



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ - ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*Πρόταση για ασύγχρονη εξ αποστάσεως διδασκαλία μαθητών
της Α' Λυκείου στο μάθημα της Φυσικής*

ΚΑΘΑΡΕΙΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

Επιβλέπων: Βελέντζας Αθανάσιος, Ε.Δι.Π.

Τριμελής Επιτροπή:

Βελέντζας Αθανάσιος

Παυλοπούλου Καλλιόπη

Θεοδώνης Ιωάννης

Αθήνα, Ιούλιος 2022

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη.....	3
Abstract	4
Εισαγωγή	5
Κεφάλαιο 1 ^ο : Θεωρητικό Υπόβαθρο	6
Οι Τεχνολογίες Εκπαίδευσης στον 21 ^ο Αιώνα.....	6
Εξ Αποστάσεως διδασκαλία στην Εποχή της COVID-19.....	10
Σύγχρονες και Ασύγχρονες Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις	20
Πειραματικές Εφαρμογές στη Διδασκαλία της Φυσικής.....	22
Εφαρμογές και Πλεονεκτήματα Πειραματικών Προσομοιώσεων.....	24
Μεθοδολογικές Υποδείξεις Ψηφιακού Πειραματισμού.....	27
Εισαγωγή στην Οργάνωση, το Σχεδιασμό, την Περιγραφή και τη Δοκιμαστική Χρήση της Ιστοσελίδας	29
Κεφάλαιο 2 ^ο : Σχεδιασμός Ιστοσελίδας	32
Δομή Υποσελίδων.....	33
Δομή Μαθημάτων.....	34
Δομή Εκπαιδευτικών Βίντεο Θεωρίας	37
Δομή Εκπαιδευτικών Βίντεο Δραστηριοτήτων Επίδειξης.....	42
Δομή Θεωρητικών Κουίζ Αξιολόγησης.....	50
Δομή Πειραματικών Δραστηριοτήτων.....	60
Κεφάλαιο 3 ^ο - Αξιολόγηση της Μεθόδου.....	71
Εισαγωγή - Ερευνητικός Σχεδιασμός	71
Περιγραφή της Ερευνητικής Διαδικασίας.....	72
Έκθεση Αποτελεσμάτων και Σχολιασμού	74
Ανάλυση των Ερευνητικών Αποτελεσμάτων και Συμπεράσματα	83
Προτάσεις μελλοντικής Έρευνας.....	88
Αναφορές	92
Παράρτημα.....	107
Ευρετήριο Θεωρητικών Βίντεο ανά Διδακτική Ώρα	107
Ευρετήριο Εικόνων	110
Ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης του Μαθήματος.....	114
Σχόλιο από την παρουσίαση της μεθόδου σε σχολείο (14/5/2021)	118
Σχόλιο μαθητή της Α' Λυκείου, 16 ετών (7/6/2021).....	119
Σχόλιο Καθηγητή Φυσικής του Ιδιωτικού Σχολείου (24/7/2021)	120
Σχόλιο Καθηγητή Φυσικής του Ιδιωτικού Σχολείου (15/6/2022).....	120

Ευχαριστίες

Η οργάνωση και η διεκπεραίωση των προπτυχιακών μου σπουδών, με αποκορύφωμα την υλοποίηση και την παρουσίαση της εν λόγω διπλωματικής εργασίας, δε θα ήταν με κανένα τρόπο δυνατή χωρίς τη συντονισμένη λειτουργία του προσωπικού και των θεσμών που αποτελούν το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, τους οποίους και ευχαριστώ για οποιαδήποτε συνεισφορά στην ολοκλήρωση της πορείας μου από την εισαγωγή ως την αποφοίτηση.

Παράλληλα οφείλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της εργασίας μου, κύριο Αθανάσιο Βελέντζα, που χάρη στις πολύτιμες συμβουλές του εστίασε τις αρχικές μου ιδέες σε μια πραγματοποιήσιμη και συγκροτημένη παιδαγωγική πρόταση, επιδιορθώνοντας στην πορεία τυχόν ανακρίβειες που θα επιβάρυναν την τελική της εικόνα.

Ευχαριστώ, επίσης, την κυρία Παυλοπούλου Καλλιόπη και τον κύριο Θεοδώνη Ιωάννη που με τίμησαν με την παρουσία τους στην τριμελή επιτροπή.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στους καθηγητές Ιωάννη Ράπτη και Γεώργιο Τσόγκα, διευθυντή και καθηγητή φυσικής του Λυκείου Μελισσίων “Η Ελληνική Παιδεία” αντίστοιχα, που μου εξασφάλισαν χώρο και χρόνο από τον προγραμματισμό του σχολικού προγράμματος για την παρουσίαση και την δοκιμή της παιδαγωγικής μου μεθόδου. Η αξιοποίηση στοιχείων της ιστοσελίδας από τον κύριο Τσόγκα, συγκεκριμένα, αλλά και ο εποικοδομητικός σχολιασμός του, συνέβαλαν καθοριστικά στην ανατροφοδότηση και τη συλλογή ερευνητικών δεδομένων και παρατηρήσεων.

Ένα τεράστιο ευχαριστώ οφείλω στο σύνολο των μαθητών και μαθητριών που συμμετείχαν στην διαδικασία με οποιονδήποτε τρόπο, είτε απλά παρακολουθώντας την παρουσίασή μου, είτε επαινώντας τη δουλειά μου και θέτοντας ερωτήματα, είτε αξιοποιώντας πρακτικά την ιστοσελίδα στο διάβασμά τους, είτε συμβάλλοντας άμεσα στη διεκπεραίωσή της μέσα από γραπτά σχόλια και συμμετοχή στο ερωτηματολόγιο, καθώς χωρίς την εθελοντική τους συνεισφορά η ολοκλήρωση της έρευνας θα ήταν αδύνατη.

Κλείνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τα αγαπημένα μου πρόσωπα, τους συγγενείς, τους φίλους, τους συμφοιτητές, τους καθηγητές, αλλά και την συμπτωματική συνεισφορά παραγόντων που δεν αναφέρονται εδώ, για κάθε είδους υλική ή ψυχολογική υποστήριξη σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Και οι πιο μικροσκοπικές ενέργειες, ακόμη και θεωρητικά αρνητικές, μπορούν πάντα να οδηγήσουν σε εκρηκτική πρόοδο.

Περίληψη

Η παρούσα αναφορά αποτελεί πλήρη περιγραφή της εκπαιδευτικής πρότασης που ανέπτυξα για την εξ αποστάσεως και ασύγχρονη διδασκαλία της φυσικής στην Α' Λυκείου. Το σύνολο του εκπαιδευτικού υλικού φιλοξενείται στην ιστοσελίδα <https://vassiliskathareios.wordpress.com/> και περιλαμβάνει το σύνολο της διδακτέας ύλης σε μορφή μαγνητοσκοπημένων διαλέξεων, καθώς και αναλυτικές οδηγίες για την πραγματοποίηση πειραματικών δραστηριοτήτων βασισμένων στις εν λόγω παραδόσεις. Στόχος της πρότασης είναι η παροχή ενός ολοκληρωμένου προγράμματος διδασκαλίας της Φυσικής Α' Λυκείου, ακόμη και υπό συνθήκες που καθιστούν αδύνατη την πραγματοποίησή της δια ζώσης, χωρίς όμως να στερεί από τους μαθητές και τις μαθήτριες την επαφή με τον καθοριστικής σημασίας κλάδο του πειραματισμού. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου βρίσκεται υπό συνεχείς δοκιμές από τον Μάιο του 2021 και έπειτα, στα πλαίσια του προγράμματος ιδιωτικού Γενικού Λυκείου, παρέχοντας ερευνητικά δεδομένα που θα συμβάλουν στη γενικότερη βελτίωση και επέκταση των δυνατοτήτων της.

Λέξεις κλειδιά: Φυσική Λυκείου, εξ αποστάσεως ασύγχρονη εκπαίδευση, εικονικά πειράματα

Abstract

The present report offers a complete description of the educational proposal developed for the asynchronous distance learning of physics in the first class of a Greek senior high school. The entirety of the educational material is hosted in the website <https://vassiliskathareios.wordpress.com/> and includes recorded lectures presenting the whole curriculum, as well as detailed instructions for conducting experimental activities based on the lectures. The objective of the proposal is to provide a comprehensive learning program for physics in the first class of a Greek senior high school, even under conditions of social distancing, while not depriving students of contact with the crucial brunch of experimentation. The effectiveness of the method is under continuous testing from May 2021 onwards, within the framework of a private school's teaching program, providing research data that will contribute to the overall improvement and expansion of its capabilities.

Keywords: High school physics, asynchronous distance learning, experimentation

Εισαγωγή

Η τρέχουσα πανδημία της COVID-19 έφερε τον κόσμο αντιμέτωπο με μια σκληρή πραγματικότητα, που για μερίδα του πληθυσμού αποτελεί κοινή καθημερινότητα: παιδιά και νέοι σε αναπτυσσόμενα κράτη, σε περιοχές που πλήττονται από φυσικές καταστροφές, σε απομονωμένους οικισμούς ή νησιά, αλλά και μέλη του κοινωνικού συνόλου με κινητικές αναπηρίες, αντιμετωπίζουν ήδη μια κατάσταση που καθιστά τη συμμετοχή τους σε δια ζώσης εκπαίδευση από δύσκολη έως αδύνατη. Ειδικότερα στον τομέα του πειραματισμού, που αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην εκμάθηση των θετικών επιστημών, η πρόσβαση στις απαραίτητες πειραματικές διατάξεις είναι εφικτή μόνο σε εκπαιδευτικά ιδρύματα με ανάλογο προϋπολογισμό (Kocijančic, 2002).

Η εκπαιδευτική πρόταση που ανέπτυξα στα πλαίσια της διπλωματικής μου εργασίας έχει ως στόχο να υπερκεράσει τις πρακτικές και οικονομικές δυσκολίες που παρεμποδίζουν την πρόσβαση σε ολοκληρωμένο πρόγραμμα διδασκαλίας της φυσικής Α' Λυκείου, με δυνατότητες πειραματισμού, μέσα από τη δημιουργία εκπαιδευτικής ιστοσελίδας που θα παρέχει το σύνολο της ύλης σε μαγνητοσκοπημένες διαλέξεις, αλλά και μια σειρά δραστηριοτήτων βασισμένων σε ψηφιακές πειραματικές διατάξεις. Παράλληλα, ο ασύγχρονος χαρακτήρας της μεθόδου εξασφαλίζει τη δυνατότητα προσωποποιημένου προγραμματισμού του ρυθμού εκμάθησης.

Το 1^ο Κεφάλαιο της παρούσας εργασίας εκθέτει το θεωρητικό υπόβαθρο των βασικών εννοιών που περιγράφουν τη φύση της μεθόδου: διαδικτυακή, εξ αποστάσεως, ασύγχρονη εκπαίδευση μέσω πειραματισμού. Η παράθεση των πληροφοριών ξεκινά από γενικότερα πλαίσια, ώσπου τελικά εστιάζεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της εκπαιδευτικής μου προσέγγισης.

Στο 2^ο Κεφάλαιο ακολουθεί η αναλυτική περιγραφή της ιστοσελίδας. Με πρώτο βήμα την παρουσίαση των υποσελίδων γίνεται εκτενής αναφορά στη δομή και την αλληλουχία των εκπαιδευτικών βίντεο, τις βασικές κατηγορίες των ερωτήσεων αξιολόγησης και τη μεθοδολογία των πειραματικών δραστηριοτήτων, όπως εμφανίζονται στην τρέχουσα μορφή της ιστοσελίδας (18/6/2022).

Στο 3^ο Κεφάλαιο εκτίθενται τα πειραματικά δεδομένα από τη δοκιμή της ιστοσελίδας σε ομάδα μαθητών και μαθητριών της Α' τάξης του ιδιωτικού Γενικού Λυκείου "Η Ελληνική Παιδεία" από τον Μάιο του 2021 και έπειτα. Τα τελικά αποτελέσματα παρέχουν σημαντικές πληροφορίες τόσο για την πρακτική απήχηση της μεθόδου στους μαθητές, όσο και για πιθανές μελλοντικές ερευνητικές ενέργειες, που αναλύονται στη συνέχεια.

Τελευταίο μέρος της εργασίας -μετά τις Αναφορές- αποτελεί το Παράρτημα, που περιλαμβάνει ευρετήριο των θεωρητικών βίντεο ανά Διδακτική Ώρα, ευρετήριο εικόνων και πινάκων, σχόλια χρηστών για την ιστοσελίδα και λοιπά στοιχεία.

Κεφάλαιο 1^ο: Θεωρητικό Υπόβαθρο

Οι Τεχνολογίες Εκπαίδευσης στον 21^ο Αιώνα

Η αξιοποίηση του προσωπικού υπολογιστή στον τομέα των επικοινωνιών αποτελεί ίσως την σημαντικότερη συνεισφορά στον κλάδο σε βάθος δεκαετιών (de la Sola Pool, 1984), ενώ ο συνδυασμός του με την ευρεία χρήση του διαδικτύου έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει τις έννοιες της επικοινωνίας και της ψυχαγωγίας. Παρόλ' αυτά, η αξιοποίηση των τεχνολογικών εξελίξεων στον τομέα της εκπαίδευσης έχει αποδειχθεί πενιχρή, καθώς μέχρι πρότινος ο κύριος όγκος της παιδαγωγικής διαδικασίας εξακολουθούσε να διοχετεύεται από παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας. Η διαδικτυακή εκπαίδευση χρειάστηκε να υπομείνει μια μακρά περίοδο επώασης και προσαρμογών που προηγήθηκε της εκρηκτικής προόδου, εν αναμονή εξελίξεων που θα οδηγήσουν σε νέο καθεστώς στον τομέα της εκπαίδευσης (Brown, 2000).

Είναι γεγονός, ωστόσο, ότι η αξιοποίηση τεχνολογικών μέσων στη σχολική αίθουσα δεν περιορίζεται σε κοινό παρακλάδι παραδοσιακών μεθόδων· αντ' αυτού αποτελεί μια πρωτοποριακή και αυτόνομη μεθοδολογική προσέγγιση, που απαιτεί ριζική αναθεώρηση της διδακτικής πρακτικής. Η απλή εφαρμογή της καινοτομίας σε παλαιού τύπου παιδαγωγικές μεθόδους δεν εκμηδενίζει απλά τις δυνατότητες βελτίωσης της συνολικής εμπειρίας, αλλά αμβλύνει πλήρως και τα επί μέρους χαρακτηριστικά που καθιστούν καινοτόμα τα σύγχρονα μέσα. Παρά την περιορισμένη ως τώρα πρόοδο, η τρέχουσα κρίση αναμένεται να καθοδηγήσει την εξερεύνηση των πλεονεκτημάτων και των δυνατοτήτων του e-learning, που θα ευνοήσει με τη σειρά της την μετάβαση στη νέα εποχή της διδακτικής. Η διαδικτυακή εκπαίδευση προσφέρει πολλά περισσότερα από απλή βελτίωση της απορρόφησης πληροφοριών, και οποιαδήποτε απόπειρα εκσυγχρονισμού του μαθησιακού περιβάλλοντος οφείλει σε κάποιον βαθμό να την αφορά (Garrison & Anderson, 2000).

Η πρόσβαση στο διαδίκτυο συνεπάγεται πρόσβαση σε μια απεριόριστη δεξαμενή πληροφοριών και δεδομένων, με σημαντική ικανότητα υποστήριξης και κινητοποίησης τόσο μαθητών όσο και καθηγητών. Η αποδοτική αξιοποίησή του, ωστόσο, προϋποθέτει και κάποια μορφή ελέγχου, καθώς η έλλειψη στόχευσης και διδακτικής σκοπιμότητας μπορεί να οδηγήσει σε περιορισμένη αποτελεσματικότητα. Η πραγματική ισχύς του e-learning δεν βασίζεται σε ακαριαία και στείρα μετάδοση πληροφοριών, αλλά κατά κύριο λόγο στις διαδραστικές και επικοινωνιακές της δυνατότητες. Στόχος του είναι η συστηματοποιημένη ισορροπία του μαθησιακού περιβάλλοντος ανάμεσα στις απεριόριστες δυνατότητες και την διατήρηση της παιδαγωγικής συνοχής, που αντικαθιστά τις μονοσήμαντες παροχές προς τους μαθητές με παραγωγικές αλληλεπιδράσεις σε ένα κοινωνικό σύνολο (Garrison & Anderson, 2003).

Έως πρόσφατα αυτή ακριβώς η δυνατότητα κοινωνικοποίησης ερχόταν σε αντιδιαστολή με την οργανωτική ευελιξία που χαρακτηρίζει μια πιο προσωποποιημένη σειρά μαθημάτων, καθώς η συμμετοχή σε πολυμελή τάξη προϋπέθετε αυστηρότερο προγραμματισμό. Η ικανότητα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης να μετασχηματίσει την έννοια της διδασκαλίας βασίζεται στην κατάργηση της εν λόγω ασυμφωνίας, καθώς τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της συνδυάζουν αρμονικά την πληθωρικότητα του διαδικτύου, την θεματική στόχευση μιας συνεργατικής εκπαιδευτικής κοινότητας και την υψηλή εξατομίκευση. Η αποδοτική συγχώνευση των τριών, ωστόσο, απαιτεί αναθεώρηση ολόκληρης της παιδαγωγικής μας προσέγγισης. Επίκεντρο της έννοιας “παιδεία” οφείλει να αποτελεί η γένεση νέων ιδεών, που συνοδεύεται από ανάπτυξη στοχαστικών ικανοτήτων με σημαντική συνεισφορά στην δια βίου μάθηση, αλλά οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας εστιάζουν περισσότερο σε μεταφορά πληροφοριών και ιδεολογικών προσεγγίσεων από τον καθηγητή στον μαθητή.

Η πρόσβαση σε δεξαμενές πληροφοριών δεν αποτελεί σημαντικό προβληματισμό για την σύγχρονη εκπαίδευση, τουλάχιστον στο δυτικό κόσμο· η σωστή διαλογή και μέθοδος αξιοποίησής τους, ωστόσο, προϋποθέτει ολική αναπροσαρμογή της παθητικής διδακτικής προσέγγισης (Garrison & Anderson, 2003). Το e-learning μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην επικαιροποίηση παραδοσιακών μεθόδων, με απώτερο στόχο την πλήρη κατάργηση και αντικατάστασή τους με νέες, όπου η διαδραστικότητα θα αποτελεί κυρίαρχο αναπτυξιακό κορμό. Ανάλογη εξέλιξη θα οδηγήσει, κατά μία έννοια, σε επαναφορά ακόμη παλαιότερων παιδαγωγικών χαρακτηριστικών, όπως οι περιστασιακές ανταλλαγές επιχειρημάτων και απόψεων σε κάποιο είδος κεντρικής “αγοράς” (=forum).

Με άλλα λόγια, η διαδικτυακή εκπαίδευση οφείλει αρχικά να αποδείξει ότι αποτελεί πολλά περισσότερα από απλή διευκόλυνση στην πρόσβαση διδακτικού υλικού. Στην πραγματικότητα, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα κάθε βαθμίδας είναι αυτά που οφείλουν να κατανοήσουν ότι μέτρο σύγκρισης για τις απόπειρές τους στην αγορά του e-learning θα αποτελέσει η ικανότητά τους να στελεχώσουν τις ψηφιακές τάξεις τους με καθηγητές ικανούς να τις οργανώσουν και να τις κινητοποιήσουν. Η επιτυχημένη εξ αποστάσεως εκπαίδευση αποτελεί συνδυασμό του παρεχόμενου υλικού και του μαθησιακού περιβάλλοντος, και απαιτεί καθηγητές ικανούς τόσο σε θέματα οργανωτικής διαχείρισης όσο και παιδαγωγικής προσέγγισης.

