον αφορά τη σύνταξη των μοντέλων σε υπολογιστή, κάποια μοντέλα δημιουργούνται με κώδικα γλώσσας προγραμματισμού, ενώ άλλα σχεδιάζονται σε γραφικό περιβάλλον (Δαπόντες κ.ά., 2003).

Συνήθως τα λογισμικά μοντελοποίησης αναφέρονται σε μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου ταυτόχρονα. Ωστόσο, συχνά παρατηρείται το φαινόμενο να υπάρχουν παρανοήσεις εκ μέρους των μαθητών από τη χρήση τους. Επομένως, ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να επιλέξει τις κατάλληλες διδακτικές μεθόδους και δραστηριότητες που θα επιτρέψουν στους μαθητές να αναπτύξουν την κατανόηση και την αποδοχή των επιστημονικών εννοιών, λαμβάνοντας υπόψη το επίπεδο γνώσεων και κατανόησής τους, προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι παρανοήσεις των μαθητών (Κρητικός & Δημητρακοπούλου, 2007). Για παράδειγμα, στο μάθημα της Κινηματικής στη Β' Γυμνασίου, όπου οι μαθητές εισάγονται

στις επιστημονικές έννοιες της Φυσικής, είναι άσκοπο να τους ζητηθεί να μοντελοποιήσουν την Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση σε Πρωτογενές Επίπεδο χωρίς να έχουν προηγουμένως μάθει τη σχετική θεωρία. Αντίθετα, στην Α' Λυκείου, οι μαθητές μπορούν να διερευνήσουν και να ανακαλύψουν την αναλογική σχέση μεταξύ της μετατόπισης και του χρόνου για την Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση (Κρητικός, 2009).

Κατά τη μελέτη των λογισμικών μοντελοποίησης, διακρίνονται διαφορές ως προς τη συνεισφορά του χρήστη στη δημιουργία, επεξεργασία και διαχείριση του μοντέλου, ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα κατά την έναρξη της δημιουργίας του. Με βάση αυτή τη διαφοροποίηση, η έννοια του «Επίπεδου Μοντελοποίησης» χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη διαβάθμιση της μοντελοποίησης σε τρία επίπεδα (Κρητικός, 2009).

Σε μελέτη του ο Κρητικός (2009), προκειμένου να συγκρίνει τα επίπεδα μοντελοποίησης, παραθέτει τμήματα από φύλλα εργασίας τριών δραστηριοτήτων που αφορούν στη μελέτη της Ευθύγραμμης Ομαλής Κίνησης για τη Β' Γυμνασίου. Αυτές πραγματοποιούνται σε τεχνολογικό περιβάλλον με χρήση τριών διαφορετικών λογισμικών μοντελοποίησης μέσα από τα οποία διαφαίνεται η διαφοροποίηση των Επιπέδων Μοντελοποίησης, ως προς τις ενέργειες των μαθητών.

Συγκεκριμένα, σε ό,τι αφορά το Πρωτογενές Επίπεδο, όπου ορίζονται οι συσχετίσεις μεταξύ των παραμέτρων που χαρακτηρίζουν το μοντέλο, χρησιμοποιείται το Modellus (<http://modellus.fct.unl.pt>), όπου η σύνταξη των μοντέλων γίνεται με μαθηματική μοντελοποίηση σε ξεχωριστό παράθυρο εργασίας.

Στο Δευτερογενές Επίπεδο, όπου οι συσχετίσεις μεταξύ των παραμέτρων έχουν ήδη οριστεί από το περιβάλλον μοντελοποίησης, δηλαδή η θεωρητική περιγραφή είναι δεδομένη, η μοντελοποίηση ξεκινά με το σχεδιασμό του μοντέλου. Έτσι στο Interactive Physics (www.design-simulation.com) επιλέγονται οι οντότητες που αποτελούν το μοντέλο, καθορίζονται οι φυσικές συνθήκες του φαινομένου και ρυθμίζονται οι τιμές των μεταβλητών. Η μαθηματική ανάλυση-υποστήριξη του μοντέλου πραγματοποιείται από το λογισμικό.

Στο Τριτογενές Επίπεδο, όπου έχει ολοκληρωθεί το μοντέλο και παρέχονται οι αναπαραστάσεις, όπως η προσομοίωση και οι γραφικές παραστάσεις, συνήθως γίνεται μελέτη των παραμέτρων, μεταβάλλοντας τις τιμές τους και παρατηρώντας τις επιδράσεις στο μοντέλο. Έτσι, στο SimQuest (www.simquest.nl), το οποίο παρέχει τη δυνατότητα προσομοίωσης έτοιμων μοντέλων, ο χρήστης επιλέγει, μέσα από μία δεδομένη λίστα, το

φαινόμενο που θα μελετήσει και αλλάζει κάποιες τιμές μεγεθών, όπως η ταχύτητα και η επιτάχυνση.

Στην εργασία του ο Κρητικός (2009), προκειμένου να αναδείξει τη διαφοροποίηση των δραστηριοτήτων ως προς το Επίπεδο Μοντελοποίησης, εφαρμόζει το παρακάτω κοινό σενάριο: Ο Γιάννης ξεκινάει στις 7:55 το πρωί από το σπίτι του για το σχολείο με το ποδήλατο. Το κουδούνι του σχολείου χτυπάει στις 8:00. Υποθέτουμε ότι ο δρόμος μεταξύ του σπιτιού του Γιάννη και του σχολείου είναι ευθεία γραμμή, ενώ το ποδήλατο κινείται με σταθερή ταχύτητα 2 m/s.

Στην Πρωτογενή Μοντελοποίηση στο Modellus, οι μαθητές, αφού έχουν διδαχθεί θεωρητικά την αντίστοιχη ενότητα, καλούνται να υπολογίσουν το μήκος της διαδρομής που διένυσε ο Γιάννης και να μοντελοποιήσουν την ΕΟΚ. Έτσι, πρέπει διαδοχικά να:

- συντάξουν τη μαθηματική συσχέτιση $x=vt$,
- εισαγάγουν στο χώρο εργασίας την οντότητα που αναπαριστά την κίνηση,
- ορίσουν την τιμή της ταχύτητας,
- τρέξουν το μοντέλο.

Στη Δευτερογενή Μοντελοποίηση στο Interactive Physics, η μαθηματική μοντελοποίηση υλοποιείται από το λογισμικό. Οι μαθητές καλούνται να δημιουργήσουν το μοντέλο της κίνησης του ποδηλάτου και να το τρέξουν, θέτοντας ως διαδρομή τα 600 m. Έπειτα να εξετάσουν, μέσα από την προσομοίωση της κίνησης, αν ο Γιάννης φτάνει στο σχολείο ακριβώς στις 8:00.

Έτσι, πρέπει διαδοχικά να:

- εισαγάγουν στο χώρο εργασίας την οντότητα που αναπαριστά την κίνηση,
- ορίσουν την τιμή της ταχύτητας και της διαδρομής (με συνθήκη παύσης),
- τρέξουν το μοντέλο.

Στην Τριτογενή Μοντελοποίηση στο SimQuest έχουν αναδειχτεί τα χαρακτηριστικά της κίνησης και το μοντέλο έχει ήδη δημιουργηθεί από το λογισμικό. Οι μαθητές καλούνται να μεταβάλλουν μέσω του δρομέα τις τιμές των μεταβλητών, θέτοντας ως ταχύτητα 1 m/s, 2 m/s και 3 m/s και να τρέξουν το κατάλληλο μοντέλο για να παρατηρήσουν τις μεταβολές στην κίνηση και να καταλήξουν σε συμπεράσματα. Στη συνέχεια καλούνται να βρουν τη διαφορά,

στις τρεις παραπάνω περιπτώσεις, ως προς το χρόνο που χρειάζεται ο Γιάννης για να φτάσει στο σχολείο του.

Ο Κρητικός (2009) με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης του συμπεραίνει πως η κατανόηση του φυσικού κόσμου γίνεται πιο απλή όταν τα φαινόμενα, τα συστήματα ή οι διαδικασίες μοντελοποιούνται. Οι σχετικές έρευνες έχουν δείξει ότι η μοντελοποίηση στις Φυσικές Επιστήμες αναδεικνύει τις μαθησιακές δυσκολίες και ενισχύει τη μάθηση, ειδικά όταν οι μαθητές συμμετέχουν ως δημιουργοί των μοντέλων αντί να είναι απλώς διαχειριστές έτοιμων μοντέλων (Κρητικός & Δημητρακοπούλου, 2007; Ορφανός & Δημητρακοπούλου, 2003; Ορφανός, 2005; Φεσάκης κ.ά., 2001). Μέσω της συμμετοχής σε δραστηριότητες μοντελοποίησης, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να ανακαλύψουν απλούς φυσικούς νόμους και να ερμηνεύσουν πολύπλοκα φαινόμενα (Orfanos & Dimitracopoulou, 2003). Οι αναπαραστάσεις των μοντέλων δημιουργούν έναν ιδεατό κόσμο προσβάσιμο από τους μαθητές, οι οποίοι μπορούν να τον επεξεργαστούν και να τον κατανοήσουν. Η μελέτη και η επεξεργασία αυτού του ιδεατού κόσμου βοηθούν τους μαθητές να ανακαλύψουν και να κατανοήσουν τα στοιχεία του πραγματικού κόσμου (Δημητρακοπούλου, 1999).

Επιπλέον, μέσω αυτής της διαδικασίας, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με τις βασικές αρχές της Φυσικής και μπορούν να κατανοήσουν τα φαινόμενα που παρατηρούνται γύρω τους. Προάγεται η εξερεύνηση, η ανάλυση και η ερμηνεία των φαινομένων, καθώς οι μαθητές διερευνούν τη σχέση μεταξύ των παρατηρήσεων και των μοντέλων που δημιουργούν. Επιπρόσθετα, αναπτύσσουν επιστημονικές δεξιότητες, όπως την αναγνώριση προτύπων, τη διατύπωση ερωτημάτων, τη σύνδεση θεωρίας με παρατηρήσεις, την ανάλυση δεδομένων και την επίλυση προβλημάτων. Αυτές οι δεξιότητες είναι σημαντικές για την ανάπτυξη επιστημονικής και κριτικής σκέψης και μπορούν να εφαρμοστούν σε διάφορους τομείς της ζωής και της επαγγελματικής τους πορείας (Κρητικός, 2009).

Παρόλο που η σπουδαιότητα της μοντελοποίησης είναι αναγνωρισμένη από τους εκπαιδευτικούς, ελάχιστοι την αξιοποιούν ως μαθησιακή δραστηριότητα (Harrison, 2001). Συνήθως, τα μοντέλα παρουσιάζονται απλώς στους μαθητές και ερμηνεύεται το αντίστοιχο φαινόμενο ή κατάσταση. Ο δημιουργός του μοντέλου είναι είτε ο εκπαιδευτικός είτε το λογισμικό, ενώ οι μαθητές απλώς παρατηρούν ή επεμβαίνουν στο μοντέλο. Ως αποτέλεσμα, η μοντελοποίηση σε Πρωτογενές Επίπεδο (π.χ. απλές σχέσεις ανάμεσα σε μεταβλητές) είναι σπάνια. Αυτό μας οδηγεί να θέσουμε ερωτήματα σχετικά με την καταλληλότητα του κάθε

Επιπέδου Μοντελοποίησης βάσει ορισμένων παραμέτρων, όπως η ηλικία μαθητών, οι μαθησιακές δυσκολίες στο γνωστικό πεδίο, οι δυσκολίες χειρισμού του λογισμικού κ.ά.

Υπάρχουν διάφορα λογισμικά Πρωτογενούς Μοντελοποίησης που είναι διαθέσιμα, αλλά λίγα από αυτά είναι κατάλληλα για μοντελοποίηση από τους ίδιους τους μαθητές, λόγω των απαιτήσεών τους κατά τη σύνταξη των μοντέλων. Ωστόσο, υπάρχουν κάποια, όπως το MODELLINGSPACE (Κρητικός & Δημητρακοπούλου, 2007), τα οποία δεν έχουν ιδιαίτερες προγραμματιστικές απαιτήσεις. Η σύνταξη των μοντέλων σε αυτά τα λογισμικά πραγματοποιείται είτε με συσχετίσεις του τύπου «αυξάνεται-αυξάνεται» για ημιποσοτικές σχέσεις, είτε με μαθηματική σύνταξη απλής άλγεβρας για ποσοτικές σχέσεις. Έτσι, το MODELLINGSPACE είναι κατάλληλο ακόμα και για μαθητές Δημοτικού.

Η επιλογή του κατάλληλου λογισμικού είναι κρίσιμη για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων. Αν ο στόχος είναι η διερεύνηση, ανακάλυψη και κατανόηση των φυσικών νόμων, τότε το λογισμικό πρέπει να υποστηρίζει την Πρωτογενή Μοντελοποίηση. Αν ο στόχος είναι η μελέτη των παραμέτρων της κίνησης, η οποία προέρχεται από το λογισμικό, τότε συνιστάται η χρήση λογισμικού Δευτερογενούς Μοντελοποίησης (ή Πρωτογενούς, αν το Πρωτογενές Επίπεδο έχει δημιουργηθεί από τον εκπαιδευτικό). Τέλος, για την παρατήρηση ενός φαινομένου και για την πρώτη «επαφή» των μαθητών με ένα φαινόμενο, ειδικά όταν αυτό δεν μπορεί να διερευνηθεί εύκολα, προτείνονται λογισμικά Τριτογενούς Μοντελοποίησης (ή Πρωτογενούς, αν το Πρωτογενές και το Δευτερογενές Επίπεδο έχουν δημιουργηθεί από τον εκπαιδευτικό, ή Δευτερογενούς, αν το Δευτερογενές Επίπεδο έχει δημιουργηθεί από τον εκπαιδευτικό).

Συμπερασματικά, όλες οι μορφές εργαστηριακής άσκησης (πειραμάτων) έχουν πολλά πλεονεκτήματα αλλά και αδυναμίες, δυσκολίες ή ελλείψεις. Η αποτελεσματική ή όχι χρήση τους στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών εξαρτάται από το χειρισμό τους από τους εκπαιδευτικούς, από τα μέσα που διαθέτουν, από το είδος του μελετώμενου θέματος αλλά και από την στάση των μαθητών όσον αφορά την ευκολία στη χρήση τους, τη συνεισφορά τους στην κατανόηση του θέματος που μελετάται και το ενδιαφέρον που τους προκάλεσε η κάθε μορφή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Μεθοδολογία και σχεδιασμός της έρευνας

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται το ερευνητικό πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας και αναλύεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη διεξαγωγή της έρευνας σε εκπαιδευτικούς καθώς και ο σχεδιασμός της υλοποίησής της. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας.

4.1 Ερευνητικό πλαίσιο της εργασίας

Η έρευνα μελετάει την αξιοποίηση ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων ως καλών πρακτικών κατά την εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, γίνεται διερεύνηση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων στην εφαρμογή τους στην πειραματική εξ αποστάσεως διδασκαλία κατά την περίοδο της πανδημίας του Covid-19. Επίσης, μελετάται αν κάποιες από αυτές τις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων συνεχίζουν να αξιοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών στη διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς τους όπως αυτή πραγματοποιείται σήμερα στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Τέλος, γίνεται μια αποτίμηση των θετικών και αρνητικών αποτελεσμάτων που άφησε η περίοδος της πανδημίας Covid-19 στην διδακτική των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στη διδακτική των πειραμάτων.

Η έρευνα είναι ποσοτική και απευθύνεται σε εκπαιδευτικούς που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση σε όλη την Ελλάδα, οι οποίοι δίδασκαν και την περίοδο της πανδημίας Covid-19.

Τα δεδομένα της έρευνας συγκεντρώνονται μέσω ερωτηματολογίου με κλειστές και ανοικτές ερωτήσεις για τους εκπαιδευτικούς, που βασίζονται στα ακόλουθα τέσσερα ερευνητικά ερωτήματα:

1. Με την αξιοποίηση ποιων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων πραγματοποιήθηκε την περίοδο της πανδημίας Covid-19 η εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση;

2. Πώς αποτιμούν οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών την χρήση των ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων ως καλών πρακτικών στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση την περίοδο της πανδημίας Covid-19;
3. Με ποια συχνότητα συνεχίζουν να αξιοποιούν και σήμερα στη διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς τους στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών τις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων που αξιοποίησαν την περίοδο της πανδημίας Covid-19;
4. Πώς αποτιμούν οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών την εφαρμογή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στην διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στη διδασκαλία των πειραμάτων;

Η ανάλυση του περιεχομένου του ερωτηματολογίου εστιάζει στα παρακάτω σημεία, τα οποία προέκυψαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση:

- Χρήση ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων ως καλών πρακτικών στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση την περίοδο της πανδημίας Covid-19.
- Θετικά-αρνητικά στοιχεία της χρήσης ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων ως καλών πρακτικών στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση την περίοδο της πανδημίας Covid-19.
- Συχνότητα αξιοποίησης από τους εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών των ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων ως καλών πρακτικών στην διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς τους όπως αυτή πραγματοποιείται σήμερα στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.
- Θετικά και αρνητικά αποτελέσματα που άφησε η περίοδος της πανδημίας Covid-19 στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στη διδασκαλία των πειραμάτων.

4.2. Μεθοδολογία, Σχεδιασμός και Διεξαγωγή της έρευνας

4.2.1. Μεθοδολογία της έρευνας

Στην ενότητα αυτή αναλύονται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην έρευνα και τα κριτήρια επιλογής του δείγματος της έρευνας.

Η επιλογή της ποσοτικής μεθόδου για τη συγκεκριμένη έρευνα κρίθηκε καταλληλότερη καθώς αφορά ερευνητικούς προβληματισμούς κοινωνικού περιεχομένου. Συγκεκριμένα, επιχειρείται να καταγραφούν αντιλήψεις και στάσεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με τα πλεονεκτήματα αλλά και τις αδυναμίες της χρήσης ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων ως καλών πρακτικών στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο απεστάλη στους εκπαιδευτικούς σε ηλεκτρονική μορφή, σε ομάδες Εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών (και ξεχωριστά Φυσικών, Χημικών και Βιολόγων), Αναπληρωτών και Μόνιμων, καθώς και σε ομάδες σχετικά με την εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Επίσης, απεστέλλει σε ηλεκτρονική μορφή με mail σε υπεύθυνους των ΕΚΦΕ, σε Συμβούλους Φυσικών Επιστημών και στις Διευθύνσεις Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, προκειμένου να το προωθήσουν στους εκπαιδευτικούς ειδικότητας ΠΕ04.

Καθώς η έρευνα είναι δειγματοληπτική, η επιλογή του ερωτηματολογίου για τη συλλογή των ποσοτικών δεδομένων έγινε γιατί είναι εξαιρετικά αποτελεσματικό για την παραγωγή συνόλων δεδομένων εύκολα και σε σύντομο χρονικό διάστημα ενώ παράλληλα έχει πολύ χαμηλό κόστος. Επιπλέον, δίνει τη δυνατότητα για τη συγκέντρωση πολλών πληροφοριών μέσω των απαντήσεων, ενώ με την ανωνυμία που διασφαλίζεται αυξάνεται και το ποσοστό των ειλικρινών απαντήσεων. Ακόμη, δεν απαιτεί προσωπική επαφή του ερευνητή με τον ερωτώμενο και παράλληλα παρέχει στον ερωτώμενο άνεση χρόνου προκειμένου να απαντήσει χωρίς άγχος. Τέλος, υπάρχει μεγάλη ευελιξία και προσαρμοστικότητα ως προς τους τρόπους που μπορούν να εκφραστούν οι ερωτήσεις (Robson, 2010).

Ως πληθυσμός της έρευνας επιλέχτηκε το σύνολο των εκπαιδευτικών που διδάσκουν μαθήματα Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση σε ολόκληρη την Ελλάδα. Ως δείγμα επιλέχτηκαν οι ειδικότητες των Φυσικών, Χημικών και Βιολόγων. Στόχος είναι να γίνει μια συνολική αποτίμηση της χρήσης ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων ως καλών πρακτικών στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία σε κάθε περιφέρεια όπου διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί. Παρόλο που δεν ανήκουν στην ίδια περιοχή, ωστόσο αντιμετωπίζουν παρόμοιες προκλήσεις και δυσκολίες στην υλοποίηση του έργου τους. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 82 εκπαιδευτικοί.

Κριτήρια όπως η ειδικότητα, τα έτη προϋπηρεσίας, η εκπαιδευτική βαθμίδα και η περιφέρεια όπου διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί συμπεριλήφθησαν στον σχεδιασμό της έρευνας και απαντώνται στην δεύτερη ενότητα του ερωτηματολογίου, ως δημογραφικά στοιχεία του δείγματος.

4.2.2. Σχεδιασμός και διεξαγωγή της έρευνας

Στην ενότητα αυτή περιγράφονται οι θεματικές ενότητες των ερωτημάτων του ερωτηματολογίου, τα είδη των ερωτήσεων και ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου για τη διεξαγωγή της έρευνας.

Οι θεματικές ενότητες του ερωτηματολογίου είναι οι εξής:

1^η ενότητα: Τίτλος ερωτηματολογίου και συνοδευτική επιστολή

2^η ενότητα: Δημογραφικά στοιχεία

3^η ενότητα: Διερευνητικές ερωτήσεις

4^η ενότητα: Αποτίμηση

5^η ενότητα: Σημερινή κατάσταση

Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου είναι στοχευμένες, με βάση τις παραπάνω θεματικές ενότητες στις οποίες δομείται η έρευνα. Είναι εύκολο στη συμπλήρωση, με σαφείς οδηγίες όπου κρίνεται απαραίτητο. Χρησιμοποιήθηκαν κλειστές δυαδικές ερωτήσεις μονής επιλογής (τύπου Ναι-Όχι), ερωτήσεις κλειστού τύπου που παρέχουν έναν αριθμό εναλλακτικών απαντήσεων από τις οποίες ο ερωτώμενος καλείται να επιλέξει (ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής) και ερωτήσεις πενταβάθμιας κλίμακας Likert (Ζαφειρόπουλος, 2015) που περιέχουν κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων. Οι διαβαθμίσεις αυτές είναι: 1. Πάρα πολύ, 2. Πολύ, 3. Αρκετά, 4. Λίγο, 5. Καθόλου. Υπάρχουν επίσης ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, όπου ο ερωτώμενος καλείται να γράψει τη δική του, διαφορετική απάντηση. Η συμπλήρωση των περισσότερων ερωτήσεων είναι υποχρεωτική για να καταστεί εφικτή η υποβολή της φόρμας (googleforms). Από την επεξεργασία των απαντήσεων γίνεται η εξαγωγή συμπερασμάτων που επιδιώκονται με την παρούσα έρευνα.

Φυσικά, το ερωτηματολόγιο συνοδεύεται από επιστολή που συμβάλει στην τήρηση των βασικών αρχών της δεοντολογίας, ξεκαθαρίζοντας τους σκοπούς της έρευνας, την ανώνυμη

συμμετοχή και τον εμπιστευτικό της χαρακτήρα. Επίσης, δόθηκαν τα στοιχεία του ερευνητή και σαφείς οδηγίες για τη σωστή συμπλήρωσή του, προκειμένου να εξασφαλιστεί η εγκυρότητα και η αξιοπιστία της έρευνας.

Η αρχική έκδοση του ερωτηματολογίου δόθηκε στις 26 Μαΐου 2023 σε συναδέλφους στα σχολεία όπου ο εκπονών την έρευνα εργαζόταν από τον Μάρτιο 2023 ως αναπληρωτής μειωμένου ωραρίου καθώς και σε κάποιους συναδέλφους - «φιλικούς αναγνώστες» -, προκειμένου να αξιολογηθεί η ευκολία στη συμπλήρωσή του και η κατανόηση των ερωτήσεων και να ανιχνευθούν τυχόν ασάφειες και ελλείψεις. Η διαμόρφωση της τελικής μορφής του έγινε με βάση τις παρατηρήσεις που καταγράφηκαν στην αρχική φάση ελέγχου του ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο εστάλη ηλεκτρονικά σε εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών σε ολόκληρη την Ελλάδα, και απαντήθηκε από τις 5 Ιουνίου 2023 μέχρι τις 30 Ιουνίου 2023.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Αποτελέσματα της έρευνας

5.1 Ανάλυση των δεδομένων του ερωτηματολογίου

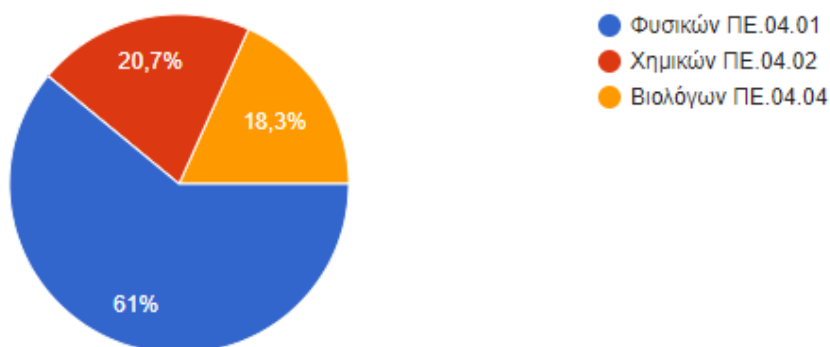
Σε ό,τι αφορά τις κλειστές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με βάση την σύνοψη που κάνει η φόρμα googleform. Σε ό,τι αφορά τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, στις οποίες οι ερωτώμενοι έδωσαν συνοπτική απάντηση, η μελέτη τους γίνεται με βάση τη μέθοδο της ανάλυσης περιεχομένου και με κριτήριο τις θεματικές ενότητες που περιγράφονται παραπάνω. Συγκεκριμένα γίνεται μια αναλυτική καταγραφή των απαντήσεων, επιχειρείται να συσχετιστούν με το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας και κατόπιν ομαδοποιούνται τα σχετικά συμπεράσματα. Τα βασικά σημεία που προκύπτουν από αυτήν την ανάλυση είναι τα παρακάτω:

Ερωτήσεις κλειστού τύπου

Δημογραφικά στοιχεία:

1. Ειδικότητα:

82 απαντήσεις

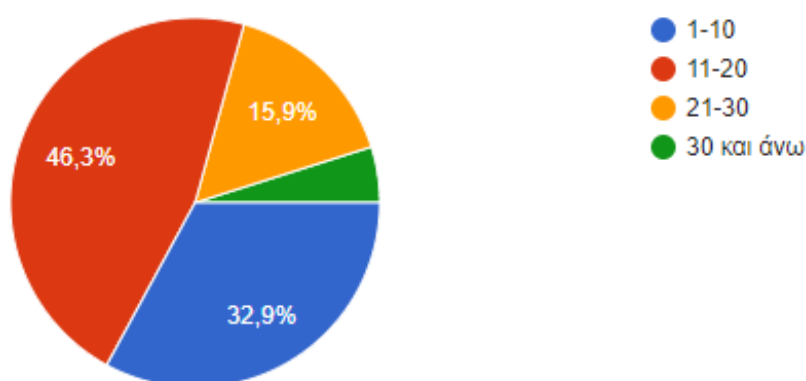


Γράφημα 1: Ειδικότητα

Αναφορικά με τα δημογραφικά στοιχεία και συγκεκριμένα με την ειδικότητα (Γράφημα 1), το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε συνολικά από 82 εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών. Συγκεκριμένα, από 50 Φυσικούς (ποσοστό 61%), 17 Χημικούς (ποσοστό 20,7%) και 15 Βιολόγους (ποσοστό 18,3%).

2. Έτη προϋπηρεσίας:

82 απαντήσεις

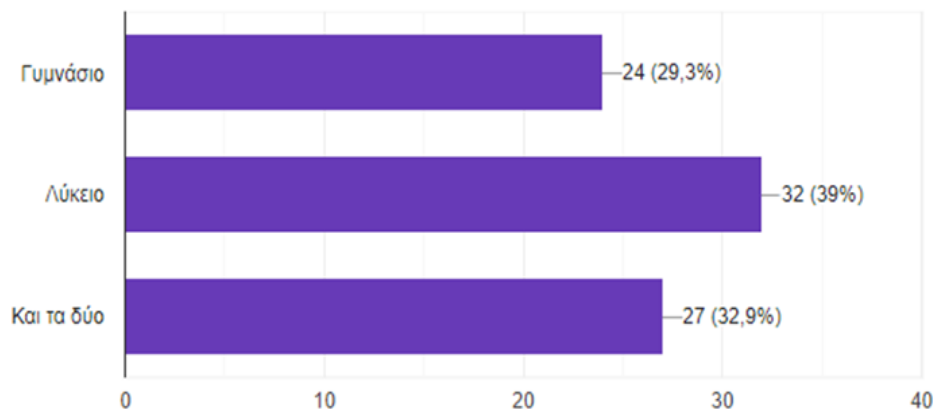


Γράφημα 2: Έτη προϋπηρεσίας

Αναφορικά με τα έτη προϋπηρεσίας (Γράφημα 2), οι περισσότεροι (38) εκπαιδευτικοί (ποσοστό 46,3%) έχουν προϋπηρεσία στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση 11-20 χρόνια ενώ 27 (ποσοστό 32,9%) εργάζονται 1-10 χρόνια, 13 (ποσοστό 15,9 %) εργάζονται 21-30 χρόνια και μόνο 4 (ποσοστό 4,9%) πάνω από 30 χρόνια.

3. Εκπαιδευτική βαθμίδα όπου διδάσκετε:

82 απαντήσεις

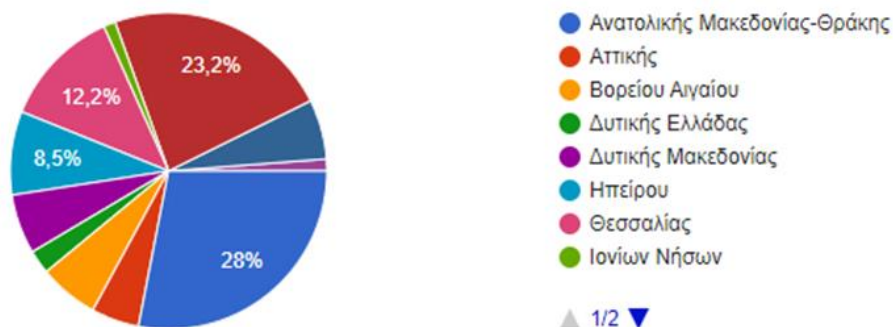


Γράφημα 3: Εκπαιδευτική βαθμίδα όπου διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί

Αναφορικά με την εκπαιδευτική βαθμίδα όπου διδάσκουν (Γράφημα 3), οι περισσότεροι (32) εκπαιδευτικοί (ποσοστό 39%) διδάσκουν στο Λύκειο, ενώ 24 (ποσοστό 29,3%) διδάσκουν στο Γυμνάσιο και 27 (ποσοστό 32,9%) και στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο.

4. Περιφέρεια όπου διδάσκετε:

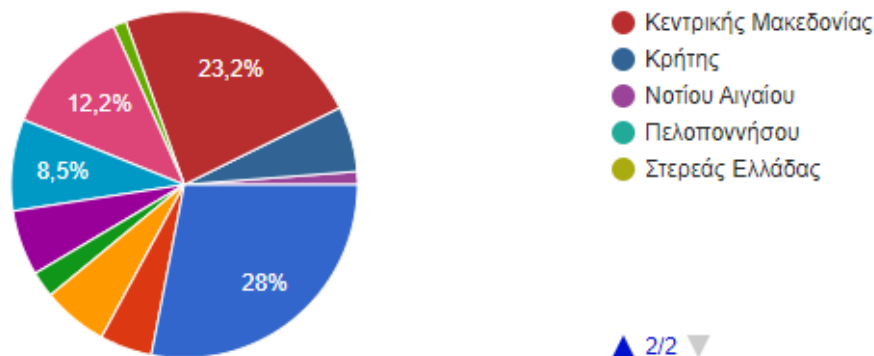
82 απαντήσεις



Γράφημα 4: Περιφέρεια όπου διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί

4. Περιφέρεια όπου διδάσκετε:

82 απαντήσεις



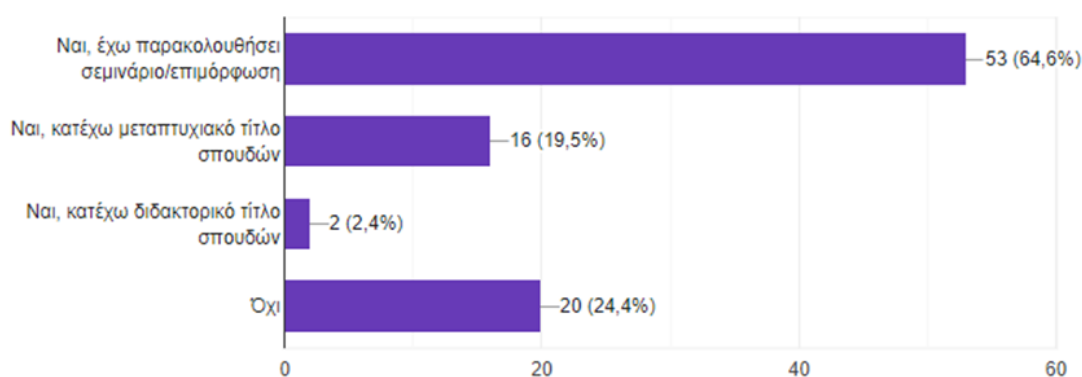
Γράφημα 5: Περιφέρεια όπου διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί

Αναφορικά με την περιφέρεια όπου διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί (Γραφήματα 4 και 5), οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί (23) διδάσκουν σε σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης της περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης (ποσοστό 28 %), 19 (ποσοστό 23,2%) στην περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας και 10 (ποσοστό 12,2 %) στην περιφέρεια Θεσσαλίας. Μικρή ήταν η συμμετοχή από τις περιφέρειες Ηπείρου (7 εκπαιδευτικοί, ποσοστό 8,5%), Δυτικής Μακεδονίας, Βορείου Αιγαίου και Κρήτης (5 εκπαιδευτικοί, ποσοστό 6,1%) όπως επίσης και από τις περιφέρειες Αττικής, (4 εκπαιδευτικοί, ποσοστό 4,9%) και Δυτικής Ελλάδας (2 εκπαιδευτικοί, ποσοστό 2,4%). Μόνο 1 εκπαιδευτικός (ποσοστό 1,2 %) συμμετείχε από καθεμία από τις περιφέρειες Νοτίου Αιγαίου και Ιονίων Νήσων, ενώ δεν συμμετείχαν εκπαιδευτικοί από την Πελοπόννησο και τη Στερεά Ελλάδα.

Διερευνητικές ερωτήσεις

5. Έχετε παρακολουθήσει κάποιο σεμινάριο/επιμόρφωση ή κατέχετε κάποιο μεταπτυχιακό ή διδακτορικό τίτλο σπουδών στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση;

82 απαντήσεις

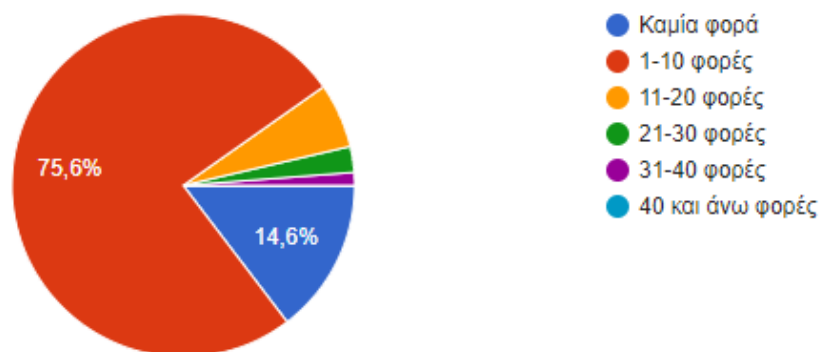


Γράφημα 6: Σεμινάριο/Επιμόρφωση/Τίτλοι σπουδών στην εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση

Αναφορικά με τις *διερευνητικές ερωτήσεις*, και συγκεκριμένα με σεμινάριο/επιμόρφωση ή τίτλους σπουδών στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση (Γράφημα 6), 53 εκπαιδευτικοί (ποσοστό 64,6%) δήλωσαν ότι έχουν παρακολουθήσει κάποιο σεμινάριο ή επιμόρφωση σχετικά με την εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση. Λίγοι (16 εκπαιδευτικοί, ποσοστό 19,5%) κατέχουν μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών και μόνο 2 (ποσοστό 2,4%) κατέχουν διδακτορικό τίτλο σπουδών. Ένα μικρό ποσοστό (24,4%, 20 εκπαιδευτικοί) δεν κατέχουν μεταπτυχιακό ή διδακτορικό τίτλο σπουδών ούτε έχουν παρακολουθήσει κάποια επιμόρφωση ή σεμινάριο.

6. Κατά την περίοδο της πανδημίας Covid-19, στο πλαίσιο της εξ αποστάσεως διδασκαλίας των μαθημάτων της ειδικότητάς σας, με ποια συχνότητα πραγματοποιήσατε πειράματα;

82 απαντήσεις

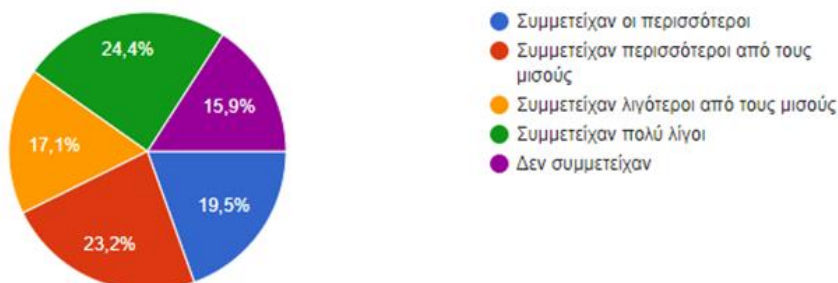


Γράφημα 7: Συχνότητα πραγματοποίησης πειραμάτων την περίοδο της πανδημίας Covid-19

Σε ό,τι αφορά τη συχνότητα με την οποία πραγματοποίησαν πειράματα την περίοδο της πανδημίας Covid-19, στο πλαίσιο της εξ αποστάσεως διδασκαλίας των μαθημάτων της ειδικότητάς τους (Γράφημα 7), οι περισσότεροι (62 εκπαιδευτικοί, ποσοστό 75,6%) δήλωσαν 1-10 φορές, 12 (ποσοστό 14,6%) καμία φορά, 5 (ποσοστό 6,1%) 11-20 φορές, και μόνο 2 (ποσοστό 2,4%) 21-30 φορές. Μόνο 1 εκπαιδευτικός (ποσοστό 1,2%) έκανε πειράματα πάνω από 31 φορές.

7. Σε τι βαθμό συμμετείχαν οι μαθητές/τριές σας στην πειραματική εξ αποστάσεως διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς σας την περίοδο της πανδημίας Covid-19;

82 απαντήσεις

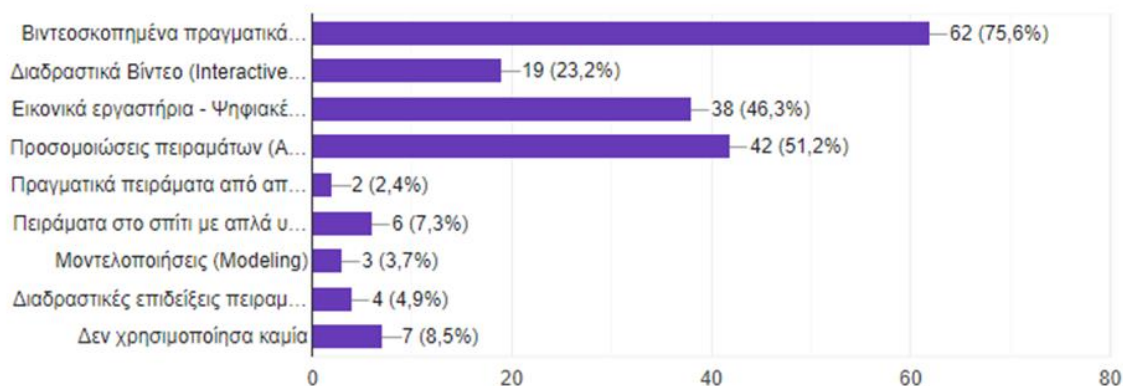


Γράφημα 8: Συμμετοχή μαθητών/μαθητριών στην πειραματική εξ αποστάσεως διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών

Σε ό,τι αφορά τη συμμετοχή των μαθητών/μαθητριών στην πειραματική εξ αποστάσεως διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς τους την περίοδο της πανδημίας Covid-19 (Γράφημα 8), οι περισσότεροι (20) εκπαιδευτικοί δήλωσαν ότι συμμετείχαν πολύ λίγοι μαθητές (ποσοστό 24,4%), 19 (ποσοστό 23,2%) δήλωσαν ότι συμμετείχαν περισσότεροι από τους μισούς, 16 (ποσοστό 19,5%) δήλωσαν ότι συμμετείχαν οι περισσότεροι μαθητές και 14 (ποσοστό 17,1%) ότι συμμετείχαν λιγότεροι από τους μισούς. Ένα μέτριο ποσοστό (13 εκπαιδευτικοί, ποσοστό 15,9%) δήλωσαν ότι οι μαθητές δεν συμμετείχαν στην πειραματική εξ αποστάσεως διδασκαλία των μαθημάτων.

8. Ποιές από τις παρακάτω μορφές εκτέλεσης πειραμάτων αξιοποιήσατε ως καλές πρακτικές στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς σας, την περίοδο της πανδημίας Covid-19;

82 απαντήσεις



Γράφημα 9: Μορφές εκτέλεσης πειραμάτων που αξιοποιήθηκαν ως καλές πρακτικές στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών

Σε ότι αφορά στην αξιοποίηση μορφών εκτέλεσης πειραμάτων που αξιοποίησαν οι εκπαιδευτικοί ως καλές πρακτικές στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς τους, την περίοδο της πανδημίας Covid-19 (Γράφημα 9), οι περισσότεροι (62 εκπαιδευτικοί, ποσοστό 75,6%) χρησιμοποίησαν τα βιντεοσκοπημένα πειράματα (Youtube), ενώ 42 (ποσοστό 51,2%) τις προσομοιώσεις πειραμάτων (Applets) και 38 (ποσοστό 46,3%) τα εικονικά εργαστήρια - ψηφιακές διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων (Virtual Labs). Αρκετοί (19) εκπαιδευτικοί (ποσοστό 23,2%) αξιοποίησαν τα διαδραστικά βίντεο (Interactive Videos) ενώ λίγοι (6 εκπαιδευτικοί, ποσοστό 7,3%) τα πειράματα στο σπίτι με απλά υλικά και χρήση εφαρμογών των smartphones (Home Experimentation). Οι διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων ζωντανά κατά τη διάρκεια του διαδικτυακού μαθήματος (Live Interactive Demonstrations) αξιοποιήθηκαν μόνο από 4 εκπαιδευτικούς (ποσοστό 4,9%), οι μοντελοποιήσεις (Modeling) από 3 εκπαιδευτικούς (ποσοστό 3,7%) ενώ μόνο 2 εκπαιδευτικοί (ποσοστό 2,4%) αξιοποίησαν τα πραγματικά πειράματα από απόσταση ή Τηλεεργαστήρια (Remote Labs). Τέλος, 7 εκπαιδευτικοί (ποσοστό 8,5%) δεν χρησιμοποίησαν καμία μορφή εκτέλεσης πειραμάτων.

Σε ό,τι αφορά την *αποτίμηση* (πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα) των ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων που έχουν αξιολογήσει οι εκπαιδευτικοί, στους παρακάτω πίνακες αποτυπώνονται και περιγράφονται αναλυτικά οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών στις ερωτήσεις 9 με 16.

9. Ποιά από τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζουν τα <u>Βιντεοσκοπημένα πραγματικά πειράματα (Youtube)</u> και σε ποιο βαθμό;	Πάρα πολύ	Πολύ	Αρκετά	Λίγο	Καθόλου
Ευκολία στη χρήση από τον μαθητή, μπορεί να τα εκτελέσει μόνος του στο σπίτι	13 18%	24 32%	24 32%	12 17%	1 1%
Ευκολία στην πρόσβαση και στη χρήση των λογισμικών	26 35%	26 35%	16 21%	6 8%	1 1%
Κόστος υλικοτεχνικής υποδομής	18 25%	13 18%	15 20%	15 20%	12 17%
Ενισχύουν το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών	12 16%	29 38%	27 35%	8 11%	-
Ενισχύουν τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών	3 4%	12 16%	24 32%	18 24%	18 24%
Ενισχύουν τη συγκέντρωση και την εμβάθυνση	7 9%	22 29%	31 41%	14 18%	2 3%
Επιτρέπουν την προσωπική συμμετοχή – χειρισμό των διατάξεων από τους μαθητές	8 11%	15 20%	20 26%	15 20%	18 23%
Βελτίωση επιπέδου γνώσεων των μαθητών	9 12%	34 45%	24 31%	9 12%	-
Επίτευξη διδακτικών και γνωστικών στόχων	7 9%	39 51%	23 30%	8 10%	-
Επίτευξη εννοιολογικής κατανόησης	8 10%	34 45%	24 32%	10 13%	-
Ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων	12 16%	31 42%	12 16%	18 25%	1 1%
Αργή ταχύτητα της συνδέσεως κατά την εκτέλεση των πειραμάτων	7 9%	14 18%	31 41%	19 25%	5 7%
Δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων	11 14%	25 33%	21 28%	16 21%	3 4%
Διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού-μαθητών	6 7%	16 21%	21 27%	22 29%	12 16%
Εξοικονόμηση χρόνου	26 34%	27 35%	15 19%	9 12%	-

Πίνακας 1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των *Βιντεοσκοπημένων πραγματικών πειραμάτων (Youtube)*

Τα βιντεοσκοπημένα πειράματα ήταν η μορφή εκτέλεσης πειραμάτων που χρησιμοποιήθηκε από τους περισσότερους εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών. Μόνο 8 εκπαιδευτικοί δεν

απάντησαν σε αυτήν την ερώτηση, πιθανόν γιατί δεν τα αξιοποίησαν στην εξ Αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς τους. Σύμφωνα με τον Πίνακα 1, από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά τους είναι η πολύ μεγάλη ευκολία στην πρόσβαση και στη χρήση των λογισμικών που χρησιμοποιούνται για την εκτέλεσή τους, είτε στο διαδικτυακό μάθημα από τον εκπαιδευτικό (70%) είτε στο σπίτι από το μαθητή (50%) καθώς και η εξοικονόμηση χρόνου (69%). Επίσης, ενισχύουν πολύ το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών στο μάθημα (54%), καθώς αυτοί μπορούν να θέτουν ερωτήσεις κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των μαθημάτων (47%) και συμβάλλουν πολύ στην ανάπτυξη των ψηφιακών τους δεξιοτήτων (58%). Επιπλέον, ενισχύοντας αρκετά (70%) την συγκέντρωση των μαθητών και την εμβάθυνση, βελτιώνουν πολύ (76%) το επίπεδο γνώσεων των μαθητών και την εννοιολογική κατανόηση (77%) ενώ παράλληλα συμβάλλουν πολύ στην επίτευξη διδακτικών και γνωστικών στόχων (81%).

Σε ό,τι αφορά τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών, τη διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών και την προσωπική συμμετοχή και το χειρισμό των διατάξεων από τους ίδιους τους μαθητές, ένα σημαντικό ποσοστό εκπαιδευτικών (κατά μέσο όρο 28%) απάντησε ότι η χρήση τους ενισχύει αρκετά αυτούς τους παράγοντες. Ωστόσο, υπήρχαν αρκετοί εκπαιδευτικοί (κατά μέσο όρο 23%) που είπαν ότι τους ενισχύουν λίγο ή και καθόλου. Τέλος, αναφορικά με το κόστος υλικοτεχνικής υποδομής οι απαντήσεις των εκπαιδευτικών διακυμάνθηκαν σχεδόν στον ίδιο βαθμό από «πάρα πολύ υψηλό» (18 εκπαιδευτικοί) μέχρι «καθόλου υψηλό» (12 εκπαιδευτικοί).

10. Ποια από τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζουν τα <u>Διαδραστικά Βίντεο</u> (Interactive Videos) και σε ποιο βαθμό;	Πάρα πολύ	Πολύ	Αρκετά	Λίγο	Καθόλου
Ευκολία στη χρήση από τον μαθητή, μπορεί να τα εκτελέσει μόνος του στο σπίτι	9 16%	16 27%	19 33%	13 22%	1 2%
Ευκολία στην πρόσβαση και στη χρήση των λογισμικών	8 14%	25 43%	20 34%	5 9%	-
Κόστος υλικοτεχνικής υποδομής	6 10%	12 20%	17 30%	17 30%	6 10%
Ενισχύουν το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών	9 15%	27 46%	16 27%	7 12%	-
Ενισχύουν τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών	2 4%	14 25%	16 28%	19 33%	6 10%
Ενισχύουν τη συγκέντρωση και την εμβάθυνση	4 7%	17 29%	23 40%	14 24%	-

Επιτρέπουν την προσωπική συμμετοχή – χειρισμό των διατάξεων από τους μαθητές	5 9%	13 23%	25 45%	10 18%	3 5%
Βελτίωση επιπέδου γνώσεων των μαθητών	4 7%	30 52%	18 31%	6 10%	-
Επίτευξη διδακτικών και γνωστικών στόχων	5 9%	28 49%	18 32%	6 10%	-
Επίτευξη εννοιολογικής κατανόησης	4 7%	24 42%	21 37%	8 14%	-
Ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων	13 24%	24 44%	15 27%	3 5%	-
Αργή ταχύτητα της συνδέσεως κατά την εκτέλεση των πειραμάτων	4 7%	14 25%	23 40%	14 25%	2 3%
Δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων	5 9%	22 38%	20 35%	9 16%	1 2%
Διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού-μαθητών	4 7%	16 28%	14 24%	20 34%	4 7%
Εξοικονόμηση χρόνου	19 33%	18 32%	13 23%	6 10%	1 2%

Πίνακας 2: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Διαδραστικών Βίντεο (Interactive Videos)

Λίγοι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών χρησιμοποίησαν τα διαδραστικά πειράματα. Στην ερώτηση αυτή δεν απάντησαν 24 εκπαιδευτικοί. Σύμφωνα με τον Πίνακα 2, τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματά τους είναι η πάρα πολύ μεγάλη εξοικονόμηση χρόνου (65%), η πολύ μεγάλη ευκολία στην πρόσβαση και στη χρήση των λογισμικών (77%) και η πολύ μεγάλη ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων (68%). Πολλοί εκπαιδευτικοί (κατά μέσο όρο το 48%) θεωρούν ότι τα διαδραστικά πειράματα βοηθούν πολύ στη βελτίωση του επιπέδου γνώσεων των μαθητών, στην επίτευξη της εννοιολογικής κατανόησης και των διδακτικών και γνωστικών στόχων και το 61% απάντησαν ότι συμβάλλουν πολύ στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος και της συμμετοχής των μαθητών.

Επίσης, πολλοί εκπαιδευτικοί (κατά μέσο όρο το 67%) θεωρούν ότι η χρήση των διαδραστικών πειραμάτων έχει σε αρκετά μεγάλο βαθμό το πλεονέκτημα της ευκολίας στη χρήση από τον μαθητή, ο οποίος μπορεί να τα εκτελέσει μόνος του στο σπίτι και μπορεί να χειρίζεται μόνος του τις διατάξεις, συμβάλλοντας έτσι στην ανάπτυξη της συγκέντρωσής του και της εμβάθυνσης. Επιπλέον, πολλοί εκπαιδευτικοί (73%) δήλωσαν ότι επιτρέπουν σε πολύ μεγάλο βαθμό την δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων.

Οι απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με το βαθμό στον οποίο πετυχαίνεται η διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών κυμαίνονται σχεδόν στον ίδιο

βαθμό από «πολύ» (28%) μέχρι «λίγο» (34%). Το ίδιο συμβαίνει με τον βαθμό ενίσχυσης της συνεργασίας που κυμαίνεται από «πολύ» (25%) μέχρι «λίγο» (33%).

Ωστόσο, και για τους δύο αυτούς παράγοντες υπάρχει και ένα μικρό ποσοστό (7% και 10% αντίστοιχα) που λέει ότι δεν τους ενισχύουν καθόλου. Επίσης, το κόστος υλικοτεχνικής υποδομής θεωρείται αρκετά ή λίγο υψηλό για το 60% των εκπαιδευτικών και η ταχύτητα της συνδέσεως κατά την εκτέλεση των πειραμάτων είναι αρκετά αργή έως πολύ αργή (60%).

11. Ποια από τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζουν τα <u>Εικονικά Εργαστήρια - Ψηφιακές διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων (Virtual Labs)</u> και σε ποιο βαθμό;	Πάρα πολύ	Πολύ	Αρκετά	Λίγο	Καθόλου
Ευκολία στη χρήση από τον μαθητή, μπορεί να τα εκτελέσει μόνος του στο σπίτι	11 18%	18 30%	17 28%	14 23%	1 1%
Ευκολία στην πρόσβαση και στη χρήση των λογισμικών	9 14%	19 31%	25 41%	9 14%	-
Κόστος υλικοτεχνικής υποδομής	9 15%	11 18%	18 30%	19 31%	4 6%
Ενισχύουν το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών	13 21%	18 29%	25 40%	6 10%	-
Ενισχύουν τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών	7 11%	14 23%	17 28%	18 30%	5 8%
Ενισχύουν τη συγκέντρωση και την εμβάθυνση	9 14%	27 43%	19 30%	8 13%	-
Επιτρέπουν την προσωπική συμμετοχή – χειρισμό των διατάξεων από τους μαθητές	13 22%	16 27%	20 33%	8 13%	3 5%
Βελτίωση επιπέδου γνώσεων των μαθητών	12 19%	24 38%	19 30%	8 13%	-
Επίτευξη διδακτικών και γνωστικών στόχων	10 16%	24 38%	22 35%	7 11%	-
Επίτευξη εννοιολογικής κατανόησης	8 13%	26 43%	20 33%	7 11%	-
Ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων	14 23%	23 38%	16 26%	8 13%	-
Αργή ταχύτητα της συνδέσεως κατά την εκτέλεση των πειραμάτων	6 10%	15 25%	24 39%	15 25%	1 1%
Δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων	9 15%	19 31%	21 34%	9 15%	4 5%
Διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού-μαθητών	7 12%	16 27%	15 25%	19 32%	3 4%
Εξοικονόμηση χρόνου	22 36%	13 22%	14 23%	11 18%	1 1%

Πίνακας 3: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Εικονικών Εργαστηρίων – Ψηφιακών διαδραστικών επιδείξεων πειραμάτων (Virtual Labs)

Αρκετοί εκπαιδευτικοί χρησιμοποίησαν αυτή την μορφή εκτέλεσης πειραμάτων. Δεν απάντησαν σε αυτή την ερώτηση 22 εκπαιδευτικοί. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3, το κυριότερο πλεονέκτημά τους είναι η πάρα πολύ μεγάλη εξοικονόμηση χρόνου (58%), καθώς και η ενίσχυση της συγκέντρωσης και της εμβάθυνσης (73%), η επίτευξη της εννοιολογικής κατανόησης (76%) και η ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων (64%) σε πολύ μεγάλο βαθμό. Επίσης, ενισχύουν από αρκετά (40%) έως πάρα πολύ (21%) το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών, επιτρέπουν σε μεγάλο βαθμό (60%) την προσωπική συμμετοχή – χειρισμό των διατάξεων από τους ίδιους τους μαθητές, καθώς είναι πολύ εύκολα στη χρήση από το μαθητή (58%), ο οποίος μπορεί να τα εκτελέσει μόνος του και χαρακτηρίζονται από αρκετά εύκολη πρόσβαση και χρήση των λογισμικών (72%). Υπάρχει, ωστόσο, ένα μικρό ποσοστό (15%) που λέει ότι είναι λίγο ή καθόλου εύκολο να τα χρησιμοποιήσει μόνος του ο μαθητής.