Η περιήγηση στο διαδίκτυο, όπως αναφέρθηκε, μπορεί να παραλληλιστεί με περιήγηση σε βιβλιοθήκη· η ευρεία διαθεσιμότητα και ο απεριόριστος όγκος επιλογών μπορούν πολύ εύκολα να μετατρέψουν την στοχευμένη έρευνα σε άσκοπη ψυχαγωγική εξερεύνηση. Αρμοδιότητα του καθηγητή είναι να αποτρέψει την υποχώρηση σε περισπασμούς, ενώ παράλληλα διατηρεί το κλίμα προσωπικής αυτοβελτίωσης και πηγαίου ενθουσιασμού (Garrison & Anderson, 2003).

Οι πραγματικές διαστάσεις των εκπαιδευτικών μεταρρυθμίσεων δεν έχουν γίνει ακόμη ορατές, αλλά η δημιουργία ασύγχρονων συνεργατικών ομάδων σπουδαστών

μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εξελικτικό βήμα, με κοινωνικές προεκτάσεις· οι έννοιες “ασύγχρονη” και “συνεργατική”, χαρακτηριστικά, ακόμη και στο πρόσφατο παρελθόν θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ασύμβατες. Ο μεθοδολογικός τους συγκερασμός, ωστόσο, χάρη στην αλματώδη πρόοδο του επικοινωνιακού τομέα μπορεί να οδηγήσει σε επικοινωνιακά σύνολα χωρίς ιστορικό προηγούμενο, όπως η παιδαγωγική συνύπαρξη μαθητών ποικίλων πολιτιστικών υποβάθρων, με καταγωγή από ζώνες ώρας που δεν θα επέτρεπαν ποτέ σύγχρονη/ταυτόχρονη εκπαίδευση.

Η άκρως ανεπτυγμένη προσβασιμότητα σε πληροφορίες, συν τοις άλλοις, έχει περιορίσει σημαντικά την αξία της αποστήθισης, αντικαθιστώντας τη με ικανότητες κριτικής και συνδυαστικής σκέψης. Βασισμένη σε αυτές η ασύντακτη πληθώρα δεδομένων μπορεί να μετατραπεί σε αφομοιωμένη ανθρώπινη γνώση, με εφαρμογές σε κάθε τομέα της σύγχρονης ακαδημαϊκής και δημόσιας ζωής (Garrison & Anderson, 2000). Το ζήτημα, κατ' επέκταση, δεν αφορά αποκλειστικά τον τομέα της εκπαίδευσης, αλλά η επίλυσή του διοχετεύεται αποκλειστικά μέσα από εκείνον· η εξ αποστάσεως εκπαίδευση, με τις ισχυρές απαιτήσεις σε πειθαρχία και συνδυαστική αντιμετώπιση του παρεχόμενου υλικού, μπορεί να υποβοηθήσει την προσαρμογή των μαθητών στην διαρκώς εξελισσόμενη και συστηματοποιημένη αγορά εργασίας.

Η αξιοποίηση των εν λόγω δυνατοτήτων, ωστόσο, προϋποθέτει κατάρριψη του στερεοτύπου κατά το οποίο μοναδική επιπλέον παροχή των τηλεπικοινωνιών αποτελεί η βελτιωμένη ταχύτητα ανταλλαγής δεδομένων. Παρά τον καταλυτικό και υποστηρικτικό ρόλο τους, οι τεχνολογικές διευκολύνσεις εξακολουθούν να εξαρτώνται άμεσα από τον επικοινωνιακό πλουραλισμό που τις πλαισιώνει.

Εναλλακτικές προσεγγίσεις μπορούν να οδηγήσουν σε διαφορετικά παιδαγωγικά αποτελέσματα, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαίτερες ανάγκες κάθε επί μέρους περίπτωσης· οι τηλεδιασκέψεις, παραδείγματος χάρη, αποτελούν παράδειγμα σύγχρονης εκπαίδευσης, και προσομοιώνουν το περιβάλλον μιας σχολικής τάξης που στερείται την δυνατότητα δια ζώσης λειτουργίας. Η ύλη του μαθήματος παρέχεται σε σημαντικό βαθμό χάρη στις διαλέξεις που μεταδίδονται ζωντανά. Στα πλαίσια ενός προγράμματος ασύγχρονης εκπαίδευσης η διδασκαλία βασίζεται σε μαγνητοσκοπημένες παραδόσεις ή κατάλληλο παιδαγωγικό υλικό, χωρίς την υποχρέωση προγραμματισμού μαθημάτων ή δεξιότητες καταγραφής σημειώσεων. Η ισχύς του e-learning οφείλεται στην ικανότητά του να υποστηρίξει ένα ευρύ τεχνολογικό φάσμα επικοινωνιακών δυνατοτήτων κατά τον παιδαγωγικό σχεδιασμό, που του προσδίδει ασύγκριτη ευελιξία (Garrison & Anderson, 2003).

Η στερεοτυπική αντιμετώπιση της διαδικτυακής εκπαίδευσης ως απλή επέκταση της δια ζώσης γίνεται άμεσα ορατή και από το γεγονός ότι, στην συντριπτική τους πλειοψηφία, οι έρευνες της δεκαετίας του ενενήντα πάνω σε διαφοροποιήσεις μεταξύ της ίδιας και παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας δεν έδωσαν σημαντικά αποτελέσματα. Το συμπέρασμα, ωστόσο, δεν οφείλεται σε πραγματική έλλειψη διαφορών, αλλά στην πρώιμη αξιοποίηση του e-learning μέσα από παραδοσιακές

μεθοδολογικές προσεγγίσεις. Πέρα από μια προσωρινή αίσθηση τεχνολογικής ανωτερότητας η χρήση ενός νέου μέσου δεν αρκεί για να οδηγήσει σε συστηματικές βελτιώσεις, ειδικά εάν δεν συνοδεύεται από σχετικές παιδαγωγικές προσαρμογές. Η πλήρης αναθεώρηση των παραδοσιακών διδακτικών μεθόδων, κατ' επέκταση, αποτελεί σημαντικό πρώτο βήμα, με απώτερο στόχο την πλήρη προσαρμογή της εκπαιδευτικής διαδικασίας στις δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα των διαδικτυακών πολυμέσων (Garrison & Anderson, 2003).

Χωρίς σωστή κατανόηση της νέας πραγματικότητας, στα πλαίσια της οποίας το e-learning πρόκειται να μετασχηματίσει πλήρως τις ακαδημαϊκές διεργασίες, δεν είναι δυνατό να διακρίνουμε τις πραγματικές της δυνατότητες. Τα έκτακτα υγειονομικά μέτρα, όπως θα αναφερθεί στη συνέχεια, αναμένεται να περιορίσουν σημαντικά την συμμετοχή στη δια ζώσης εκπαίδευση και να επιτρέψουν στην εκτεταμένη αξιοποίηση της διαδικτυακής να καλλιεργήσει την απαραίτητη εμπειρία και τεχνογνωσία εν όψη πιθανού μελλοντικού τους συνδυασμού. Η χρήση του διαδικτύου για λόγους ψυχαγωγίας, επικοινωνίας, καταναλωτισμού και περιστασιακής ενημέρωσης έχει καθιερωθεί πλήρως κατά το πρώτο πέμπτο του αιώνα· η δυνατότητα του μέσου μαθητή να το εκμεταλλευτεί σε συνθήκες αυστηρής θεματολογικής στόχευσης μένει να αποδειχθεί. Αν, ωστόσο, το κυριότερο πρακτικό ζήτημα στον τομέα της εκπαίδευσης αφορούσε για αιώνες την ελλιπή πρόσβαση σε πληροφορίες, χάρη στην τεχνολογική πρόοδο κάνουμε πλέον λόγο σχεδόν αποκλειστικά για την ορθή διαχείριση της διαθέσιμης υπερπληθώρας.

Συμπερασματικά, χάρη στα επικοινωνιακά και οπτικοακουστικά μέσα που παρέχουν οι τεχνολογίες διαδικτύου έχουν την δυνατότητα να μετασχηματίσουν ανεπιστρεπτί τις μεθόδους διδασκαλίας και μάθησης· η απαραίτητη τεχνογνωσία και εξειδίκευση στην αξιοποίησή τους, ωστόσο, δεν συμβαδίζουν πάντοτε με την καινοτόμο ευελιξία. Κυρίαρχη σύγχρονη μεταρρυθμιστική φιλοσοφία στην εκπαίδευση, παραδείγματος χάρη, αποτελεί η μετάβαση από την συσσώρευση στην αποτελεσματική επεξεργασία των πληροφοριών, που χάρη στο διαδίκτυο μπορούν να προσπελαστούν με χαρακτηριστική ευκολία. Η εν λόγω μεταστροφή σε δεξιότητες παραγωγής γνώσης μπορεί να ενισχυθεί σημαντικά από τις τεχνολογικές εξελίξεις που την δρομολογούν, αλλά η συνεισφορά ενός ενεργού και επαρκώς ενημερωμένου εκπαιδευτικού, επικεφαλής ενός δυναμικού και διαδραστικού περιβάλλοντος εξ αποστάσεως διδασκαλίας, δεν παύει να καθορίζει την τελική μαθησιακή ανταπόκριση. Οι ιδιαίτερες δεξιότητες που απαιτούνται, όπως η ανεπτυγμένη κριτική σκέψη, η υψηλή προσαρμοστικότητα και η μεθοδολογική ευκινησία, είναι και αυτές που θα χαρακτηρίσουν αμφιμονοσήμαντα τον εκπαιδευτικό του μέλλοντος (Garrison & Anderson, 2000).

Ιδανική αφετηρία αποτελεί η εξερεύνηση των αμιγώς πρωτοποριακών δυνατοτήτων που παρέχονται χάρη στα σύγχρονα μέσα, όπως και η βελτιστοποίηση της παιδαγωγικής τους εφαρμογής. Επέκταση παρωχημένων διδακτικών μεθόδων σε διαδικτυακές πλατφόρμες, με μοναδική εξέλιξη την μεγαλύτερη προσβασιμότητα

στις αφομοιωμένες παθογένειές τους, δεν πρόκειται απλώς να παρακάμψει τις εποικοδομητικές τους ιδιότητες αλλά και να βλάψει την φερεγγυότητά τους. Η εν λόγω τάση αφορά τα παρθενικά βήματα κάθε σημαντικού τεχνολογικού άλματος στην ανθρώπινη ιστορία, με χαρακτηριστικά παραδείγματα το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, όπου ένα παλαιό μέσο (αλληλογραφία) εξελίχθηκε σε βασικό χαρακτηριστικό ενός νέου (διαδίκτυο), αλλά και τις κινηματογραφικές ταινίες, που ως την δεκαετία του '20 παρέπεμπαν απλώς σε μαγνητοσκοπημένες θεατρικές παραστάσεις (McLuhan, 1995).

Σημείο καμπής στην εξελικτική πορεία κάθε καινοτομίας, ωστόσο, αποτελεί η ανάδειξη της από πρωτοποριακή θυγατρική σε μια αυτόνομη κατηγορία με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Με ανάλογο τρόπο, η διαδικτυακή μάθηση θα απελευθερώσει πλήρως τις δυνατότητές της όταν θα κατορθώσει να απαγκιστρωθεί απ' τη μεθοδολογική ανακύκλωση και να διαφοροποιηθεί από τους προκατόχους της, βασισμένη σε πλεονεκτήματα όπως η προσβασιμότητα και η διαδραστικότητα. Η τυφλή και βεβιασμένη εφαρμογή της, εν ολίγοις, δεν αποτελεί αυτοσκοπό· χρέος του εκπαιδευτικού κλάδου, ανεξαρτήτως τεχνογνωσίας και συνθήκης, αποτελεί η δημιουργική καλλιέργεια κριτικών δεξιοτήτων.

Για να πετύχει τους στόχους της η σύγχρονη εκπαίδευση οφείλει να αναδείξει εκ νέου την βαρύτητα ενός συνεργατικού μαθησιακού περιβάλλοντος και να οικοδομήσει τις ανανεωμένες αρχές της στις επαυξημένες δυνατότητες δημιουργικής ανάδρασης που παρέχει. Ο απογαλακτισμός από παρωχημένες δασκαλοκεντρικές πρακτικές του παρελθόντος, κατ' επέκταση, δεν θα επιτευχθεί ομαλά αν η διάδοχη κατάσταση περιοριστεί σε προσωποποιημένη απομόνωση πίσω από μια οθόνη υπολογιστή (Garrison & Anderson, 2003). Η δυνατότητα κοινωνικού συγκρητισμού, αλλά και άμεσης ανταλλαγής ερεθισμάτων και επιρροών σε έναν στενό συνεργατικό κύκλο, είναι και αυτή που πρόκειται να καθορίσει τις δεξιότητες προσαρμογής και εργασίας σε ανάλογο περιβάλλον σε μελλοντικό χρόνο· η ενισχυμένη προσβασιμότητα που παρέχει το e-learning, αν μη τι άλλο, μπορεί και οφείλει να αξιοποιηθεί στην καλλιέργεια ενός συνεργατικού μαθησιακού περιβάλλοντος που θα αποδίδει ακόμη και υπό τις πλέον αντίξοες συνθήκες.

Εξ Αποστάσεως διδασκαλία στην Εποχή της COVID-19

Η ευρεία διάδοση της COVID-19 αποτελεί σημαντική απειλή για την ανθρώπινη ευημερία, καθώς οδήγησε σε αναστολή λειτουργίας κάθε δημόσιας δραστηριότητας, συμπεριλαμβανομένης της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ο κίνδυνος μετάδοσης εξωθεί τις εκπαιδευτικές μονάδες στην χρήση λογισμικού εξ αποστάσεως διδασκαλίας, που παρά τα προβλήματα και τις τεχνολογικές προκλήσεις μιας τόσο ξαφνικής αλλαγής οφείλει να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά το συντομότερο δυνατό. Οι δυσκολίες στη μετάβαση από ένα μαθησιακό περιβάλλον σχολικής τάξης σε μια διαδραστική αίθουσα τηλεκπαίδευσης επηρεάζει τόσο τους εκπαιδευτικούς όσο και τους μαθητές.

Η μη αναμενόμενη αναστολή λειτουργίας των εκπαιδευτικών δομών εξαιτίας της COVID-19 οδήγησε στην ανάπτυξη και την εφαρμογή εναλλακτικών επικοινωνιακών μεθόδων, ώστε να διασφαλιστεί η ομαλή και χωρίς υγειονομικούς κινδύνους συνέχεια της μαθησιακής διεργασίας. Το σύστημα αυτό, εξαρτώμενο άμεσα από το σύνολο των τεχνολογικών δυνατοτήτων που παρέχουν την δυνατότητα εξ αποστάσεως συστημικής διδασκαλίας, αποτελεί τον ιδανικότερο ορισμό του e-learning. Η αξιοποίηση διαδικτυακών και ηλεκτρονικών μέσων μπορεί να αποτελεί e-learning ακόμη κι αν λαμβάνει χώρα στην σχολική αίθουσα (Aboagye et al., 2020). Κατά την κρίση του κορωνοϊού, ωστόσο, οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας υποκαταστάθηκαν πλήρως, εξαιτίας της υπερδιάδοσης που μπορεί να λάβει χώρα σε κοινωνικές συναθροίσεις. Το e-learning ελαχιστοποιεί τέτοιους κινδύνους, καθώς εξασφαλίζει την απαραίτητη κοινωνική απομόνωση, παρά τα δεδομένα που υποδεικνύουν ότι οι μαθητές επωφελούνται σε μικρότερο βαθμό από αποκλειστική χρήση της συγκεκριμένης μεθόδου (Lizcano et al., 2020).

Κατά την περίοδο προ της COVID-19, η συντριπτική πλειοψηφία των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων κάθε βαθμίδας ήταν βασισμένη σε παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, που αφορούν την διαπροσωπική επαφή μαθητών και καθηγητών σε σχολική αίθουσα ή αμφιθέατρο. Παρά τις σποραδικές απόπειρες εκμοντερνισμού, μέσα από συνδυαστικές μεθόδους που περιλαμβάνουν πολυμέσα, η παλαιού τύπου προσέγγιση εξακολουθεί να χρησιμοποιείται συστηματικά. Η πανδημία του νέου κορωνοϊού, ωστόσο, επηρέασε άμεσα το σύνολο του ανθρώπινου πληθυσμού και απαίτησε άμεσες αλλαγές σε κάθε πτυχή της καθημερινής ζωής. Ακόμη και μέλη της εκπαιδευτικής κοινότητας που έχουν αντισταθεί σθεναρά σε πιθανή αλλαγή προσέγγισης αναγκάστηκαν να προσαρμοστούν, καθώς τα υγειονομικά πρωτόκολλα κατέστησαν αδύνατη την παραδοσιακή δια ζώσης μέθοδο διδασκαλίας, και οι ερευνητικές απόπειρες με στόχο την βελτιστοποίηση του νέου εκπαιδευτικού περιβάλλοντος οφείλουν παράλληλα να ενταθούν (Dhawan, 2020).

Κατά τα πρώτα στάδια της πανδημίας, που η έλλειψη αποτελεσματικών εμβολίων ή εγκεκριμένης θεραπείας οδήγησε σε προληπτικά μέτρα κοινωνικού απομονωτισμού, και η επιστροφή σε σχολικές αίθουσες έδειχνε να αναβάλλεται επ' αόριστον, η εναλλακτική της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης αναβαθμίστηκε σε αναγκαιότητα. Οι δυνατότητες πρόσβασης σε συστηματική εκπαίδευση περιορίστηκαν αισθητά, καθώς τα εκπαιδευτικά ιδρύματα κατέβαλαν σημαντικές προσπάθειες αξιοποίησης της διαθέσιμης τεχνολογίας, αναδεικνύοντας παράλληλα τη σημασία ενός ικανοποιητικού σχεδιασμού αντιμετώπισης κρίσεων (Rieley, 2020).

Οι ενημερωτικές και επικοινωνιακές τεχνολογίες, εν γένει, παρέχουν σημαντικές εκπαιδευτικές δυνατότητες βελτίωσης τόσο της διδακτικής όσο και της μαθησιακής διαδικασίας, αλλά και βοηθήματα καινοτομίας και δημιουργικότητας. Σαν αποτέλεσμα, η αξιοποίησή τους στην σχολική αίθουσα μπορεί να καλλιεργήσει ένα περιβάλλον όπου η δημιουργικότητα και η καινοτομία θα ενθαρρύνονται (Abdullah et al., 2019; Altawaty et al., 2020; Selim, 2007). Η εν λόγω τάση έχει οδηγήσει σε

πειραματική ή μη αξιοποίηση του e-learning από πληθώρα εκπαιδευτικών ιδρυμάτων παγκοσμίως, παρέχοντας σημαντικά δεδομένα για την εφαρμογή και τον εναρμονισμό του με λοιπούς παράγοντες αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας (Aljawarneh, 2020; Lara et al., 2020; Lizcano et al., 2020).

Το e-learning είχε προσελκύσει ιδιαίτερη ακαδημαϊκή προσοχή ακόμη και πριν την κρίση του κορωνοϊού, καθώς ο ρόλος του αναβαθμίζει πλήρως τον τομέα της εκπαίδευσης (Samir et al., 2014). Στην τρέχουσα περίοδο η εφαρμογή του αποτελεί επιτακτική ανάγκη, καθώς ένας μεγάλος αριθμός μαθητών και φοιτητών παγκοσμίως δεν θα έχει τη δυνατότητα να συνεχίσει τις εκπαιδευτικές του δραστηριότητες εξαιτίας των υγειονομικών μέτρων. Ειδικά στην περίπτωση των πανεπιστημίων, ολόκληροι κύκλοι μαθημάτων μπορούν να μεταδοθούν διαδικτυακά σε φοιτητές που διαμένουν έως και χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά από την έδρα του πανεπιστημίου (Ms & Toro, 2013).

Συγκεντρωτικά, το e-learning μπορεί να υποδηλώνει διαδικτυακή, ψηφιακή, διαδραστική ή υποβοηθούμενη από υπολογιστή εκπαίδευση, που μπορεί να προσφέρει στους μαθητές πληθώρα πληροφοριών ή εξειδίκευση σε τεχνολογικά μέσα. Η οικονομική επιβάρυνση για την αξιοποίηση τέτοιων μεθόδων έχει περιοριστεί αρκετά από το πρόσφατο παρελθόν, χάρη στη ευρεία διαθεσιμότητα του σχετικού υλισμικού, και η χρήση τους εντάσσεται συστηματικά στα εκπαιδευτικά προγράμματα ιδρυμάτων κάθε βαθμίδας. Παράλληλα ποικίλουν οι δοκιμές που λαμβάνουν χώρα σε πειραματικό επίπεδο με στόχο την ανάλυση των θετικών ή αρνητικών χαρακτηριστικών του e-learning, ώστε να εξασφαλιστεί η ευνοϊκότερη δυνατή παροχή του διδακτικού υλικού (Aljawarneh, 2020; Lara et al. 2020; Yengin et al. 2011).

Η πανδημία της COVID-19, ωστόσο, δεν αποτελεί το μοναδικό επιχείρημα υπέρ μιας ευρείας αποδοχής και εφαρμογής του e-learning. Η διαδικτυακή διδασκαλία παρέχει αυξημένη προσβασιμότητα, ακόμη και σε επαρχιακές ζώνες, με την προϋπόθεση της σύνδεσης στο διαδίκτυο. Θεωρείται οικονομικότερη σε σύγκριση με την δια ζώσης εκπαίδευση, ειδικά αν λάβουμε υπόψη τα έξοδα μετακίνησης και διαμονής. Η ελαστικότητα που παρέχει επιτρέπει την οργάνωση ενός πλάνου σπουδών οριακά προσωποποιημένου· κάθε μαθητής ή φοιτητής μπορεί να παρακολουθήσει μαθήματα από οπουδήποτε και οποτεδήποτε επιτρέπει το πρόγραμμά του. Υπό συνθήκες όπου κάτι τέτοιο είναι δυνατό, ο συνδυασμός διαδικτυακής και δια ζώσης εκπαίδευσης μπορεί να παρέχει εντυπωσιακές αναπτυξιακές δυνατότητες στους μαθητές, καθώς και ικανότητες που αποδεικνύονται ιδιαίτερα χρήσιμες σε μια διαρκώς εξελισσόμενη αγορά εργασίας (Dhawan, 2020).

Στην διάρκεια της κρίσης η προσφυγή στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση αποτελεί αναγκαιότητα, αλλά η συχνά αναξιόποιητη εναλλακτική που μας υποδεικνύει πρόκειται να διαμορφώσει τον μελλοντικό κόσμο.

Σύμμαχο στην εκστρατεία εκμοντερνισμού της εκπαίδευσης αποτελούν οι σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις των τελευταίων ετών, που καθιστούν εφικτή την αξιοποίηση βάσεων δεδομένων και πολυμέσων (McBrien et al., 2009). Η ίδια η ετυμολογία των νέων όρων υποδηλώνει τη δυνατότητα μελέτης μέσω υπολογιστή συνδεδεμένου σε δίκτυο, χωρίς καμιά επιπλέον προϋπόθεση ως προς τον χρόνο ή τις συνθήκες (Cojocariu et al., 2014). Η εκπαιδευτική διαδικασία εξελίσσεται σε μια εκδοχή μακράν πιο ευέλικτη, καινοτόμο και μαθητοκεντρική, καθώς οι συμμετέχοντες μπορούν να αλληλεπιδρούν ανεξάρτητα με τον καθηγητή ή τους συμμαθητές τους (Singh & Thurman, 2019).

Περαιτέρω διαχωρισμός της διαδικασίας θα οδηγήσει στις έννοιες της σύγχρονης και της ασύγχρονης διδασκαλίας. Σε ένα σύγχρονου τύπου μαθησιακό περιβάλλον τα μαθήματα μεταδίδονται ζωντανά σε πλατφόρμα όπου κάθε μαθητής μπορεί να παρακολουθήσει, να αλληλεπιδράσει με τον καθηγητή και να λάβει άμεσα σχόλια για τις ερωτήσεις και τις αποκρίσεις του. Σε μια ασύγχρονη διδακτική πλατφόρμα ο μαθητής παρακολουθεί μαγνητοσκοπήσεις υλικού που δεν μεταδίδεται ζωντανά, και παρά την ενισχυμένη ευελιξία δεν έχει την δυνατότητα άμεσων ερωτήσεων, απαντήσεων και σχολίων (Littlefield, 2018).

Στην περίπτωση της σύγχρονης διδασκαλίας η εικονική τάξη προσφέρει δυνατότητες κοινωνικοποίησης συγκρίσιμες με μια πραγματική (McBrien et al., 2009), καθώς στην τηλεδιάσκεψη μπορούν να λάβουν μέρος έως και εκατοντάδες μαθητές με δυνατότητα διαλόγου και μετάδοσης εικόνας. Στην περίπτωση της ασύγχρονης διδασκαλίας, οι μαθητές μπορούν να ανταλλάξουν ανά πάσα στιγμή εκπαιδευτικό υλικό, κριτήρια αξιολόγησης και διαδικαστικές πληροφορίες με τους καθηγητές τους, χωρίς το στοιχείο της διαπροσωπικής αλληλεπίδρασης.

Η πανδημία του νέου κορωνοϊού εξωθεί εκπαιδευτικά ιδρύματα σε ολόκληρη την υφήλιο, όπως και κάθε άλλο τομέα της δημόσιας ζωής, να επιλέξουν κάποια μορφή διαδικτυακής λειτουργικότητας. Υπό τις τρέχουσες συνθήκες, η τελική ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας χωριάζει μπροστά στην δυνατότητα άμεσης εφαρμογής της σε μαζική κλίμακα (Carey, 2020). Πιθανή άρνηση προσαρμογής στη νέα πραγματικότητα θα οδηγήσει αναπόφευκτα σε έντονη κριτική, καθώς θα ερμηνευθεί ως αδυναμία διατήρησης της επαφής με τις διεθνείς κοινωνικές συνθήκες.

Ένα μεγάλο ποσοστό όσων εμπλέκονται άμεσα υποστηρίζουν ότι το e-learning εξασφαλίζει μεγαλύτερες δυνατότητες διαχείρισης, εύκολη πρόσβαση στο διδακτικό υλικό, αλλά και μειωμένα έξοδα διαμονής και μετακίνησης, που στην περίπτωση της δια ζώσης διδασκαλίας είναι αδύνατο να αποφευχθούν (Gautam, 2020; Mukhtar et al. 2020). Οι διαδικασίες της οργάνωσης του σχολικού περιβάλλοντος και της ηχογράφησης/παρακολούθησης των μαθημάτων περιγράφονται ως εξαιρετικά πιο απλοποιημένες σε σύγκριση με αντίστοιχες παραδοσιακές, ενθαρρύνοντας τους μαθητές να συμμετέχουν ακόμη και υπό

αντίξοες συνθήκες, μετατρέποντάς τους σε ενεργούς διεκδικητές της προσωπικής τους αυτοβελτίωσης, ακόμη και με ασύγχρονα μέσα διδασκαλίας.

Η τρέχουσα κρίση εγκυμονεί σημαντικές ευκαιρίες ανάδειξης της γραφειοκρατικής προσαρμοστικότητας ιδρυμάτων κάθε βαθμίδας, αλλά και σοβαρούς κινδύνους σε περίπτωση ανεπαρκούς αντιμετώπισης του ζητήματος. Μοναδική επιλογή αποτελεί η μετάβαση από δια ζώσης σε αμιγώς εξ αποστάσεως διδασκαλία, που απαιτεί από κάθε εκπαιδευτική δομή να μετασηματίσει κατάλληλα την διδακτέα της ύλη μέσα σε ελάχιστο χρονικό διάστημα. Για την πραγματοποίηση ενός τέτοιου εγχειρήματος διατίθεται πια μια πληθώρα τεχνολογικών εργαλείων και εφαρμογών, που αν αξιοποιηθούν σωστά μπορούν να προσομοιώσουν το σχολικό περιβάλλον σε ενθαρρυντικό βαθμό (Basilaia et al., 2020). Σε πρακτικό επίπεδο, η εφαρμογή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης προϋποθέτει χρήση διαδικτύου και πολυμέσων για την παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού και την οργάνωση του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος. Από άποψης προγράμματος και υγειονομικών μέτρων εξασφαλίζει απόλυτη ελαστικότητα, όπως και στο πεδίο της προσβασιμότητας, καθώς ο μαθητής μπορεί να προσπελάσει πρωτοφανείς δεξαμενές πληροφοριών και να επικοινωνήσει άμεσα με καθηγητές ή συμμαθητές του, αρκεί να έχει σύνδεση στο διαδίκτυο.

Παρά την ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη, κάθε διαθέσιμο ηλεκτρονικό μέσο συνοδεύεται από αντίστοιχα μειονεκτήματα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα σφάλματα κατά την μεταφόρτωση αρχείων, η αδυναμία εγκατάστασης και σύνδεσης, τα προβλήματα στην μετάδοση ήχου ή εικόνας και ούτω καθεξής. Μεγάλο μέρος των μαθητών θεωρεί την εξ αποστάσεως εκπαίδευση ανιαρή και απρόσωπη, ενώ δεν είναι λίγοι όσοι αποδίδουν την αυξημένη ελαστικότητα ως αφορμή αναβλητικότητας (Dhawan, 2020).

Η μετάδοση της πληροφορίας γίνεται μόνο σε θεωρητικό επίπεδο, χωρίς να παρέχει τη δυνατότητα πρακτικής εφαρμογής από τον ίδιο τον μαθητή ή φοιτητή, που σε αρκετές περιπτώσεις περιορίζει δραματικά τη συνολική εμπειρία. Μια ακόμη σημαντική αδυναμία εντοπίζεται στην απώλεια της διαπροσωπικής επικοινωνίας κατά τη διάρκεια του μαθήματος, που για αρκετούς μαθητές και καθηγητές αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του, τόσο σε επίπεδο αλληλεπιδράσεων μαθητών-καθηγητών όσο και συμμαθητών μεταξύ τους (Somayeh et al. 2016). Άλλα προβλήματα μπορεί να περιλαμβάνουν την καθαρά απρόσωπη φύση της τελικής αξιολόγησης, την πιθανή αφερεγγυότητα των μαθητών στη διάρκειά της (καθώς η ευρεία διαθεσιμότητα του διδακτικού υλικού καθιστά την ομαδική αξιολόγηση των μαθητών πρακτικά αδύνατη), αλλά και το σύνολο των κωλυμάτων από λανθασμένη ή προβληματική χρήση της τεχνολογίας (Gautam, 2020; Mukhtar et al. 2020).

Σε αρκετές περιπτώσεις το αντικείμενο του μαθήματος απαιτεί εκτεταμένη πρακτική εξάσκηση σε πραγματικές συνθήκες, που όμως δεν είναι εφικτή μέσω του υπολογιστή, ενώ τεχνικά προβλήματα όπως αυτά που αναφέρθηκαν δημιουργούν σε μαθητές και φοιτητές αισθήματα μετριότητας και έλλειψης ενθουσιασμού (Song

et al., 2004). Δυσκολίες εντοπίζονται και στην δυνατότητα των μαθητών να διαχειριστούν μια καθημερινότητα όπου κάθε πτυχή φιλτράρεται από μια οθόνη, ιδιαίτερα για όσους δεν έχουν σημαντική εμπειρία χρήσης προγραμμάτων επιμόρφωσης και αξιολόγησης (Parkes et al., 2014).

Παρά τα μειονεκτήματα, η αναγκαιότητα της περίπτωσης μας επιβάλλει να τα ξεπεράσουμε ώστε να αξιοποιήσουμε κατά το μέγιστο δυνατό τα διαθέσιμα διαδικτυακά μέσα. Οι τεχνικές δυσκολίες, παραδείγματος χάρη, μπορούν να αντιμετωπιστούν μέσω ασύγχρονης μετάδοσης των διαλέξεων, συχνών ελέγχων της ομαλής λειτουργίας και εναλλακτικών μεθόδων τηλεδιάσκεψης. Τα μαθήματα οφείλουν να περιλαμβάνουν όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία διαδραστικότητας και πλουραλισμού, και οι καθηγητές να μην επιτρέπουν στο κλίμα ευελιξίας να αντικαταστήσει πλήρως την ακαδημαϊκή πειθαρχία, αλλά να θέτουν αυστηρά χρονοδιαγράμματα και προθεσμίες (Dhawan, 2020). Η έλλειψη κοινωνικοποίησης οφείλει να υποκατασταθεί από την επέκταση της εκπαιδευτικής διαδικασίας σε μέσα κοινωνικής δικτύωσης, όπως τα forum και οι ομάδες στο Facebook. Η άμεση προσωποποιημένη επικοινωνία, μέσω γραπτών μηνυμάτων ή τηλεδιασκέψεων, μπορεί να αποδειχθεί καθοριστική σε περιπτώσεις που κρίνεται αναγκαία.

Σημαντική λεπτομέρεια, όπως αναφέρθηκε, είναι η δυνατότητα των μαθητών να εξασκηθούν πάνω σε ρεαλιστικές εφαρμογές και δεξιότητες, που συστήνεται να εξασφαλιστεί μέσα από εικονικές έστω εφαρμογές πολυμέσων. Οι καθηγητές οφείλουν να μην επαναπαύονται ποτέ, αλλά να αναβαθμίζουν διαρκώς την μέθοδο διδασκαλίας τους σε μια εκδοχή ακόμη πιο μαθητοκεντρική, στοχευμένη, διαδραστική και βασισμένη σε ομάδες κοινής εργασίας (Partlow & Gibbs, 2003). Ενδιαφέρουσα προσθήκη στην εκπαιδευτική διαδικασία αποτελεί η συχνή ανάρτηση αναλυτικών οδηγιών κάθε είδους, είτε αφορά τα εκπαιδευτικά προγράμματα είτε την κατανόηση της ύλης, που καθιστά το μάθημα δυναμικό και περιεκτικό (Keeton, 2004). Η τακτική ανάθεση εργασιών μπορεί να ενισχύσει περαιτέρω το κλίμα συνεργατικότητας και έρευνας (Kim & Bonk, 2006). Συμπερασματικά, στόχο της σύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης δεν αποτελεί η στείρα ένταξη διαδικτυακών μέσων στην διδασκαλία της, αλλά η πλήρης αναμόρφωση του ίδιου του τομέα της εκπαίδευσης ώστε να εξειδικευθεί στις εξελισσόμενες γνωσιακές απαιτήσεις του σύγχρονου κόσμου.

Η αξιοποίηση της τεχνολογικής προόδου στην αλματώδη εξέλιξη του τομέα της παιδείας δεν αποτελεί σύγχρονη πρωτοτυπία. Η εφεύρεση της τυπογραφίας το 1440 πολλαπλασίασε γεωμετρικά την διαθέσιμη πληροφορία, ενώ η χρήση του άβακα κατά τον 17^ο αιώνα καθόρισε μονοσήμαντα την διδασκαλία των μαθηματικών. Το 1913 ο Thomas Edison πρότεινε για πρώτη φορά την πιθανότητα διδασκαλίας παιδιών μέσω μαγνητοσκοπημένων μαθημάτων σε φιλμ, και το 1927 ο Sidney Pressy εφηύρε την πρώτη στην ιστορία εκπαιδευτική συσκευή, με εμπορική ονομασία *MCQ*. Τη δεκαετία του εξήντα η πρώτη εφαρμογή του εκκολαπτόμενου

διαδικτύου στον τομέα της εκπαίδευσης απέδωσε την τεχνολογία του e-learning με την σύγχρονη έννοια, στο *University of Illinois*. Στο εξής δεκάδες επιχειρήσεις συνέβαλαν την δική τους τεχνογνωσία στον τομέα της εκπαίδευσης, αναπτύσσοντας στοχευμένες και μη πλατφόρμες και υπηρεσίες ηλεκτρονικής μάθησης (Dhawan, 2020).

Παρά την σχετικά χαμηλή έως τώρα συμμετοχή, και ιδιαίτερα στον αναπτυσσόμενο κόσμο, ανάλογες τεχνολογικές δυνατότητες μπορούν να αποδειχθούν ιδιαίτερα χρήσιμες κατά την κρίση της COVID-19. Με βάση δεδομένα των εταιριών KPMG και Google ο τομέας της διαδικτυακής εκπαίδευσης θα αγγίξει συνολική αξία 2 δισεκατομμυρίων δολαρίων εντός του 2021, ανταποκρινόμενος στους εκατομμύρια νέους καταναλωτές που θα κληθεί να εξυπηρετήσει. Κάποιες από τις πλέον αξιομνημόνευτες επιχειρήσεις στον χώρο περιλαμβάνουν τις Byju's, Adda247, Alolearning, AptusLearn, Asmakam, Board Infinity, Cisco, ClassPlus, CyberVie, Egnify, Embibe, ExtraaEdge, iStar, Jungroo Learning, GlobalGyan, Lido Learning, Pesto, Vedantu, Edubrisk, ZOOM Classroom, ZOOM Business, Toppr, Unacademy, Coursera, Kahoot, Seesaw, Khan Academy, e-pathshala, GuruQ, και αρκετές άλλες (Brianna et al., 2019).

Παρά την πρωτοφανή για τα δεδομένα του σύγχρονου κόσμου κοινωνική κρίση, τα αναπτυσσόμενα κατά κύριο λόγο κράτη έχουν αντιμετωπίσει αρκετές παρόμοιες περιόδους στο πρόσφατο παρελθόν, που κατέστησαν την διαδικασία διαμοιρασμού γνώσης από προβληματική ως αδύνατη. Πέρα από υγειονομικά περιστατικά μπορούμε να αναφέρουμε δριμύτατα φαινόμενα φυσικών καταστροφών, όπως οι τυφώνες, οι σεισμοί και οι πλημύρες, που οδηγούν σε αναστολή λειτουργίας των επίσημων κρατικών δομών. Εκατομμύρια άνθρωποι επηρεάζονται από φυσικές καταστροφές κάθε χρόνο, και ένα σημαντικό ποσοστό στερείται τη δυνατότητα να συνεχίσει τις ακαδημαϊκές υποχρεώσεις του (World Vision). Πέρα από προφανή πρακτικά κωλύματα, η πλήρης ανατροπή της οικείας καθημερινότητας και το γενικευμένο περιβάλλον καταστροφής επηρεάζουν σημαντικά την ψυχολογική απόκριση και κατ' επέκταση την ικανότητα συγκέντρωσης στην εκπαιδευτική διαδικασία (Di Pietro, 2017).

Για λόγους όπως οι παραπάνω, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα κάθε βαθμίδας οφείλουν να διατηρούν ανά πάσα στιγμή εναλλακτικά προγράμματα εξ αποστάσεως διδασκαλίας, ώστε σε περίπτωση κοινωνικής κρίσης να συνεχίσουν την λειτουργία τους απρόσκοπτα (Chang-Richards et al., 2013). Αξίζει να αναφερθεί χαρακτηριστικά η ανθρωπιστική κρίση που έπληξε την ιταλική ενδοχώρα το 2016, όταν τρεις ισχυροί σεισμοί μετέτρεψαν σχεδόν ένα εκατομμύριο ανθρώπους σε αστέγους.

Ανάμεσα στις ανυπολόγιστες υλικές καταστροφές συγκαταλέγεται και το κυρίως οικοδόμημα του *Πανεπιστημίου του Camerino*, που καταστράφηκε σχεδόν ολοσχερώς και διέκοψε κάθε είδους διδασκαλία στις εγκαταστάσεις του. Οι εφαρμογές της διαδικτυακής εκπαίδευσης στο Πανεπιστήμιο βρισκόνταν σε πρακτικά μηδαμινό επίπεδο πριν την καταστροφή, αλλά χάρη στη χρήση του

λογισμικού Webex οι καθηγητές αναδιάρθρωσαν πλήρως την ύλη ώστε να μπορεί να διδαχθεί εξ ολοκλήρου μέσω υπολογιστή. Το υποκατάστατο δεν θα ήταν φυσικά δυνατό να αντικαταστήσει πλήρως το πρωτότυπο, αλλά οι συνθήκες επέβαλαν την αξιοποίησή του ως τη μοναδική βιώσιμη εναλλακτική (Barboni, 2019). Άλλα σημαντικά παραδείγματα αποτελούν ο ισχυρός σεισμός που έπληξε τη Νέα Ζηλανδία το 2011, όπου το κατεστραμμένο *Πανεπιστήμιο του Canterbury* συνέχισε τη λειτουργία του διαδικτυακά (Todorova & Bjorn-Andersen, 2011), αλλά και ο Τυφώνας Κατρίνα, που οδήγησε το *Southern University* της Νέας Ορλεάνης σε ανάρτηση αρκετών διαλέξεων στο διαδίκτυο (Omar et al., 2008).