Σε ό,τι αφορά τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών, οι απόψεις κυμαίνονται από πολύ ή αρκετά υψηλή (51%) έως λίγο ή καθόλου υψηλή (38%). Παρόμοια διακύμανση παρατηρείται και στη διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών, με το 52% να δηλώνει ότι είναι πολύ ή αρκετά υψηλή και το 36% ότι είναι λίγο ή καθόλου υψηλή.

Η αρκετά μεγάλη δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων (65%) συμβάλλει στην πολύ μεγάλη βελτίωση του επιπέδου γνώσεων των μαθητών (68%) και στην πολύ μεγάλη επίτευξη των διδακτικών και γνωστικών στόχων (73%). Ωστόσο υπάρχει ένα μικρό ποσοστό (8% και 11% αντίστοιχα) που λένε ότι συμβάλλει λίγο στην ενίσχυση αυτών των δύο παραγόντων.

Ωστόσο, το κόστος υλικοτεχνικής υποδομής είναι αρκετά υψηλό (61%) και η ταχύτητα είναι αρκετά αργή για το 64% ενώ μόνο για το 16% είναι λίγο αργή.

12. Ποια από τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζουν οι Προσομοιώσεις πειραμάτων (Applets) και σε ποιο βαθμό;	Πάρα πολύ	Πολύ	Αρκετά	Λίγο	Καθόλου
Ευκολία στη χρήση από τον μαθητή, μπορεί να τα εκτελέσει μόνος του στο σπίτι	14 22%	20 31%	20 31%	8 13%	2 3%

Ευκολία στην πρόσβαση και στη χρήση των λογισμικών	15 23%	23 36%	19 29%	7 11%	1 1%
Κόστος υλικοτεχνικής υποδομής	9 14%	16 25%	13 20%	18 28%	8 13%
Ενισχύουν το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών	12 19%	23 36%	21 33%	7 11%	1 1%
Ενισχύουν τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών	6 9%	18 27%	21 32%	17 26%	4 6%
Ενισχύουν τη συγκέντρωση και την εμβάθυνση	7 11%	23 35%	24 36%	10 15%	2 3%
Επιτρέπουν την προσωπική συμμετοχή – χειρισμό των διατάξεων από τους μαθητές	11 17%	19 29%	23 35%	10 15%	3 4%
Βελτίωση επιπέδου γνώσεων των μαθητών	10 15%	27 40%	22 33%	6 9%	2 3%
Επίτευξη διδακτικών και γνωστικών στόχων	10 15%	28 42%	19 29%	8 13%	1 1%
Επίτευξη εννοιολογικής κατανόησης	8 12%	30 45%	18 27%	8 12%	2 4%
Ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων	19 30%	18 29%	18 29%	7 11%	1 1%
Αργή ταχύτητα της συνδέσεως κατά την εκτέλεση των πειραμάτων	4 6%	11 17%	24 36%	22 33%	5 8%
Δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων	10 15%	19 29%	22 33%	13 20%	2 3%
Διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού-μαθητών	8 12%	20 30%	17 26%	16 24%	5 8%
Εξοικονόμηση χρόνου	22 34%	15 23%	17 27%	10 15%	1 1%

Πίνακας 4: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Προσομοιώσεων πειραμάτων (Applets)

Πολλοί εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών χρησιμοποίησαν τις προσομοιώσεις πειραμάτων (Applets). Στην ερώτηση αυτή δεν απάντησαν 17 εκπαιδευτικοί. Να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τον Πίνακα 4, από τις περισσότερες απαντήσεις προκύπτει ότι οι προσομοιώσεις πειραμάτων (applets) παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα σε πολύ μεγάλο βαθμό.

Συγκεκριμένα, η πάρα πολύ (59%) ή αρκετά (40%) μεγάλη ευκολία στη χρήση των λογισμικών επιτρέπει σε πολύ μεγάλο βαθμό την προσωπική συμμετοχή και το χειρισμό των διατάξεων από τους ίδιους τους μαθητές (64%) οι οποίοι μπορούν να τις εκτελούν μόνοι τους στο σπίτι με πολύ μεγάλη ευκολία (62%). Αυτό συμβάλλει στην ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων σε πολύ μεγάλο (59%) ή αρκετά μεγάλο (40%) βαθμό.

Παράλληλα, η βελτίωση του επιπέδου γνώσεων των μαθητών, η επίτευξη των διδακτικών και γνωστικών στόχων και της εννοιολογικής κατανόησης πετυχαίνονται σε πολύ μεγάλο βαθμό, σε ποσοστό 73%, 71% και 72% αντίστοιχα. Η πολύ (44%) ή αρκετά (53%) μεγάλη δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων συμβάλλουν στην αρκετά μεγάλη διαπροσωπική επαφή μεταξύ του εκπαιδευτικού και των μαθητών (56%), αν και ένα σημαντικό ποσοστό λέει ότι συμβάλει λίγο (24%) ή καθόλου (8%).

Η ενίσχυση του ενδιαφέροντος και της συμμετοχής των μαθητών, της συνεργασίας μεταξύ τους και της συγκέντρωσής τους και εμπάθυνσης πετυχαίνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό, σε ποσοστό 69%, 59% και 71% αντίστοιχα.

Τέλος, παρόλη την αρκετά αργή ταχύτητα της συνδέσεως κατά την εκτέλεση των πειραμάτων (69%), η εξοικονόμηση χρόνου είναι πολύ (57%) ή αρκετά (42%) μεγάλη. Το κόστος υλικοτεχνικής υποδομής κυμαίνεται από πολύ υψηλό (14%) έως λίγο υψηλό (28%).

13. Ποιά από τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζουν τα <u>Πραγματικά πειράματα από απόσταση ή Τηλεεργαστήρια (Remote Labs)</u> και σε ποιο βαθμό;	Πάρα πολύ	Πολύ	Αρκετά	Λίγο	Καθόλου
Ευκολία στη χρήση από τον μαθητή, μπορεί να τα εκτελέσει μόνος του στο σπίτι	4 9%	8 17%	13 28%	15 32%	7 14%
Ευκολία στην πρόσβαση και στη χρήση των λογισμικών	5 11%	10 21%	13 28%	17 36%	2 4%
Κόστος υλικοτεχνικής υποδομής	4 9%	13 28%	10 22%	15 33%	4 8%
Ενισχύουν το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών	6 13%	14 30%	18 38%	7 15%	2 4%
Ενισχύουν τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών	3 6%	15 32%	10 21%	13 28%	6 13%
Ενισχύουν τη συγκέντρωση και την εμπάθυνση	6 13%	15 32%	17 36%	7 15%	2 4%
Επιτρέπουν την προσωπική συμμετοχή – χειρισμό των διατάξεων από τους μαθητές	7 15%	11 23%	12 26%	11 23%	6 13%
Βελτίωση επιπέδου γνώσεων των μαθητών	5 11%	15 32%	19 40%	7 15%	1 2%
Επίτευξη διδακτικών και γνωστικών στόχων	6 13%	19 40%	14 30%	7 15%	1 2%
Επίτευξη εννοιολογικής κατανόησης	7 15%	16 34%	16 34%	7 15%	1 2%
Ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων	5 11%	16 36%	15 33%	8 18%	1 2%

Αργή ταχύτητα της συνδέσεως κατά την εκτέλεση των πειραμάτων	2 4%	9 19%	21 45%	15 32%	-
Δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων	7 15%	11 24%	20 43%	8 17%	-
Διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού-μαθητών	6 13%	11 25%	13 29%	13 29%	2 4%
Εξοικονόμηση χρόνου	11 24%	12 26%	12 26%	9 20%	2 4%

Πίνακας 5: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των πραγματικών πειραμάτων από απόσταση ή Τηλεεργαστηρίων (Remote Labs)

36 εκπαιδευτικοί δεν απάντησαν σε αυτήν την ερώτηση. Να σημειωθεί ότι παρόλο που αυτή η μορφή εκτέλεσης πειραμάτων χρησιμοποιήθηκε μόνο από 2 εκπαιδευτικούς, ωστόσο απάντησαν σε αυτήν την ερώτηση αρκετοί εκπαιδευτικοί. Επίσης, σύμφωνα με τον Πίνακα 5, από τις περισσότερες απαντήσεις προκύπτει ότι τα τηλεεργαστήρια παρουσιάζουν πλεονεκτήματα σε αρκετά μεγάλο βαθμό.

Συγκεκριμένα, η βελτίωση του επιπέδου γνώσεων των μαθητών, η επίτευξη των διδακτικών και γνωστικών στόχων και της εννοιολογικής κατανόησης πετυχαίνονται σε αρκετά μεγάλο βαθμό, σε ποσοστό 72%, 70% και 68% αντίστοιχα. Παράλληλα, η ενίσχυση του ενδιαφέροντος και της συμμετοχής των μαθητών, της συνεργασίας μεταξύ τους και της συγκέντρωσής τους και εμβάθυνσης πετυχαίνεται σε αρκετά μεγάλο βαθμό, σε ποσοστό 68%, 53% και 68% αντίστοιχα.

Παρόλη την αρκετά αργή ταχύτητα της συνδέσεως κατά την εκτέλεση των πειραμάτων (77%), εξοικονομείται αρκετός χρόνος (52%). Η διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών είναι αρκετά υψηλή (58%) καθώς υπάρχει αρκετά μεγάλη δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων (67%).

Η πρόσβαση και η χρήση τους δεν είναι πολύ εύκολη (64%), ούτε η χρήση τους στο σπίτι από το μαθητή (46%) - αν και κάποιο δηλώνουν ότι είναι αρκετά εύκολη (45%). Ωστόσο, η ανάπτυξη των ψηφιακών δεξιοτήτων πετυχαίνεται σε αρκετά υψηλό βαθμό (69%), καθώς οι μαθητές μπορούν να συμμετέχουν αρκετά στο πείραμα και να χειρίζονται τις διατάξεις (49%). Τέλος, το κόστος υλικοτεχνικής υποδομής κυμαίνεται από πολύ υψηλό (28%) έως λίγο υψηλό (33%).

14. Ποια από τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζουν τα πειράματα στο σπίτι με απλά υλικά και χρήση εφαρμογών των smartphones (Home Experimentation) και σε ποιο βαθμό;	Πάρα πολύ	Πολύ	Αρκετά	Λίγο	Καθόλου
Ευκολία στη χρήση από τον μαθητή, μπορεί να τα εκτελέσει μόνος του στο σπίτι	14 28%	17 34%	13 26%	5 10%	1 2%
Ευκολία στην πρόσβαση και στη χρήση των λογισμικών	6 12%	23 47%	13 27%	6 12%	1 2%
Κόστος υλικοτεχνικής υποδομής	6 12%	12 24%	11 22%	15 30%	6 12%
Ενισχύουν το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών	12 24%	20 41%	14 29%	3 6%	-
Ενισχύουν τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών	8 17%	17 35%	12 25%	8 17%	3 6%
Ενισχύουν τη συγκέντρωση και την εμβάθυνση	8 16%	19 39%	14 29%	6 12%	2 4%
Επιτρέπουν την προσωπική συμμετοχή – χειρισμό των διατάξεων από τους μαθητές	11 23%	20 41%	12 24%	5 10%	1 2%
Βελτίωση επιπέδου γνώσεων των μαθητών	5 10%	27 54%	12 24%	4 8%	2 4%
Επίτευξη διδακτικών και γνωστικών στόχων	9 18%	22 44%	13 26%	5 10%	1 2%
Επίτευξη εννοιολογικής κατανόησης	6 12%	22 45%	15 31%	4 8%	2 4%
Ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων	8 17%	19 40%	12 25%	7 14%	2 4%
Αργή ταχύτητα της συνδέσεως κατά την εκτέλεση των πειραμάτων	4 9%	11 23%	20 43%	9 19%	3 6%
Δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων	8 17%	11 23%	17 36%	10 20%	2 4%
Διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού-μαθητών	7 14%	8 17%	16 34%	13 27%	4 8%
Εξοικονόμηση χρόνου	15 31%	11 22%	10 20%	12 25%	1 2%

Πίνακας 6: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των πειραμάτων στο σπίτι με απλά υλικά και χρήση εφαρμογών των smartphones (Home Experimentation)

33 εκπαιδευτικοί δεν απάντησαν σε αυτήν την ερώτηση. Να σημειωθεί ότι παρόλο που αυτή η μορφή εκτέλεσης πειραμάτων χρησιμοποιήθηκε μόνο από 6 εκπαιδευτικούς, ωστόσο απάντησαν σε αυτήν την ερώτηση αρκετοί εκπαιδευτικοί.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 6, η πολύ μεγάλη ευκολία στη χρήση από τον μαθητή (62%), ο οποίος μπορεί να τα εκτελέσει μόνος του στο σπίτι και η πολύ μεγάλη ευκολία στην

πρόσβαση και στη χρήση των λογισμικών (74%) επιτρέπουν την προσωπική συμμετοχή – χειρισμό των διατάξεων από τους ίδιους τους μαθητές και την ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων σε πολύ μεγάλο βαθμό, σε ποσοστό 65% και 65% αντίστοιχα.

Η βελτίωση του επιπέδου γνώσεων των μαθητών, η επίτευξη των διδακτικών και γνωστικών στόχων καθώς και της εννοιολογικής κατανόησης και η ενίσχυση της συγκέντρωσης και της εμπάθθυσης πετυχαίνονται σε πολύ μεγάλο βαθμό, σε ποσοστό 78%, 70%, 76% και 68% αντίστοιχα. Παράλληλα ενισχύεται πολύ η συμμετοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών (70%) καθώς και η συνεργασία μεταξύ τους (60%).

Η αρκετά μεγάλη δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων (59%) επιτρέπει σε αρκετά μεγάλο βαθμό την διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών (61%).

Η ταχύτητα της συνδέσεως κατά την εκτέλεση των πειραμάτων είναι αρκετά αργή (66%) και γι' αυτό η εξοικονόμηση χρόνου κυμαίνεται από πάρα πολύ μεγάλη (31%) έως λίγο μεγάλη (25%). Τέλος, το κόστος υλικοτεχνικής υποδομής κυμαίνεται από πολύ υψηλό (12%) έως λίγο υψηλό (30%) ενώ το 12% δήλωσαν ότι δεν έχουν καθόλου κόστος.

15. Ποια από τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζουν οι <u>Μοντελοποιήσεις (Modeling)</u> και σε ποιο βαθμό;	Πάρα πολύ	Πολύ	Αρκετά	Λίγο	Καθόλου
Ευκολία στη χρήση από τον μαθητή, μπορεί να τα εκτελέσει μόνος του στο σπίτι	4 8%	13 27%	18 38%	10 21%	3 6%
Ευκολία στην πρόσβαση και στη χρήση των λογισμικών	3 6%	10 21%	22 47%	11 24%	1 2%
Κόστος υλικοτεχνικής υποδομής	3 6%	12 26%	19 41%	9 19%	4 8%
Ενισχύουν το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών	6 12%	15 31%	18 38%	8 17%	1 2%
Ενισχύουν τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών	7 15%	14 29%	14 29%	11 23%	2 4%
Ενισχύουν τη συγκέντρωση και την εμπάθθυση	5 10%	15 32%	18 38%	7 14%	3 6%
Επιτρέπουν την προσωπική συμμετοχή – χειρισμό των διατάξεων από τους μαθητές	6 12%	15 32%	15 32%	11 22%	1 2%
Βελτίωση επιπέδου γνώσεων των μαθητών	5 11%	16 34%	15 32%	9 19%	2 4%
Επίτευξη διδακτικών και γνωστικών στόχων	6 13%	20 42%	14 29%	5 10%	3 6%

Επίτευξη εννοιολογικής κατανόησης	5 10%	18 38%	16 33%	7 15%	2 4%
Ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων	8 17%	15 32%	16 34%	7 15%	1 2%
Αργή ταχύτητα της συνδέσεως κατά την εκτέλεση των πειραμάτων	2 4%	11 24%	21 46%	8 18%	4 8%
Δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων	6 13%	12 24%	13 29%	14 30%	2 4%
Διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού-μαθητών	5 11%	13 27%	13 27%	10 21%	7 14%
Εξοικονόμηση χρόνου	9 19%	10 20%	15 32%	12 25%	2 4%

Πίνακας 7: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μοντελοποιήσεων (modeling)

34 εκπαιδευτικοί δεν απάντησαν σε αυτήν την ερώτηση. Να σημειωθεί ότι παρόλο που αυτή η μορφή εκτέλεσης πειραμάτων χρησιμοποιήθηκε μόνο από 3 εκπαιδευτικούς, ωστόσο απάντησαν σε αυτήν την ερώτηση αρκετοί εκπαιδευτικοί.

Επίσης, όπως φαίνεται στον Πίνακα 7, στις περισσότερες ερωτήσεις οι απαντήσεις των ερωτώμενων κυμαίνονταν σε όλες τις επιλογές του βαθμού πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων των μοντελοποιήσεων, από «πάρα πολύ» υψηλό (όπου τα ποσοστά ήταν σχετικά μικρά), «πολύ» ή «αρκετά» υψηλό (όπου τα ποσοστά ήταν μεγάλα) μέχρι «καθόλου» (όπου τα ποσοστά ήταν μέτρια).

Συγκεκριμένα, σε ό,τι αφορά την ευκολία πρόσβασης και χρήσης των λογισμικών, καθώς και χρήσης από τον μαθητή, ο οποίος μπορεί να τις εκτελέσει μόνος του στο σπίτι και να χειριστεί τις διατάξεις, το 68%, το 65% και το 64% αντίστοιχα θεωρούν ότι έχουν αυτό το πλεονέκτημα σε αρκετά μεγάλο βαθμό. Ωστόσο, κάποιιοι θεωρούν ότι έχουν αυτό το πλεονέκτημα σε μικρό βαθμό (21%, 24% και 22% αντίστοιχα) ή καθόλου (6%, 2% και 2% αντίστοιχα).

Η ανάπτυξη των ψηφιακών δεξιοτήτων και η ενίσχυση της συγκέντρωσης πετυχαίνονται σε αρκετά μεγάλο βαθμό σύμφωνα με την άποψη του 66% και του 70% των ερωτώμενων αντίστοιχα. Ωστόσο, το 15% και το 14% αντίστοιχα θεωρούν ότι πετυχαίνονται λίγο και το 2% και το 6% αντίστοιχα θεωρούν ότι δεν το πετυχαίνουν καθόλου. Παράλληλα, το ενδιαφέρον και η συμμετοχή των μαθητών καθώς και η συνεργασία μεταξύ τους ενισχύονται σε αρκετά μεγάλο βαθμό (69% και 58% αντίστοιχα), σε μικρό βαθμό (17% και 23%

αντίστοιχα) ενώ δεν ενισχύονται καθόλου σύμφωνα με την άποψη του 2% και του 4% των ερωτώμενων εκπαιδευτικών.

Η βελτίωση του επιπέδου γνώσεων των μαθητών, η επίτευξη των διδακτικών και γνωστικών στόχων καθώς και της εννοιολογικής κατανόησης πετυχαίνονται σε αρκετά μεγάλο βαθμό, σε ποσοστό 66%, 71% και 71% αντίστοιχα. Ωστόσο, το 19%, το 10% και το 15% των ερωτώμενων δήλωσαν ότι πετυχαίνονται σε μικρό βαθμό ενώ το 4%, το 6% και το 4% θεωρούν ότι δεν πετυχαίνονται καθόλου.

Η πλειοψηφία (41%) θεωρούν ότι το κόστος υλικοτεχνικής υποδομής είναι αρκετά υψηλό, ενώ το 26% το θεωρεί πολύ υψηλό, το 19% λίγο υψηλό ενώ το 8% καθόλου υψηλό.

Η αρκετά αργή ταχύτητα της συνδέσεως κατά την εκτέλεση των πειραμάτων (70%) έχει ως αποτέλεσμα την μικρή εξοικονόμηση χρόνου (29%). Ωστόσο, το 26% (κατά μέσο όρο) δήλωσαν ότι είναι λίγο έως καθόλου αργή η σύνδεση, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την αρκετά υψηλή εξοικονόμηση χρόνου (52% κατά μέσο όρο).

Επίσης, η αρκετά μεγάλη δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων (53%) επιτρέπει την αρκετά μεγάλη διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών (54%). Ωστόσο, το 34% (κατά μέσο όρο) δήλωσε ότι υπάρχει μικρή ή καθόλου δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων, η οποία επιτρέπει λίγο (21%) ή δεν επιτρέπει καθόλου (14%) τη διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών.

16. Ποια από τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζουν οι <u>Διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων ζωντανά κατά τη διάρκεια του διαδικτυακού μαθήματος (Live Interactive Demonstrations)</u> και σε ποιο βαθμό;	Πάρα πολύ	Πολύ	Αρκετά	Λίγο	Καθόλου
Ευκολία στη χρήση από τον μαθητή, μπορεί να τα εκτελέσει μόνος του στο σπίτι	2 4%	12 26%	17 37%	12 26%	3 7%
Ευκολία στην πρόσβαση και στη χρήση των λογισμικών	4 9%	13 28%	19 41%	9 20%	1 2%
Κόστος υλικοτεχνικής υποδομής	3 7%	11 24%	19 42%	9 20%	3 7%
Ενισχύουν το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών	9 20%	16 35%	16 35%	5 10%	-
Ενισχύουν τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών	6 13%	9 20%	17 37%	10 21%	4 9%

Ενισχύουν τη συγκέντρωση και την εμβάθυνση	7 16%	11 24%	19 42%	6 13%	2 5%
Επιτρέπουν την προσωπική συμμετοχή – χειρισμό των διατάξεων από τους μαθητές	4 9%	12 27%	18 40%	10 22%	1 2%
Βελτίωση επιπέδου γνώσεων των μαθητών	7 16%	14 30%	18 39%	5 11%	2 4%
Επίτευξη διδακτικών και γνωστικών στόχων	8 18%	15 33%	14 30%	7 15%	2 4%
Επίτευξη εννοιολογικής κατανόησης	5 11%	16 35%	16 35%	7 15%	2 4%
Ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων	3 7%	12 27%	18 40%	11 24%	1 2%
Αργή ταχύτητα της συνδέσεως κατά την εκτέλεση των πειραμάτων	-	11 24%	25 56%	9 20%	-
Δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων	9 21%	12 29%	11 26%	11 26%	-
Διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού-μαθητών	9 20%	11 24%	13 28%	11 24%	2 4%
Εξοικονόμηση χρόνου	13 29%	8 18%	14 31%	9 20%	1 2%

Πίνακας 8: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των διαδραστικών επιδείξεων πειραμάτων ζωντανά κατά τη διάρκεια του διαδικτυακού μαθήματος (Live Interactive Demonstrations)

36 εκπαιδευτικοί δεν απάντησαν σε αυτήν την ερώτηση. Να σημειωθεί ότι παρόλο που αυτή η μορφή εκτέλεσης πειραμάτων χρησιμοποιήθηκε μόνο από 4 εκπαιδευτικούς, ωστόσο απάντησαν σε αυτήν την ερώτηση αρκετοί εκπαιδευτικοί. Επίσης, όπως φαίνεται στον Πίνακα 8, στις περισσότερες ερωτήσεις οι απαντήσεις των ερωτώμενων κυμαίνονταν σε όλες τις επιλογές του βαθμού πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων των μοντελοποιήσεων, από «πάρα πολύ» υψηλό (όπου τα ποσοστά ήταν σχετικά μέτρια), «πολύ» ή «αρκετά» υψηλό (όπου τα ποσοστά ήταν μεγάλα) μέχρι «καθόλου» (όπου τα ποσοστά ήταν μικρά).

Συγκεκριμένα, σε ό,τι αφορά την ευκολία πρόσβασης και χρήσης των λογισμικών, καθώς και χρήσης από τον μαθητή, ο οποίος μπορεί να τις εκτελέσει μόνος του στο σπίτι και να χειριστεί τις διατάξεις, το 69%, το 63% και το 67% αντίστοιχα θεωρούν ότι έχουν αυτό το πλεονέκτημα σε αρκετά μεγάλο βαθμό. Ωστόσο, κάποιιοι θεωρούν ότι έχουν αυτό το πλεονέκτημα σε μικρό βαθμό (26%, 20% και 22% αντίστοιχα) ή καθόλου (7%, 2% και 2% αντίστοιχα).

Σε ό,τι αφορά το ενδιαφέρον και η συμμετοχή των μαθητών καθώς και η συνεργασία μεταξύ τους ενισχύονται σε αρκετά μεγάλο βαθμό (45% και 58% αντίστοιχα) ή σε πολύ μεγάλο

βαθμό (55% και 33% αντίστοιχα). Παράλληλα, η ανάπτυξη των ψηφιακών δεξιοτήτων και η ενίσχυση της συγκέντρωσης πετυχαίνονται σε αρκετά μεγάλο βαθμό σύμφωνα με την άποψη του 67% και του 66% των ερωτώμενων αντίστοιχα. Ωστόσο, το 24% και το 13% αντίστοιχα θεωρούν ότι πετυχαίνονται λίγο και το 2% και το 5% αντίστοιχα θεωρούν ότι δεν πετυχαίνουν καθόλου.

Η βελτίωση του επιπέδου γνώσεων των μαθητών, η επίτευξη των διδακτικών και γνωστικών στόχων καθώς και της εννοιολογικής κατανόησης πετυχαίνονται σε πολύ μεγάλο βαθμό, σε ποσοστό 69%, 63% και 70% αντίστοιχα. Ωστόσο, το 11%, το 15% και το 15% των ερωτώμενων δήλωσαν ότι πετυχαίνονται σε μικρό βαθμό ενώ το 4% δήλωσε για κάθε παράγοντα ότι δεν πετυχαίνεται καθόλου.

Η πλειοψηφία (42%) θεωρούν ότι το κόστος υλικοτεχνικής υποδομής είναι αρκετά υψηλό, ενώ το 24% το θεωρεί πολύ υψηλό, το 20% λίγο υψηλό ενώ το 7% καθόλου υψηλό.