Δριμύτερη όλων, εκ του αποτελέσματος, αποδεικνύεται η πανδημία της COVID-19, που οδήγησε κάθε εκπαιδευτικό ίδρυμα της υψηλίου σε απρόσμενη αναστολή λειτουργίας. Ως σήμερα η πλειοψηφία των διαδικτυακών πηγών εκπαίδευσης ήταν διαθέσιμη μόνο επί πληρωμή, αλλά υπό τις τρέχουσες συνθήκες η εξασφάλιση πλήρους, δωρεάν και καθολικά προσβάσιμης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης αναδεικνύεται σε μείζον κοινωνικό ζήτημα.

Βασικότερα χαρακτηριστικά της διαδικτυακής διδασκαλίας αποτελούν η οργανωτική ελαστικότητα και η μαθητοκεντρική προσέγγιση. Η εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να προσαρμοστεί στοχευμένα ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες των εκάστοτε μαθητών ή φοιτητών, μέσα από αμέτρητα διαθέσιμα διαδραστικά εργαλεία που παρέχουν πληθώρα δυνατοτήτων. Ο περιορισμός του απρόσωπου χαρακτήρα της συγκεκριμένης μεθόδου μπορεί να επιτευχθεί μέσα από ηχητικά κλιπ, βίντεο και προσωπικά μηνύματα προς τους μαθητές, που ιδιαίτερα σε περιόδους κρίσεων μπορούν να εξασφαλίσουν την αίσθηση ρεαλιστικής κοινωνικοποίησης. Χάρη στις σύγχρονες τεχνολογικές δυνατότητες η εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να συνεχιστεί απερίσπαστη, ακόμη και υπό καθεστώς καθολικής απαγόρευσης κυκλοφορίας· παράλληλα, όπως είναι φυσικό, ανάλογες δυνατότητες δεν αξιοποιούνται αποκλειστικά στον εν λόγω τομέα (Mark & Semaan, 2008).

Στον αντίποδα, η διαδικτυακή εκπαίδευση μπορεί να πάσχει από μια σειρά εν δυνάμει μειονεκτημάτων. Η έλλειψη άμεσης επικοινωνίας μαθητή και καθηγητή, αλλά και μια πληθώρα τεχνικών προβλημάτων που ενδέχεται να επηρεάσουν την ομαλή λειτουργία του μαθήματος υπονομεύουν σημαντικά τη γνωστική πρόοδο των μαθητών (Favale et al., 2020). Ένα απ' τα βασικά πλεονεκτήματα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, η ελαστικότητα, έχει τη δυνατότητα να μετατραπεί σε μειονέκτημα· κάθε μαθητής ακολουθεί διαφορετική μέθοδο οργάνωσης της καθημερινότητάς του, και για μια μεγάλη πλειοψηφία η έλλειψη σταθερού προγράμματος οδηγεί σε μειωμένη παραγωγικότητα και έντονη σύγχυση. Με λίγα λόγια, κυριότερο εχθρό του e-learning αποτελεί η έλλειψη συντονισμού μεταξύ της μεθοδολογικής προσέγγισης και των ιδιαίτερων αναγκών και δυνατοτήτων των μαθητών.

Η διαδικτυακή εκπαίδευση είχε ήδη τη δυνατότητα να αξιοποιηθεί σε αρκετές διαφορετικές περιστάσεις, αλλά η τρέχουσα κρίση δοκιμάζει τις αντοχές ενός εικονικού περιβάλλοντος εργασίας σε πληθώρα διαφορετικών κλάδων (Favale et al.,

2020). Η αναγκαιότητα αξιοποίησης της εν λόγω μεθόδου δίνει την ευκαιρία στο διδακτικό προσωπικό ιδρυμάτων κάθε βαθμίδας να εξερευνήσει τις διαδικτυακές δυνατότητες και να καταλήξει σε χρήσιμα συμπεράσματα αναφορικά με πιθανή εφαρμογή χρήσιμων χαρακτηριστικών της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης σε συνθήκες κανονικότητας. Συν τοις άλλοις, η καταναγκαστική διαφυγή στο ηλεκτρονικό περιβάλλον πρόκειται αδιαμφισβήτητα να υποβάλει σε δοκιμασία τις ικανότητες προσαρμοστικότητας, επίλυσης προβλημάτων και δημιουργικής σκέψης τόσο για τους μαθητές/φοιτητές όσο και για τους καθηγητές. Παράλληλα, οι μεγάλες επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον τομέα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας θα έχουν την ευκαιρία να αναπτύξουν και να προωθήσουν τα προϊόντα τους σε ευρύτερο κοινό.

Οι σημαντικότερες δυσκολίες που θα κληθούν να αντιμετωπίσουν τόσο οι διδάσκαλοι όσο και οι διδασκόμενοι συνδέονται άμεσα με τα βασικά μειονεκτήματα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, αλλά και τις απρόβλεπτες και θεμελιώδεις αλλαγές που απαιτούνται σε ελάχιστο χρονικό διάστημα. Η οργανωτική ευελιξία ενδέχεται να οδηγήσει σε χαμηλότερα επίπεδα συμμετοχής από αρκετούς μαθητές, που τα εκπαιδευτικά ιδρύματα οφείλουν να διατηρήσουν παραγωγικούς και απασχολημένους. Η διδακτέα ύλη οφείλει επίσης να προσαρμοστεί κατάλληλα, ώστε όχι μόνο να κωδικοποιηθεί πλήρως για εξ αποστάσεως εκπαίδευση, αλλά και να συντηρεί το ενδιαφέρον των μαθητών (Kebritchi et al., 2017).

Η τελική ποιότητα του μαθήματος αποτελεί επίσης μείζον ζήτημα, καθώς πέρα από το ελάχιστο χρονικό περιθώριο προσαρμογής, η σχετική νομοθεσία που ορίζει τις ελάχιστες προδιαγραφές είναι περιορισμένη· η πρόσβαση σε ποιοτική διαδικτυακή εκπαίδευση για κάθε μαθητή θα εξασφαλιστεί μόνο μέσα από τις κατάλληλες νομοθετικές δράσεις (Cojocariu et al., 2014). Με άλλα λόγια, η δυνατότητα αξιοποίησης των τεχνολογικών εξελίξεων για την αποφυγή της διδακτικής ασυνέχειας δεν θα φανεί αρκετή χωρίς την ανάλογη επένδυση στην ποιότητα και την συνεχή της βελτίωση (Affouneh et al., 2020).

Εξίσου σημαντικό κοινωνικό ζήτημα αποτελεί το λεγόμενο ψηφιακό χάσμα, καθώς δεν έχουν όλοι οι καθηγητές και μαθητές πρόσβαση σε σύγχρονους υπολογιστές και γρήγορη σύνδεση στο διαδίκτυο. Περιορισμένη ή και ανύπαρκτη δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο μπορεί να συνεπάγεται διακοπή σπουδών για μαθητές σε επαρχιακές πόλεις ή χαμηλότερων οικονομικών δυνατοτήτων, παρόλο που το απαραίτητο υλικό θα υπάρχει διαθέσιμο. Οι εκπαιδευτικές δομές οφείλουν να εξασφαλίσουν προσβασιμότητα σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών τους, ακόμη και σε στοιχειώδες επίπεδο, όπως η λειτουργικότητα της τηλεεκπαίδευσης σε κινητές συσκευές, καθώς αρκετά παιδιά ενδέχεται να μην έχουν πρόσβαση σε υπολογιστή (Dhawan, 2020).

Σε αντίθεση, επιπρόσθετα, με τα ανεπτυγμένα κράτη τα αναπτυσσόμενα αντιμετωπίζουν δυσκολίες σε καθαρά πρακτικά ζητήματα όπως η πρόσβαση σε

σύνδεση διαδικτύου αρκετά ισχυρή ώστε να υποστηρίξει την μετάδοση πολυμέσων, αλλά και η έλλειψη του τεχνολογικού υποβάθρου που απαιτεί η δημιουργία του διδακτικού υλικού (Aung & Khaing, 2015). Σαν αποτέλεσμα, ακόμη και σε υψηλές εκπαιδευτικές βαθμίδες η αξιοποίηση του e-learning αποτελεί πρωτόγνωρη πρόκληση για ένα μεγάλο ποσοστό καθηγητών (Aljawarneh, 2020; Lara et al., 2020; Lizcano et al., 2020).

Όπως και σε κάθε ανάλογη κρίση η ανθρωπότητα καλείται να αξιοποιήσει τους καρπούς της προόδου ώστε να οδηγηθεί σε νέες, καινοτόμες εναλλακτικές που θα της επιτρέψουν να παρακάμψει τις δυσκολίες των παραδοσιακών μεθόδων και να εξελιχθεί. Πάνω απ' όλα, ωστόσο, η νέα αυτή πραγματικότητα οφείλει να συντηρεί και να καλλιεργεί την ισότητα, ανεξαρτήτως οικονομικού ή πολιτισμικού υποβάθρου, με ακρογωνιαίο λίθο εν προκειμένω την ψηφιακή ισότητα.

Η τρέχουσα κρίση μας δίδαξε ότι ριζικές αλλαγές στην καθημερινότητά μας μπορούν να επιβληθούν αστραπιαία και χωρίς προειδοποίηση, και πέρα από αρκετές διαθέσιμες εναλλακτικές απαιτούν γρήγορες αποφάσεις, κριτική σκέψη και προσαρμοστικότητα. Η πρόληψη, ωστόσο, αποτελεί την καλύτερη θεραπεία· θα είχε πραγματικό ενδιαφέρον να υποθέσουμε την αντίδραση της ανθρωπότητας αν οι τεχνολογίες τηλεδιάσκεψης είχαν διαδοθεί ευρέως πριν την εξάπλωση της COVID-19. Δεν διανύουμε την τελευταία μεγάλη φυσική καταστροφή, αλλά η εξέλιξη της τεχνολογίας μπορεί να μας βοηθήσει να ξεπεράσουμε κάθε εμπόδιο (Meyer & Wilson, 2011).

Ο τομέας της εκπαίδευσης, σαν αποτέλεσμα, όπως και κάθε επίσημος φορέας, οφείλει να προετοιμάζει εκ των προτέρων εναλλακτικές μεθόδους που θα εφαρμοστούν σε περίπτωση κρίσεων (Seville et al., 2012). Κάθε διαθέσιμη πληροφορία θα πρέπει να κωδικοποιηθεί και να γίνει διαθέσιμη μέσω διαδικτυακών μαθημάτων, ηλεκτρονικών βιβλίων και λοιπών οπτικοακουστικών μέσων, ώστε να μπορεί να προσπελαστεί άμεσα ακόμη και υπό συνθήκες περιορισμένης μετακίνησης (Huang et al., 2020). Σε περιόδους κρίσης η σωστά οργανωμένη διδασκαλία μπορεί να αποτελέσει σημαντική πηγή κοινωνικοποίησης, ενδιαφέροντος και περιορισμού του άγχους (Martin, 2020), και ο ρόλος της δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να περιορίζεται σε στείρα μετάδοση πληροφοριών.

Παρά την ικανότητα των φυσικών καταστροφών να μας κινητοποιούν και να εμπνέουν αλματώδη τεχνολογική πρόοδο (Tull et al., 2017), οφείλουμε να διασφαλίσουμε ως κοινωνικό σύνολο ότι κανείς δεν πρόκειται να μείνει εκτεθειμένος εξαιτίας της καταγωγής ή της οικονομικής του κατάστασης. Κατ' επέκταση, και παρά το υπόβαθρο υλισμικού που απαιτείται για την ορθή χρήση της, η έρευνα στον τομέα της διαδικτυακής εκπαίδευσης οφείλει να εστιαστεί σε αυξημένη προσβασιμότητα, οικονομικότερο εξοπλισμό και ευρεία διάθεση του απαραίτητου τεχνολογικού υλικού. Ανεξαρτήτως προσέγγισης, η ενεργή συμμετοχή στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση απαιτεί να ληφθούν υπόψη οι ιδιαιτερότητες και τα κίνητρα κάθε ξεχωριστού μαθητή (Dhawan, 2020). Σημαντικό πεδίο αποτελεί και

το επίπεδο αποδοχής του εναλλακτικού τύπου εκπαίδευσης μεταξύ των καθηγητών, καθώς η πλειοψηφία τους εκπαιδεύτηκε με παραδοσιακές μεθόδους που ενδέχεται να μην ανταποκρίνονται πλήρως στις σύγχρονες απαιτήσεις των μαθητών.

Σύγχρονες και Ασύγχρονες Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις

Κυριότερη μεθοδολογική κατηγοριοποίηση της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης αποτελεί ο διαχωρισμός σε “σύγχρονη” και “ασύγχρονη”, με διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα για την καθεμιά.

Η “ασύγχρονη” μέθοδος αφορά την ανταλλαγή οπτικοακουστικών μέσων ή μηνυμάτων μεταξύ των μαθητών και των καθηγητών, ακόμη και σε περιπτώσεις όπου δεν είναι δυνατό να οργανωθεί ζωντανή συνεδρία. Βασικό χαρακτηριστικό της, κατ’ επέκταση, είναι η χωρική και χρονική ελαστικότητα, που σε αρκετές περιπτώσεις οδηγεί κατ’ αποκλειστικότητα τους υποψήφιους σπουδαστές στην ασύγχρονη εκπαίδευση, όταν επαγγελματικές ή οικογενειακές υποχρεώσεις περιορίζουν σημαντικά το πρόγραμμά τους. Βασική προϋπόθεση για την πρόοδο των μαθημάτων είναι η τακτική σύνδεση του σπουδαστή σε διαδικτυακή μαθησιακή πλατφόρμα, όπου θα μπορεί να προμηθευτεί το σχετικό υλικό και να ανταλλάξει πληροφορίες με καθηγητές και λοιπούς σπουδαστές, έχοντας παράλληλα περισσότερο χρόνο να επεξεργαστεί τις απαντήσεις και τα σχόλιά του σε σύγκριση με ένα ζωντανό μάθημα (Hrastinski, 2007).

Η “σύγχρονη” μέθοδος αφορά την ταυτόχρονη σύνδεση μαθητών και καθηγητών σε περιβάλλον τηλεδιάσκεψης, όπου οι πληροφορίες, οι ερωτήσεις και οι πιθανές απορίες ανταλλάσσονται σε πραγματικό χρόνο (Hrastinski, 2007). Βασικό χαρακτηριστικό της είναι οι αυξημένες δυνατότητες κοινωνικοποίησης, που δίνουν στους μαθητές την αίσθηση ότι αποτελούν μέλη ομάδας και όχι μεμονωμένους χρήστες ενός προγράμματος (Haythornthwaite & Kazmer, 2002), ενώ παράλληλα μπορούν να λάβουν άμεσα τις ακριβείς πληροφορίες που επιθυμούν.

Παρά το εύλογο ερώτημα που αφορά την πιθανή ανωτερότητα κάποιας από τις δύο προσεγγίσεις, κάθε διαθέσιμο στοιχείο συγκλίνει στο γεγονός ότι κάτι τέτοιο δεν παρατηρείται συστηματικά (Gunawardena & McIsaac, 2004). Κάθε σύγχρονη έρευνα, κατ’ επέκταση, αναφέρεται κατά κύριο λόγο σε επιμέρους περιπτώσεις που ευνοούν την σύγχρονη ή την ασύγχρονη εκπαίδευση, αλλά και στην ανάπτυξη ενός γόνιμου συνδυασμού. Ανεξαρτήτως προσέγγισης, ωστόσο, μπορούμε να ξεχωρίσουμε τρεις διαφορετικές κατηγορίες επικοινωνιακής διαχείρισης του e-learning: η πρώτη αφορά την ορθή κατανόηση του παιδαγωγικού υλικού, που εξαρτάται άμεσα από τη δυνατότητα των μαθητών να ανταλλάσσουν ιδέες και σχόλια, η δεύτερη την οργάνωση των μαθησιακών υποχρεώσεων, ειδικά σε περιπτώσεις όπου συγκεκριμένες εργασίες οφείλουν να ολοκληρωθούν με συγκεκριμένο τρόπο, και η τρίτη την ορθή κοινωνικοποίηση, που αποδεικνύεται καθοριστική στην δημιουργία ενός συνεργατικού μαθησιακού περιβάλλοντος (Haythornthwaite, 2002).

Στοιχεία δείχνουν ότι στην συντριπτική πλειοψηφία των διαδικτυακών συζητήσεων στα πλαίσια ασύγχρονης εκπαίδευσης οι μαθητές αναφέρονται σε θέματα που αφορούν το περιεχόμενο του μαθήματος, σε βαθμό πρακτικά ανέφικτο ακόμη και για δια ζώσης εκπαίδευση (Hrastinski, 2008). Παρά το σημαντικό επίπεδο στοχευμένης συνεργατικότητας που επιτυγχάνεται, ωστόσο, η εν λόγω τάση ενδέχεται να λειτουργήσει αρνητικά, καθώς το απαραίτητο κλίμα κοινωνικοποίησης και ομαδικότητας δεν μπορεί να αναπτυχθεί μέσα από συζητήσεις αυστηρά επαγγελματικές (Haythornthwaite & Kazmer, 2002). Σε μικρότερες σπουδαστικές ομάδες με λιγότερους συμμετέχοντες, χαρακτηριστικά, είναι αρκετά δυσκολότερο να διατηρηθεί ενεργή μια συζήτηση σε ασύγχρονα πλαίσια (Palloff & Pratt, 1999).

Παρόλ' αυτά, η ασύγχρονη επικοινωνία δείχνει να ευνοεί την κατανόηση και την πρόσληψη των απαραίτητων πληροφοριών, ενώ παράλληλα προσφέρει αρκετό περισσότερο χρόνο για την επεξεργασία πιθανής απάντησης (Robert & Dennis, 2005). Αρκεί να αναφέρουμε ότι σε μια ζωντανή συζήτηση 600 λέξεις χρειάζονται περίπου έξι λεπτά για να ειπωθούν, και πολύ συχνά δεν καταγράφονται, ενώ σε μια αντίστοιχη ανταλλαγή μηνυμάτων χρειάζονται περίπου μια ώρα, με κάθε λεπτομέρεια καταγεγραμμένη για μελλοντική επανάληψη (Kock, 2005).

Στην περίπτωση της σύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης η πλειοψηφία των συζητήσεων αφορά και πάλι το περιεχόμενο του μαθήματος, αλλά περισσότερο από το ένα τρίτο σχετίζεται με μαθησιακές υποχρεώσεις ή γενικότερη θεματολογία (Hrastinski, 2008). Παράλληλα η εν λόγω τάση δεν έδειξε να επηρεάζεται από το μέγεθος της ηλεκτρονικής τάξης, καθώς ακόμη και με μικρό αριθμό του συνόλου να συμμετέχει ενεργά η συζήτηση δείχνει να εξελίσσεται φυσιολογικά. Συν τοις άλλοις, η ρεαλιστική αίσθηση κοινωνικοποίησης -που συνοδεύεται από οπτικά και ηχητικά ερεθίσματα- δείχνει να συνεισφέρει σημαντικά στην πνευματική ανάταση τόσο σε επίπεδο ψυχολογίας όσο και σε επίπεδο κινήτρου (Robert & Dennis, 2005).

Η αυξημένη αίσθηση διαπροσωπικής επικοινωνίας δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να αναλύσουν πιο προσωπικά και λιγότερο σύνθετα ζητήματα, ειδικά σε περιβάλλον λιγότερων ατόμων, υποβοηθώντας περαιτέρω τον κοινωνικό χαρακτήρα του μαθήματος. Στην φυσιολογική ροή του μαθήματος συμβάλει η δυνατότητα των μαθητών να διακρίνουν τις αντιδράσεις των συνομιλητών τους, αλλά και η διαρκής αίσθηση πίεσης να μην αφήσουν κάποια ερώτηση αναπάντητη. Τα παραπάνω, ωστόσο, μπορούν να έχουν και αρνητικά αποτελέσματα, καθώς εξωθούν τους μαθητές σε μεγαλύτερη και πιο αυθόρμητη συμμετοχή, αλλά χωρίς ανάλογη ποιότητα περιεχομένου (Hrastinski, 2008).

Συμπερασματικά, η σύγχρονη εξ αποστάσεως διδασκαλία απαιτεί αυθόρμητη και πιο άμεση συμμετοχή, ενώ η ασύγχρονη δίνει τη δυνατότητα επεξεργασίας και ελέγχου των απαντήσεων· η μεν ευνοεί την ψυχολογική απόκριση, ενώ η δε τη δυνατότητα πρόσληψης και ανάλυσης πληροφοριών. Εναλλακτικά, μπορούμε να διαχωρίσουμε την συμμετοχή σε ένα διαδικτυακό μάθημα σε μια "προσωπική" και μια "νοητική" συνιστώσα, υποθέτοντας ότι η προσωπική αναφέρεται σε ένα κατ'

εξοχή συνεργατικό και πιο αυθόρμητο είδος συμμετοχής, ενώ η δεύτερη σε έναν αρκετά πιο περίπλοκο και σε βάθος τύπο συζητήσεων πάνω σε σύνθετα ζητήματα. Η σύγχρονη εκπαίδευση ευνοεί την πρώτη, ενώ η ασύγχρονη τη δεύτερη (Robert & Dennis, 2005).

Βασικό πόρισμα, κατ' επέκταση, αποτελεί η χρηστικότητα ενός συνδυασμού των μεθόδων για τα μέγιστα δυνατά αποτελέσματα, κατά περίπτωση και σύμφωνα πάντα με τις επί μέρους ανάγκες (Haythornthwaite & Kazmer, 2002). Για την αρχική γνωριμία των μαθητών, παραδείγματος χάρη, ή για την οργάνωση εργασιών και μαθημάτων, ή για ανταλλαγή πληροφοριών σε συνεργατικό κλίμα, συνίσταται η σύγχρονη μέθοδος. Για συζητήσεις πάνω σε περίπλοκα θέματα, ωστόσο, που απαιτούν βαθυστόχαστη ανάλυση και έρευνα, αλλά και τον ανάλογο διαμοιρασμό πληροφοριών, συνίσταται η μετάβαση σε περιβάλλον ασύγχρονης διδασκαλίας. Βασική προϋπόθεση είναι η σωστή αξιοποίηση κάθε διαθέσιμης τεχνολογικής εξέλιξης, σε συνδυασμό πάντα με την ιδιαίτερη προσωπικότητα και τις ανάγκες των μαθητών (Hrastinski, 2008).

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται συγκριτικά τα βασικότερα πλεονεκτήματα της ασύγχρονης και της σύγχρονης μεθόδου:

Ασύγχρονη Εκπαίδευση	Σύγχρονη Εκπαίδευση
<ul style="list-style-type: none"> • Ενισχυμένη οργανωτική ευελιξία, ειδικά για μαθητές με ιδιαίτερες υποχρεώσεις • Ευχέρεια χρόνου για έρευνα και επεξεργασία περίπλοκων θεματικών κύκλων • Δυνατότητα συζήτησης με περιθώριο διαμόρφωσης της καλύτερης δυνατής απάντησης • Χρήση μέσων όπως το e-mail, οι διαδικτυακές πλατφόρμες διαμοιρασμού πληροφοριών, οι ομαδικές συζητήσεις και τα blogs 	<ul style="list-style-type: none"> • Ενισχυμένες δυνατότητες κοινωνικοποίησης και διαπροσωπικών συζητήσεων • Η οργάνωση εργασιών και διαλέξεων μπορεί να λάβει χώρα ζωντανά και χωρίς περιττή αναμονή • Η ανάγκη γρήγορων απαντήσεων διατηρεί τους μαθητές σε υψηλό επίπεδο εγρήγορσης • Χρήση μέσων όπως οι εφαρμογές τηλεδιάσκεψης, αλλά και ανταλλαγής προσωπικών μηνυμάτων και πολυμέσων

Η μέθοδος που ανέπτυξα προσωπικά, όπως είναι προφανές, βασίζεται στα χαρακτηριστικά μιας ασύγχρονου τύπου εξ αποστάσεως εκπαίδευσης.

Πειραματικές Εφαρμογές στη Διδασκαλία της Φυσικής

Παρά την τεχνολογική πρόοδο, μεγάλο μέρος των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε παγκόσμιο επίπεδο εξακολουθεί να βασίζεται

σχεδόν αποκλειστικά σε θεωρητικά μαθήματα φυσικών επιστημών, περιορίζοντας πιθανές πειραματικές απόπειρες σε αμιγώς υποστηρικτικό ρόλο που σχεδόν ποτέ δεν βαθμολογείται (Stern C. et al., 2017). Πιθανή προαγωγή τους σε ενισχυμένη παιδαγωγική μεθοδολογία, ωστόσο, έρχεται αντιμέτωπη με τις εν πολλοίς απαρχαιωμένες σχολικές εφαρμογές τους· η τυπική διαδικασία ζητά από τους μαθητές να ακολουθήσουν με ακρίβεια μια καθορισμένη σειρά βημάτων που θα οδηγήσει σε συγκεκριμένα αποτελέσματα, χωρίς ουσιαστικά να προσφέρει κάτι περισσότερο από ένα απλό θεωρητικό μάθημα.

Τα κίνητρα που ευνοούν μια αυστηρά καθορισμένη μεθοδολογία δεν είναι εγγενώς αρνητικά· η επιστημονική μέθοδος προϋποθέτει συγκεκριμένες προϋποθέσεις για να αποδώσει έγκυρα αποτελέσματα, και οι αναλυτικές οδηγίες που ακολουθούν οι μαθητές τούς ενθαρρύνουν να προβούν σε παρατηρήσεις, να κατανοήσουν τα μετρητικά εργαλεία και να τα χρησιμοποιήσουν, να διαχωρίσουν μεθοδολογικά την αλληλουχία των βημάτων, να αξιολογήσουν τη συμπεριφορά των μεταβλητών του συστήματος, να τη συνδέσουν με προηγούμενες γνώσεις και να εξάγουν συμπεράσματα. Έμφυτο ελάττωμα μιας τόσο οριοθετημένης διεργασίας αποτελεί η παντελής έλλειψη πρωτοτυπίας, καθώς η δημιουργική συνεισφορά των μαθητών είναι αδύνατο να ληφθεί υπ' όψη σε τόσο αυστηρά πλαίσια. Σαν αποτέλεσμα η προσομοίωση ενός ρεαλιστικού ερευνητικού περιβάλλοντος αποτυγχάνει, καθώς ένα βασικό του χαρακτηριστικό, η αισθητική της κατασκευής νέας γνώσης, αντικαθίσταται από μια πλήρως καθοδηγούμενη και τυποποιημένη σειρά εφαρμογών.

Σημαντικές παραλλαγές (Stern C. et al., 2017) της οικείας σχολικής πειραματικής μεθόδου, με τη δυνατότητα να παρακάμψουν τη δημιουργική ανομβρία, περιλαμβάνουν τις παρακάτω:

- Οι μαθητές ενημερώνονται εξ αρχής ότι η απόδοσή τους στις εργαστηριακές ασκήσεις θα καθορίσει ποσοστό του τελικού βαθμού.
- Εάν υπάρχει δυνατότητα, οι μαθητές μπορούν να επιλέξουν στοχευμένα τα πειράματα που θα τους απασχολήσουν στη διάρκεια της σχολικής χρονιάς, με βάση τα ενδιαφέροντά τους. Στην διαδικασία επιλογής οφείλει να αφιερωθεί προσοχή τουλάχιστον ισάξια με την αντίστοιχη πειραματική στη συνέχεια.
- Οι καθηγητές συζητούν διεξοδικά με τους μαθητές για τις θεματικές τους επιλογές, τα κίνητρα που τις καθοδήγησαν, την πιθανή μεθοδολογία και τα επιθυμητά αποτελέσματα.
- Είναι προφανές ότι τα πειράματα αναμένεται να δώσουν συγκεκριμένα αποτελέσματα· αν αυτό πραγματοποιηθεί, οι μαθητές οφείλουν να τα σχολιάσουν αναλυτικά και να τα συνδέσουν με τη σχετική θεωρία. Αν όχι, και τα αποτελέσματα διαφέρουν απ' τα αναμενόμενα, οι μαθητές θα διατυπώσουν τεκμηριωμένες υποθέσεις για τις πιθανές αιτίες της απόκλισης. Η εν λόγω διαδικασία μπορεί να εφαρμόζεται σε κάθε ξεχωριστό βήμα του πειράματος, ώστε να διευκολυνθεί η προσπάθεια εντοπισμού πιθανών σφαλμάτων.

- Συνοψίζοντας την αμέσως προηγούμενη πρόταση, η επαφή των μαθητών με την μεθοδολογική αλυσίδα υπόθεση-πείραμα-παρατήρηση οφείλει να χαρακτηρίζεται από συνεχή και εποικοδομητική ανάδραση, οικοδομώντας νέα γνώση σε κάθε περίοδο επανάληψης. Παράλληλα, οι μαθητές παρατηρούν ότι η πειραματική διαδικασία παραμένει σταθερή ανεξαρτήτως κεφαλαίου.
- Μετά την ολοκλήρωση του πειράματος οι μαθητές παραδίδουν τα φυλλάδια με τις μετρήσεις τους, τις αναλύσεις, τα συμπεράσματα και την πιθανή βιβλιογραφία σε μορφή επιστημονικής δημοσίευσης. Τα βασικά σημεία και τα αποτελέσματα της δουλειάς τους θα γνωστοποιηθούν στους συμμαθητές και τους καθηγητές τους μέσα από ολιγόλεπτη παρουσίαση. Λαμβάνοντας υπ' όψη τη συνολική αντιμετώπιση απέναντι στην πειραματική προσομοίωση οι καθηγητές αξιολογούν και βαθμολογούν.

Χάρη σε εφαρμογές όπως οι παραπάνω οι μαθητές μαθαίνουν να κατανοούν τη σημασία της μαθηματικής έκφρασης και του απαραίτητου γνωστικού υποβάθρου στην κατασκευή νέων επιστημονικών γνώσεων. Η ανάλυση της διαδικασίας σε διακριτά εννοιολογικά βήματα, με διαφορετικό συνδυασμό προβληματισμών, τους επιτρέπει να διακρίνουν την πληθώρα παραγόντων που επηρεάζουν το αποτέλεσμα του πειράματος. Κατ' επέκταση, ο ακριβής προσδιορισμός του εύρους σφάλματος σε κάθε ξεχωριστή μέτρηση αποκτά ιδιαίτερη σημασία. Η πειραματική διαδικασία δεν αποτελεί το μοναδικό ιδανικό περιβάλλον για την διδασκαλία των ανωτέρω, αλλά καμιάς μορφής θεωρητικό μάθημα δεν επιτρέπει στους μαθητές ανάλογη ελευθερία εφαρμογής ιδεών και υποθέσεων, που οδηγούν με φυσικό τρόπο στην επιστημονική πραγματικότητα που διδάσκονται. Πάνω απ' όλα, σαν αποτέλεσμα, οι μελλοντικοί ερευνητές ενθαρρύνονται να αναζητούν οι ίδιοι τις απαντήσεις σε κάθε τους ερώτημα (Stern C. et al., 2017).

Είναι παραπάνω από προφανές ότι μαθητές και φοιτητές προτιμούν να διδάσκονται μέσα από αναθέσεις εργασιών και πειραμάτων, με εμφανή αποτελέσματα τόσο στα επίπεδα ικανοποίησης όσο και απόδοσής τους στα μαθήματα. Η ενεργή συμμετοχή τους στον σχεδιασμό και την οργάνωση τέτοιων δραστηριοτήτων, επιπρόσθετα, μπορεί να υποβοηθήσει την ανάπτυξη δεξιοτήτων που θα αποδειχθούν χρήσιμες σε πιθανές μελλοντικές τους ερευνητικές απόπειρες. Η ομαλή και μεθοδολογικά κωδικοποιημένη διεξαγωγή πειραματικών προσομοιώσεων, σαν αποτέλεσμα, όπου οι μαθητές θα εκπαιδεύονται με τις πλέον σύγχρονες μεθόδους, αποτελεί υποχρέωση κάθε εκπαιδευτικού φορέα και διακριτής σχολικής μονάδας.

Εφαρμογές και Πλεονεκτήματα Πειραματικών Προσομοιώσεων

Η ευρεία σε πρακτικό και οικονομικό επίπεδο διάθεση προσωπικών υπολογιστών συντέλεσε στην καλλιέργεια ενός δυναμικού τοπίου στη σύγχρονη παιδαγωγική προσέγγιση των θετικών επιστημών (Barton R., 1997; Buschert J. R. et al., 1997), καθώς οι τεχνολογικές τους εφαρμογές μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στην εξοικείωση της σχολικής αίθουσας με τις πειραματικές διατάξεις. Πρωταρχική λειτουργία των υπολογιστικών συστημάτων αποτελεί η συλλογή, επεξεργασία και

γραφική απεικόνιση των πειραματικών δεδομένων, αλλά τα τελευταία χρόνια η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει επιτρέψει τη διεξαγωγή ολοκληρωμένων πειραμάτων μέσα από σχετικές προσομοιώσεις (Carlson et al., 1997; Consonni et al., 2001). Μοναδική ψηφιακή προϋπόθεση για την ομαλή διδασκαλία της πειραματικής φυσικής, κατ' επέκταση, αποτελεί η εξασφάλιση ενός ηλεκτρονικού περιβάλλοντος εισόδου-εξόδου δεδομένων (Dejong M. L. et al., 1984), με πιθανή και επιθυμητή την προσθήκη μιας σύγχρονης πλατφόρμας γραφικών, όπως διατίθενται από κοινού για εμπορική χρήση (Gregory M., 1997; Kocijancic S., 1998).

Παρά τα εμφανή πλεονεκτήματα μεγάλη μερίδα δασκάλων και καθηγητών εξακολουθεί να εμφανίζεται καχύποπτη απέναντι σε εκτεταμένη εφαρμογή των πειραματικών προσομοιώσεων, με την αιτιολογία ότι δεν πρόκειται να αποδειχθεί εξίσου αποτελεσματική με τη χρήση πραγματικών πειραματικών οργάνων. Η ανάγκη, σαν αποτέλεσμα, για στοχευμένη και διεξοδική εκπαίδευση των νέων παιδαγωγών στην ορθή αξιοποίηση των σύγχρονων τεχνολογικών δυνατοτήτων θεωρείται επιτακτική (Dejong M. L. et al., 1984, Preston D.W. et al., 1996), όπως και για τη μετεκπαίδευση όσων ολοκλήρωσαν τις σπουδές τους πριν τη ραγδαία εξέλιξη των προσωπικών υπολογιστών.

Οι μελλοντικοί καθηγητές είναι αυτονόητο ότι θα λάβουν εκτεταμένη εκπαίδευση στον τομέα της πειραματικής φυσικής κατά τις προπτυχιακές τους σπουδές· η έλλειψη καθορισμένης θεματικής στόχευσης, ωστόσο, που θα περιορίζεται σε γενικευμένη και άστοχη ανάλυση της πειραματικής διαδικασίας, ενδέχεται να τους αποθαρρύνει και να μεταδώσει την έλλειψη ενθουσιασμού στους μελλοντικούς μαθητές. Στόχος της εκπαιδευτικής διαδικασίας, σε ιδεατές συνθήκες, είναι η εξειδίκευση των επιμέρους πειραματικών project κάθε φοιτητή στις μελλοντικές εργασιακές του προοπτικές, που στην περίπτωση των καθηγητών οφείλει πάντα να περιλαμβάνει την εξοικείωση με υπολογιστικά συστήματα· τόσο σε επίπεδο καταγραφής και ανάλυσης δεδομένων, αλλά αν είναι εφικτό, και στον τομέα της διεξαγωγής πειραματικών προσομοιώσεων (Kocijancic, 2002).

Σημαντικά δυνητικά πλεονεκτήματα που παρέχει η αξιοποίηση ενός ψηφιακού εργαστηρίου στη θέση ενός πραγματικού περιλαμβάνουν κάποια απ' τα παρακάτω:

- Μια πραγματική πειραματική διάταξη μπορεί να επιβαρύνει δυσανάλογα τον προϋπολογισμό ενός τυπικού εκπαιδευτικού ιδρύματος, ενώ μια τυπική υπολογιστική μονάδα μπορεί να υποκαταστήσει μεγάλο αριθμό ποικίλων πειραματικών διατάξεων, από τη στιγμή ειδικά που η απόλυτη ακρίβεια στις μετρήσεις δεν αποτελεί το ζητούμενο.
- Πειράματα με μεγάλους χρόνους απόκρισης ή ιδιαίτερα απαιτητικές συνθήκες μπορούν να προσαρμοστούν στις ανάγκες του εκάστοτε μαθήματος χάρη στον πειραματικό αλγόριθμο.
- Τα αποτελέσματα του πειράματος μπορούν να αναλυθούν άμεσα και να παρουσιαστούν συνοπτικά στην οθόνη του υπολογιστή. Έρευνα του R. Barton (1997) έδειξε ότι οι μαθητές που σχεδίαζαν χειροκίνητα τις γραφικές

παραστάσεις έτειναν να τις εκλαμβάνουν ως συλλογές φαινομενικά τυχαίων πειραματικών σημείων, ενώ όσοι παρατηρούσαν απευθείας τις καμπύλες στην έξοδο του προγράμματος επεξεργασίας δεδομένων έτειναν να τις ερμηνεύουν συνολικά.

- Η ανάλυση των δεδομένων σε κάποιες κατηγορίες πειραμάτων αποτελεί μια διαδικασία αρκετά περίπλοκη, που όμως μπορεί να απλοποιηθεί αρκετά χάρη στην υπολογιστική προσομοίωση (Polajnar J. et al., 1995). Η ανάλυση κυκλωμάτων, παραδείγματος χάρη, προϋποθέτει την ομαλή λήψη και μετάδοση ηλεκτρονικών σημάτων, που μπορούν να επηρεαστούν σημαντικά από πληθώρα παραγόντων. Ένα εικονικό πείραμα μπορεί να εκτελέσει άμεσα τη διαδικασία υπό ιδανικές συνθήκες, αλλά και να εξάγει σε μορφή άμεσα προσπελάσιμη τα επιθυμητά αποτελέσματα, σε τέλεια συμφωνία με το θεωρητικό υπόβαθρο (O'Sullivan C., 1989).
- Η ορθή προετοιμασία, οργάνωση, διεξαγωγή, επιδιόρθωση και ανάλυση της πειραματικής διαδικασίας μπορεί να απαιτήσει σημαντικές παράπλευρες απώλειες σε ωφέλιμο χρόνο μαθήματος. Η υψηλή αυτοματοποίηση των διεργασιών σε ένα εικονικό πείραμα μπορεί να εξοικονομήσει μεγάλο ποσοστό της απώλειας, που στη συνέχεια θα διατεθεί για περαιτέρω εποικοδομητική διερεύνηση.
- Απλά προγράμματα μπορούν να επιτρέψουν τη διεξαγωγή απλών εφαρμογών σε ιδιαίτερα σύνθετους τομείς, όπως η ρομποτική, ακόμη και σε επίπεδο πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.
- Η αξιοποίηση υψηλής τεχνολογίας αρκεί για να προσδώσει ισχυρό κίνητρο· οι μαθητές του 2022 έχουν εξοικειωθεί με σύνθετες τεχνολογικές δυνατότητες από πολύ μικρή ηλικία, και η πειραματική διαδικασία που αποτυγχάνει να συμβαδίσει με το τρέχον τεχνολογικό επίπεδο μπορεί να θεωρηθεί απαρχαιωμένη ή ανούσια (Kocijancic, 2002).