Η αρκετά αργή ταχύτητα της συνδέσεως κατά την εκτέλεση των πειραμάτων (80%) έχει ως αποτέλεσμα την μικρή εξοικονόμηση χρόνου (20%). Ωστόσο, το 20% δήλωσαν ότι είναι λίγο αργή η σύνδεση, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την πολύ υψηλή εξοικονόμηση χρόνου (47% κατά μέσο όρο).

Επίσης, η αρκετά μεγάλη δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων (55%) επιτρέπει την αρκετά μεγάλη διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών (52%). Ωστόσο, το 26% δήλωσε ότι υπάρχει μικρή δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων, η οποία επιτρέπει λίγο (24%) ή δεν επιτρέπει καθόλου (4%) τη διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών.

Σημερινή κατάσταση

17. Συνεχίζετε να αξιοποιείτε σήμερα τις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων που χρησιμοποιήσατε την περίοδο της πανδημίας Covid-19;

82 απαντήσεις



Γράφημα 10: Συχνότητα αξιοποίησης σήμερα των μορφών εκτέλεσης πειραμάτων που χρησιμοποιήθηκαν την περίοδο της πανδημίας Covid-19

Στην τελευταία θεματική ενότητα που αφορά την *σημερινή κατάσταση*, και συγκεκριμένα τη συχνότητα αξιοποίησης σήμερα των μορφών εκτέλεσης πειραμάτων που χρησιμοποίησαν την περίοδο της πανδημίας Covid-19 (Γράφημα 10), οι περισσότεροι (28) εκπαιδευτικοί (ποσοστό 34,1%) δήλωσαν ότι συνεχίζουν να τις αξιοποιούν σήμερα μερικές φορές (1 φορά το δίμηνο τουλάχιστον), ενώ αρκετοί (22 εκπαιδευτικοί, ποσοστό 26,8%) δεν συνεχίζουν να τις αξιοποιούν καθόλου. Λίγοι (13) εκπαιδευτικοί (ποσοστό 15,9%) τις χρησιμοποιούν σπάνια (1 φορά το τρίμηνο και σπανιότερα) ενώ 10 εκπαιδευτικοί (ποσοστό 12,2%) τις χρησιμοποιούν πολύ συχνά (1 φορά την εβδομάδα ή και συχνότερα) και 9 (ποσοστό 11%) τις χρησιμοποιούν συχνά (1 φορά το μήνα τουλάχιστον).

Ερωτήσεις ανοιχτού τύπου

18. Ποια εκτιμάτε ότι είναι τα θετικά αποτελέσματα που άφησε η περίοδος της πανδημίας Covid-19 στην διδακτική των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στη διδακτική των πειραμάτων;

Στην ερώτηση 18 που είναι ανοιχτού τύπου και αφορά την άποψη των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών σχετικά με τα θετικά αποτελέσματα που άφησε η περίοδος της

πανδημίας Covid-19 στην διδακτική των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στη διδακτική των πειραμάτων, αναφέρθηκαν οι παρακάτω εκτιμήσεις. Η ανάλυσή τους γίνεται μετά από ομαδοποίηση των απαντήσεων με τον καλύτερο δυνατό τρόπο με βάση κοινά στοιχεία.

Ένα θετικό στοιχείο που ανέφεραν πολλοί εκπαιδευτικοί είναι η ενσωμάτωση των Τ.Π.Ε. στη διδακτική πρακτική και η ουσιαστική χρήση τους στην εκπαίδευση. Η επιτακτική ανάγκη να χρησιμοποιήσουν οι εκπαιδευτικοί τις νέες τεχνολογίες προκειμένου να πραγματοποιήσουν την εξ αποστάσεως διδασκαλία των μαθημάτων τους οδήγησε στην αξιοποίηση μέσων που δεν χρησιμοποιούσαν πριν και τους βοήθησε να εξοικειωθούν με τα ψηφιακά εργαλεία, τα λογισμικά και τις πλατφόρμες σύγχρονης (webex) και ασύγχρονης (e-class και e-me) εκπαίδευσης, εκμεταλλευόμενοι τις δυνατότητες που παρέχουν. Η αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ό,τι στην τάξη τους οδήγησε στη διερεύνηση της χρήσης τους και στη βελτίωσή της, στην ανάπτυξη των γνώσεων χρήσης του Η/Υ στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και στην αναζήτηση ποικιλίας τρόπων παρουσίασης και προσέγγισης των φυσικών φαινομένων. Έτσι, «εκπαιδευτικοί και μαθητές έγιναν καλοί χρήστες διαδραστικών εφαρμογών, διαδικτύου και ψηφιακών βοηθημάτων για εκπαιδευτικούς σκοπούς».

Επιπλέον, ανακαλύφθηκαν και αξιοποιήθηκαν νέες μέθοδοι διδασκαλίας και εισήχθησαν καλές πρακτικές που βασίζονται στη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών στη διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών. Αυτοί οι νέοι τρόποι διδασκαλίας συμβάλλουν στην διαδραστικότητα του μαθήματος και στην προσωπική επαφή με κάθε μαθητή μέσω των εργασιών που στέλνει και της ανατροφοδότησης που λαμβάνει από τον καθηγητή στις πλατφόρμες εκπαίδευσης e-class και e-me.

Με την εισαγωγή των πειραμάτων κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας και τη χρησιμοποίηση ψηφιακών μέσων για τη διεξαγωγή τους οι εκπαιδευτικοί συνειδητοποίησαν ότι «το εργαστήριο δια ζώσης δεν είναι μονόδρομος». Η εμπειρία που αποκτήθηκε στα διαδικτυακά πειράματα και η εξοικείωση με τις εξ αποστάσεως μεθόδους διεξαγωγής πειραμάτων, τα apps web tools και τις πλατφόρμες οδήγησαν σε μια «διαφορετική προσέγγιση της διαδικασίας διδασκαλίας με ομαδοποίηση των μαθητών για να κρατηθεί το ενδιαφέρον τους και με λιγότερη διάλεξη».

Επίσης, «χρησιμοποιήθηκαν applets, video-πειράματα, εικονικά εργαστήρια και γενικότερα αξιοποιήθηκε υλικό για ό,τι δεν μπορεί με ευκολία να γίνει σε φυσικό εργαστήριο και έγινε

επίδειξη πειραμάτων που δεν υπήρχε δυνατότητα να πραγματοποιηθούν». Εξάλλου, για τα σχολικά εργαστήρια που δεν είναι σωστά εξοπλισμένα, «τα πειράματα με προσομοίωση ήταν πολύ ενδιαφέροντα και βολικά ώστε να αξιοποιηθεί η θεωρία στην πράξη και να γίνει καλύτερη κατανόηση της ύλης».

Επιπρόσθετα, δημιουργήθηκε μεγάλος αριθμός βιντεοσκοπημένων πειραμάτων που μπορούν να αξιοποιηθούν και μέσα στην τάξη και έγινε συγκέντρωση, κατασκευή και δημιουργία υλικού, το οποίο στη συνέχεια οργανώθηκε και ψηφιοποιήθηκε. Παράλληλα, αξιοποιήθηκε και το ήδη υπάρχον ψηφιακό υλικό με πειράματα και προσομοιώσεις πειραμάτων.

Επιπλέον, η χρήση του διαδικτυακού πειράματος και η προσπάθεια των περισσότερων μαθητών για ενασχόληση με τις προσομοιώσεις σε browser (seilias, phet κ.α.) τους βοήθησε να γνωρίσουν πληθώρα από πειραματικές διατάξεις και να έχουν καλύτερη συνεργασία μεταξύ τους. Παράλληλα, οι μαθητές συνέχισαν να έχουν μια επαφή με το πραγματικό πείραμα. Όπως ανέφερε ένας/μία εκπαιδευτικός, «ασχολήθηκαν τα παιδιά στο σπίτι και εκτέλεσαν εύκολα πειράματα. Χάρηκαν που κατάφεραν να φέρουν το πείραμα εις πέρας μόνοι τους και η όρεξη τους για τα πειράματα της Φυσικής αυξήθηκε κατακόρυφα».

Τέλος, η ανάπτυξη νέων μεθόδων για την εξ αποστάσεως διδασκαλία, ο πειραματισμός με διάφορες τεχνικές και η εξερεύνηση του τρόπου με τον οποίο μπορούν να αξιοποιηθούν οι μορφές εκτέλεσης πειραμάτων οδήγησαν στη διευκόλυνση και στη βελτίωση της διδασκαλίας. Επιπλέον, ανακαλύφθηκαν νέες τεχνολογίες και εξερευνήθηκαν νέες τεχνικές που έχουν εφαρμογή και στη δια ζώσης διδασκαλία. Όπως αναφέρει χαρακτηριστικά ένας/μία εκπαιδευτικός, «περισσότεροι (από πριν) εκπαιδευτικοί χρησιμοποίησαν ψηφιακά εργαλεία στην εκπαιδευτική διαδικασία. Αρκετοί από αυτούς ανακάλυψαν και εκπαιδεύτηκαν στις διαδραστικές προσομοιώσεις και τα εικονικά εργαστήρια για την οπτικοποίηση εννοιών και συνεχίζουν να τα χρησιμοποιούν και σήμερα».

Ωστόσο, παρόλο που η ερώτηση αφορούσε τα θετικά στοιχεία των μορφών εκτέλεσης πειραμάτων, ένας/μία εκπαιδευτικός απάντησε ότι άφησε «ελάχιστα θετικά διότι τα περισσότερα παιδιά δεν είχαν πρόσβαση σε δίκτυο ούτε συσκευές» και 12 εκπαιδευτικοί απάντησαν ότι θεωρούν πως δεν άφησε κανένα θετικό αποτέλεσμα, καθώς «η Φυσική χωρίς άμεση επαφή με δάσκαλο που εμπνέει και παρακινεί είναι κενή ώρα», όπως αναφέρει ένας/μία εκπαιδευτικός. Ακόμα, αναφέρθηκε ότι «συνειδητοποιήσαμε πως τίποτα δεν μπορεί να υποκαταστήσει το ζωντανό μάθημα με την ενεργή συμμετοχή των μαθητών» και «η δια

ζώσης εμπειρία δεν αντικαθίσταται από την εξ αποστάσεως ιδιαίτερα στα πλαίσια της πειραματικής διδασκαλίας». Τέλος, τέσσερις εκπαιδευτικοί δεν έδωσαν καμία απάντηση.

19. Ποια εκτιμάτε ότι είναι τα αρνητικά αποτελέσματα που άφησε η περίοδος της πανδημίας Covid-19 στην διδακτική των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στη διδακτική των πειραμάτων;

Στην ερώτηση 19 που είναι ανοιχτού τύπου και αφορά την άποψη των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών σχετικά με τα αρνητικά αποτελέσματα που άφησε η περίοδος της πανδημίας Covid-19 στην διδακτική των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στη διδακτική των πειραμάτων, ακολουθήθηκε η παραπάνω διαδικασία στην ανάλυση και παρουσίαση των απαντήσεων.

Ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα που διαπίστωσαν οι εκπαιδευτικοί είναι το γεγονός ότι «δεν υπήρχαν δια ζώσης φυσικά πειράματα σε πραγματικό περιβάλλον ώστε οι μαθητές να αντιληφθούν τι γίνεται στην πραγματικότητα» και «η απουσία από το χώρο του εργαστηρίου που είναι ο φυσικός χώρος διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών» οδήγησε στον αποσυντονισμό και την απομάκρυνση των μαθητών αλλά και των εκπαιδευτικών από το φυσικό περιβάλλον μάθησης, αφού χάθηκε προσωρινά η επαφή με το πραγματικό εργαστήριο και τα υλικά. Ένας/μια εκπαιδευτικός διαπίστωσε ότι «τα παιδιά έφτασαν στο λύκειο χωρίς να είχαν πιάσει και δει από κοντά ποτέ μικροσκόπια και αλλά όργανα εργαστηρίου» τονίζοντας ότι «η φυσική επαφή και αναγνώριση με τα όργανα και τον εξοπλισμό είναι αναντικατάστατη» και «η δια ζώσης εμπλοκή των μαθητών με «πραγματικές» πειραματικές διατάξεις είναι απαραίτητη για την κατανόηση του φυσικού κόσμου και δεν αντισταθμίζεται με εικονικά πειράματα και προσομοιώσεις».

Επιπλέον, «όλα είναι μαγνητοσκοπημένα ή εικονικά χωρίς την ενεργό συμμετοχή των μαθητών». Συνεπώς δεν υπήρχε άμεση επαφή των μαθητών με τα υλικά του εργαστηρίου και δεν χρησιμοποίησαν τα ίδια τα παιδιά πειραματικές διατάξεις. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα «την έλλειψη ανάπτυξης πειραματικών δεξιοτήτων αλληλεπίδρασης και αυτενέργειας των μαθητών, τη δυσκολία ή έλλειψη συνεργασίας μεταξύ τους για την επίτευξη ενός στόχου» καθώς και τη δυσκολία αμεσότητας, συγκέντρωσης και εμβάθυνσης. Ακόμα και στις περιπτώσεις που εκτέλεσαν πειράματα στο σπίτι, «αυτά ήταν προσαρμοσμένα στα υλικά του κάθε σπιτιού με αποτέλεσμα να υπάρχει μικρό εύρος εφαρμογής».

Εξάλλου, «η απουσία ζωντανών και άμεσων πειραμάτων οδήγησε στην μείωση της συνεργατικότητας μεταξύ των μαθητών, παρατηρήθηκε μικρότερος ενθουσιασμός κατά την διενέργεια των πειραμάτων και σαφώς μικρότερη εννοιολογική κατανόηση των διαδικασιών, ως αποτέλεσμα της μη ύπαρξης hands on science πειραμάτων». Δυο εκπαιδευτικοί, μάλιστα, ανέφεραν ότι «ουσιαστικά δεν έγιναν πειράματα, ούτε μετωπικά, ούτε καν επίδειξης!». Επομένως, όπως συμπέρανε ένας/μία εκπαιδευτικός, «η διδακτική των πειραμάτων πρέπει να γίνεται δια ζώσης είτε πρόκειται για πειράματα μέσω εφαρμογών είτε για πειράματα που πραγματοποιούνται στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών».

Επιπρόσθετα, η εξ αποστάσεως μάθηση δεν μπορούσε να αφυπνίσει πάρα μόνο μικρό ποσοστό μαθητών, ενώ παράλληλα υπήρξε «μεγάλη δυσκολία να προκληθεί το ενδιαφέρον των μαθητών και να εφαρμοστεί εργαστηριακά ένα θέμα». Η μη συμμετοχή όλων των μαθητών, η έλλειψη ενδιαφέροντος, σε συνδυασμό με τον φόβο και την ανασφάλεια για το καινούργιο οδήγησε στην αύξηση της παθητικής στάσης των μαθητών καθώς και σε «μεγάλες ελλείψεις στην κατανόηση και αφομοίωση της ύλης και σε ελλειψείς και ασύνδετες γνώσεις». Οι μαθητές «μάθανε ελάχιστα πράγματα στις θετικές επιστήμες κατά τη διάρκεια της τηλεεκπαίδευσης» και «έμειναν με πολλά γνωστικά κενά, ειδικά εκείνοι με μαθησιακές δυσκολίες».

Αναφέρθηκε επίσης ότι «τα παιδιά δυσκολεύονται να παρακολουθήσουν οτιδήποτε. Στο εργαστήριο δεν έχουν ούτε τις πιο απλές δεξιότητες. Α γυμνασίου φέτος και μέχρι το τέλος κάποιοι μαθητές δυσκολεύονται να μετρήσουν με μεζούρα». Παρατηρήθηκε ακόμα «γενικά για τη Φυσική, αδυναμία ολοκληρωμένης και προσεκτικής ανάγνωσης εκφωνήσεων» και «δυσκολία στην επίλυση απλών ασκήσεων». Δυστυχώς λοιπόν, η «πανδημία δημιούργησε μια φουρνιά με μηδενικό μαθηματικό και επιστημονικό τρόπο σκέψης. Τα παιδιά αυτά δυστυχώς σε σχέση με τα προηγούμενα είναι παιδαγωγικά κυρίως στα θετικά αμόρφωτα».

Συνοπτικά, ένας/μία εκπαιδευτικός διαπίστωσε ότι «σίγουρα ένα τέτοιο εγχείρημα απαιτεί πάρα πολύ χρόνο, διάθεση και οργάνωση από τον εκπαιδευτικό για να πραγματοποιήσει μια εξ αποστάσεως διδασκαλία, χωρίς κανένα οικονομικό κίνητρο. Επιπλέον υπάρχει δυσκολία εκτέλεσης πραγματικών πειραμάτων από μαθητές που δεν είναι εξοικειωμένοι με κάτι τέτοιο. Στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση ο καθηγητής δεν έχει πλήρη εικόνα της ανταπόκρισης του μαθητή και χρειάζεται να δημιουργήσει τεστ τύπου polling / google forms για να καταλάβει αν έχουν επιτευχθεί οι εκπαιδευτικοί στόχοι. Και όλα αυτά με την

προϋπόθεση ότι υπάρχει δίκαιη και απρόσκοπτη πρόσβαση όλων των μαθητών στο εξ αποστάσεως μάθημα».

Επιπλέον, ο έλεγχος του βαθμού εμπλοκής των μαθητών ήταν πολύ δύσκολος, καθώς «η παρακολούθηση των πειραμάτων και η ενασχόληση των μαθητών με αυτά εξαρτιόταν από την διακριτική ευχέρεια αυτών». Παράλληλα, υπήρχαν περιπτώσεις που η συχνή κακή ταχύτητα του Διαδικτύου κούρασε και τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς που θεώρησαν την όλη διαδικασία «χάσιμο χρόνου». Η γενικότερη αδιαφορία και απροθυμία τόσο για τα μαθήματα, όσο και για τα πειράματα, η αίσθηση τεμπελιάς και απομόνωσης, η άρνηση των μαθητών να γράφουν και να διαβάζουν από τα κλασικά βιβλία είναι μερικά από τα αρνητικά αποτελέσματα της εξ αποστάσεως διδασκαλίας των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών.

Επιπλέον, η έλλειψη οπτικής και κυρίως διαπροσωπικής επαφής μεταξύ των μαθητών και μεταξύ του εκπαιδευτικού και των μαθητών, η οποία καθιστούσε την επικοινωνία ελάχιστη είχε ως αποτέλεσμα να περιοριστεί ή/και να χαθεί η μεταξύ τους αλληλεπίδραση. «Η επανάκτησή της θα χρειαστεί περισσότερο χρόνο απ'ό,τι αρχικά πιστεύαμε. Έτσι προκαλούνται δυσλειτουργίες στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών, των πειραμάτων αλλά και γενικότερα στην εκπαίδευση».

Τέλος, παρατηρήθηκε «δυσκολία αλλαγής των μαθημάτων με χρήση νέων καινοτόμων τεχνολογιών γιατί δεν υπήρξε καμία καθοδήγηση και ό,τι υλοποιήθηκε οφείλεται στη προσωπική προσπάθεια, επακόλουθα λάθη από τη χρήση νέων μεθόδων χωρίς επίβλεψη ανατροφοδότηση και καθοδήγηση από παιδαγωγική ομάδα επιστημόνων».

Μόνο ένας/μια εκπαιδευτικός είπε ότι υπήρχαν «ελάχιστα αρνητικά σημεία, μόνο από αδιάφορους μαθητές» ενώ τέσσερις εκπαιδευτικοί δεν έδωσαν καμία απάντηση ή απάντησαν ότι δεν έχουν άποψη.

5.2. Συνοπτική αποτίμηση των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας

Οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών την περίοδο της πανδημίας Covid-19 βρέθηκαν στην πρωτόγνωρη κατάσταση να διδάξουν εξ αποστάσεως τα μαθήματα της ειδικότητάς τους και να αξιοποιήσουν και μορφές εκτέλεσης πειραμάτων που ενδεχομένως δεν γνώριζαν ή δεν είχαν χρησιμοποιήσει πριν.

Είναι πολύ θετικό το γεγονός ότι οι περισσότεροι παρακολούθησαν κάποιο σεμινάριο ή επιμόρφωση σχετικά με την εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, κάτι που τους βοήθησε να ανταπεξέλθουν όσο γινόταν ικανοποιητικά στις απαιτήσεις της νέας αυτής πραγματικότητας. Έτσι, διέθεταν κάποιες στοιχειώδεις ικανότητες για να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά τις νέες τεχνολογίες και τις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

Πιθανόν αυτός να είναι ο λόγος που κάποιοι εκπαιδευτικοί απάντησαν και σε μερικές ερωτήσεις που αφορούσαν μορφές εκτέλεσης πειραμάτων που δεν είχαν χρησιμοποιήσει, παρόλο που στις οδηγίες αναφερόταν με σαφή τρόπο να απαντήσουν μόνο για όσες έχουν χρησιμοποιήσει. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στο γεγονός ότι γνώριζαν τα θετικά και τα αρνητικά χαρακτηριστικά τους, από σχετικό σεμινάριο ή επιμόρφωση που παρακολούθησαν. Από την έρευνα δεν προκύπτουν οι λόγοι για τους οποίους δεν τις αξιοποίησαν.

Σε γενικές γραμμές, η αξιοποίηση ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων ως καλών πρακτικών είχε θετική επίδραση στο νέο τρόπο εξ αποστάσεως διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών από τους εκπαιδευτικούς, παρόλες τις δυσκολίες που τυχόν αντιμετώπισαν, ειδικά στην αρχή. Για το λόγο αυτό αρκετοί εκπαιδευτικοί συνεχίζουν να αξιοποιούν σήμερα κάποιες από αυτές τις μορφές, μερικές φορές ή ακόμα και συχνά, ενώ λίγοι είναι αυτοί που δεν τις χρησιμοποιούν καθόλου.

Σε ό,τι αφορά τους ποικίλους τρόπους πειραματισμού, πρέπει να σημειωθεί ότι κάθε ένας δεν αποκλείει τον άλλον. Σύμφωνα με παλαιότερες και πιο πρόσφατες έρευνες, η συνεργατική συμμετοχή των εκπαιδευομένων σε διάφορες μορφές εργαστηριακής άσκησης επιτρέπει την καλύτερη δυνατή εμπλοκή τους στη διαδικασία μάθησης (Δίντσιος, 2018). Μερικές από τις αναφερόμενες μελέτες που υποστηρίζουν αυτήν την άποψη είναι οι εργασίες των Huppert, Lomask & Lazarowitz (2002), Zacharia, Olympiou & Papaevripidou (2008), Swan & O'Donnell (2009), Jaakkola, Nurmi & Veermans (2011), Olympiou & Zacharia (2012), και De Jong, Linn & Zacharia (2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Συμπεράσματα - Συζήτηση

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την παρούσα έρευνα σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν και γίνεται συσχέτιση των ευρημάτων της έρευνας με τα θεωρητικά δεδομένα και τους προβληματισμούς που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία. Στη συνέχεια αναφέρονται οι περιορισμοί που αντιμετωπίστηκαν κατά τη διεξαγωγή της έρευνας. Τέλος, προτείνονται πιθανές κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα πάνω στο θέμα που εξετάστηκε και παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές.

6.1. Συμπεράσματα με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, και με βάση τη σχετική με το θέμα βιβλιογραφία, οι εκπαιδευτικοί αξιοποίησαν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο καλές πρακτικές και ποικίλες μορφές εκτέλεσης πειραμάτων με σκοπό την καλύτερη οργάνωση και ποιότητα της εξ αποστάσεως πειραματικής διδασκαλίας, τη διαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού καθώς και την εποικοδομητική επικοινωνία με τους μαθητές.

Όσον αφορά τα ερευνητικά ερωτήματα, τα αποτελέσματα της έρευνας κατέδειξαν τα παρακάτω:

Σε ό,τι αφορά το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, σχετικά με τις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων που αξιοποίησαν οι εκπαιδευτικοί ως καλές πρακτικές στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση την περίοδο της πανδημίας Covid-19, διαπιστώθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί τις χρησιμοποίησαν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Κάποιες αξιοποιήθηκαν περισσότερο, κάποιες λιγότερο, αλλά όλες ήταν χρήσιμες και αποτελεσματικές.

Συγκεκριμένα, πολλοί εκπαιδευτικοί χρησιμοποίησαν τα βιντεοσκοπημένα πειράματα (Youtube) και τις προσομοιώσεις πειραμάτων (Applets). Δημιουργήθηκε ένας μεγάλος αριθμός βιντεοσκοπημένων πειραμάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε στην τάξη είτε διαδικτυακά. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε συγκέντρωση, κατασκευή και δημιουργία

ψηφιακού υλικού, το οποίο οργανώθηκε και ψηφιοποιήθηκε. Ταυτόχρονα, αξιοποιήθηκε και το ήδη υπάρχον ψηφιακό υλικό που περιλαμβάνει πειράματα και προσομοιώσεις πειραμάτων στα ΕΚΦΕ της χώρας, όπως προτείνουν ο Δελιακίδης (2021) και ο Λάζος (2021).

Τα εικονικά εργαστήρια - ψηφιακές διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων (Virtual Labs) και τα διαδραστικά βίντεο (Interactive Videos) αξιοποιήθηκαν επίσης από αρκετούς εκπαιδευτικούς. Τα εικονικά εργαστήρια παρέχουν λειτουργίες, ρυθμίσεις και δυνατότητες χειρισμού που σε ένα πραγματικό περιβάλλον δεν θα ήταν εφικτές και ενισχύουν τις επιστημονικές δεξιότητες των μαθητών, ιδιαίτερα στους τομείς της πρόβλεψης και της μέτρησης, όπως προτείνουν οι Usman, Suyanta & Huda (2021). Παράλληλα, η χρήση εργαλείων που παρέχουν διάφορες λειτουργίες και επιλογές για τη δημιουργία διαδραστικών βίντεο, προσφέρουν ευκαιρίες για την εμπλοκή των μαθητών και τη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, όπως προτείνουν και οι Λακμέτα-Γκανέτσιου, Στοφόρου & Ταγκαλάκη (2021).

Ωστόσο, λίγοι εκπαιδευτικοί χρησιμοποίησαν τα πειράματα στο σπίτι με απλά υλικά και χρήση εφαρμογών των smartphones (Home Experimentation), παρόλο που θεωρούν ότι είναι μια καλή πρακτική για τον ατομικό πειραματισμό των μαθητών, όπως προτείνουν και οι Tzamalīs et al. (2021) και ο Λάζος (2021). Επίσης, πολύ λίγοι εκπαιδευτικοί εκμεταλλεύτηκαν τις δυνατότητες που παρέχουν οι διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων ζωντανά κατά τη διάρκεια του διαδικτυακού μαθήματος (Live Interactive Demonstrations), οι μοντελοποιήσεις (Modeling) και τα πραγματικά πειράματα από απόσταση ή Τηλεεργαστήρια (Remote Labs), παρόλο που έχουν πολλά οφέλη τόσο για τους μαθητές όσο και για τα θεσμικά όργανα, όπως αναφέρει ο Τσέλιος (2016) και καθιστούν την κατανόηση του φυσικού κόσμου πιο απλή, όπως διαπιστώνουν ο Κρητικός (2009) και οι Babinčáková & Bernard (2020).

Τέλος, υπήρχαν και κάποιοι εκπαιδευτικοί που δεν χρησιμοποίησαν καμία μορφή εκτέλεσης πειραμάτων στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς τους.