Λοιπούς παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά την αντιμετώπιση των φοιτητών και μελλοντικών καθηγητών απέναντι σε εικονικά πειράματα αποτελούν η αξιοποίηση ή μη ανάλογων μεθόδων στο περιβάλλον όπου υπήρξαν μαθητές οι ίδιοι, αλλά και η πειραματική μεθοδολογία (Preston D.W. et al., 1996; Redish E. F. et al., 1997). Τόσο σε πραγματικά όσο και σε εικονικά πειράματα οι μαθητές εκφράζουν ιδιαίτερη προσμονή για την προοπτική να συμμετέχουν προσωπικά στην τέλεση των πειραμάτων, συγκριτικά με την παθητική παρακολούθηση της διαδικασίας. Οι πειραματικές προσομοιώσεις, εν προκειμένω, δείχνουν να τους κινητοποιούν αποτελεσματικά μόνο στην περίπτωση όπου τα αποτελέσματα όχι μόνο αποτυπώνονται αλλά και αναλύονται με αμεσότητα· η τακτική ενθάρρυνση, κατ' επέκταση, του σχολικού περιβάλλοντος να εκφράζει συχνά απόψεις και προβλέψεις για τα αποτελέσματα του πειράματος κρίνεται καθοριστική.

Απώτερο και ιδεατό στόχο της σύγχρονης εκπαίδευσης αποτελεί η δυνατότητα προσωπικής ενασχόλησης των μαθητών με την πειραματική διαδικασία και η εξαγωγή συμπερασμάτων. Το τεχνολογικό υπόβαθρο που απαιτείται είναι σε

μεγάλο βαθμό διαθέσιμο, αλλά οι σχετικές παιδαγωγικές μέθοδοι δεν έχουν ακόμη τελειοποιηθεί ώστε να παρέχουν τη βέλτιστη δυνατή εμπειρία διαδικτυακής μάθησης. Τα διακριτά πεδία εφαρμογής πραγματικών και εικονικών πειραμάτων, το ακριβές ποσοστό του ωφέλιμου χρόνου που οφείλει να τους αφιερωθεί και το ιδανικό επίπεδο δυσκολίας ανά μαθησιακή βαθμίδα συνιστούν ένα μικρό μόνο μέρος των ερωτημάτων υπό διερεύνηση, που πρόκειται να αναλυθούν περαιτέρω κατά τα επόμενα χρόνια· η προοδευτική ένταξη υπολογιστικών συστημάτων στη σχολική αίθουσα ορίζει τον κοινό παρονομαστή (Rogers L., 1997).

Μεθοδολογικές Υποδείξεις Ψηφιακού Πειραματισμού

Παρά την καθοριστική σημασία της διατύπωσης σε ένα αυστηρά ορισμένο θεωρητικό υπόβαθρο, βασικές αξίες των θετικών επιστημών όπως η ακρίβεια, η υπομονή, η πειθαρχία και η πιστότητα στην επιστημονική μέθοδο καλλιεργούνται σχεδόν αποκλειστικά χάρη στην πειραματική διαδικασία. Η πραγματοποίηση πειραμάτων ευνοεί την ανάπτυξη κριτικής και επαγωγικής σκέψης, την ικανότητα επίλυσης σύνθετων προβλημάτων και την επιθυμία εξερεύνησης, είτε αφορά μαθητές και φοιτητές είτε ολοκληρωμένους επιστήμονες.

Οι σύγχρονες υπηρεσίες πληροφορικής, με τη σειρά τους, παρέχουν εντυπωσιακές δυνατότητες επεξεργασίας δεδομένων και εικονικής πραγματικότητας, που βρίσκουν σημαντικές εφαρμογές στον τομέα της διδασκαλίας μέσω πειραμάτων (Zacharia Z.C. et al., 2011). Η υψηλή προσβασιμότητα των πειραματικών προσομοιώσεων ενισχύει τόσο την μεθοδολογική τους κανονικοποίηση όσο και την παιδαγωγική τους διεισδυτικότητα, παρακάμπτοντας παράλληλα τους αναπόφευκτους πρακτικούς και εξοπλιστικούς περιορισμούς των πραγματικών πειραματικών διατάξεων (Martín-Blas T. et al., 2009).

Κυρίαρχος αυτοσκοπός της επαυξημένης πραγματικότητας είναι η αξιοποίηση των υπολογιστικών δυνατοτήτων ώστε να εισάγει τον μαθητή σε ένα πειραματικό περιβάλλον ανάλογο του πραγματικού, μέσα από πληθώρα οπτικών, ακουστικών και άλλων ερεθισμάτων. Σε αυτά τα πλαίσια επιβάλλονται διαρκείς βελτιώσεις του σχετικού λογισμικού, ώστε να παρέχει τη βέλτιστη συνολική εμπειρία οικειότητας με το περιβάλλον διεπαφής, να περιορίσει τα αρνητικά χαρακτηριστικά του προσομοιωτικού χαρακτήρα και να εξασφαλίσει τη μέγιστη επεξεργαστική απόδοση.

Βασικό πλεονέκτημα του εικονικού περιβάλλοντος είναι η αναλυτική και ακριβής μέτρηση, ανάλυση και παρουσίαση των πειραματικών δεδομένων και αποτελεσμάτων, που στον αντίποδα ενδέχεται να αφαιρέσει σημαντικό μέρος του επιστημονικού ρεαλισμού· πέρα από μαθηματική ακρίβεια, κατ' επέκταση, οι προσομοιώσεις οφείλουν να αξιοποιήσουν κάθε δυνατή μορφή τρισδιάστατων γραφικών, οπτικών και ηχητικών εφέ, αλλά και μεθόδων εισαγωγής και εξαγωγής δεδομένων, ώστε να μεγιστοποιήσουν τη δυνατότητα εμπύθισης σε ένα περιβάλλον που θα παραπέμπει άμεσα σε πραγματική πειραματική διεργασία (Scheucher B. et

al., 2009; Mikropoulos T.A. et al., 2011). Αντί για ένα πλήρως ψηφιοποιημένο περιβάλλον σχεδιασμού και μετρήσεων, παραδείγματος χάρη, το πειραματικό λογισμικό θα αξιοποιεί εικονικά αντίγραφα πραγματικών οργάνων που θα χρησιμοποιούνται με τη βοήθεια του ποντικιού και του πληκτρολογίου, σε δισδιάστατες εκδοχές τους, και υπό κλίμακα που θα διευκρινίζεται εκ των προτέρων.

Εκτός αυτού, το σύνολο της διαδικασίας οφείλει να ακολουθεί πιστά το πρότυπο μιας διδασκαλίας υπό ρεαλιστικές συνθήκες. Στο πρώτο σκέλος οι μαθητές μαθαίνουν να χρησιμοποιούν σωστά την πειραματική διάταξη, και ενημερώνονται αναλυτικά για τον σκοπό και τις ιδιαιτερότητές της, σαν να βρίσκονται σε πραγματικό εργαστήριο. Στο δεύτερο σκέλος η περιγραφή του ψηφιακού μέρους της διάταξης διαφοροποιείται, και δίνεται έμφαση στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα· στα μεν για να αναφερθούν πιθανές δυσκολίες και ανακρίβειες που θα επηρέαζαν μια πραγματική μέτρηση, και στα δε για να διευκρινιστεί ότι η αίσθηση εργασίας σε ένα επιστημονικό εργαστήριο αποτελεί πληρέστερη εμπειρία. Ο ρόλος των μαθητών καθ' όλη τη διάρκεια οφείλει να παραμένει ενεργός, μέσα από κατάλληλη ενθάρρυνση, ώστε να διασφαλιστεί η δημιουργική και ερευνητική πρωτοβουλία στα πλαίσια της εκάστοτε θεματικής (Ya-Feng, 2015).

Συν τις άλλους, η προετοιμασία και η πραγματοποίηση ενός πειράματος στην οθόνη του υπολογιστή παρέχει ένα ασφαλές περιβάλλον όπου οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να εφαρμόσουν ελεύθερα πιθανές νέες ιδέες, χωρίς τον κίνδυνο τραυματισμού ή υλικών ζημιών, που θα επιτρέψουν αμεσότερα συμπεράσματα σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Η κατανόηση κάθε ξεχωριστού βήματος, ωστόσο, αποτελεί βασική προϋπόθεση για την πραγματοποίηση στοχευμένων -και όχι άσκοπων- δοκιμών· μια ολοκληρωμένη επίδειξη εκ μέρους του καθηγητή, κατ' επέκταση, θα βοηθήσει σημαντικά στην αφομοίωση των εννοιών και της μεθοδολογίας. Η φύση του μαθήματος, που παρεκκλίνει αισθητά από παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, προσαρμόζεται πλήρως στις ανάγκες του ψηφιακού του προσανατολισμού.

Με αυτόν τον τρόπο η σχολική αίθουσα δεν θα εξαιρεθεί από το κλίμα ραγδαίας τεχνολογικής εξέλιξης στον τομέα της επαυξημένης πραγματικότητας, προσφέροντας στους μαθητές μια πληθώρα πρωτοποριακών δυνατοτήτων. Η χρονική και πρακτική οικονομία, η διεισδυτικότητα, η υψηλή ακρίβεια και η ευρεία προσβασιμότητα του εικονικού πειράματος το αναδεικνύουν σε σημαντικό παιδαγωγικό -και όχι μόνο- άξονα της σύγχρονης θετικής επιστήμης, που σε συνδυασμό με την ενισχυμένη κοινωνική του διάσταση καθιστούν επιτακτική την αξιοποίησή του μέσα από βελτιστοποιημένες διδακτικές μεθόδους (Ya-Feng, 2015). Τα σύνολο της διαδικασίας, από τον αρχικό σχεδιασμό ως την προσαρμογή των εκπαιδευτικών και την τελική εφαρμογή, εξακολουθεί να παρέχει άπλετες ερευνητικές δυνατότητες στο άμεσο μέλλον.

Εισαγωγή στην Οργάνωση, το Σχεδιασμό, την Περιγραφή και τη Δοκιμαστική Χρήση της Ιστοσελίδας

Η παρούσα αναφορά αποτελεί πλήρη και αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας επιλογής, οργάνωσης και πραγματοποίησης της εκπαιδευτικής μεθόδου που ανέπτυξα στα πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας. Βασισμένη στις τρεις έννοιες κλειδιά που την χαρακτηρίζουν -“ασύγχρονη”, “εξ αποστάσεως”, “μέσω πειραμάτων”- η εν λόγω σειρά μαθημάτων αποσκοπεί σε αυξημένες δυνατότητες ενισχυτικής διδασκαλίας, εκτός του σχολικού περιβάλλοντος, αλλά και αποκλειστικής διδασκαλίας υπό συνθήκες κοινωνικής απομόνωσης, όπως στη διάρκεια μιας υγειονομικής κρίσης ή διαμονής σε ακριτικές περιοχές, κατά τις οποίες η πρόσβαση σε δια ζώσης εκπαίδευση καθίσταται από περιορισμένη ως ανύπαρκτη. Παράλληλα, οι μαθητές που θα αυτο-διδάσκονται θα έρχονται σε επαφή με μία πλήρη σειρά πειραματικών υποδειγμάτων και δραστηριοτήτων, ακολουθώντας την κυρίαρχη τάση στη σύγχρονη διδασκαλία της φυσικής, όπου η πειραματική διαδικασία αφορά σημαντικό ποσοστό της κατανόησης των φαινομένων (Stern C. et al., 2017).

Παρά την ενασχόλησή μου με τον τομέα της διδακτικής σχεδόν από την αρχή της φοιτητικής μου ιδιότητας, που συνοδεύτηκε από συμμετοχή στα -επιλογής τότε- μαθήματα παιδαγωγικών και διδακτικής στη ΣΕΜΦΕ, η απόφαση να επεκτείνω την ακαδημαϊκή μου ενασχόληση με τον συγκεκριμένο τομέα λήφθηκε κατά τα τελευταία δύο χρόνια. Σημαντικότερο παράγοντα επιλογής της διδακτικής για το θέμα της πτυχιακής μου αποτελεί -πέρα από το προσωπικό μου ενδιαφέρον για τη διδασκαλία- η αφομοιωμένη πλέον πεποίθησή μου ότι η επέκταση της κατανόησης του φυσικού κόσμου απαιτεί σωστά δομημένη καλλιέργεια του πειραματισμού με την επιστημονική μέθοδο από πολύ μικρές ηλικίες.

Μετά από προσεκτική σκέψη επέλεξα να απευθυνθώ στον κύριο Αθανάσιο Βελέντζα, που χάρη στην εκτενή σταδιοδρομία του στο χώρο της διδακτικής της φυσικής θεώρησα ότι κατέχει την απαραίτητη εμπειρία ώστε να με καθοδηγήσει στην επιλογή και την ορθή ανάπτυξη του θέματος· πράγματι, μετά από συζήτηση συμφώνησε να αναλάβει το project. Παρά τις αρχικές μου προτάσεις, που αφορούσαν μια αρκετά πιο θεωρητική και μάλλον παρωχημένη προσέγγιση της παιδαγωγικής έρευνας, ο επιβλέπων με καθοδήγησε σε μια αρκετά πιο στοχευμένη και πρωτότυπη εργασία, που αφορά δύο θεωρητικά ασυμβίβαστους τομείς· την ασύγχρονη εξ αποστάσεως εκπαίδευση, και την εκτεταμένη αξιοποίηση των πειραμάτων στη διδασκαλία της φυσικής.

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, οι πειραματικές εφαρμογές αποτελούν σημαντικό κεφάλαιο κάθε σύγχρονης παιδαγωγικής μεθόδου στις θετικές επιστήμες, καθώς επιτρέπουν στους μαθητές να εξερευνήσουν και να επαληθεύσουν οι ίδιοι τα φυσικά φαινόμενα που μελετούν στο κομμάτι της θεωρίας. Παράλληλα, και ειδικά στην περίπτωση των μαθητών που σκοπεύουν να ακολουθήσουν τη σχετική σταδιοδρομία, οι πειραματικές δραστηριότητες θα βοηθήσουν σε μια απαραίτητη

και εποικοδομητική πρώτη επαφή με την επιστημονική μέθοδο, όπως αυτή εφαρμόζεται σε ερευνητικά κέντρα και ινστιτούτα. Πάνω απ' όλα, ωστόσο, οι μαθητές κάθε προσανατολισμού και βαθμίδας πρόκειται να ανακαλύψουν ιδίους όμμασι μια σειρά πολύ βασικών αρχών που διέπουν τη λειτουργία του ίδιου του σύμπαντος που κατοικούμε, γνωρίζοντας από πρώτο χέρι τη μεθοδολογική ομορφιά και τη σημασία της φυσικής επιστήμης.

Παρά την προφανή της συνεισφορά στην καλλιέργεια της κριτικής σκέψης, η πειραματική πτυχή του μαθήματος τείνει να αμελείται συστηματικά· πληθώρα παραγόντων, όπως η αδυναμία πρόσβασης σε κατάλληλη πειραματική διάταξη και η έλλειψη σωστής εξειδίκευσης, οδηγούν σημαντικό ποσοστό της ελληνικής και διεθνούς εκπαίδευσης σε παιδαγωγικές προσεγγίσεις καθαρά θεωρητικές (Kocijancic, 2002). Κατά τα τελευταία δυο χρόνια η πανδημία της COVID-19 ανέδειξε το ενδεχόμενο της πλήρους απώλειας δια ζώσης εκπαίδευσης, που καθιστά την εκπαιδευτική συγκρότηση της σχολικής τάξης εξαιρετικά στρυφνή και τη διενέργεια πειραμάτων πρακτικά αδύνατη. Η καθολικότητα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης σε τόσο μαζικό επίπεδο μπορεί μεν να αποτελεί αναγκαιότητα κάποιες λιγοστές φορές ανά αιώνα, αλλά δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι για μια σημαντική μειονότητα μαθητών, όπως οι κάτοικοι ακριτικών περιοχών, αποτελεί σκληρή καθημερινότητα.

Είναι λοιπόν σαφές ότι η απόκτηση πειραματικής εμπειρίας υπό συγκεκριμένες κοινωνικοοικονομικές συνθήκες -αλλά και σε καθεστώς lockdown- δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς την εξάλειψη ανισοτήτων στην προσβασιμότητα. Μια προφανής λύση στο αδιέξοδο, καθώς δεν απαιτεί ούτε προμήθεια ακριβών πειραματικών οργάνων ούτε και γνώσεις ή δεξιότητες χρήσης τους, είναι η αξιοποίηση του διαδικτύου. Η σύγχρονη τεχνολογία παρέχει πρωτοφανείς ακαδημαϊκές δυνατότητες, καθώς εκατοντάδες διαφορετικά παραδείγματα εφαρμογής των φυσικών νόμων έχουν ψηφιοποιηθεί και διατίθενται για ανάλυση και πειραματισμό, πολύ συχνά χωρίς χρέωση, υπό την προϋπόθεση της σταθερής διαδικτυακής σύνδεσης (Zacharia Z.C. et al., 2011). Η καθολική προσβασιμότητα στο διαδίκτυο, από πλευράς της, αποτελεί επίσης μείζον κοινωνικό ζήτημα, που όμως δεν εμπίπτει στη θεματική της συγκεκριμένης εργασίας.

Ακόμη όμως κι αν θεωρήσουμε δεδομένη την πρόσβαση σε διαδικτυακές υπηρεσίες, η εποικοδομητική περιήγηση στον πληροφοριακό τους πλουραλισμό είναι αδύνατη χωρίς σωστή καθοδήγηση, ειδικά για χρήστες χωρίς το κατάλληλο γνωστικό υπόβαθρο (Garrison & Anderson, 2003). Η συστηματική διάρθρωση του παιδαγωγικού υλικού, η σύνδεσή του με τη σχετική θεωρία και η οργάνωση δραστηριοτήτων με προκαθορισμένους μαθησιακούς στόχους αποτελούν αρμοδιότητες του υπεύθυνου καθηγητή, χωρίς τις οποίες η διαδικτυακή πειραματική διαδικασία στερείται νοήματος και παραπέμπει σε ψυχαγωγική δραστηριότητα.

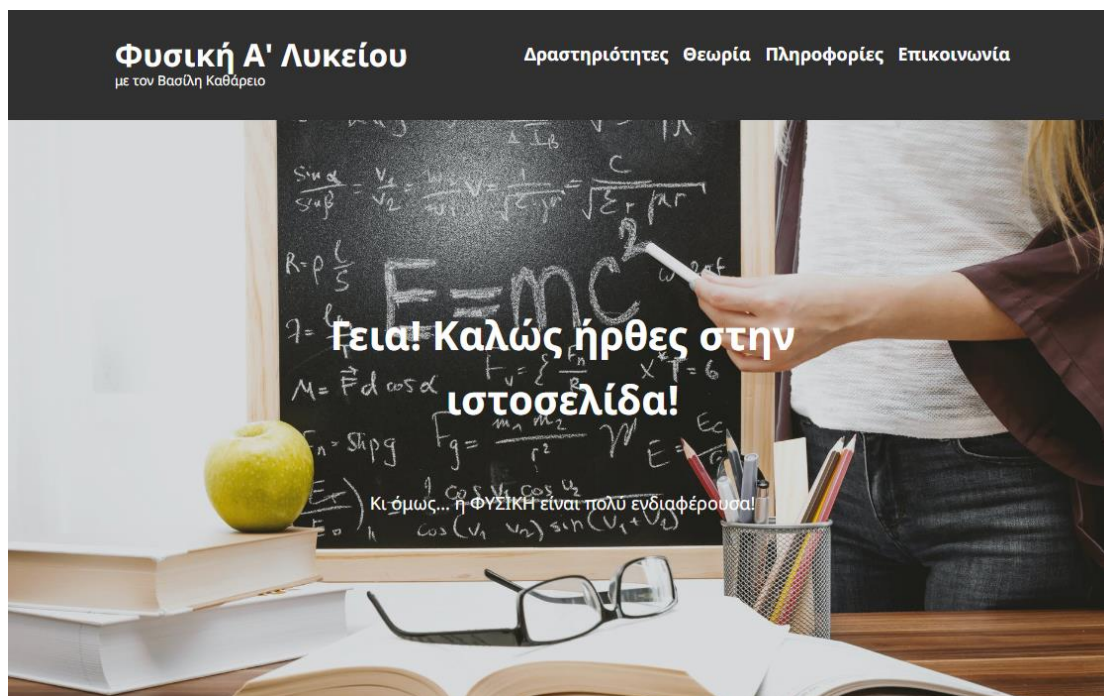
Η εν λόγω πτυχιακή εργασία επιχειρεί να εκθέσει μια προσωπική μεθοδολογική προσέγγιση απέναντι στις επαυξημένες παιδαγωγικές αρμοδιότητες του σύγχρονου

καθηγητή. Η πειραματική διεργασία μέσα από στοχευμένες δραστηριότητες αποτελεί το επίκεντρο και τον τελικό σκοπό κάθε διδακτικής ώρας, που πλαισιώνεται από όλες τις απαραίτητες πληροφορίες του εννοιολογικού υποβάθρου· αναλυτική παρουσίαση της θεωρίας μέσα από ολιγόλεπτα βίντεο, πειραματικές δραστηριότητες επίδειξης που αποκωδικοποιούν τη διδακτέα ύλη και προετοιμάζουν τον μαθητή για το εφαρμοσμένο σκέλος του μαθήματος, σύντομα διερευνητικά κουίζ για την κατανόηση της θεωρίας, και τελικά αναλυτικές δραστηριότητες-ασκήσεις πάνω στο ίδιο πειραματικό περιβάλλον που αξιοποιήθηκε για τις εφαρμογές επίδειξης. Κατά την ασύγχρονη εκπαιδευτική διαδικασία η συμμετοχή του διδάσκοντος είναι πρακτικά μηδαμινή, αλλά η δυνατότητα επικοινωνίας μαζί του παρέχεται και ενθαρρύνεται στην περίπτωση πρακτικών και θεωρητικών κολλημάτων.

Στα επόμενα Κεφάλαια η οργάνωση, η κατασκευή και η πρακτική δοκιμή της ιστοσελίδας παρουσιάζονται αναλυτικά. Εν συντομία αξίζει να αναφερθεί ότι η μέθοδος χρησιμοποιείται ήδη ως ενισχυτική δραστηριότητα στο πρόγραμμα διδασκαλίας ιδιωτικού σχολείου, που θα παρέχει σημαντικές δυνατότητες παιδαγωγικής ανάδρασης σε ένα άκρως ρεαλιστικό περιβάλλον, ώστε να οδηγηθεί σε εξειδικευμένες βελτιώσεις και εκτίμηση της πραγματικής εκπαιδευτικής της ισχύος. Ως αποκύημα ενός θεμελιωδώς δυναμικού πεδίου, συν τις άλλους, οφείλει να συντονίζεται διαρκώς με την παιδαγωγική και εμπειρική πραγματικότητα.

Κεφάλαιο 2^ο: Σχεδιασμός Ιστοσελίδας

Επίκεντρο του project, όπως αναφέρθηκε, αποτελεί η ιστοσελίδα που φιλοξενεί το εκπαιδευτικό υλικό. Για να αποφευχθεί η περιττή εργασία στον τομέα του προγραμματισμού, αλλά και για να εξασφαλιστεί η δημιουργία ενός διαδραστικού περιβάλλοντος που θα ανταποκρίνεται στα σύγχρονα αισθητικά και τεχνολογικά πρότυπα διεπαφής, ο ιστότοπος δεν κατασκευάστηκε εκ του μηδενός. Για την μορφοποίησή του αξιοποιήθηκε η δωρεάν διαδικτυακή πλατφόρμα WordPress[®], στη χρήση της οποίας κατέχω τη σχετική τεχνογνωσία χάρη σε προηγούμενη εμπειρία μου με την ηλεκτρονική αρθρογραφία. Η εμφάνιση της ιστοσελίδας επιλέχθηκε μεταξύ των δεκάδων δωρεάν διαθέσιμων προτύπων, και η ονομασία βασίστηκε απλά στο ονοματεπώνυμό μου: <https://vassiliskathareios.wordpress.com/>. Στην κεντρική σελίδα υποδέχομαι τους μαθητές, χρησιμοποιώντας απλή και φιλική γλώσσα, και παρέχω βασικές πληροφορίες για τη χρήση της. Τα κείμενα αναγράφονται σε μεγάλη γραμματοσειρά και συνοδεύονται από εικόνες.



Εικόνα 1: Κεντρική Σελίδα της Ιστοσελίδας, και πρώτη εικόνα που αντικρίζει ο επισκέπτης

Στο πάνω και δεξιά μέρος της ιστοσελίδας οι μαθητές μπορούν να εντοπίσουν τα τέσσερα βασικά μενού που θα επιτρέψουν την πλοήγηση στο περιεχόμενό της. Με επιλογή του μενού “Θεωρία” θα βρεθούν στη συλλογή των θεωρητικών μαθημάτων, με επιλογή του μενού “Δραστηριότητες” θα βρεθούν στη συλλογή πειραματικών δραστηριοτήτων, με επιλογή του μενού “Πληροφορίες” θα διαβάσουν βασικά στοιχεία για τον ιστότοπο και τον δημιουργό του, ενώ με επιλογή του μενού “Επικοινωνία” θα έρθουν σε επαφή με τις διαφορετικές δυνατότητες επικοινωνίας με τον διδάσκοντα (Facebook[®], Skype[®], e-mail).

Δομή Υποσελίδων

Η δομή των υποσελίδων “Θεωρία” και “Δραστηριότητες” είναι πρακτικά η ίδια· στην κορυφή υπάρχει τίτλος (“Θεωρητικά Μαθήματα” και “Δραστηριότητες” αντίστοιχα), έπειτα υπότιτλος (“Πριν αρχίσουμε τα πειράματα πρέπει πρώτα να μάθουμε τι θα μελετήσουμε...” και “Εδώ θα βρεις τις δραστηριότητες για όλα τα κεφάλαια της ύλης!” αντίστοιχα), και στην συνέχεια τα κεφάλαια του μαθήματος με χρονική σειρά. Κάθε μάθημα τιτλοφορείται με βάση τη διδακτική ώρα στην οποία αντιστοιχεί (“Πρώτη/Δεύτερη/Τρίτη κλπ Ώρα” αντίστοιχα), ενώ σε παρένθεση αναφέρεται η παράγραφος ή οι παράγραφοι του σχολικού βιβλίου που αναλύονται στη διάρκειά του. Η γραμματοσειρά στην υποσελίδα της θεωρίας είναι κόκκινη, ενώ στις Δραστηριότητες μπλε.

Επέλεξε ένα απ’ τα παρακάτω Κεφάλαια για μελέτη:

Πρώτη Ώρα (1.1.1 και 1.1.2)

Κεφάλαιο 1.1.1: Ύλη και κίνηση

Κεφάλαιο 1.1.2: Ο προσδιορισμός της θέσης ενός σωματίου

by Βασίλης Καθάρειος

Δεύτερη Ώρα (1.1.3 και 1.1.4)

1.1.3: Οι έννοιες της χρονικής Στιγμής, του Συμβάντος και της χρονικής Διάρκειας

1.1.4: Η Μετατόπιση Σωματίου πάνω σε Άξονα

by Βασίλης Καθάρειος

Τρίτη Ώρα (1.1.5: Η έννοια της Ταχύτητας στην Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση)

Για να περιγράψουμε τις κινήσεις και για να τις συγκρίνουμε μεταξύ τους, χρειαζόμαστε και άλλες έννοιες εκτός από τη θέση, τη χρονική στιγμή, τη μετατόπιση και τη χρονική διάρκεια.

by Βασίλης Καθάρειος

Εικόνα 2: Διάταξη των Διδακτικών Ωρών στο μενού Θεωρία. Το κλικ πάνω σε κάποιον από τους τίτλους οδηγεί στο περιεχόμενο του αντίστοιχου θεωρητικού μαθήματος.

Επέλεξε ένα απ' τα παρακάτω Μαθήματα:

Δεύτερη Ώρα (1.1.3 και 1.1.4)

1.1.3: Οι έννοιες της χρονικής στιγμής, του συμβάντος και της χρονικής διάρκειας

1.1.4: Η μετατόπιση σωματίου πάνω σε άξονα

by Βασίλης Καθάρειος

Τρίτη Ώρα (1.1.5: Η έννοια της Ταχύτητας στην Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση)

Πείραμα πάνω στην Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση

by Βασίλης Καθάρειος

Τέταρτη Ώρα (1.1.5: Η έννοια της Ταχύτητας στην Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση)

Πείραμα που οδηγεί στην χάραξη γραφικής παράστασης.

by Βασίλης Καθάρειος

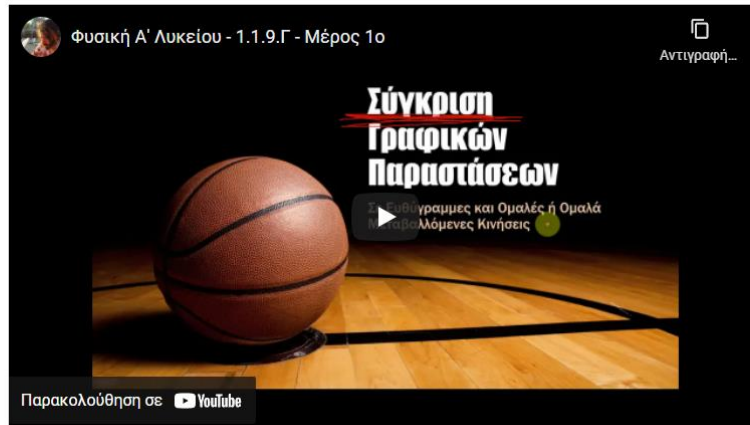
Εικόνα 3: Διάταξη των Διδακτικών Ωρών στο μενού Δραστηριότητες. Το κλικ πάνω σε κάποιον από τους τίτλους οδηγεί στο περιεχόμενο της αντίστοιχης πειραματικής δραστηριότητας.

Δομή Μαθημάτων

Στο εσωτερικό κάθε θεωρητικού μαθήματος τα εκπαιδευτικά βίντεο εμφανίζονται με τη σειρά, κάτω από τον αντίστοιχο τίτλο που αναγράφεται με έντονα και πλάγια μαύρα γράμματα. Το πρώτο βίντεο κάθε μαθήματος αναφέρεται απλά ως “Εισαγωγή”, και ακολουθείται από τις παραδόσεις της θεωρίας. Όταν αυτές ολοκληρωθούν ο μαθητής μπορεί να παρακολουθήσει 1-3 βίντεο ακόμη, που περιγράφουν τις πειραματικές εφαρμογές επίδειξης και αναφέρονται απλά ως “Εφαρμογή 1^η/2^η/3^η” με την ανάλογη σειρά. Στο κάτω μέρος κάθε θεωρητικού μαθήματος υπάρχουν παραπομπές στα αντίστοιχα θεωρητικά κουίζ (π.χ. “Αφού ολοκλήρωσες και το κεφάλαιο 1.1.8, μπορείς να πατήσεις [εδώ](#) για ένα μικρό κουίζ.”) αλλά και στις αντίστοιχες πειραματικές δραστηριότητες (π.χ. “Τώρα που μελέτησες καλά την θεωρία, μπορείς να πατήσεις [εδώ](#) για να προχωρήσουμε στις Δραστηριότητες!”) που μπορούν να προσπελαστούν με επιλογή του κόκκινου υπογραμμισμένου “εδώ”.

Ένατη Ώρα (1.1.9: Σύγκριση Γραφικών Παραστάσεων Ευθύγραμμης Ομαλής και Ευθύγραμμης Ομαλά Επιταχυνόμενης Κίνησης)

Εισαγωγή:



Εικόνα 4: Τίτλος και εισαγωγικό βίντεο της Ένατης Διδακτικής Ώρας (1.1.9), που ολοκληρώνει το Κεφάλαιο 1.1

Οι πειραματικές δραστηριότητες κάθε τμήματος της ύλης εντοπίζονται είτε μέσα από την παραπομπή στο τέλος του αντίστοιχου θεωρητικού μαθήματος είτε από την υποσελίδα “Δραστηριότητες” όπου εμφανίζονται με χρονική σειρά. Η τυπική δομή ξεκινά με σύντομη περιγραφή της εκάστοτε πειραματικής εφαρμογής, που ακολουθείται -προαιρετικά- από βίντεο οδηγιών για τη χρήση της εικονικής πειραματικής διάταξης, όπου αυτό απαιτείται. Στη συνέχεια ο μαθητής παραπέμπεται στη φόρμα με τις εκφωνήσεις των δραστηριοτήτων (π.χ. “*Η φόρμα με τις ερωτήσεις μπορεί να βρεθεί [εδώ](#)”*), αλλά και στην ίδια την πειραματική διάταξη (π.χ. “*Η πρώτη/δεύτερη δραστηριότητα μπορεί να βρεθεί [εδώ](#)”*), που μπορούν επίσης να προσπελαστούν με επιλογή του κόκκινου υπογραμμισμένου “*εδώ*”.

Αφού ολοκλήρωσες και το σημερινό μάθημα μπορείς να πατήσεις [εδώ](#) για ένα μικρό κουίζ.

Τώρα που μελέτησες καλά την θεωρία, μπορείς να πατήσεις [εδώ](#) για να προχωρήσουμε στις Δραστηριότητες!

Εικόνα 5: Κάτω μέρος της Ένατης Διδακτικής Ώρας (1.1.9), μετά και το τελευταίο θεωρητικό βίντεο. Το κλικ στις ενδείξεις [εδώ](#) οδηγεί σε ανάλογη ανακατεύθυνση

Σε τι διαφέρουν οι τύποι μεταξύ των δύο Κινήσεων:

Φυσική Α' Λυκείου - 1.1.9.Γ - Μέρος 2ο

Αντιγραφή...

Σε τι διαφέρουν οι τύποι μεταξύ των δύο Κινήσεων:

Ευθύγραμμη και Ομαλή	Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη
<ul style="list-style-type: none">• Πάντοτε $\alpha = 0$• Πάντοτε $u = \text{σταθερή}$, καθώς δεν μεταβάλλεται• Το x μεταβάλλεται με τον χρόνο κατά τον τύπο $x = u \cdot t$• Η ταχύτητα δεν αλλάζει ποτέ πρόσημο κατά την διάρκεια, καθώς μένει σταθερή• Το x μπορεί μόνο να αυξάνεται ή μόνο να μειώνεται, αφού η ταχύτητα δεν αλλάζει φορά	<ul style="list-style-type: none">• Πάντοτε $\alpha \neq 0$• Η u μεταβάλλεται με τον χρόνο ανά τον τύπο $u = u_0 \pm \alpha \cdot t$• Το x μεταβάλλεται με τον χρόνο κατά τον τύπο $x = u_0 t \pm \frac{1}{2} \alpha t^2$• Η ταχύτητα μπορεί να αλλάξει πρόσημο, αν η επιτάχυνση είναι αντίρροπη• Το x μπορεί να αυξάνεται ή να μειώνεται ως ένα σημείο, και μετά το ακριβώς αντίθετο

Παρακολούθηση σε YouTube

Σε τι διαφέρουν οι Γραφικές Παραστάσεις $a-t$:

Φυσική Α' Λυκείου - 1.1.9.Γ - Μέρος 3ο

Αντιγραφή...

Σε τι διαφέρουν οι Γραφικές Παραστάσεις $a-t$:

Ευθύγραμμη και Ομαλή	Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη

Παρακολούθηση σε YouTube

Εικόνα 6: Χαρακτηριστικά βίντεο από το περιεχόμενο της Ένατης Διδακτικής Ωρας (1.1.9)

Στην υποσελίδα "Επικοινωνία" οι μαθητές μπορούν να επιλέξουν τα πλήκτρα με τα χαρακτηριστικά σύμβολα του Facebook[®] και του Skype[®] για να επικοινωνήσουν μαζί μου στα αντίστοιχα κοινωνικά δίκτυα. Στη δεξιά πλευρά, συμπληρώνοντας τα πεδία "Όνομα", "Email" και "Μήνυμα" και πατώντας υποβολή μπορούν να αποστείλουν e-mail απευθείας στην προσωπική μου διεύθυνση.

Ένατη Ώρα (1.1.9: Σύγκριση Γραφικών παραστάσεων Ευθύγραμμης Ομαλής και Ευθύγραμμης Ομαλά Επιταχυνόμενης Κίνησης)

Στην σημερινή δραστηριότητα θα συγκρίνεις παρόμοια είδη γραφικών παραστάσεων και θα καταγράψεις τις παρατηρήσεις σου. Μπορείς να χρησιμοποιήσεις τις -ήδη γνωστές- προσομοιώσεις παρακάτω ώστε να απαντήσεις στις ερωτήσεις της φόρμας.

Η φόρμα με τις ερωτήσεις μπορεί να βρεθεί [εδώ](#)

Η πρώτη δραστηριότητα μπορεί να βρεθεί [εδώ](#)

Η δεύτερη δραστηριότητα μπορεί να βρεθεί [εδώ](#)

Εικόνα 7: Η αντίστοιχη σελίδα της Ένατης Διδακτικής Ώρας (1.1.9) στην υποσελίδα των Δραστηριοτήτων. Το κλικ στις ενδείξεις [εδώ](#) οδηγεί σε ανάλογη ανακατεύθυνση

Έχεις απορίες; Μη διστάσεις να επικοινωνήσεις μαζί μου.

Κοινωνικά δίκτυα:



Στείλε μου μήνυμα συμπληρώνοντας την παρακάτω φόρμα:

Όνομα (υποχρεωτικό)

Email (υποχρεωτικό)

Μήνυμα (υποχρεωτικό)

Υποβολή

Εικόνα 8: Περιεχόμενο που εμφανίζεται μετά από κλικ στο μενού "Επικοινωνία" της Αρχικής Σελίδας

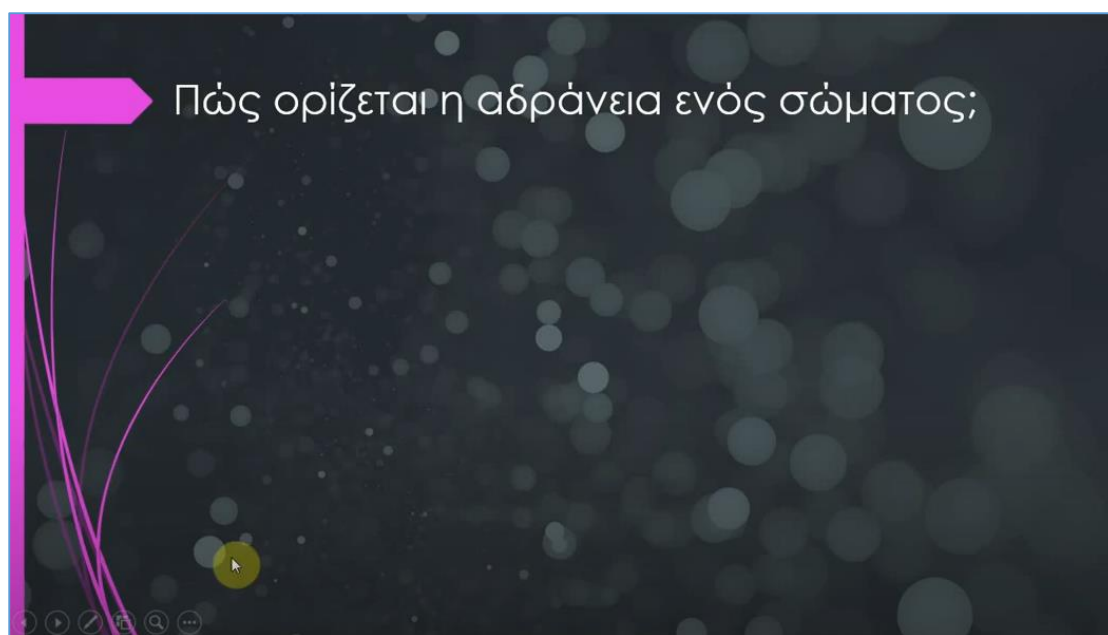
Δομή Εκπαιδευτικών Βίντεο Θεωρίας

Η ύλη του μαθήματος, όπως παρουσιάζεται στο εκπαιδευτικό υλικό, έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτει πλήρως τις πληροφορίες και την παιδαγωγική στόχευση του επίσημου σχολικού βιβλίου, όπως αυτές διαμορφώνονται με βάση την αναφορά "Υλη και οδηγίες για τη διδασκαλία των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών (Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας) στις Α', Β' και Γ τάξεις Γενικού Λυκείου για

το σχολικό έτος 2020 – 2021” από το Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων. Η τελική έκταση της διδακτέας ύλης καλύπτει ολόκληρο το Κεφάλαιο 1.1 (1.1.1-1.1.9), το Κεφάλαιο 1.2 (1.2.1-1.2.7) και το Κεφάλαιο 2.1 ως το υποκεφάλαιο 2.1.4 (2.1.1-2.1.4), καθώς και σχετικές πειραματικές δραστηριότητες για το σύνολο των φαινομένων που διδάσκονται.