Σε ό,τι αφορά το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, σχετικά με την αποτίμηση από μέρους των εκπαιδευτικών της χρήσης των ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων ως καλών πρακτικών στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση την περίοδο της πανδημίας Covid-19, διαπιστώθηκε γενικά μια

θετική στάση των εκπαιδευτικών, παρόλες τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν στην εφαρμογή τους.

Συγκεκριμένα, σχεδόν για όλες τις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων που αξιοποιήθηκαν από τους εκπαιδευτικούς, το σημαντικότερο πλεονέκτημα ήταν, με βάση την έρευνα, η μεγάλη ευκολία στην πρόσβαση από οπουδήποτε και οποτεδήποτε, όπως αναφέρουν ο Κασαράκης (2020) και οι Usman, Suyanta & Huda (2021).

Επιπλέον, η ευκολία στη χρήση των λογισμικών που χρησιμοποιούνται για την εκτέλεσή τους είτε στο διαδικτυακό μάθημα από τον εκπαιδευτικό είτε στο σπίτι από το μαθητή συμφωνεί με τις διαπιστώσεις του Ζαφειριάδη (2014) σχετικά με τη χρήση των προσομοιώσεων, των Taramopoulos, Psillos & Hatzikraniotis (2012) σχετικά με τη χρήση των εικονικών εργαστηρίων και των Kateris et al. (2020) σε σχέση με τα πειράματα στο σπίτι.

Επιπρόσθετα, διαπιστώθηκε ότι όλες οι μορφές εκτέλεσης πειραμάτων, άλλες περισσότερο, άλλες λίγο λιγότερο, συμβάλλουν στην επίτευξη διδακτικών και γνωστικών στόχων, ενώ παράλληλα βελτιώνουν το επίπεδο γνώσεων των μαθητών και την εννοιολογική κατανόηση. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με τις απόψεις του Νταϊλιάνη (2021) και των Jimoyiannis & Komis (2001), ότι τα εικονικά εργαστήρια συμβάλλουν στην επίτευξη των διδακτικών στόχων και στην πληρέστερη κατανόηση των σύνθετων εννοιών των Φυσικών Επιστημών και προσαρμόζονται εύκολα στις διδακτικές ανάγκες της εκάστοτε τάξης, καθιστώντας τη διδασκαλία πιο αποτελεσματική και αποδοτική. Η ευκολότερη κατάκτηση της γνώσης από μέρους των μαθητών καθώς και η όξυνση της κρίσης τους μέσα από την εφαρμογή στην πράξη των θεωρητικών τους γνώσεων είναι το ζητούμενο σε κάθε μαθησιακή διαδικασία.

Σε ό,τι αφορά την προσωπική συμμετοχή και το χειρισμό των διατάξεων από τους ίδιους τους μαθητές, κάποιες μορφές εκτέλεσης πειραμάτων (όπως τα πειράματα στο σπίτι με απλά υλικά και χρήση εφαρμογών των smartphones και οι προσομοιώσεις) ενίσχυσαν σε μεγάλο βαθμό αυτή τη δυνατότητα, άποψη που συνάδει με τη θέση των Tzamalidis et al. (2021) σχετικά με τον ατομικό πειραματισμό των μαθητών. Ωστόσο, αναφορικά με τη χρήση των διαδραστικών επιδείξεων πειραμάτων ζωντανά κατά τη διάρκεια του διαδικτυακού μαθήματος, αρκετοί εκπαιδευτικοί διαπίστωσαν ότι οι μαθητές δεν ανέπτυξαν σε μεγάλο βαθμό χειρωνακτικές εργαστηριακές δεξιότητες, κάτι που επιβεβαιώνει την άποψη των

Babinčáková & Bernard (2020) σχετικά με τα μειονεκτήματα αυτής της μορφής εκτέλεσης πειραμάτων. Το ίδιο διαπιστώθηκε και για τα απομακρυσμένα εργαστήρια, για τα οποία ο Μπολανάκης (2026) αναφέρει ότι οι μαθητές δεν αναπτύσσουν δεξιότητες σχεδιασμού των πειραμάτων.

Επίσης, διαπιστώθηκε ότι η χρήση των περισσότερων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων ενισχύει πολύ το ενδιαφέρον, τη συγκέντρωση και τη συμμετοχή των μαθητών στο μάθημα (όπως τα διαδραστικά βίντεο, τα εικονικά εργαστήρια και οι προσομοιώσεις), καθιστώντας τη διδασκαλία πιο ευχάριστη, όπως επισημαίνει και ο Νταϊλιάνης (2021), με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη αλληλεπίδραση και πιο ενεργό συμμετοχή των μαθητών στη μελέτη του διδακτικού αντικειμένου. Στην ίδια κατεύθυνση, οι Babinčáková & Bernard (2020) αναφέρουν για τις διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων ζωντανά κατά τη διάρκεια του διαδικτυακού μαθήματος ότι αυτή η προσέγγιση έκανε τα μαθήματα πιο ενδιαφέροντα και ελκυστικά για τους μαθητές.

Ωστόσο, συμφωνώντας με τη θέση των Λακμέτα-Γκανέτσιου, Στοφόρου & Ταγκαλάκη (2021) για τη χρήση των διαδραστικών βίντεο, αρκετοί εκπαιδευτικοί δήλωσαν ότι μερικές φορές με τη χρήση κάποιων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων υπάρχει πιθανότητα μείωσης ή χαλάρωσης της προσοχής και του ενδιαφέροντος των μαθητών λόγω μονοτονίας της παρουσίασης ή της έλλειψης αρκετής διαδραστικότητας.

Αναφορικά με τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών, τα αποτελέσματα της έρευνας επιβεβαιώνουν τη θέση του Δίντσιου (2018), ότι σε ό,τι αφορά τους ποικίλους τρόπους πειραματισμού, η συνεργατική συμμετοχή των εκπαιδευομένων σε διάφορες μορφές εργαστηριακής άσκησης επιτρέπει την καλύτερη δυνατή εμπλοκή τους στη διαδικασία μάθησης. Εξάλλου, ακολουθώντας το γενικό πλαίσιο που περιγράφει ο Παππάς (2021), οι διάφορες μορφές εκτέλεσης πειραμάτων όπως οι προσομοιώσεις, ενθαρρύνουν σε μεγάλο βαθμό την απόκτηση ψηφιακών δεξιοτήτων και προάγουν τη δημιουργικότητα και τη συνεργατικότητα, συμβάλλοντας στην εξατομικευμένη, συνεργατική, ανακαλυπτική και βιωματική μάθηση των μαθητών.

Επιπλέον, ενώ τις περισσότερες φορές η χρήση των περισσότερων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων βοηθάει στην εξοικονόμηση χρόνου, καθώς έχουν υψηλή ταχύτητα στην εφαρμογή τους, όπως αναφέρει ο Δελιακίδης (2021) για τα εικονικά πειράματα, ωστόσο, όπως αναφέρει ο ίδιος, ο χρόνος που απαιτείται για τη διεξαγωγή των εικονικών πειραμάτων δεν είναι πάντοτε επαρκής, με αποτέλεσμα να χρειάζονται συνήθως δύο διδακτικές ώρες.

Αναφορικά με τη διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών, παρόλο που κάποιο εκπαιδευτικοί έχουν δηλώσει ότι ενισχύεται αρκετά με τη χρήση των ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων, ωστόσο υπάρχει ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό που δήλωσαν ότι επιτυγχάνεται λίγο. Ανάλογο προβληματισμό συγκεκριμένα για τη χρήση διαδραστικών επιδείξεων πειραμάτων ζωντανά κατά τη διάρκεια του διαδικτυακού μαθήματος διατυπώνουν οι Babinčáková & Bernard (2020), αναφέροντας ότι χάθηκε η άμεση επαφή των εκπαιδευτικών με τους μαθητές τους, κάτι που προκάλεσε μια λιγότερο αποτελεσματική συζήτηση. Στην ίδια κατεύθυνση οι Γιαννέλος & Πολάτογλου (2015) διαπιστώνουν ότι στις περιπτώσεις απομακρυσμένης πρόσβασης σε εργαστηριακό εξοπλισμό υπάρχει έλλειψη άμεσης αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών και του διδάσκοντα και περιορίζεται η οπτική επαφή με τον εργαστηριακό εξοπλισμό, κάτι που μπορεί να έχει αντίκτυπο στην πλήρη κατανόηση του πειράματος από μέρους των μαθητών.

Τέλος, οι απόψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με το κόστος υλικοτεχνικής υποδομής κυμαίνονταν από «καθόλου υψηλό» μέχρι «πάρα πολύ υψηλό», σε συμφωνία με τη θέση του Δελιακίδη (2021), ότι τα εικονικά εργαστήρια έχουν υψηλή ποιότητα, υψηλή ταχύτητα στην εφαρμογή τους και είναι οικονομικά συμφέροντα και τη θέση του Παππά (2021), ο οποίος αναφέρει ότι οι προσομοιώσεις κάποιες φορές απαιτούν αρκετό χρόνο για την ανάπτυξή τους και συνεπώς υψηλό κόστος.

Σε ό,τι αφορά το τρίτο ερευνητικό ερώτημα, σχετικά με τη συχνότητα με την οποία οι εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών συνεχίζουν να αξιοποιούν και σήμερα στη διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς τους στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση τις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων που αξιοποίησαν την περίοδο της πανδημίας Covid-19, διαπιστώθηκε μια θετική στάση σε αρκετά μεγάλο βαθμό, χωρίς να λείπουν, φυσικά και οι περιπτώσεις όπου υπήρχε αρνητική στάση από μέρους των εκπαιδευτικών.

Συγκεκριμένα, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί δήλωσαν ότι συνεχίζουν να αξιοποιούν σήμερα μερικές φορές (1 φορά το δίμηνο τουλάχιστον) τις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων που χρησιμοποίησαν την περίοδο της πανδημίας Covid-19 ενώ λίγοι είναι οι εκπαιδευτικοί που τις χρησιμοποιούν συχνά (1 φορά το μήνα τουλάχιστον) ή πολύ συχνά (1 φορά την εβδομάδα ή και συχνότερα). Ωστόσο, υπάρχουν και μερικοί εκπαιδευτικοί που συνεχίζουν να τις χρησιμοποιούν σπάνια ή και καθόλου.

Η σχετικά θετική στάση αυτή των εκπαιδευτικών σχετικά με την αξιοποίηση των μορφών εκτέλεσης πειραμάτων τη σημερινή εποχή θα μπορούσε να οφείλεται στο γεγονός ότι καθώς πολλοί εκπαιδευτικοί αναγκάστηκαν να χρησιμοποιήσουν ψηφιακά εργαλεία στην

εκπαιδευτική διαδικασία, ανακάλυψαν και εκπαιδεύτηκαν στη χρήση των μορφών εκτέλεσης πειραμάτων. Όσοι τα θεώρησαν αποτελεσματικά στη διδασκαλία και δεν δυσκολεύτηκαν στην εφαρμογή τους, συνεχίζουν να τα χρησιμοποιούν και σήμερα.

Η αρνητική στάση πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι κάποιοι εκπαιδευτικοί δυσκολεύτηκαν στην εφαρμογή τους, ή δεν είχαν την απαραίτητη στήριξη και την ανταπόκριση από τους μαθητές τους. Συνεπώς, σε συνδυασμό και με την πίεση της διδακτέας ύλης, η οποία σύμφωνα με τον Δελικιάρη (2021) επηρεάζει την σωστή διαχείριση του χρόνου για την παρουσίαση των πειραμάτων, δίστασαν να τα αξιοποιήσουν και στη διαζώση διδασκαλία, στις σχολικές τάξεις.

Φυσικά, να τονιστεί ότι αν η σχεδίαση και η εκτέλεση του πειράματος δεν έχουν προκύψει από προσεκτικά οργανωμένη σκέψη, τότε μπορεί να αποτελέσει μια σπατάλη χρόνου και πόρων και να μην επιφέρει τα αναμενόμενα αποτελέσματα (Havlicek, 2015). Γι'αυτό η επιτυχία της ενσωμάτωσης των πειραμάτων στη διδασκαλία δεν πρέπει να θεωρείται δεδομένη και δεν πρέπει να γίνεται «τυφλά», αλλά ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να βελτιώνει και να προσαρμόζει τον τρόπο διδασκαλίας του και τις τεχνικές που χρησιμοποιεί.

Σε ό,τι αφορά το τέταρτο ερευνητικό ερώτημα, σχετικά με την αποτίμηση από μέρους των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών της εφαρμογής της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στη διδασκαλία των πειραμάτων, διαπιστώθηκε πως σε γενικές γραμμές η περίοδος της πανδημίας Covid-19 άφησε πολλά θετικά στοιχεία, χωρίς, ωστόσο, να λείπουν και αρκετές δυσκολίες.

Συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν τη θετική επίδραση της ενσωμάτωσης των Τ.Π.Ε. στη διδακτική πρακτική και τη σημασία της ουσιαστικής χρήσης τους στην εκπαίδευση. Η ανάγκη να πραγματοποιήσουν εξ αποστάσεως διδασκαλία χρησιμοποιώντας τις πλατφόρμες της σύγχρονης (Webex) και της ασύγχρονης εκπαίδευσης (e-class και e-me) τους οδήγησε να αξιοποιήσουν τα νέα μέσα, τα ψηφιακά εργαλεία και τα λογισμικά, εκμεταλλευόμενοι τις δυνατότητες που παρέχουν, ακολουθώντας τις καλές πρακτικές που προτείνουν οι Βασιλειάδου κ.α. (2021). Η αυξημένη χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών οδήγησε τους εκπαιδευτικούς στην εξερεύνηση και βελτίωση της χρήσης τους, καθώς και στην ανάπτυξη των γνώσεων σχετικά με την ενσωμάτωση των υπολογιστών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, στοιχεία που είναι απαραίτητα, σύμφωνα με τον Παππά (2021) για μια επιτυχημένη εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση. Επίσης, προσέφερε τη δυνατότητα αναζήτησης και χρήσης διαφορετικών τρόπων παρουσίασης και προσέγγισης των φυσικών

φαινομένων. Ως αποτέλεσμα, εκπαιδευτικοί και μαθητές εξοικειώθηκαν και έγιναν καλοί χρήστες διαδραστικών εφαρμογών, διαδικτύου και ψηφιακών βοηθημάτων για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Επιπλέον, ανακαλύφθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν νέες μέθοδοι διδασκαλίας και εισήχθησαν καλές πρακτικές που βασίζονται στη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών στη διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών, οι οποίες αξιοποιήθηκαν όσο το δυνατόν καλύτερα ώστε να καταστεί επιτυχημένη η πορεία και η ολοκλήρωση της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, όπως αναφέρουν οι Λιοναράκης κ.α. (2020). Αυτές οι νέες προσεγγίσεις διδασκαλίας συμβάλλουν στη διαδραστικότητα του μαθήματος και στην προσωπική αλληλεπίδραση με κάθε μαθητή μέσω των εργασιών που υποβάλλει και των ανατροφοδοτήσεων που λαμβάνει από τον καθηγητή στις πλατφόρμες εκπαίδευσης e-class και e-me.

Επιπρόσθετα, έγινε συγκέντρωση, κατασκευή και δημιουργία υλικού, το οποίο στη συνέχεια οργανώθηκε και ψηφιοποιήθηκε στα ΕΚΦΕ της χώρας, όπως διαπιστώνουν ο Δελιακίδης (2021) και ο Λάζος (2021). Παράλληλα, αξιοποιήθηκε και το ήδη υπάρχον ψηφιακό υλικό με πειράματα και προσομοιώσεις πειραμάτων.

Ένα ακόμα σημαντικό θετικό στοιχείο είναι ότι αξιοποιήθηκε υλικό και εκτελέστηκαν πειράματα που δεν μπορούν να εκτελεστούν εύκολα σε φυσικό εργαστήριο. Ειδικότερα, για τα σχολικά εργαστήρια που δεν διέθεταν τον κατάλληλο εξοπλισμό, η προσομοίωση των πειραμάτων αποδείχθηκε εξαιρετικά ενδιαφέρουσα και βολική για την εφαρμογή της θεωρίας στην πράξη και για την καλύτερη κατανόηση της ύλης, άποψη που συμφωνεί με τις θέσεις του Ζαφειριάδη (2014) σχετικά με τα πλεονεκτήματα των προσομοιώσεων.

Επιπλέον, η χρήση διαδικτυακών πειραμάτων και η ενασχόληση των περισσότερων μαθητών με τις προσομοιώσεις μέσω προγραμμάτων όπως τα Seilias και PhET, βοήθησε τους μαθητές να εξοικειωθούν με ποικίλες πειραματικές διατάξεις και να συνεργαστούν καλύτερα μεταξύ τους. Ταυτόχρονα, βίωσαν και την φυσική εμπειρία του πειράματος, αφού πραγματοποίησαν πειράματα στο σπίτι και ήταν ενθουσιασμένοι που μπόρεσαν να τα ολοκληρώσουν μόνοι τους, κάτι που επιβεβαιώνει τις διαπιστώσεις της σχετικής έρευνας των Tzamalīs et al. (2021).

Τέλος, η ανάπτυξη νέων μεθόδων για την εξ αποστάσεως διδασκαλία, ο πειραματισμός με διάφορες τεχνικές και η εξερεύνηση του τρόπου με τον οποίο μπορούν να αξιοποιηθούν οι μορφές εκτέλεσης πειραμάτων συνέβαλαν στη διευκόλυνση και στη βελτίωση της

διδασκαλίας, όπως συμπέρανε και ο Παππάς (2021). Επιπλέον, ανακαλύφθηκαν νέες τεχνολογίες και διερευνήθηκαν νέες τεχνικές που έχουν εφαρμογή ακόμα και στη δια ζώσης διδασκαλία.

Παρά τα θετικά στοιχεία που αναφέρθηκαν για τις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων, υπήρξαν και εκπαιδευτικοί που εξέφρασαν αντίθετη άποψη, υποστηρίζοντας πως η δια ζώσης εμπειρία είναι απαραίτητη για την κατανόηση του φυσικού κόσμου και δεν μπορεί να αντικατασταθεί από την εξ αποστάσεως διδασκαλία, ειδικά στο πλαίσιο της πειραματικής διδασκαλίας.

Ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα ήταν η έλλειψη φυσικών πειραμάτων σε πραγματικό εργαστήριο, η οποία αποσυντόνισε και απομάκρυνε τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς από το φυσικό περιβάλλον μάθησης. Καθώς όλα τα πειράματα ήταν είτε μαγνητοσκοπημένα είτε εικονικά, χωρίς την ενεργό συμμετοχή των μαθητών, οι μαθητές δεν είχαν άμεση επαφή με τα υλικά του εργαστηρίου και δεν είχαν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν πραγματικές πειραματικές διατάξεις. Αυτή η απουσία της άμεσης φυσικής αλληλεπίδρασης με τον εξοπλισμό, όπως συμπεραίνει και ο Μπολανάκης (2016), είχε ως αποτέλεσμα την έλλειψη ανάπτυξης πειραματικών δεξιοτήτων αλληλεπίδρασης και αυτενέργειας των μαθητών, καθώς και τη δυσκολία ή έλλειψη συνεργασίας μεταξύ τους για την επίτευξη ενός στόχου. Επίσης παρατηρήθηκε μικρότερος ενθουσιασμός κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων και σαφώς μικρότερη εννοιολογική κατανόηση των διαδικασιών. Επιπλέον, αναφέρθηκε ότι ακόμα και όταν οι μαθητές πραγματοποίησαν πειράματα στο σπίτι, αυτά ήταν προσαρμοσμένα στα υλικά που υπήρχαν σε κάθε σπίτι, με αποτέλεσμα να υπάρχει περιορισμένο εύρος εφαρμογής των πειραμάτων.

Επιπρόσθετα, διαπιστώθηκε ότι η μη συμμετοχή όλων των μαθητών, η έλλειψη ενδιαφέροντος και ο φόβος για το άγνωστο οδήγησαν σε αύξηση της παθητικής στάσης των μαθητών και σε μεγάλες ελλείψεις στην κατανόηση και αφομοίωση της ύλης, καθώς οι γνώσεις τους ήταν ασύνδετες και ελλιπείς. Οι μαθητές παρουσίασαν πολλά γνωστικά κενά, ειδικά εκείνοι που αντιμετώπιζαν μαθησιακές δυσκολίες.

Αναφέρθηκε επίσης η αδυναμία ελέγχου του βαθμού εμπλοκής των μαθητών, η οποία είναι σημαντική, καθώς η επιτυχία της εξ αποστάσεως διδασκαλίας εξαρτάται από την συμμετοχή τους, όπως αναφέρουν οι Τζιμόπουλος, Προβελέγγιος & Ιωσηφίδου (2020). Μην έχοντας πλήρη εικόνα της ανταπόκρισης των μαθητών, είχαν μεγάλη δυσκολία να αξιολογήσουν τη

διαδικασία της μάθησης. Επίσης, οι περιορισμοί στη σύνδεση στο διαδίκτυο και η κακή ταχύτητα, που αποτελούν εμπόδια στην ομαλή διεξαγωγή της εξ αποστάσεως διδασκαλίας σύμφωνα με τους Τζιμόπουλο, Προβελέγγιο & Ιωσηφίδου (2020) και Κελεπούρη (2021), δυσκόλεψαν την παρακολούθηση των μαθημάτων και την ενασχόληση με τα πειράματα. Η πρόσβαση όμως σε αξιόπιστη τεχνολογία και στο διαδίκτυο είναι πολύ σημαντική για να εξασφαλιστεί η ίση πρόσβαση όλων των μαθητών στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Παρατηρήθηκε ακόμα έλλειψη επαφής και αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών και των εκπαιδευτικών, η οποία μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην εκπαίδευση και στην κατανόηση των θεμάτων, όπως διαπιστώνουν και οι Babinčáková & Bernard (2020).

Μερικά ακόμα αρνητικά αποτελέσματα της εξ αποστάσεως διδασκαλίας των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών ήταν η γενικότερη αδιαφορία και απροθυμία τόσο για τα μαθήματα, όσο και για τα πειράματα, η αίσθηση τεμπελιάς και απομόνωσης και η άρνηση των μαθητών να γράφουν και να διαβάζουν από τα κλασικά βιβλία.

Επίσης, οι εκπαιδευτικοί αντιμετώπισαν προκλήσεις στη διεξαγωγή της εξ αποστάσεως διδασκαλίας, καθώς απαιτούνταν πολύς χρόνος, διάθεση και οργάνωση. Όπως αναφέρει και ο Δελιακίδης (2021), δυστυχώς, τουλάχιστον στην αρχή, όλες οι προσπάθειες για εφαρμογή νέων μεθόδων ήταν προσωπικές και δεν υπήρχε ανατροφοδότηση και καθοδήγηση από επιστημονική ομάδα παιδαγωγών.

Τέλος, μια γενική διαπίστωση των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν ότι η πανδημία έχει επηρεάσει σοβαρά την εκπαίδευση στις Θετικές Επιστήμες. Είναι γεγονός ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση των εκφωνήσεων, στην επίλυση ασκήσεων και ακόμα και στη βασική μέτρηση με μεζούρα. Επιπλέον, παρατηρείται έλλειψη ολοκληρωμένου μαθηματικού και επιστημονικού τρόπου σκέψης σε ορισμένους μαθητές. Αυτή η κατάσταση είναι ανησυχητική, καθώς οι Θετικές Επιστήμες απαιτούν ακρίβεια, κατανόηση και πειραματικές δεξιότητες.

Συνολικά, οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι παρόλες τις θετικές πτυχές, η πανδημία έχει οδηγήσει σε μείωση της ποιότητας της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες και απαιτούνται προσπάθειες βελτίωσης της διαδικασίας διδασκαλίας και αξιολόγησης καθώς και απαραίτητη υποστήριξη στους εκπαιδευτικούς και στους μαθητές για να αντιμετωπίσουν τις δυσκολίες και τις προκλήσεις που παρουσιάζονται.

Να σημειωθεί ότι μόνο ένας/μία εκπαιδευτικός είπε ότι υπήρχαν ελάχιστα αρνητικά σημεία, λόγω αδιάφορων μαθητών ενώ τέσσερις εκπαιδευτικοί δεν έδωσαν καμία απάντηση, ούτε θετική ούτε αρνητική, ή δεν εξέφρασαν γνώμη.

Συνοψίζοντας, αυτά τα στοιχεία δείχνουν την πολυπλοκότητα και τις προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν κατά την εξ αποστάσεως διδασκαλία των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών. Συνεπώς υπάρχει μεγάλη ανάγκη για περαιτέρω υποστήριξη, κατάρτιση και καθοδήγηση των εκπαιδευτικών για την αξιοποίηση νέων τεχνολογιών και μεθόδων διδασκαλίας καθώς και για υποστήριξη των μαθητών για να διατηρήσουν το ενδιαφέρον τους για τα μαθήματα Φυσικών Επιστημών.

Σε ό,τι αφορά τις μορφές εκτέλεσης των πειραμάτων, η αποτελεσματική χρήση τους στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών εξαρτάται από τον τρόπο που τις χειρίζονται οι εκπαιδευτικοί, τα διαθέσιμα εκπαιδευτικά μέσα, το είδος του θέματος που μελετάται, αλλά και από τη στάση των μαθητών απέναντί τους. Η ευκολία στη χρήση των εργαστηριακών ασκήσεων, η συμβολή τους στην κατανόηση του μελετούμενου θέματος και το ενδιαφέρον που προκαλούν στους μαθητές είναι κρίσιμοι παράγοντες. Φυσικά, αυτές οι πρακτικές εκτέλεσης πειραμάτων αξιοποιούνται επικουρικά, συμπληρωματικά και υποστηρικτικά στη δια ζώσης διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών, όπως διαπιστώνουν οι Κενδριστάκη & Σταύρου (2021).

6.2. Περιορισμοί στην έρευνα

Η παρούσα έρευνα απευθυνόταν σε εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών, ειδικοτήτων Φυσικών, Χημικών και Βιολόγων, σε ολόκληρη την Ελλάδα που αξιοποίησαν ποικίλες μορφές εκτέλεσης πειραμάτων κατά την εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς τους την περίοδο της πανδημίας Covid-19. Καλούνταν να κάνουν μια αποτίμηση της χρήσης τους μόνο μέσω ερωτηματολογίων που απαντήθηκαν διαδικτυακά.

Το δείγμα (82 εκπαιδευτικοί), δεν μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτικό όλων των εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών της χώρας, είναι όμως ενδεικτικό του τρόπου με τον οποίο οι Έλληνες εκπαιδευτικοί αξιοποίησαν τις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων την περίοδο της πανδημίας Covid-19 και συνεχίζουν να τις χρησιμοποιούν και σήμερα κάποιες φορές.

Θα μπορούσε να είναι και μεγαλύτερο, αν η ανταπόκριση των εκπαιδευτικών στη συμμετοχή στην έρευνα ήταν μεγαλύτερη. Είναι αλήθεια ότι δεν είναι όλοι οι εκπαιδευτικοί πρόθυμοι να απαντήσουν διαδικτυακά σε ερωτηματολόγια σχετικά με έρευνες.

Επίσης, δεν υπήρχε καθόλου συμμετοχή από δύο περιφέρειες, της Πελοποννήσου και της Στερεάς Ελλάδας, ενώ από κάποιες συμμετείχαν πολύ λίγοι εκπαιδευτικοί. Το γεγονός αυτό περιορίζει το δείγμα της έρευνας.

Θα μπορούσαν ακόμα να προστεθούν και άλλες ειδικότητες εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών όπως Γεωλόγων (ΠΕ 04.05), Χημικών Μηχανικών (ΠΕ85), Φυσικών-Ραδιοηλεκτρολόγων και κάποιες ειδικότητες Πολυτεχνείου.

Επίσης, το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε σε διάστημα ενός μήνα περίπου. Πολύ πιθανόν να συμμετείχαν περισσότεροι εκπαιδευτικοί στην έρευνα αν είχε δοθεί 1-2 μήνες νωρίτερα.

6.3. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στην αξιοποίηση των ποικίλων μορφών εκτέλεσης πειραμάτων ως καλών πρακτικών κατά την εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση την περίοδο της πανδημίας Covid-19. Η αποτίμησή τους έγινε από εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών πανελλαδικά, οι οποίοι κλήθηκαν να απαντήσουν διαδικτυακά σε ένα στοχευμένο ερωτηματολόγιο. Θα μπορούσε λοιπόν να αποτελέσει έναυσμα για μελλοντικές έρευνες όπου θα ζητούνταν η αποτίμηση από μέρους των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ανάλογα με τη βαθμίδα (γυμνάσιο ή λύκειο) ή την τάξη.

Επίσης, στην παρούσα έρευνα έγινε μια αποτίμηση της συχνότητας με την οποία αξιοποιούνται σήμερα οι ποικίλες μορφές εκτέλεσης πειραμάτων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία την περίοδο της πανδημίας. Διαπιστώθηκαν κάποια θετικά στοιχεία που άφησε η περίοδος της πανδημίας Covid-19 στην διδακτική των πειραμάτων, αλλά αναφέρθηκαν και πολλά αρνητικά που ήταν πολύ σημαντικά. Θα ήταν χρήσιμο σε μελλοντικές έρευνες να διερευνηθούν τρόποι αντιμετώπισης των προβλημάτων που προέκυψαν στην χρήση αυτών των μορφών εκτέλεσης πειραμάτων, ώστε να αξιοποιηθούν ως καλές πρακτικές και στη σύγχρονη εποχή, κατά τη δια ζώσης διδασκαλία στις σχολικές τάξεις.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Ελληνόφωνες

Αλεξιάκης, Ν., Αμπατζής, Σ., Γκουγκούσης, Γ., Κουντούρης, Β., Μοσχοβίτης, Ν., Οβαδίας, Σ., Πετρόχειλος, Κ., Σαμπράκος, Ν. & Ψαλίδας, Α. (2010). «Φυσική Γενικής Παιδείας Β΄ Τάξης Γενικού Λυκείου».

Αναστασιάδης, Π. (2004). Δια Βίου και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση στην Κοινωνία της Πληροφορίας: Το Δεύτερο Κύμα των Τεχνολογιών των Πληροφοριών και των Επικοινωνιών στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση. *Επιστήμες της Αγωγής, Θεματικό Τεύχος: Δια Βίου και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση στην Κοινωνία της Πληροφορίας*, 165-178.

Αναστασιάδης, Π. (2005). Νέες Τεχνολογίες και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση στην υπηρεσία της Δια Βίου Μάθησης: Προς μια νέα «Κοινωνική Συμφωνία» για την άρση των συνεπειών του Ψηφιακού Δυϊσμού. Στο Α. Λιοναράκης (Επιμ.), *Πρακτικά 3ου Διεθνούς Συνεδρίου Ανοικτής & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης Παιδαγωγικές και Τεχνολογικές Εφαρμογές*. ΕΑΠ. Ελληνικό Δίκτυο Ανοικτής & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης, Πάτρα, 11 - 13 Νοεμβρίου 2005.

Αναστασιάδης, Π. (2008). Ζητήματα Παιδαγωγικού Σχεδιασμού για την Διδακτική Αξιοποίηση της Διαδραστικής Τηλεδιάσκεψης σε Περιβάλλον Μικτής –Πολυμορφικής-Μάθησης, ΚοινωνικοΕπικοινωνιακή Προσέγγιση. Η Περίπτωση του προγράμματος «Παιδεία Ομογενών» για την Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών της Ομογένειας στο Πανεπιστήμιο Κρήτης (ΕΔΙΑΜΜΕ). Στο Αναστασιάδης, Π. (Επιμ.), *Η Τηλεδιάσκεψη στην Υπηρεσία της Δια Βίου Μάθησης και της Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης: Παιδαγωγικές Εφαρμογές Συνεργατικής Μάθησης από Απόσταση στην Ελληνική Τριτοβάθμια Εκπαίδευση*. Αθήνα: Gutenberg.

Αναστασιάδης, Π. (2014). Η έρευνα για την ΕξΑΕ με τη χρήση των ΤΠΕ (e-learning) στο Ελληνικό Τυπικό Εκπαιδευτικό Σύστημα. Ανασκόπηση και προοπτικές για την Πρωτοβάθμια, Δευτεροβάθμια και Τριτοβάθμια Εκπαίδευση. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το*

περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία.

10 (1), 5-32 <https://doi.org/10.12681/jode.9809>

Αναστασιάδης, Π. (2017). «ΟΔΥΣΣΕΑΣ 2000-2015»: Σχολική Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση με την χρήση των ΤΠΕ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Μια αποτίμηση της ερευνητικής συνεισφοράς. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, 13 (1), 88-128. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/openjournal/article/view/14057/12773>

Αναστασίου, Αδ., Ανδρούτσου, Δ. & Γεωργάλας, Π. (2015). Η δυνατότητα αξιοποίησης των ΤΠΕ για τη συμπληρωματική εξ αποστάσεως ηλεκτρονική διδασκαλία θεμάτων της αγγλικής γραμματικής στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Στο Α. Λιοναράκης (Επιμ.), *Open Education -The Journal for Open and Distance Education and Educational Technology*, 11(1), 106-123. <http://dx.doi.org/10.12681/jode.9823>

Ανδρέατος, Α. (2007). Η συνεργατική μάθηση στα πλαίσια της ΑεξΑΕ. στο: Α.Λιοναράκης (Ed.), *Πρακτικά εισηγήσεων, 4th International Conference on Open and Distance Learning of Democracy in Education: Open Access and Distance Education* (Vol. Α). (σελ 249-259). Αθήνα: Προπομπός.

Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ. & Παπασιμίπα, Λ. (2008). «Φυσική Β΄ Γυμνασίου»

Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ. & Παπασιμίπα, Λ. (2008). «Φυσική Γ΄ Γυμνασίου»

Βασάλα, Π. (2005). Εξ αποστάσεως Σχολική Εκπαίδευση. Στο Α. Λιοναράκης (Επιμ.), *Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση: Παιδαγωγικές και Τεχνολογικές Εφαρμογές (Τόμος Δ)* (σσ. 53-76). Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Βασάλα, Π., Χατζηπλής, Π. & Λιοναράκης, Α. (2007). Απόψεις προπτυχιακών και μεταπτυχιακών φοιτητών του ΕΑΠ για τις γραπτές εργασίες: συγκριτική μελέτη δύο

θεματικών ενότητων – ΕΚΠ 65 ΚΑΙ ΕΛΠ 10. Στο: Α. Lionarakis (Ed.), *Πρακτικά εισηγήσεων, 4th International Conference on Open and Distance Learning of Democracy in Education: Open Access and Distance Education* (Vol. A). (σσ. 296-308). Αθήνα: Προπομπός.

Βασιλειάδου, Θ., Δραμπάλα, Κ., Ευαγγελίδου, Φ., Κουσλόγλου, Ε., Λάζου, Χ. & Τσινάκος, Α. (2021). ΙΔΕΕΣ για μια πιο αποδοτική ΣΥΓΧΡΟΝΗ εξ αποστάσεως εκπαίδευση. *Ταχύρρυθμη επιμόρφωση εκπαιδευτικών στην εφαρμογή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (ολιστική προσέγγιση) με Κωδικό ΟΠΣ 5070524 ΤΟΥ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ 2014-2020»*. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από https://eclass.t4e.sch.gr/modules/document/file.php/SG5506/T4E_D1_SynchronousTIPS_v1.0.pdf

Βασιλειάδου, Θ., Δραμπάλα, Κ., Ευαγγελίδου, Φ., Κουσλόγλου, Ε., Λάζου, Χ. & Τσινάκος, Α. (2021). ΙΔΕΕΣ για μια πιο αποδοτική ΑΣΥΓΧΡΟΝΗ εξ αποστάσεως εκπαίδευση. *Ταχύρρυθμη επιμόρφωση εκπαιδευτικών στην εφαρμογή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (ολιστική προσέγγιση) με Κωδικό ΟΠΣ 5070524 ΤΟΥ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ 2014-2020»*. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από https://eclass.t4e.sch.gr/modules/document/file.php/SG5506/T4E_D1_%20AsynchronousTIP_S_v1.0.pdf

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.

Βοσνιάδου Σ. (2001). *Παιδιά, Σχολεία και Υπολογιστές*. Αθήνα: Gutenberg.

Βράκας, Δ., Μολοχίδης, Α., Λεύκος, Ι., Ταραμόπουλος, Α., Κοντόπουλος, Ε., Χατζηκρανιώτης, Ε., Βλαχάβας, Ι. & Ψύλλος, Δ. (2015). *Ανοικτά Διαδικτυακά Εικονικά*

Εργαστήρια Φυσικής. 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση Διδασκαλία και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία: Έρευνες Καινοτομίες Πρακτικές, 8-10 Μαΐου 2015, Παιδαγωγική Σχολή, ΑΠΘ, Τόμος Συνόψεων (σσ. 192-195) Ανακτήθηκε 20 Μαρτίου, 2023, από <https://www.biologyinschool.gr/wp-content/uploads/2015/08/tomos-sinopseon-enepnet-2015.pdf>

Βρατσάλης, Κ. (2005). Η διδακτική στην Ψυχανάλυση και στα Παιδαγωγικά: Ανάλογες διαδρομές; Στο Κ. Βρατσάλης (Επιμ.), *Κείμενα για την Επιμόρφωση των Εκπαιδευτικών* (σσ. 239-252). Αθήνα: Ατραπός.

Βυρίνης, Α. (2014). *Η σύγχρονη εξ αποστάσεως ενισχυτική διδασκαλία των μαθηματικών στη Β'θμια εκπαίδευση: Μία μελέτη περίπτωσης σε μαθητές του ακριτικού νησιού της Τήλου*. (Διπλωματική εργασία). ΕΑΠ. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <https://apothesis.eap.gr/handle/repo/28336>

Γαρίου, Α., Μανούσου, Ε., Αρλαπάνος, Γ. & Σπανακά, Α. (2015). Διερεύνηση της εφαρμογής του μοντέλου της «αντεστραμμένης τάξης» ως συμπληρωματική μέθοδο εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση – Έρευνα δράσης. *Πρακτικά 8^{ου} συνεδρίου για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση «Καινοτομία και Έρευνα»*. 8 (2Α). DOI: <https://doi.org/10.12681/icodl.35>

Γιαννέλος, Γ. & Πολάτογλου, Χ. (2015). Πραγματικά πειράματα Φυσικής από απόσταση: μια εφαρμογή σε LabVIEW για τη μελέτη του φαινομένου της διάθλασης, 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Θεσσαλονίκη, σελ. 237-241.

Γκιόσος, Ι. & Κουτσούμπα, Μ. (2005). Θεωρητικές προσεγγίσεις στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού στην ΑεξΑΕ. Στο Α. Λιοναράκης (Επιμ.), *Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση: παιδαγωγικές και τεχνολογικές εφαρμογές* (σσ 39-52). Πάτρα: ΕΑΠ.

Δαπόντες, Ν., Τζιμόπουλος, Ν., Τσοβόλας, Σ., Μαστρογιάννης, Ι. & Ιωάννου, Σ. (2003). «Παρουσίαση καινοτόμων λογισμικών και δραστηριοτήτων Microworlds Pro»,

Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ "Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη», Τόμος Β, σσ. 281-291, εκδ. Νέων Τεχνολογιών, 9-11 Μαΐου, Σύρος.

Δελιακίδης, Π. (2021). *Εικονικά εργαστήρια και βιντεοσκοπημένα πειράματα κατά την απομακρυσμένη διδασκαλία- Απόψεις εκπαιδευτικών για τη χρήση τους στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση* (Μεταπτυχιακή εργασία ειδίκευσης). Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης. Σχολή Επιστημών της Αγωγής. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Τομέας Παιδαγωγικής Ψυχολογίας, Αλεξανδρούπολη.

Δημητρακοπούλου, Α. (1999). «Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές των τεχνολογιών της πληροφορίας στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Τι προσφέρουν και πώς τις αξιοποιούμε;», *Επιθεώρηση Φυσικής*, Vol. Η', Νο 30, σελ.48-58.

Δημητρακοπούλου, Α. (1999). Η εκπαιδευτική αξιοποίηση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου: Πώς, πότε και γιατί; *Γλωσσικός Υπολογιστής*, 1(1), 131-145.

Δίντσιος Ν. (2018). *Μελέτη και ανάλυση της εξ αποστάσεως εργαστηριακής εκπαίδευσης στη Φυσική με πραγματικά πειράματα*. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ). Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Φυσικής. Διατίθεται στο: <https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/43731>

Δίντσιος Ν., Αρτέμη Σ. & Πολάτογλου, Χ. (2018). Πειράματα από απόσταση στο ΑΠΘ. 11^ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση». Θεσσαλονίκη 19-21 Οκτωβρίου 2018. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4206>

Ευαγγέλου, Φ. (2012). *Η επίδραση πραγματικών και εικονικών πειραμάτων Φυσικής στη μάθηση*. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Σχολή Επιστημών Αγωγής. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Ιωάννινα. Διατίθεται στο: <https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/27084>

Ευαγγέλου, Φ. & Κώτσης, Κ. (2009). Γνωρίσματα ερευνών της Διεθνούς Βιβλιογραφίας σχετικά με τα μαθησιακά αποτελέσματα από τη σύγκριση εικονικών και πραγματικών πειραμάτων στη διδασκαλία και μάθηση της Φυσικής, Στο: Π. Καριώτογλου, Α. Σπύρτου και 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* (σσ. 335-342). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας: Παιδαγωγική Σχολή Φλώρινας.

Ζαφειριάδης, Φ. (2014). «Η διδασκαλία της φυσικής με τη βοήθεια προσομοιώσεων». *Πρακτικά του 3^{ου} Πανελληνίου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Ημαθίας. «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στη Διδακτική Πράξη»*. Τόμος Γ, σσ. 197-207. Νάουσα, 4,5& 6 Απριλίου 2014.

Ζαφειρόπουλος, Κ. (2015). *Πώς γίνεται μια επιστημονική εργασία: επιστημονική έρευνα και συγγραφή εργασιών*. Αθήνα: Κριτική.

Ζαχαρίας, Χ. Ζ. & Ευαγόρου, Μ. (2004). Η επίδραση του εργαστηριακού πειραματισμού και του πειραματισμού μέσω αλληλεπιδραστικών προσομοιώσεων στην εννοιολογική κατανόηση των φοιτητών στα ηλεκτρικά κυκλώματα. Στο Β. Τσελέφης, Π. Καριώτογλου, Μ. Πατσαδάκης (επιμ.) *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και τις Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση*, 343-349, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία.

Ζερβός, Γ., Σουδίας, Ι. & Κατσιγιάννη, Β. (2016). «Πρόταση εκπαιδευτικού σχεδιασμού ηλεκτρονικού μαθήματος στα πλαίσια της αντεστραμμένης διδασκαλίας με το Office Mix». *Πρακτικά του 4^{ου} Πανελληνίου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Κεντρικής Μακεδονίας. «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στη Διδακτική Πράξη»*. Τόμος Α, σσ. 45-56. Θεσσαλονίκη, 8, 9 & 10 Απριλίου 2016. URL Πρακτικών on-line: <http://4syn-thess2016.ekped.gr/praktika/>

Ζήση, Σ. (2021). *Αξιολόγηση εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στην Ελλάδα, με έμφαση στον μαθητικό πληθυσμό με ειδικές ανάγκες*. Μεταπτυχιακή εργασία. Πανεπιστήμιο Δυτικής

Μακεδονίας. Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Πληροφορικής. Πανεπιστήμιο Πειραιά. Σχολή Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών. Τμήμα Πληροφορικής. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <https://dspace.uowm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/2211/Ζήση%2C%20Σοφία.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Ζυγούρης, Φ. & Μαυροειδής, Η. (2011). Η επικοινωνία διδάσκοντα και διδασκόμενων στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Μελέτη περίπτωσης στο Πρόγραμμα Εκπαίδευσης Εκπαιδευτών του Κ.Ε.Ε.ΕΝ.ΑΠ. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, 7, 69-86.

Θωμά, Ρ., Τζοβλά, Ε. & Καραφωτιά, Μ. (2018). Σχολείο και καλλιέργεια δεξιοτήτων 21ου αιώνα (21st Skills). *Scientific Educational Journal «Educational Circle»* Vol 6 (No 3), (77-90). Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από https://journal.educircle.gr/images/teuxos/2018/teuxos3/teyxos_6_3_6.pdf

Ιωακειμίδου, Β. (2018). Η διασφάλιση της ποιότητας στη διδασκαλία και μάθηση: εφαρμογές στην πολυμορφική εξ αποστάσεως εκπαίδευση. *Διδακτορική Διατριβή. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο*.

Ιωακειμίδου, Β. (2020). Εξ αποστάσεως σχολική εκπαίδευση: παραδείγματα και πρακτικές στο Δημοτικό Σχολείο. *Ελληνικό Δίκτυο Ανοικτής και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης (Ε.Δ.Α.Ε.) - ΠΕ.Κ.Ε.Σ. (2020). Ηλεκτρονικά Πρακτικά της Επιστημονικής τηλεδημερίδας «Εξ αποστάσεως εκπαίδευση και σχολική πραγματικότητα», 25-26/04/2020, σσ. 33-35. Διεύθυνση Ιστοσελίδας: <https://pekesexae2020.pdekritis.gr>
[https://pekesexae2020.pdekritis.gr/anartimenes/\(πρακτικά\)](https://pekesexae2020.pdekritis.gr/anartimenes/(πρακτικά))*

Καμπουράκης, Γ. & Λουκής, Ε. (2006). *e-λεκτρονική μάθηση*. Αθήνα: Εκδόσεις ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ.

Κανδρούδη, Μ. & Μπράτισης, Θ. (2013). Η Αντεστραμμένη Διδασκαλία ως συνεργατική προσέγγιση μάθησης: Βιβλιογραφική επισκόπηση. Στο: *Πρακτικά Εργασιών 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία» της Ελληνικής*

Επιστημονικής Ένωσης ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ). Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων. Πανεπιστήμιο Πειραιώς. Πειραιάς. 10-12 Μαΐου 2013.

Κανέλλου, Μ. (2019). *Μελέτη των αντιλήψεων διευθυντών σχολείων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για το ρόλο της ηγεσίας στο σχολείο του 21ου αιώνα*. (Διπλωματική εργασία). Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Σχολή Κοινωνικών Επιστημών, Τμήμα Κοινωνικής και Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Κόρινθος.

Καργίδης, Θ. (2003). *Νέες Τεχνολογίες στην ενδοεπιχειρησιακή εκπαίδευση*. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη.

Καριώτογλου, Π., Κολιόπουλος, Δ. & Ψύλλος, Δ. (1993). *Το κυκλικό εργαστήριο - Ηλεκτρομαγνητισμός*. Αθήνα: Πνευματικός.

Κασαράκης, Ν. (2020). *Ανάπτυξη διαδραστικού εκπαιδευτικού βίντεο με τεχνολογία H5P (Εφαρμογή στην εκμάθηση της γλώσσας C)*. (Διπλωματική εργασία). Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Πληροφορικής, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη. Ανακτήθηκε 20 Μαρτίου, 2023, από <http://ikee.lib.auth.gr/record/323909?ln=el>

Κατέρης, Α., Λάζος, Π., Τσούκος, Σ., Τζαμαλής, Π. & Βελέντζας, Α. (2021). Πόσο αποτελεσματικά μπορούν να χρησιμοποιούν οι μαθητές τα κινητά τους τηλέφωνα στο σχολικό εργαστήριο των φυσικών επιστημών; *Πρακτικά 12^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Ο ρόλος της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στην κοινωνία του 21ου αιώνα*. 19-21 Νοεμβρίου 2021, Αθήνα. (σσ. 508-516). Ανακτήθηκε 1 Ιουνίου, 2023, από <https://synergasia.uoa.gr/modules/document/file.php/NOC123/2806%20ΜΠΟΪΚΟΣ.pdf>

Κενδριστάκη, Μ. & Σταύρου, Δ. (2021). Ανάπτυξη ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης για την εκπαίδευση μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία σε χώρους μη τυπικής μάθησης. *Πρακτικά 12^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Ο ρόλος της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στην κοινωνία του 21ου αιώνα*. 19-21 Νοεμβρίου 2021, Αθήνα. (σσ. 181-189).

Ανακτήθηκε 1 Ιουνίου, 2023, από

<https://synergasia.uoa.gr/modules/document/file.php/NOC123/2806%20ΜΠΟΪΚΟΣ.pdf>

Παπαδημητρίου, Αι. Χ. & Σκουμιάς, Μ. (2021). Οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη χρήση κατηγοριών εκπαιδευτικού υλικού στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. *Πρακτικά 12^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Ο ρόλος της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες στην κοινωνία του 21ου αιώνα*. 19-21 Νοεμβρίου 2021, Αθήνα. (σσ. 525-532).

Ανακτήθηκε 1 Ιουνίου, 2023, από

<https://synergasia.uoa.gr/modules/document/file.php/NOC123/2806%20ΜΠΟΪΚΟΣ.pdf>

Κελεπούρης, Ι. (2021). *Εξ αποστάσεως διδασκαλία φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση: Αποτίμηση της εφαρμογής στην περίοδο της πανδημίας – Θετικά και αρνητικά σημεία για τους μαθητές*. Διπλωματική εργασία. Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών ΠΜΣ. Επιστήμες της Αγωγής. ΕΑΠ.

Κελεσιδής, Ε.Α. & Μανάφη, Ι. (2021). Εξ Αποστάσεως Σχολική Εκπαίδευση: Εφαρμογή της Αντεστραμμένης Τάξης την Περίοδο της Τηλεκπαίδευσης. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, 17(1), 58-75. Doi : <https://doi.org/10.12681/jode.25560>

Κενελίδου, Π., Αντωνίου, Π., & Παπαδάκης, Σ. (2017). Η εξ αποστάσεως σχολική εκπαίδευση. Συστηματική ανασκόπηση της ελληνικής και διεθνούς βιβλιογραφίας. Στο Α. Λιοναράκης, Σ. Ιωακειμίδου, Μ. Νιάρη, Γ. Μανούσου, Τ. Χαρτοφύλακα, Σ. Παπαδημητρίου, & Α. Αποστολίδου (Επιμ.), *Πρακτικά 9ου Διεθνούς Συνεδρίου για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση «Ο Σχεδιασμός της Μάθησης»*. Αθήνα, 23-26 Νοεμβρίου 2017. 9(A), 168-184.

Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από

<https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/openedu/article/view/1141/1301>

Κόλλιας, Β. (2006). Ο εκπαιδευτικός συναντά την ηλεκτρονική κοινότητα μάθησης: προϋποθέσεις που δεσμεύουν, Στο *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου «Δια Βίου Μάθηση για την Ανάπτυξη, την Απασχόληση και την Κοινωνική Συνοχή»*. Βόλος, 31 Μαρτίου-2 Απριλίου 2006. (σσ. 233- 236).

Κοντογεωργάκου, Β. & Γεωργιάδη, Ε. (2016). Ο ρόλος του κατ' οίκον επιβλέποντα στην εξ αποστάσεως πρωτοβάθμια εκπαίδευση της Αυστραλίας. Η περίπτωση του κέντρου εξ αποστάσεως εκπαίδευσης της Βικτώρια. Στο Α. Λιοναράκης (Επιμ.), *Open Education-The Journal for Open and Distance Education and Educational Technology*, 12(2). Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/openjournal/article/viewFile/10861/10888.pdf>

Κουλαϊδής, Β. (Επιμ.) (2001). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Κρητικός, Γ. (2009). Η Έννοια του Επιπέδου Μοντελοποίησης με Χρήση ΤΠΕ στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Στο Π. Πολίτης (Επιμ.), *Πρακτικά 1ου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»* (σσ. 161-167). ΕΤΠΕ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 24-26 Απριλίου.

Κρητικός, Γ. & Δημητρακοπούλου, Α. (2007). Συνεργατικές Διερευνητικές Δραστηριότητες Μοντελοποίησης με Χρήση του Λογισμικού MODELLINGSPACE: Δημιουργία Αφηρημένων-Γενικευμένων Μοντέλων Κινηματικής. *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη»*, Τόμος Β, σσ. 306-316, εκδ. Νέων Τεχνολογιών, 4-6 Μαΐου, Σύρος.

Λάζος, Π. (2021). Πειράματα στο σπίτι με χρήση δωρεάν λογισμικών και εφαρμογών στο κινητό. *Διαδικτυακή διημερίδα με τίτλο «Καλές πρακτικές στην εξ αποστάσεως διδασκαλία μαθημάτων και υλοποίηση προγραμμάτων και καινοτόμων δράσεων σχετικών με τις Φυσικές Επιστήμες στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση»*. 15 Μαΐου 2021 <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=jMzzP3rQhXo&t=15s> (44:37)

Λακμέτα-Γκανέτσιου, Β., Στοφόρου, Β. & Ταγκαλάκη, Α. (2021). Η αξιοποίηση του διαδραστικού βίντεο στην εξ αποστάσεως διδασκαλία Εργαστηριακών Μαθημάτων στα Επαγγελματικά Λύκεια. Ένα παράδειγμα χρήσης για το Εργαστηριακό Μάθημα «Φυτική Παραγωγή» του τομέα Γεωπονίας, Τροφίμων και Περιβάλλοντος. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*.

Η εξ Αποστάσεως Σχολική Εκπαίδευση την περίοδο του COVID19. Τόμ. 17, Αρ. 1. Ανακτήθηκε 20 Μαρτίου, 2023, από <file:///C:/Users/panda/Downloads/24982-601-74423-1-10-20210411.pdf>

Λεβέντης, Ν. (2016). Επικοινωνία στην εκπαίδευση από απόσταση: Ο ρόλος του διδάσκοντος. *Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης*, σσ. 518-533.

Λεύκος Ι., Ψύλλος Δ., Χατζηκρανιώτης Ε. & Παπαδόπουλος, Α. (2005). Μια πρόταση για την εργαστηριακή υποστήριξη της διδασκαλίας της θερμικής ακτινοβολίας με συνδυασμένη χρήση εργαλείων ΤΠΕ, *Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη»*, (σσ. 114-120), Σύρος.

Λιοναράκης, Α. (1998). Το Βίντεο στην εκπαίδευση. Στο Α. Κόκκος, Α. Λιοναράκης & Χ. Ματραλής (Επιμ.), *Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Το εκπαιδευτικό υλικό και οι νέες τεχνολογίες* (Τόμος Γ, σσ. 171-185). Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Λιοναράκης, Α. (1999). Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση: Η εμπειρία του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου. Στο Κ. Τσολακίδης (Επ.), *Πρακτικά Συνεδρίου: Νέες παράμετροι στην Εκπαίδευση: Εκπαίδευση από Απόσταση και δια βίου εκπαίδευση* (σσ.21-30). Ρόδος: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Λιοναράκης, Α. (2001). Ανοικτή και εξ αποστάσεως πολυμορφική εκπαίδευση: προβληματισμοί για μια ποιοτική προσέγγιση σχεδιασμού διδακτικού υλικού. Στο: Α. Λιοναράκης (Επιμ.), *Απόψεις και προβληματισμοί για την ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση* (σσ. 45-46). Αθήνα: Προπομπός.

Λιοναράκης, Α. (2005). Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση και διαδικασία μάθησης. Στο Α. Λιοναράκης, (Επιμ), *Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση: Παιδαγωγικές και Τεχνολογικές εφαρμογές*. Πάτρα: ΕΑΠ.

Λιοναράκης, Α. (2006). Η θεωρία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και η πολυπλοκότητα της πολυμορφικής της διάστασης. Στο Α. Λιοναράκης (Επιμ.), *Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση – Στοιχεία θεωρίας και πράξης* (σσ 7-41). Αθήνα: Προπομπός.

Λιοναράκης Α. (2009). *Η Εκπόνηση Μεθοδολογικής Προσέγγισης (Διδακτική) των Προγραμμάτων δια βίου Εκπαίδευσης από Απόσταση*. Υπουργείο Παιδείας, Δια βίου Μάθησης & Θρησκευμάτων, Γενική Γραμματεία Δια βίου Μάθησης, Ινστιτούτο Διαρκούς Εκπαίδευσης Ενηλίκων, Αθήνα.

Λιοναράκης, Α. (2011). Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας και εξ αποστάσεως Σχολική Εκπαίδευση. Στο Θ. Παναγιωτακόπουλος (Επιμ.), *2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία, 28-30 Απριλίου 2011* (σσ. 9-18). Πάτρα: Παν/μιο Πατρών-Εργαστήριο Η/Υ και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας.

Λιοναράκης, Α., Μανούσου, Ε., Χαρτοφύλακα, Τ., Παπαδημητρίου, Σ. & Ιωακειμίδου, Β. (2020). Editorial. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, 16(1), 4-8. <https://doi.org/10.12681/jode.23741>

Μακράκης, Β. (2000). *Υπερμέσα στην Εκπαίδευση: Μια κοινωνικο-εποικοδομιστική προσέγγιση*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Μανούσου, Ε. (2008). Προδιαγραφές παιδαγωγικού πλαισίου για την εφαρμογή πολυμορφικής, συμπληρωματικής εξ αποστάσεως περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, σε μαθητές πρωτοβάθμιας, ολιγοθέσιων και απομακρυσμένων σχολείων της Ελλάδας. Διδακτορική διατριβή. ΕΑΠ, διαθέσιμο στο: <http://phdtheses.ekt.gr/eadd/handle/10442/15961>

Μανούσου, Γ. (2009). Σχεδιασμός και Δημιουργία Παιδαγωγικού Υλικού για εξ αποστάσεως εκπαίδευση και Διαδραστικές Τηλεδιασκέψεις. Στο Π. Πολίτης (Επιμ.), *Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία*. Βόλος.

Μανούσου, Γ. (2020). *Ξεκινώντας τη σχολική εξ αποστάσεως εκπαίδευση*. Ελλάδα. Βίντεο διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=BAZx5w3-v6g&list=PLSIqr9A410N-IpBCh6Oq0Q9RnoPHnRzMw>

Μανούσου, Ε. & Χαρτοφύλακα, Α. (2020). Η καλλιέργεια δεξιοτήτων στο εκπαιδευτικό υλικό στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Στο Μανούσου, Ε., Χαρτοφύλακα, Α., Γκιόσος, Ι. & Κουτσούμπα, Μ. *Θεματική Ενότητα ETA52: Το εκπαιδευτικό υλικό και ο σχεδιασμός της διδασκαλίας και μάθησης* (σσ. 1-23). Πάτρα: ΕΑΠ.

Μανούσου, Ε., Χαρτοφύλακα, Τ., Ιωακειμίδου, Β., Παπαδημητρίου, Σ. & Καραγιάννη, Ε. (2020β). Σχολική εξ αποστάσεως εκπαίδευση, βασικές αρχές και εφαρμογές. *Μαζικό Ανοικτό Διαδίκτυακό Μάθημα (MOOC): «Επιμόρφωση εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας & Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σε θέματα εκπαίδευσης από απόσταση»*. ΙΕΠ. ΕΑΠ. ΕΕΥΕΜ. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <https://blogs.sch.gr/nikodimos/files/2020/12/Unit1.1.pdf>

Ματραλής, Χ. & Λυκουργιώτης, Α. (1998). Ιδιαίτερα εκπαιδευτικά εργαλεία-μέθοδοι. Στο: Α. Κόκκος, Α. Λιοναράκης, & Χ. Ματραλής (Επιμ.), *Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Θεσμοί και λειτουργίες* (τόμ. Α', σσ. 37-94). Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Ματραλής, Χ. (1998). Εκπαίδευση από Απόσταση. Στο Α. Κόκκος, Α. Λιοναράκης & Χ. Ματραλής (Επιμ.), *Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Θεσμοί και λειτουργίες*. Τόμος Α' (σελ. 41-46). Πάτρα: ΕΑΠ.

Ματσαγγούρας, Γ. Η. (1994). *Στρατηγικές Διδασκαλίας: Από την Πληροφορική στην Κριτική Σκέψη. Θεωρία και Πράξη της Διδασκαλίας* (Τόμος Δεύτερος) (Β' έκδοση βελτιωμένη). Αθήνα.

Ματσαγγούρας, Η. (2007). *Στρατηγικές διδασκαλίας: Η κριτική σκέψη στη Διδακτική Πράξη*. τ. Β' Εκδόσεις: Gutenberg. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <https://www.politeianet.gr/books/9789600106596-matsaggouras-ili-as-gutenberg-theoria-kai-praxi-tis-didaskalias-deuteros-tomos-186630>

Μελισσουργάκης, Ι., Μανταδάκης, Ε. & Παπαβασιλείου, Ε. (2014). Εκπαιδευτικό λογισμικό για επιλεγμένες ενότητες της Φυσικής- Μαγνητισμός και Εφαρμογές. 7ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής». Ρέθυμνο. Ανακτήθηκε στις 20 Ιανουαρίου, 2023, από https://www.researchgate.net/publication/332465909_EKPAIDEUTIKO_LOGISMIKO_GIA_EPILEGMENES_ENOTETES_TES_PHYSIKES_-_MAGNETISMOS_KAI_EP_HARMOGES

Μικρόπουλος, Τ.Α. (2000). *Εκπαιδευτικό Λογισμικό. Θέματα Σχεδίασης και Αξιολόγησης λογισμικού Υπερμέσων*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Μικρόπουλος, Τ.Α. (2002). Προσομοιώσεις και Οπτικοποιήσεις στην Οικοδόμηση Εννοιών στις Φυσικές Επιστήμες. Στο *Μαργετουσάκη, Α & Μιχαηλίδης, Π., Γ. (επιμ.) Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου: «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»*, 371- 376, Ρέθυμνο.

Μικρόπουλος, Τ.Α. (2006). *Ο Υπολογιστής ως γνωστικό εργαλείο*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Μίμινου, Α. (2012). *Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση στην υπηρεσία της σχολικής εκπαίδευσης, συγκριτική καταγραφή πηγών αναφορικά με τη σχολική εξ αποστάσεως εκπαίδευση*. Διπλωματική Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα. Διαθέσιμη: <https://apothesis.eap.gr/handle/repo/19894>

Μίμινου, Α. & Σπανακά, Α. (2013). Σχολική εξ αποστάσεως εκπαίδευση: Καταγραφή και συζήτηση μίας βιβλιογραφικής επισκόπησης. *Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, Μεθοδολογίες μάθησης*, 7, (2Α)
DOI: <https://doi.org/10.12681/icodl.580>

Μιχαηλίδης, Π. (2007). Νέες Τεχνολογίες και Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου: «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση»*. 55-72. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Π.Τ.Δ.Ε, Χημικό, Φυσικό.

Μουζάκης, Χ. (2006). *Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση στην εκπαίδευση ενηλίκων – Παραδείγματα και περιπτώσεις εφαρμογής*, Αθήνα: Υπουργείο Εθνικής Παιδείας & Θρησκευμάτων, Γενική Γραμματεία Εκπαίδευσης Ενηλίκων, Ινστιτούτο Διαρκούς Εκπαίδευσης Ενηλίκων.

Μπιγιάκη, Ν. (2009). Κοινωνική Ένταξη των Μεταναστών και Ανοικτή εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση στην Ελλάδα. In A. Lionarakis (ed.), *5th International Conference in Open & Distance Learning*. Athens, 27- 29 November 2009.

Μπολανάκης, Δ. (2016). *Διερεύνηση και αξιολόγηση εκπαιδευτικών πειραμάτων φυσικής από απόσταση με τη χρήση ασύρματων δικτύων*. (Διδακτορική Διατριβή). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Σχολή Επιστημών Αγωγής. Τμήμα Παιδαγωγικό Δημοτικής Εκπαίδευσης.

Νικολάου, Α. (2010). *Σχεδιασμός καινοτόμου εξ αποστάσεως εκπαιδευτικού υλικού με τη χρήση του 4MATModel της McCarthy. Ένα παράδειγμα σχεδιασμού και ανάπτυξης εκπαιδευτικού υλικού για νηπιαγωγούς αναφορικά με τη δραματική τέχνη στην προσχολική αγωγή* (Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή εργασία). ΕΑΠ, Πάτρα.

Νταϊλιάνης, Ν. (2021). *Αξιοποίηση των Εικονικών Εργαστηριακών Περιβαλλόντων στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*. (Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία). Σχολή Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας, Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών, Σχολή Διοικητικών, Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών, Τμήμα Αγωγής και Φροντίδας στην Πρώιμη Παιδική Ηλικία (Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής), Παιδαγωγικό τμήμα (ΑΣΠΑΙΤΕ), Αιγάλεω.

Ορφανός, Σ. (2005). *Δραστηριότητες μοντελοποίησης για τη διδασκαλία της Φυσικής, με αξιοποίηση τεχνολογικών περιβαλλόντων μάθησης*. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αιγαίου-ΤΕΠΑΕΣ.

Ολυμπίου, Γ., Ζαχαρίας, Χ.Ζ. & Παπαευριπίδου, Μ. (2007). Διερεύνηση της βελτίωσης της εννοιολογικής κατανόησης προπτυχιακών φοιτητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία μέσα από εικονικά και πραγματικά περιβάλλοντα πειραματισμού, *Πρακτικά 5^ο*

Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση». 1059-1068. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Π.Τ.Δ.Ε, Χημικό, Φυσικό.

Ορφανός, Σ. & Δημητρακοπούλου, Α. (2003). «Φύλλα δραστηριοτήτων μοντελοποίησης στην Κινηματική υποστηριζόμενα από το εκπαιδευτικό λογισμικό Δημιουργός Μοντέλων». Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη», Τόμος Α, σσ. 555-567, εκδ. Νέων Τεχνολογιών, 9-11 Μαΐου, Σύρος.

Παγγέ, Τ., Κατσιγιάννη, Σ., Λέκκα Α., Σακελλαρίου, Μ. (2017). Η εφαρμογή της αντίστροφης τάξης στην εκπαιδευτική διαδικασία : Τάσεις και προοπτικές. 9ο Διεθνές Συνέδριο για την Ανοιχτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση. Ο Σχεδιασμός της Μάθησης. 23-26 Νοεμβρίου 2017. 9 (34), σσ. 199-213). Αθήνα, ΕΑΠ & Ελληνικό Δίκτυο Ανοικτής & Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης. <https://doi.org/10.12681/icodl.1197>

Παναγιωτακόπουλος, Χ., Πιερρή, Ε., Σαρρής, Μ. & Νικολόπουλος, Π. (2004). Η επίδραση της Προσομοίωσης στην Κατανόηση της Ευθύγραμμης Ομαλής Κίνησης: Μια Μελέτη Περίπτωσης. *Θέματα στην Εκπαίδευση*. 5:1/3, 59 – 74.

Παπαδημητρίου, Σ. & Λιοναράκης, Α. (2010). Ο Ρόλος του Καθηγητή - Συμβούλου και η ανάπτυξη μηχανισμού υποστήριξης του στην εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, 6 (1,2) DOI: <https://doi.org/10.12681/jode.9754>

Παπαδημητρίου, Σ. (2014). *Ο ρόλος του καθηγητή-συμβούλου και η ανάπτυξη μηχανισμού υποστήριξης του σε περιβάλλον Συνεργατικής Μάθησης στην εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση*, Διδακτορική διατριβή, Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών (ΣΑΣ) του ΕΑΠ <https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/38040>

Παπαδημητρίου, Σ. (2018). Σχολική εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση: Μελέτες περίπτωσης στο Ελληνικό Εκπαιδευτικό Σύστημα. Στο Γ. Παπαδημητρίου & Χ. Κωσταρής (Επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Εκπαίδευση στον 21ο αιώνα: Αναζητώντας*

την καινοτομία, την τέχνη, τη δημιουργικότητα», Γ' τόμος, 85-98. Αθήνα. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από

https://www.academia.edu/44365731/Σχολική_εξ_αποστάσεως_Εκπαίδευση_Μελέτες_περί_της_στο_Ελληνικό_Εκπαιδευτικό_Σύστημα

Παπαδημητρίου, Σ., Ιωακειμίδου, Σ. & Μανούσου Γ. (2017). Το Μοντέλο της Αντεστραμμένης Τάξης στην Υποστήριξη της Μεθοδολογίας του Εκπαιδευτικού Δράματος. Στο Α. Λιοναράκης, (Επιμ.), *9ο Διεθνές Συνέδριο για την Ανοιχτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση. Ο Σχεδιασμός της Μάθησης. 23-26 Νοεμβρίου 2017 (τομ.9, αρ. 3Α, σσ. 199-213)*. Αθήνα, ΕΑΠ & Ελληνικό Δίκτυο Ανοιχτής & Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης.

Παπαφίλιππου, Ν., Τσιάτσος, Θ., Μανούσου, Ε. & Λιοναράκης, Α. (2016). Διερεύνηση συμπληρωματικής εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στο πλαίσιο ενισχυτικής διδασκαλίας μαθηματικών με την αξιοποίηση εκπαιδευτικού λογισμικού. Στο Α. Λιοναράκης (Επιμ.), *Open Education-The Journal for Open and Distance Education and Educational Technology*, 12(2), 73-89. <https://doi.org/10.12681/jode.10863>

Παπάς, Ι. Π. (2021). *Η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής σύγχρονης και ασύγχρονης σχολικής εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στις θετικές επιστήμες*. Διπλωματική εργασία. ΕΑΠ. Διαθέσιμη στο <https://apothesis.eap.gr/archive/item/146999>

Πεντεδέκα, Α. (2021). *Επιδράσεις της εξ αποστάσεως διδασκαλίας στην ψυχική υγεία των εκπαιδευτικών, την περίοδο του Covid-19*. (Διπλωματική εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Τμήμα Ιατρικής ΔΠΜΣ «Υγεία και Περιβαλλοντικοί Παράγοντες». Θεσσαλονίκη.

Πιερράτος, Θ. (2021). Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες εξ αποστάσεως: πώς μπορούμε να εμπλέξουμε παιδιά Δημοτικού Σχολείου και Γυμνασίου σε διερευνητικές διαδικασίες με πειράματα; *Διαδικτυακή διημερίδα με τίτλο «Καλές πρακτικές στην εξ αποστάσεως διδασκαλία μαθημάτων και υλοποίηση προγραμμάτων και καινοτόμων δράσεων σχετικών με τις Φυσικές Επιστήμες στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση»*. 15 Μαΐου 2021 <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=jMzzP3rQhXo&t=15s> (58:43).

Ράπτης, Α. & Ράπτη, Α. (1999). Ο εν δυνάμει αναγεννητικός ρόλος του υπολογιστή ως γνωστικού εργαλείου στο πλαίσιο της εκπαίδευσης, στο: Τζιμογιάννης, Α. (επιμ.), *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου «Πληροφορική και Εκπαίδευση»*, Ιωάννινα, σελ. 35-52.

Σιούτας, Ν., Ζημιανίτης, Κ., Κουταλέλη, Ε. & Παναγοπούλου, Έ. (2011). *Δημιουργική Σκέψη - Παραγωγή καινοτόμων και πρωτότυπων ιδεών*, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Ινστιτούτο διαρκούς εκπαίδευσης ενηλίκων. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <http://repository.edulll.gr/edulll/retrieve/3352/1008.pdf>

Σκουλαρίδου, Ε. & Μαυροειδής, Η. (2016). Συμπληρωματική σχολική εξ αποστάσεως εκπαίδευση με χρήση μαθησιακών αντικειμένων από το Πανελλήνιο Αποθετήριο Μαθησιακών Αντικειμένων – Φωτόδεντρο. *Ανοικτή Εκπαίδευση*, 12(2), 56-72. Doi: <https://doi.org/10.12681/jode.10862>

Σοφός, Α. & Kron, F. (2010). *Αποδοτική Διδασκαλία με τη Χρήση των Μέσων. Από τα πρωτογενή και προσωπικά στα τεταρτογενή και ψηφιακά Μέσα*. Αθήνα: Γρηγόρης.

Σοφός, Α. (2015). Εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Στο: Α. Σοφός, Α. Κώστας, & Β. Παράσχου, *Online εξ αποστάσεως εκπαίδευση [ηλεκτρον. βιβλ.]*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/182>

Σοφός, Α., Κώστας, Α. & Παράσχου, Β. (2015). *Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση* [Κεφάλαιο]. Στο Σοφός, Α., Κώστας, Α., & Παράσχου, Β. 2015. *Online εξ αποστάσεως εκπαίδευση* [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/183>

Σταυρίδου, Ε. (1995). *Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και Διαδικασίες Μάθησης*, Αθήνα: Σαββάλας.

Σταυρίδου, Ε. (1999). «Φαινόμενα και Μοντέλα του Φυσικού Κόσμου: Ένα Λογισμικό για τη Διδασκαλία Μοντέλων της Δομής της Ύλης στο Δημοτικό Σχολείο

και το Γυμνάσιο. Β' μέρος: Φαινόμενα Θερμικής Διαστολής», *1ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΤΠΕ*, Μάιος, Ιωάννινα.

Σταυρίδου, Ε. (2000). *Συνεργατική Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Μια εφαρμογή στο δημοτικό σχολείο*. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας.

Σταυρίδου, Ε. (2011). *Βασικό Επιμορφωτικό υλικό: Ειδικό μέρος ΠΕ 04 Φυσικών Επιστημών*. Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από https://www.edivea.org/uploads/4/1/3/8/41385385/3._tomos_b_pe04.pdf

Συντιχάκη, Α., Φούντζουλας, Γ., Μανούσου, Ε. & Κουτσούμπα, Μ. (2019). Δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού ασύγχρονης εξ αποστάσεως πολυμορφικής εκπαίδευσης για τη διδασκαλία ελληνικού παραδοσιακού χορού σε αρχάριους ενήλικες. *10^ο Συνέδριο για την ανοικτή & εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Διαμορφώνοντας από Κοινού το Μέλλον της Εκπαίδευσης*. 10, (1Α). ΕΑΠ. Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών. DOI: <https://doi.org/10.12681/icodl.2341>

Ταραμόπουλος, Α. (2012). *Διερεύνηση Εφαρμογών Προσομοιωμένων Εικονικών Εργαστηρίων στη Διδασκαλία της Φυσικής στην Υποχρεωτική Εκπαίδευση*. (Διδακτορική Διατριβή). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Θεσσαλονίκη.

Ταραμόπουλος, Α., Ψύλλος, Δ., & Χατζηκρανιώτης, Ε. (2010). Διδασκαλία ηλεκτρικών κυκλωμάτων με το εικονικό εργαστήριο και τα applets του Ανοικτού Μαθησιακού Περιβάλλοντος (ΑΜΑΠ). Στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»* (τ. ΙΙ, σ. 355-363). Κόρινθος: ΕΤΠΕ.

Τζιμογιάννης, Α. (1999). Διδασκαλία Φυσικής και Υπολογιστές: Μια εναλλακτική διδακτική προσέγγιση. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*. 105. 115-122.

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*, 240 - 254, Θεσσαλονίκη.

Τζιμογιάννης, Α. (2017). *Ηλεκτρονική μάθηση. Θεωρητικές προσεγγίσεις και εκπαιδευτικοί σχεδιασμοί* (σελ. 173-221). Αθήνα. Εκδόσεις: Κριτική.

Τζιμογιάννης, Α. & Μικρόπουλος, Τ.Α. (1998). Η συμβολή των προσομοιώσεων στη διδασκαλία της κινηματικής. Στο Π. Κουμαράς, Π. Καριώτογλου, Β. Τσελφές, & Δ. Ψύλλος (επιμ.), *Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών & Εφαρμογής Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σσ. 317-323). Θεσσαλονίκη, Μάιος.

Τζιμογιάννης, Α. & Μικρόπουλος, Τ.Α. (2000). Η χρήση των προσομοιώσεων πειραμάτων στη διδασκαλία της Φυσικής: η έννοια της επιτάχυνσης. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 112, 127 – 134.

Τζιμόπουλος, Ν., Προβελέγγιος, Π. & Ιωσηφίδου, Μ. (2020). *Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση και οι Έλληνες εκπαιδευτικοί κατά την πρώτη περίοδο της πανδημίας 2020*. Έρευνα στο πλαίσιο των σεμιναρίων της ελληνικής κοινότητας eTwinning. Ανακτήθηκε 10 Μαρτίου, 2023 από https://mag.e-diktyo.eu/wp-content/uploads/2021/04/5t_covid_2020.pdf

Τσέλιος, Ν.Α. (2016). *Αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού στη Φυσική με έμφαση στον Ηλεκτρομαγνητισμό*. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία. ΕΑΠ. Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας. Μεταπτυχιακή Εξειδίκευση Καθηγητών Φυσικών Επιστημών.

Τσούκος, Σ., Βελέντζας, Α., Κατέρης, Α. & Λάζος, Π. (2019). Διερεύνηση της Δυνατότητας Χρήσης Έξυπνων Κινητών Συσκευών στη Διδακτική Πράξη. Η Περίπτωση της Αξιοποίησης του Αισθητήρα Επιτάχυνσης. Στο Ν. Τζιμόπουλος & Μ. Ιωσηφίδου (επιμ.), *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την εκπαίδευση STEM* (σ. 27-35), Αθήνα.

Φεσάκης Γ., Δημητρακοπούλου, Α. & Καλαβάσης, Φ. (2001). «Δραστηριότητες Μοντελοποίησης με Χρήση Η/Υ στη Β΄θμια Εκπαίδευση: Διερεύνηση και Πειραματική Εφαρμογή σε Μαθητές Γ΄ Λυκείου», *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου με διεθνή*

συμμετοχή «Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση και Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση», Μακράκης Β. (επιμ.). Ατραπός. σσ. 673-688.

Χουλιάρα, Ξ., Λιοναράκης, Α. & Σπανακά, Α. (2011). Η έννοια της πολυμορφικότητας στο εξΑΕ διδακτικό υλικό: θεώρηση, σχεδιασμός, ζητήματα εφαρμογής. Στο Α. Λιοναράκης (Επιμ.), *6th International Conference in Open & Distance Learning, November 2011* (σσ. 397-410). Λουτράκι: ΕΔΑΕ.

Ξενόγλωσσες

Aktan, B., Bohus, C. A., Crowl, L. A. & Shor, M. H. (1996). Distance learning applied to control engineering laboratories. *IEEE Transactions on education*, 39 (3), 320-326.

Alkhaldi, T., Pranata, I. & Athauda, R. I. (2016). A review of contemporary virtual and remote laboratory implementations: observations and findings. *Journal of Computers in Education*, 3 (3), 329-351.

Anastasiades, P. S. (2012). Design of a Blended Learning Environment for the Training of Greek Teachers: Results of the Survey on Educational Needs. In P. Anastasiades (ed.), *Blended learning environments for adults: Evaluations and frameworks* (pp. 230–256). Hershey, PA: Information Science Reference.

Anastasiades, P. S., Filippousis, G., Karvunis, L., Siakas, S., Tomazinakis, A., Giza, P. & Mastoraki, H. (2010). Interactive Videoconferencing for collaborative learning at a distance in the school of 21st century: A case study in elementary schools in Greece. *Computers & Education*, 54(2), 321-339.

Babinčáková, M. & Bernard, P. (2020). Online Experimentation during COVID-19 Secondary School Closures: Teaching Methods and Student Perceptions. *Journal of Chemical Education*, 97 (9), pp.3295-3300.
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.0c00748>

Baxter, G. P. (1995). Using computer simulations to assess hands-on science learning, *Journal of Science Education and Technology*, 4, 21-27.

Bencomo, S. D. (2004). Control learning: Present and future. *Annual Reviews in control*, 28(1), 115-136.

Bennett, S. & Maton, K. (2010). Beyond the «Digital Natives'» Debate: Towards a More Nuanced Understanding of Students' Technology Experiences. *Journal of Computer Assisted Learning*. 26 (5), pp. 321-331.

Berge, Z. L. (1995). The Role of the Online Instructor/Facilitator. *Educational Technology*. 35 (1), pp.22-30.
https://www.researchgate.net/publication/238348806_The_Role_of_the_Online_InstructorFacilitator

Bishop, J.L. & Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. In ASEE National Conference Proceedings, Atlanta, GA.

Blazquez, F.E., & Alonso, L.D. (2006). A training Proposal for e-Learning Teachers. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*. Retrieved January 20, 2023, from http://www.eurodl.org/materials/contrib/2006/Blazquez_and_Alonso.htm

Boekaert, M. (2002). Motivation to learn. Educational Practices Series Nr. 10. International Academy of Education UNESCO.. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <https://eric.ed.gov/?id=ED470681>

Bonk, C. J. & Graham, C. R. (Eds.) (2006). *Handbook of blended learning: Global perspectives, local designs*. San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing.

Borthwick, A., Hansen, R., Gray, L. & Ziemann, I. (2008). Exploring Essential Conditions: A Commentary on Bull et al. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education (CITE Journal)*, v8, n3, pp.195-201.

Boulton, J. (2002). *Web-Based Distance Education: Pedagogy, Epistemology and Instructional Design*. Retrieved January 20, 2023, from <http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/boulton/>

Browning, P. & Lowndes, M. (2001). *JISC TechWatch Report: Content Management Systems*. Retrieved January 20, 2023, from https://www.researchgate.net/publication/2486861_JISC_TechWatch_Report_Content_Management_Systems

Brunner, J.S. (1974). *Entwurf einer Unterrichtstheorie*. Berlin-Verlag: Düsseldorf, Berlin.

Cao, Y. U., Chen, T. W., Harris, M. D., Kahng, A. B., Lewis, M. A. & Stechert, A. D. (1995). A remote robotics laboratory on the internet. *Proc. INET-95*. Honolulu.

Cekerol, K., Torpak, E. & Ozkanal, B. (2007). The Planning and Application of a Communication Model for Quality and Effective Learning in Distance Education. *Proceedings, EADTU's 20th Anniversary Conference «International courses and services online: Virtual Erasmus and a new generation of Open Educational Resources for a European and global outreach»*. 8-9 November, Lisbon, Portugal. Retrieved January 20, 2023, from <http://www.eadtu.nl/conference-2007/files/SAA6.pdf>

Chell, E. (2013). Review of skill and the entrepreneurial process. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, Vol 19 (1), pp.6–31. <http://dx.doi.org/10.1108/13552551311299233>

Chen, S., Chang, W. H., Lai, C. H. & Tsai, C. Y. (2014). A comparison of students' approaches to inquiry, conceptual learning, and attitudes in simulation-based and microcomputer-based laboratories. *Science Education*. 98, 905.

Chini, J. J., Madsen, A., Gire, E., Rebello, N. S. & Puntambekar, S. (2012). Exploration of factors that affect the comparative effectiveness of physical and virtual

manipulatives in an undergraduate laboratory. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8(1), 010113.

Christian, W. (2005). Physics Applets (Physlets) Home page. Διαθέσιμα στη διεύθυνση <http://webphysics.davidson.edu/Applets/Applets.html>

Clement, C. & Yanowitz, K. (2003). Using an Analogy to Modell Causal Mechanisms in a Complex Text. *Instructional Science*. Netherlands. Springer. Vol. 31. No 3. pp. 195-225.

Commonwealth of Learning (COL) (2003). Developing Library and Information Services for Distance Education. <http://www.col.org/colweb/site/pid/3131>

Corter, J.E., Nickerson, J.V., Esche, S.K. & Chassapis, C. (2004). Remote versus hands-on labs: A comparative study, *Frontiers in Education (IEEE)*. pp. 595-599.

Daskan, A. & Yildiz, Y. (2020). Blended Learning: A Potential Approach to Promote Learning Outcomes. *International Journal of Social Sciences & Educational Studies*, 7, 4, 103-108.

De Jong, T., Linn, M. C. & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305-308.

Dhanarajan, G. (1996). Distance Education: Status and Issues. In: *Proceedings of the Regional Seminar on Capacity Building in Distance Education for Training of Primary School Teachers*. Bangkok.

Driscoll, M. (2002). Blended learning: Let's get beyond the hype. *E-learning* 3. Retrieved January 20, 2023, from https://www.researchgate.net/publication/286029739_Blended_learning_Let's_get_beyond_the_hype/citation/download

Dziuban, C., Hartman, J. & Moskal, P. (2004). Blended Learning. *ECAR Research Bulletin*, 7(1), 2-12. Retrieved January 20, 2023, from https://www.researchgate.net/publication/284024298_Blended_learning

Elio, S. C., Herranz, J. P., Carro, G., Contreras, A., Muñoz Camacho, E., Garcia-Loro, F. & Castro Gil, M. (2018). From a Hands-on Chemistry Lab to a Remote Chemistry Lab: Challenges and Constrains. In *Online Engineering & Internet of Things*. Auer., M. E., Zutin, D. G. Eds. Springer International Publishing: Cham. Switzerland. Pp. 125–131. DOI: 10.1007/978-3-319-64352-6_12.

Else, M., J., Ramirez, M. A. & Clement, J. (2002). When are Analogies the Right Tool? A Look at the Strategic Use of Analogies in Teaching Cellular Respiration to Middle-School Students. *Proceedings of the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*. 10-13 January 2002.

Eynon, R. & Malmberg, L. E. (2011). A typology of young people's Internet use: implications for education. *Computers & Education*, 56 (3), pp. 585-595.

Fendt, W. (2008). Συλλογή από java applets. Retrieved May 10, 2023, from <http://www.walterfendt.de/ph14gr>

Finkbeiner, W. (1998). «*Modeling and Block Scheduling: a good match*». Ανακτήθηκε 22 Φεβρουαρίου, 2023, από <http://modeling.asu.edu/modeling/Block.pdf>

Fischer, J., Mitchell, R. & del Alamo, J. (2007). Inquiry learning with WebLab: undergraduate attitudes and experiences. *Journal of Science Education and Technology*, 16(4), 337-348.

Fragaki, M. & Lionarakis, A. (2011). Education for Liberation: A transformative Polymorphic model for ICT Integration in Education. In G. Kurubacak & T. V. Yuzer (Eds). *Handbook of Research on Transformative Online Education and Liberation: Models of Social Equality*, 198-231, Hersey: Information Science Reference - IGI Global.

Goodyear, P. (2005). Educational design and networked learning: Patterns, pattern languages and design practice. *Australasian Journal of Educational Technology*. pp. 21. 82-101. DOI:[10.14742/ajet.1344](https://doi.org/10.14742/ajet.1344)

Haag, S. (1990). Teaching at a Distance: Techniques for Tutors. University of Waterloo, *Teaching Resources and Continuing Education (TRACE)*.

Hanson, B., Culmer, P., Gallagher, J., Page, K., Read, E., Weightman, A. & Levesley, M. (2009). ReLOAD: Real laboratories operated at a distance. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2 (4), 331-341.

Harasim, L. (2002). What makes online learning communities successful? The role of collaborative learning in social and intellectual development. *Distance Education and Distributed Learning*. pp. 181-200.

Harms, U. (2000). Virtual and remote labs in physics education. *2nd European Conference on Physics Teaching Engineering Education*. Budapest. Retrieved March 23, 2023, from <https://pdfs.semanticscholar.org/62be/5ec4a9060ba2594ce792316c8f52dc3a8797.pdf>

Harrison, A. (2001). «How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students?», *Research in Science Education*, Netherlands: Springer, Vol. 31, No 3, pp. 401-435.

Harrison, A. (2002). «Analogical Transfer – Interest is Just as Important as Conceptual Potential», *Annual meeting of the Australian Association for Research in Education*, Brisbane, 1-5 December 2002.

Havlíček, K. (2015). Experiments in Physics Education: What do Students Remember? In: J. Šafránková & J. Pavlů (eds.), *WDS'15 Proceedings of Contributed Papers — Physics* (144–148). Prague: MATFYZPRESS.

Holmberg, B. (2002). *Εκπαίδευση εξ Αποστάσεως. Θεωρία και Πράξη*. Αθήνα: Έλλην.

Huppert, J., Lomask, S. M. & Lazarowitz, R. (2002). Computer simulations in the high school: Students' cognitive stages, science process skills and academic achievement in microbiology. *International Journal of Science Education*, 24(8), 803-821.

Jaakkola, T. & Nurmi, S. (2004). Academic impact of learning objects: The case of electric circuits. *Paper presented at the British Educational Research Association Annual Conference (BERA)*, University of Manchester.

Jaakkola, T., Nurmi, S. & Veermans, K. (2011). A comparison of students' conceptual understanding of electric circuits in simulation only and simulation-laboratory contexts. *Journal of research in science teaching*, 48(1), 71-93.

Jacobs, J. A. & McKenney, A. E. (2001). A Curriculum Resource for Materials Science and Engineering Education - Elementary School through College. In *MRS Proceedings*; Cambridge University Press: Cambridge, U.K., 2001. DOI: 10.1557/PROC-684-GG6.

Jimoyiannis, A. & Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & education*, 36 (2), 183-204.

Jonassen, D. H. & Reeves, T. C. (1996). Learning with technology: Using computers as cognitive tools. In *D. H. Jonassen (Ed.), Handbook of research for educational communications and technology*. (pp. 693-719). New York: Macmillan. (1st ed.).

Jones, C. & Healing, G. (2010). Net generation students: agency and choice and the new technologies, *Journal of Computer Assisted Learning*. Volume 26, Issue 5, pp. 344-356.

Kapucu, S. (2018). A simple experiment to measure the maximum coefficient of static friction with a smartphone *Phys. Educ.* 53 1–3.

Kateris, A., Lazos, P., Tsoukos, S., Tzamalīs, P. & Velentzas, A. (2020). Possible technical problems encountered by the teacher in the incorporation of mobile phone sensors in the physics lab. *European Journal of Physics Education*, 11(2), 5-23.

Keegan, D. (1996). *The Foundations of Distance Learning*. Routledge London and New York, (3d edition).

Keegan, D. (1996). *Theoretical principles of distance education*. London: Routledge.

Keegan, D. (2001). *Οι βασικές αρχές της ανοικτής και εξ αποστάσεως εκπαίδευσης*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: potential and perspectives for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204.

<https://doi.org/10.1080/03057260903142285>

King, A. (2016). *Blended language learning: Part of the Cambridge Papers in ELT series*. Cambridge: Cambridge University Press.

Kiriakidis, P. (2007). Online Learner Satisfaction: Learner–Instructor Discourse. *Proceedings, 12th annual TCC Worldwide Online Conference: Voyaging into a new era!* Retrieved January 20, 2023, from <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/server/api/core/bitstreams/de72e6ac-df60-4d0c-84a2-5758a50c5ed0/content>

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.

Kleftodimos, A. & Evangelidis, G. (2016). *An interactive video-based learning environment supporting learning analytics: Insights obtained from analyzing learner activity data*. In *State-of-the-Art and Future Directions of Smart Learning* (pp. 471-481). Springer Singapore.

Klein, P., Müller, A, Gröber, S., Molz, A. & Kuh, J. (2017). Rotational and frictional dynamics of the slamming of a door *Am. J. Phys.* 85 30–37.

Kron, F. & Σοφός, Α. (2007). *Διδακτική των Μέσων. Νέα Μέσα στο Πλαίσιο Διδακτικών και Μαθησιακών Διαδικασιών*. Αθήνα: Gutenberg.

Laurillard, D. (2002). *Rethinking University Teaching: A Conversational Framework for the Effective Use of Learning Technologies*. Edition: 2nd. Routledge. DOI:[10.4324/9780203160329](https://doi.org/10.4324/9780203160329)

Laurillard, D. (2012). *Teaching as a design science: building pedagogical patterns for learning and technology*. London: Routledge.

Lerro, F. & Marchisio, S. (2015). Preferences and uses of a remote lab from the students' viewpoint. In *International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*. (pp. 854-857).

Linn, M.C., Davis, E.A. & Bell, P. (2004). *Internet environments for science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Lionarakis, A. (2008). The theory of distance education and its complexity. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 1. Retrieved January 20, 2023, from <https://old.eurodl.org/?p=archives&year=2008&halfyear=1&article=310>

Matzakos, N. & Kalogiannakis, M. (2018). An analysis of first year engineering students' satisfaction with a support distance learning program in mathematics. *Education and Information Technologies*, 25(2), 869871.

McLoughlin, C. (2008). The Three P's of Pedagogy for the Networked Society: Personalization, Participation, and Productivity. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*. Volume 20, Number 1, 10-27.

McPherson, M. & Nunes, M.B. (2004). The Role of Tutors as an Integral Part of Online Learning Support. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*. Retrieved January 20, 2023, from https://eprints.whiterose.ac.uk/999/1/Maggie_MsP.html Nchindila, B. (2007). The Role of the Tutors in the Teaching of Online English for Business Programs in South Africa.

Monteiro, M., Stari, C., Cabeza, C. & Marti, A. C. (2017). The polarization of light and Malus' law using smartphones *Phys. Teach.* 55 264–6.

Moore, G.M. (1989). Editorial: Three types of interaction. *The American Journal of Distance Education*. 3(2). pp.1-6. DOI: [10.1080/08923648909526659](https://doi.org/10.1080/08923648909526659) Retrieved January 20, 2023, from http://www.ajde.com/Contents/vol3_2.htm#editorial

Moore, M. G. & Kearsley, G. (2012). *Distance Education: A Systems View of Online Learning*. Belmont, CA: Wadsworth.

Murphy, C. (2003). *Literature Review in Primary Science and ICT*, report 5, Nesta. Futurelab Series.

Nchindila, B. (2007). The Role of the Tutors in the Teaching of Online English for Business Programmes in South Africa: A Case Study. *Journal of Online Learning and Teaching*, 3(4). Retrieved January 20, 2023, from <https://jolt.merlot.org/documents/nchindila.pdf>

Nurhayati, S., Suryani, N. & Suharno, S. (2021). Online Learning with Virtual Laboratory: The effectiveness of Science Learning during the COVID-19 Pandemic. *Book Chapter Pedagogical Innovations in Education*. pp. 98-106. UMP Press.

Oblinger, D.G. & Oblinger, J. L. (2005). *Educating the Net Generation*, Washington DC: Educause,

Olympiou, G. & Zacharia, Z. C. (2012). Blending physical and virtual manipulatives: An effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. *Science Education*, 96(1), 21-47.

ONeil, D.G. (2006). *How Distance Education has Changed Teaching and the Role of the Instructor*. Retrieved January 20, 2023, from http://www.g-casa.com/download/ONeil_Distance_Education.pdf

Orfanos, S. & Dimitracopoulou A. (2003). «Technology based Modeling Activities and their Contribution to Learning Concepts and Concepts' Relation in Physics», *Proceedings of II International Conference on multimedia ICT's in Education «Advances in Technology-based Education Toward a Knowledge-based Society»*. Mendez A., Vilas J. A. & Gonzalez J. M. (Eds), Vol 3, pp. 1353-1357, Badajoz, Spain, 5-10 July 2003.

Osborne, J. & Hennessy, S. (2003). *Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions*. Futurelab Series, Report 6. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από https://www.researchgate.net/publication/32231352_Literature_Review_in_Science_Education_and_the_Role_of_ICT_Promise_Problems_and_Future_Directions

Pierratos, T. & Polatoglou, H. M. (2018). Study of the conservation of mechanical energy in the motion of a pendulum using a smartphone. *Physics Education*. 53 1–5.

Pili, U. (2018). A dynamic-based measurement of a spring constant with a smartphone light sensor. *Physics Education*. 53 033002.

Power, M. T. (2008). The Emergence of a Blended Online Learning Environment. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 4, 4, 503-514.

Prensky, M. (2004). *The Emerging Online Life of the Digital Native: What they do differently because of technology, and how they do it*.

Pyatt, K. & Sims, R. (2012). Virtual and physical experimentation in inquiry based science labs: attitudes, performance and access. *Journal of Science Education and Technology*, 21(1), pp.133-147. DOI:[10.1007/s10956-011-9291-6](https://doi.org/10.1007/s10956-011-9291-6)

Race, P. (1999) *Enhancing Student Learning*, Birmingham: SEDA Special 10, SEDA Publications.

Race, Ph. (1999). *Το Εγχειρίδιο της Ανοικτής Εκπαίδευσης*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Ratamun, M.M. & Kamisah, O. (2018). The Effectiveness Comparison of Virtual Laboratory and Physical Laboratory in Nurturing Students' Attitude towards Chemistry. *Creative Education*, 2018, 9 (09), pp.1411-1425. DOI:[10.4236/ce.2018.99105](https://doi.org/10.4236/ce.2018.99105)

Reif, F. & Larkin, J. (1991). Cognition in Scientific and Everyday Domains: Comparison and Learning Implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, (9), pp. 733-760. Retrieved January, 20, 2023, from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.3660280904>

Richtberg, S. & Girwidz, R. (2019). Learning Physics with Interactive Videos – Possibilities, Perception and Challenges. *Journal of Physics*. Conf. Series 1287 012057. IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/1287/1/012057. Retrieved March 20, 2023, from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1287/1/012057>

Richter, T., Böringer, D. & Jeschke, S. (2009). LiLa: A European project on networked experiments. In: S. Jeschke, Ing. Isenhardt, & K. Henning (eds.), *Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2009/2010* (307-317). Berlin, Heidelberg: Springer.

Robinson, K. (2011). *Άλλη λογική, για μια επανάσταση δημιουργικότητας*. Αθήνα: Εν πλω. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <https://www.politeianet.gr/books/9789609550062-robinson-ken-en-plo-alli-logiki-197245>

Robson, C. (2010). *Real-World Research - A Tool for Social Scientists and Professional Researchers* (Translated by Dalakou, V., Vasilikou, K.). Gutenberg (1993 Edition), Athens.

Rosbottom, J. (2001). Hybrid learning - a safe route into web-based open and distance learning for the Computer Science teacher. *Sigcse Bulletin*, Vol 33 (No 3), pp.89-92. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/507758.377493>

Rowntree, D. (1994). *Preparing Materials for Open, Distance and Flexible Learning: An Action Guide for Teachers and Trainers*. London: Kogan Page.

Salmon, G. (2002). *E-tivities: a key to active online learning*. Routledge, London. Retrieved January 20, 2023, from https://dma-maru.academia.iteso.mx/wp-content/uploads/sites/32/2014/09/Etivities_Salmon.pdf

Scanlon, E., Colwell, C., Cooper, M. & Di Paolo, T. (2004). Remote experiments, re-versioning and re-thinking science learning. *Computers & Education*, 43(1), 153-163.

Schecker, H. (1996). «Modeling Physics: System Dynamics in Physics Education», *Creative Learning Exchange*, Newsletter, Vol 2, pp. 1-8.

Skoumios, M. & Skoumpourdi, C. (2021). The use of outside educational materials in mathematics and science: Teachers' conceptions. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology*. 9(2), pp. 314-331. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1150>

Smyrniou, Z. & Dimitracopoulou, A. (2005). «The Impact of Videos, Real Objects' Experiments and Technology-based Modeling Primitives on the Students' Reasoning during Modeling in Chemistry and Physics», *International Workshop for the Kaleidoscope Special Interest Group «Computer Supported Inquiry Learning»*, 18-20 May 2005, Genoa, Italy.

Stevenson, K. & Sander, P. (1998). How to do Open University students expect to be Taught at Tutorials. *Open Learning*, v.13 (2), pp. 42-46.

Swan, A. E. & O'Donnell, A. M. (2009). The contribution of a virtual biology laboratory to college students' learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 46(4), 405-419.

Tait, A. (2000). *Planning Student Support for Open and Distance Learning*, *Open Learning*, v.15 (3).

Tapscott, D. (2008). *Grown Up Digital: How the Net Generation is Changing Your World*. New York: McGraw-Hill.

Taramopoulos, A., Psillos, D. & Hatzikraniotis, E. (2012). Teaching Electric Circuits by Guided Inquiry in Virtual and Real Laboratory Environments. In book: *Research on e-Learning and ICT in Education*. DOI:[10.1007/978-1-4614-1083-6_16](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1083-6_16)

Taylor, R.P. (1980). *The computer in the school: Tutor, tool, tutee*. New York: Teachers College Press.

Tawfik, M., Sancristobal, E., Martin, S., Gil, R., Diaz, G., Colmenar, A. & Hakansson, L. (2013). Virtual instrument systems in reality (VISIR) for remote wiring and measurement of electronic circuits on breadboard. *IEEE Transactions on learning technologies*, 6 (1), 60-72.

Tekbıyık, A. & Ercan, O. (2015). Effects of the Physical Laboratory versus the Virtual Laboratory in Teaching Simple Electric Circuits on Conceptual Achievement and Attitudes towards the Subject. *International Journal of Progressive Education*. 11 (3). 77-89.

Tho, S. W. & Yeung, Y. Y. (2018). An Implementation of Remote Laboratory for Secondary Science Education. *Journal of Computer Assistance Learning*. 34 (5), 629–640.

Toth, E. E., Morrow, B. L. & Ludvico, L. R. (2009). Designing blended inquiry learning in a laboratory context: A study of incorporating hands-on and virtual laboratories. *Innovative Higher Education*, 33(5), 333-344.

Tzamalīs, P., G., Kateris, A., Lazos, P., Tsoukos, S. & Velentzas, A. (2021). An educational proposal for students' experimentation in a distance learning environment. *Physics Education*, 56 (6), IOP Publishing Ltd. DOI 10.1088/1361-6552/ac1c49

Usman, M., Suyanta & Huda, K. (2021). Virtual lab as distance learning media to enhance student's science process skill during the COVID-19 pandemic. *Journal of Physics: Conference Series*. Bristol Vol. 1882, Iss. 1, (May 2021).
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1882/1/012126>

Weber, J. (1996). The compressed video experience. *Paper presented at Summer Conference of the Association of Small Computer Users*. North Myrtle Beach, South Carolina.

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.

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.

Λογισμικά – Ιστοσελίδες

e-me (χ.χ.) Ιστοσελίδα <https://auth.e-me.edu.gr/?eme=https://e-me.edu.gr/&cause=no-token&eat=7d3313931f7ced91230f976f7feaa57a>

eTwinning, (n.d.). *Τι είναι το eTwinning*; Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <https://www.etwinning.gr>

Geogebra λογισμικό (χ.χ.) <http://www.geogebra.org/cms/el/>

Interactive Physics (n.d.). (www.design-simulation.com)

Modellus (n.d.). (<http://modellus.fct.unl.pt>)

OFFICE MIX FOR TEACHERS (2016). *What is Office Mix?* Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <http://www.mixforteachers.com/what-isoffice-mix.html>

Scientix (n.d.) Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <http://www.scientix.eu/languages/greek>

SimQuest (n.d.). (www.simquest.nl)

TeamViewer (χ.χ): Το λογισμικό που υποστηρίζει την εξ αποστάσεως απομακρυσμένη πρόσβαση και meeting στο Διαδίκτυο. <https://www.teamviewer.com/el/>

Φωτόδεντρο (χ.χ). *Φωτόδεντρο*. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <https://photodentro.edu.gr/lor/>

Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο, (χ.χ). *Η κεντρική σελίδα του Ψηφιακού Σχολείου για το Ψηφιακό Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο*. Ανακτήθηκε 20 Ιανουαρίου, 2023, από <http://dschool.edu.gr>

Παράρτημα (Ερωτηματολόγιο)

Δημογραφικά στοιχεία:

1. Ειδικότητα:*

- Φυσικών ΠΕ.04.01
- Χημικών ΠΕ.04.02
- Βιολόγων ΠΕ.04.04

2. Έτη προϋπηρεσίας:*

- 1-10
- 11-20
- 21-30
- 30 και άνω

3. Εκπαιδευτική βαθμίδα όπου διδάσκετε:*

- Γυμνάσιο
- Λύκειο
- Και τα δύο

4. Περιφέρεια όπου διδάσκετε:*

- Ανατολικής Μακεδονίας-Θράκης
- Αττικής
- Βορείου Αιγαίου
- Δυτικής Ελλάδας
- Δυτικής Μακεδονίας
- Ηπείρου
- Θεσσαλίας
- Ιονίων Νήσων
- Κεντρικής Μακεδονίας
- Κρήτης
- Νοτίου Αιγαίου
- Πελοποννήσου

- Στερεάς Ελλάδας

Διερευνητικές ερωτήσεις

5. Έχετε παρακολουθήσει κάποιο σεμινάριο/επιμόρφωση ή κατέχετε κάποιο μεταπτυχιακό ή διδακτορικό τίτλο σπουδών στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση;*

- Ναι, έχω παρακολουθήσει σεμινάριο/επιμόρφωση
- Ναι, κατέχω μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών
- Ναι, κατέχω διδακτορικό τίτλο σπουδών
- Όχι

6. Κατά την περίοδο της πανδημίας Covid-19, στο πλαίσιο της εξ αποστάσεως διδασκαλίας των μαθημάτων της ειδικότητάς σας, με ποια συχνότητα πραγματοποιήσατε πειράματα;*

- Καμία φορά
- 1-10 φορές
- 11-20 φορές
- 21-30 φορές
- 31-40 φορές
- 40 και άνω φορές

7. Σε τι βαθμό συμμετείχαν οι μαθητές/τριές σας στην πειραματική εξ αποστάσεως διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς σας την περίοδο της πανδημίας Covid-19;*

- Συμμετείχαν οι περισσότεροι
- Συμμετείχαν περισσότεροι από τους μισούς
- Συμμετείχαν λιγότεροι από τους μισούς
- Συμμετείχαν πολύ λίγοι
- Δεν συμμετείχαν

8. Ποιές από τις παρακάτω μορφές εκτέλεσης πειραμάτων αξιοποιήσατε ως καλές πρακτικές στην εξ αποστάσεως πειραματική διδασκαλία των μαθημάτων της ειδικότητάς σας, την περίοδο της πανδημίας Covid-19;*

Σημειώστε όλες τις μορφές που έχετε χρησιμοποιήσει

- Βιντεοσκοπημένα πραγματικά πειράματα (Youtube)

- Διαδραστικά Βίντεο (Interactive Videos)
- Εικονικά εργαστήρια - Ψηφιακές διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων (Virtual Labs)
- Προσομοιώσεις πειραμάτων (Applets)
- Πραγματικά πειράματα από απόσταση ή Τηλεεργαστήρια (Remote Labs)
- Πειράματα στο σπίτι με απλά υλικά και χρήση εφαρμογών των smartphones (Home Experimentation)
- Μοντελοποιήσεις (Modeling)
- Διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων ζωντανά κατά τη διάρκεια του διαδικτυακού μαθήματος (Live Interactive Demonstrations)
- Δεν χρησιμοποίησα καμία

Αποτίμηση

Απαντήστε μόνο για τις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων που έχετε αξιοποιήσει. Για όσες δεν έχετε χρησιμοποιήσει, δεν χρειάζεται απάντηση

9-16. Ποιά από τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζουν τα/οι

- Βιντεοσκοπημένα πραγματικά πειράματα (Youtube)
- Διαδραστικά Βίντεο (Interactive Videos)
- Εικονικά εργαστήρια - Ψηφιακές διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων (Virtual Labs)
- Προσομοιώσεις πειραμάτων (Applets)
- Πραγματικά πειράματα από απόσταση ή Τηλεεργαστήρια (Remote Labs)
- Πειράματα στο σπίτι με απλά υλικά και χρήση εφαρμογών των smartphones (Home Experimentation)
- Μοντελοποιήσεις (Modeling)
- Διαδραστικές επιδείξεις πειραμάτων ζωντανά κατά τη διάρκεια του διαδικτυακού μαθήματος (Live Interactive Demonstrations)

και σε ποιο βαθμό;

Αξιολογήστε όλες τις επιλογές

	Πάρα πολύ	Πολύ	Αρκετά	Λίγο	Καθόλου
Ευκολία στη χρήση από τον μαθητή, μπορεί να τα εκτελέσει μόνος του ο σπίτι					
Ευκολία στην πρόσβαση και στη χρήση των λογισμικών					
Κόστος υλικοτεχνικής υποδομής					
Ενισχύουν το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών					
Ενισχύουν τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών					
Ενισχύουν τη συγκέντρωση και την εμβάθυνση					
Επιτρέπουν την προσωπική συμμετοχή – χειρισμό των διατάξεων από τους ίδιους τους μαθητές					
Βελτίωση επιπέδου γνώσεων των μαθητών					
Επίτευξη διδακτικών και γνωστικών στόχων					
Επίτευξη εννοιολογικής κατανόησης					
Ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων					
Αργή ταχύτητα της συνδέσεως κατά την εκτέλεση των πειραμάτων					
Δυνατότητα ερωτήσεων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων					
Διαπροσωπική επαφή μεταξύ εκπαιδευτικού-μαθητών					
Εξοικονόμηση χρόνου					

Σημερινή κατάσταση

17. Συνεχίζετε να αξιοποιείτε σήμερα τις μορφές εκτέλεσης πειραμάτων που χρησιμοποιήσατε την περίοδο της πανδημίας Covid-19;*

- Όχι
- Σπάνια (1 φορά το τρίμηνο ή και σπανιότερα)
- Μερικές φορές (1 φορά το δίμηνο τουλάχιστον)
- Συχνά (1 φορά το μήνα τουλάχιστον)
- Πολύ συχνά (1 φορά την εβδομάδα ή και συχνότερα)

18. Ποια εκτιμάτε ότι είναι τα θετικά αποτελέσματα που άφησε η περίοδος της πανδημίας Covid-19 στην διδακτική των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στη διδακτική των πειραμάτων; *

Απαντήστε συνοπτικά

19. Ποια εκτιμάτε ότι είναι τα αρνητικά αποτελέσματα που άφησε η περίοδος της πανδημίας Covid-19 στην διδακτική των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στη διδακτική των πειραμάτων; *

Απαντήστε συνοπτικά

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.