Η ύλη του Κεφαλαίου 1.3 έχει παραλειφθεί συνειδητά, καθώς η εν πολλοίς μαθηματική φύση του δεν προσφέρεται για εκτενή πειραματισμό και δεν εξυπηρετεί τις ανάγκες της συγκεκριμένης εργασίας, τόσο σε επίπεδο χρονικής συνέπειας όσο και επίδειξης λειτουργίας της μεθόδου. Για λόγους πληρότητας αναμένεται να προστεθεί σε μελλοντικό χρόνο, με αξιοποίηση της ίδιας μεθοδολογίας που καθοδήγησε τη δημιουργία των Κεφαλαίων 1.1, 1.2 και 2.1.

Κάθε βίντεο τιτλοφορείται με ερώτηση, η απάντηση της οποίας οδηγεί σε αναλυτική περιγραφή του συγκεκριμένου τμήματος της θεωρίας. Οι απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις κάθε μαθήματος, είτε περιληπτικά μέσω του κειμένου των διαφανειών είτε αναλυτικά μέσω της παράδοσης, καλύπτουν το σύνολο της ύλης για την εν λόγω διδακτική ώρα. Οι ερωτήσεις εκφράζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να αναδεικνύουν τη βασικότερη έννοια που συζητείται στο βίντεο που ακολουθεί, με χαρακτηριστικά παραδείγματα τίτλους όπως “Πώς συνδέεται το Έργο με τη Δύναμη;” ή “Ποιος είναι ο Πρώτος Νόμος του Νεύτωνα;”.



Εικόνα 9: Στην αρχή κάθε βίντεο παράδοσης της θεωρίας υπάρχει μόνο ο τίτλος μπροστά από το φόντο. (Το στιγμιότυπο έχει ληφθεί από το δεύτερο βίντεο της δωδέκατης διδακτικής ώρας (1.2.3 & 1.2.4))

Ακριβώς κάτω από τον τίτλο εμφανίζονται η εικόνα και το κείμενο της απάντησης. Η εικόνα βρίσκεται στο δεξί μέρος της διαφάνειας, εμφανίζεται συχνά αμέσως μετά τον τίτλο, και σε αρκετές περιπτώσεις έχει μορφή κινούμενης εικόνας (gif). Έχει πάντοτε άμεση σχέση με το περιεχόμενο της διαφάνειας, ενώ συχνά συνεισφέρει στην παράδοση του μαθήματος εκφράζοντας ποιοτικά ένα συγκεκριμένο φυσικό

φαινόμενο (π.χ. ελεύθερη πτώση, επιβράδυνση σώματος ή τροχιά κίνησης). Το περιεχόμενο της εικόνας κυμαίνεται από έννοιες καθαρά τεχνικές (π.χ. κάποιο διάγραμμα) έως αρκετά πιο εύθυμες αναπαραστάσεις φαινομένων (π.χ. μέσω κινουμένων σχεδίων).

Ακριβώς κάτω από τον τίτλο, και στα αριστερά της εικόνας, τοποθετείται το κείμενο της διαφάνειας. Έχει τη μορφή λίστας από bullets, που αναφέρονται συνοπτικά στις βασικές πληροφορίες/σχέσεις/έννοιες του μαθήματος και εμφανίζονται σταδιακά καθώς η παράδοση προχωρά προς το συμπέρασμα. Οι πληροφορίες που παρέχονται γραπτά αρκούν για τη γενική κατανόηση ή την ανακεφαλαίωση κάθε βίντεο, αλλά για την πλήρη κατανόηση και πρόσληψη του συνόλου των πληροφοριών που παρέχονται απαιτείται παράλληλη ακρόαση του ακουστικού υλικού.

Πώς ορίζεται η αδράνεια ενός σώματος;

- Όταν σπρώχνουμε ένα μεγάλο και ακίνητο αντικείμενο είναι δύσκολο να το κάνουμε να κινήθει
- Αφού ξεκινήσει όμως είναι πολύ πιο εύκολο να συνεχίσει
- Χάρη στην Αδράνεια τα σώματα μπορούν να αντισταθούν σε μεταβολές της κίνησής τους

Εικόνα 10: Στη συνέχεια του μαθήματος προστίθεται η εικόνα, κινούμενη ή μη, και έπειτα το κείμενο της θεωρίας σταδιακά

Στο τέλος κάθε μαθήματος, και συνήθως επικαλύπτοντας την εικόνα στο δεξί μέρος της διαφάνειας, κάνει την εμφάνισή της η οριστική και περιεκτική απάντηση στην ερώτηση-τίτλο. Βρίσκεται σε μορφή WordArt, ώστε να τραβά την προσοχή μέσα από μεγάλα χρωματιστά γράμματα, που επιλέγονται λαμβάνοντας υπ' όψη τη γενικότερη χρωματική παλέτα κάθε διαφάνειας. Το κείμενο του συμπεράσματος ξεκινά πάντα με την εισαγωγική λέξη "Άρα: " και σε κάποιες περιπτώσεις εμφανίζεται ελαφρώς στραμμένο στο πλάι. Κανένα άλλο δομικό στοιχείο της διαφάνειας δεν εμφανίζεται στη συνέχεια.

Για τη δημιουργία της παρουσίασης κάθε ξεχωριστού μαθήματος επιλέγεται κάποιο από τα χιλιάδες διαθέσιμα αισθητικά θέματα που παρέχονται από το Microsoft PowerPoint, με αποτέλεσμα κάθε διαφάνεια να ταυτίζεται εμφανισιακά με κάθε άλλη εντός του ίδιου μαθήματος. Η διαφάνεια τίτλου του μαθήματος, που περιέχει

μόνο τον τίτλο και τον υπότιτλο -όπου υπάρχει- ενδέχεται να διαφέρει από τις υπόλοιπες σε δομικό επίπεδο, διατηρώντας όμως κοινή την χρωματική και σχεδιαστική αισθητική με την συνέχεια του μαθήματος.

Η παράδοση κάθε μαθήματος ξεκινά με τη διαφάνεια κενή, εκτός του τίτλου, που διακρίνεται στο πάνω μέρος της οθόνης με το ξεκίνημα κάθε βίντεο. Μετά από σύντομη εισαγωγή, που περιλαμβάνει καλωσόρισμα και πιθανή σύνδεση του εν λόγω βίντεο με προηγούμενα, ακολουθεί δυνατή ανάγνωση της ερώτησης-τίτλου και -στις περισσότερες περιπτώσεις- η εμφάνιση της εικόνας που συνοδεύει το μάθημα. Στη συνέχεια περιγράφω αναλυτικά τις πληροφορίες και τις έννοιες που πραγματεύεται η συγκεκριμένη διαφάνεια, με τη βοήθεια του ανάλογου bullet του κειμένου, που εμφανίζεται κατά την αναφορά στα στοιχεία που περιλαμβάνει.

Πώς ορίζεται η αδράνεια ενός σώματος;

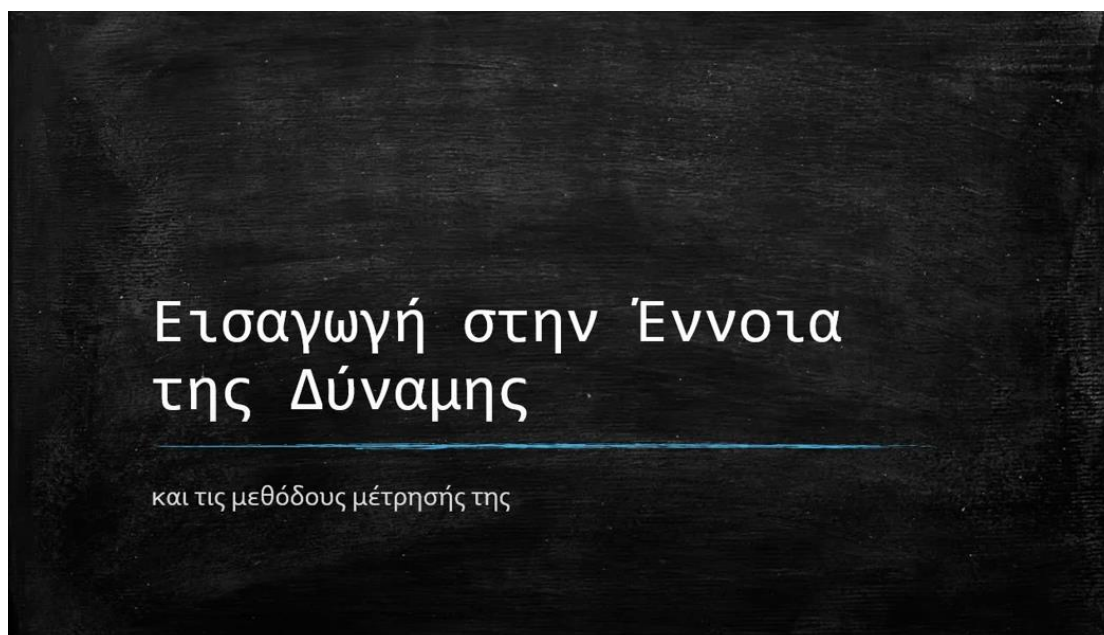
- Όταν σπρώχνουμε ένα μεγάλο και ακίνητο αντικείμενο είναι δύσκολο να το κάνουμε να κινηθεί
- Αφού ξεκινήσει όμως είναι πολύ πιο εύκολο να συνεχίσει
- Χάρη στην Αδράνεια τα σώματα μπορούν να αντισταθούν σε μεταβολές της κίνησής τους
- Ακίνητα σώματα "προτιμούν" να παραμείνουν ακίνητα
- Κινούμενα σώματα προτιμούν να συνεχίσουν να κινούνται

Άρα: Αδράνεια ονομάζεται η ιδιότητα των σωμάτων να αντιστέκονται σε μεταβολές της κινητικής τους κατάστασης

Εικόνα 11: Ολοκληρωμένη ανάπτυξη της διαφάνειας, αμέσως πριν τη λήξη του βίντεο

Σε όλη τη διάρκεια της παράδοσης χρησιμοποιείται το διαθέσιμο εικονικό marker που παρέχει το Microsoft PowerPoint, με το οποίο κυκλώνονται και υπογραμμίζονται σημαντικά σημεία του κειμένου, δημιουργούνται βέλη που συνδέουν διαφορετικά σημεία ενδιαφέροντος, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις πραγματοποιούνται πράξεις και σχόλια, σε κενούς χώρους της διαφάνειας. Με το πέρας της παράδοσης διαβάζεται δυνατά το συμπέρασμα, ενώ κατά την αποφώνηση γίνεται αναφορά σε επόμενες διαφάνειες ή πιθανές πειραματικές δραστηριότητες που ακολουθούν. Εντός του ίδιου βίντεο δεν πραγματοποιείται αλλαγή διαφάνειας, καθώς το καθένα ταυτίζεται θεματικά με την ερώτηση στον τίτλο του. Όπως είναι προφανές η χρήση του marker κατά την παράδοση οδηγεί σε διαφάνειες πλουσιότερες σε πληροφορίες συγκριτικά με την αρχική τους μορφή, κατά τη δημιουργία της παρουσίασης.

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται αυτούσια και για τις 4-7 διαφάνειες κάθε μαθήματος, οδηγώντας σε σειρά ισάριθμων βίντεο που αποτελούν και το συνολικό θεωρητικό υλικό κάθε διδακτικής ώρας. Από το οικείο πρότυπο αποκλίνει μερικώς η πρώτη διαφάνεια κάθε μαθήματος, που περιέχει μόνο τον τίτλο και τον υπότιτλο, κατά την οποία καλωσορίζω τους μαθητές και περιγράφω συνοπτικά την ύλη του συγκεκριμένου μαθήματος. Με εξαίρεση τις διαφάνειες τίτλου, που διαρκούν περίπου ένα λεπτό, οι διαφάνειες που περιέχουν την θεωρία οδηγούν σε βίντεο διάρκειας περίπου 3-7 λεπτών, στις περισσότερες περιπτώσεις, ενώ πολλά ξεπερνούν και τα 10.



Εικόνα 12: Εισαγωγική Διαφάνεια Τίτλου για τη Δέκατη Διδακτική Ώρα (1.2.1)

Η επιλογή των οπτικοακουστικών μέσων για την παρουσίαση της ύλης, σε αντιδιαστολή παραδείγματος χάρη με τη χρήση απλών γραπτών μέσων και γραφικών, εδράζεται σε πληθώρα παραγόντων. Πρώτο και βασικότερο κίνητρο αποτελεί η επιθυμία δημιουργίας μιας πλατφόρμας σύγχρονης, πολυμορφικής και κατά το δυνατόν εκλεπτυσμένης, που θα ξεφεύγει από την παραδοσιακή λογική των γραπτών σημειώσεων και θα επιτρέπει στους μαθητές να εκπαιδεύονται χάρη σε ασύγχρονη διδακτική αλληλεπίδραση με έναν υπαρκτό καθηγητή, που θα διατηρεί τη δική του προσωπική φωνή, χρήση της επιστημονικής γλώσσας και συνειρμική ανάπτυξη της λογικής (Robert & Dennis, 2005). Για τον παραπάνω λόγο τα κείμενα των διαφανειών δεν έχουν καταγραφεί εκ των προτέρων, πέρα ίσως από βασικά στοιχεία που οφείλουν να αναφερθούν, ούτως ώστε να διατηρηθεί σε μεγάλο βαθμό το κλίμα αυθορμητισμού και γνωστικής εξερεύνησης που συνοδεύει ένα διαζώσης μάθημα. Περιστασιακές γλωσσικές ατέλειες είναι πιθανές, αλλά η παρουσία τους ενισχύει περαιτέρω τον αυτοσκοπό της προσέγγισής μου.

Λοιποί λόγοι που συνηγορούν στην επιλογή των οπτικοακουστικών μέσων είναι η ένταξη του μαθήματος στη γενικότερη λογική του podcast, που χαίρει ιδιαίτερης

εκτίμησης ειδικά μεταξύ των νεαρότερων· η δυνατότητα διατήρησης της προσοχής του μαθητή εστιασμένης σε συγκεκριμένες πληροφορίες που παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια της παράδοσης χάρη στη χρήση της ψηφιακής γραφίδας και του κέρσορα· ζητήματα προσβασιμότητας, καθώς το ηχογραφημένο μάθημα προσλαμβάνεται ευκολότερα από μαθητές με δυσλεξία, μειωμένη όραση και λοιπά κωλύματα στην πρόσληψη γραπτού κειμένου· ενίσχυση του γενικότερου εκπαιδευτικού προφίλ της μεθόδου ως υποκατάστατο ενός ολοκληρωμένου και πολυδιάστατου δια ζώσης μαθήματος, συμπεριλαμβανομένων και όλων των θετικών χαρακτηριστικών που το συνοδεύουν.

Η μέθοδός μου περιλαμβάνει συνολικά 94 βίντεο θεωρητικής διδασκαλίας της ύλης της Α' Λυκείου, με μέσο όρο διάρκειας τα 4:51 λεπτά και συνολική διάρκεια 7 ωρών και 36 λεπτών.

Δομή Εκπαιδευτικών Βίντεο Δραστηριοτήτων Επίδειξης

Εφαρμογή 2η:

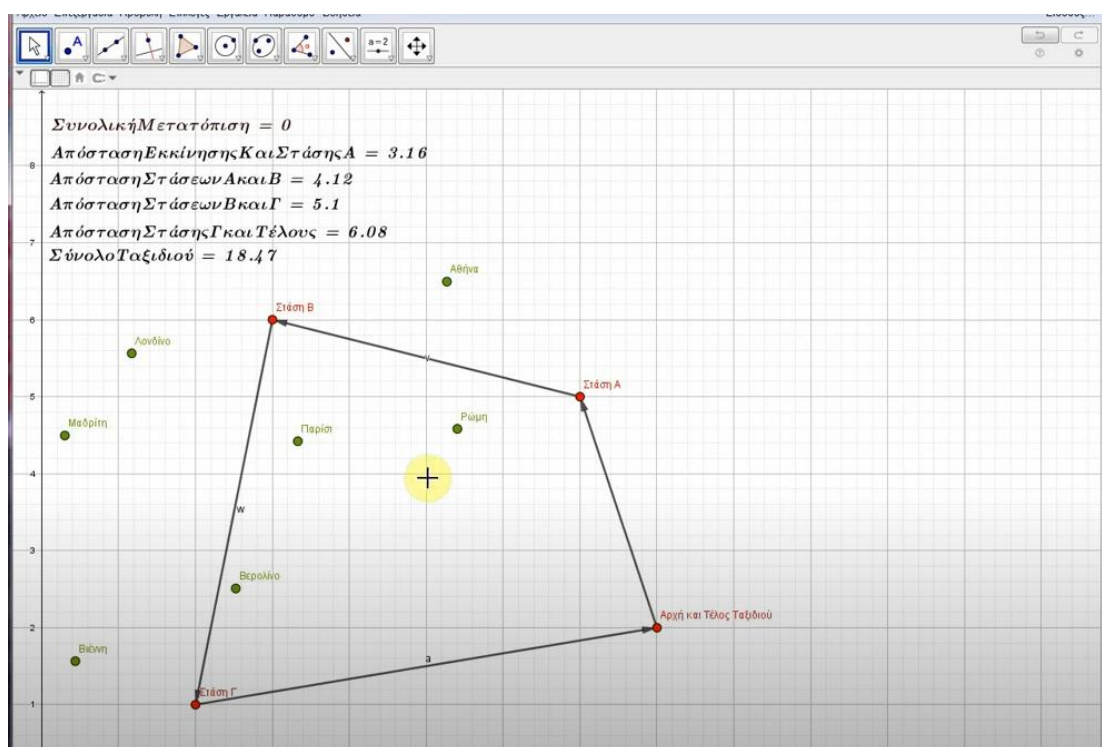
The image shows a screenshot of a YouTube video player. The video title is "Φυσική Α' Λυκείου - 1.1.6 & 1.1.7 - Εφαρμογή 2η". The video content displays two graphs side-by-side. The left graph is a velocity-time graph with velocity v (m/s) on the vertical axis and time t (s) on the horizontal axis. The right graph is a position-time graph with position x (m) on the vertical axis and time t (s) on the horizontal axis. A motorcycle icon is positioned above the x -axis. The video player interface includes a play button, a progress bar, and a "Παρακολούθηση σε YouTube" button. The video player also shows a timestamp $t = 1.5 \text{ s}$, $x = 5.0 \text{ m}$, $u = 0.0 \text{ m/s}$ and the copyright information "© by Sitsanlis Ilias (www.seilias.gr)".

Εικόνα 13: Βίντεο της δεύτερης πειραματικής δραστηριότητας επίδειξης από την Πέμπτη Διδακτική Ωρα (1.1.6 & 1.1.7) όπως εμφανίζεται στην σελίδα του μαθήματος, μαζί με τον τίτλο του.

Παρά την εξέχουσα σημασία που έχει δοθεί στην ορθή και αποτελεσματική κατανόηση της θεωρίας, επίκεντρο της μεθόδου που παρουσιάζεται σε αυτήν την εργασία αποτελούν οι εικονικές πειραματικές δραστηριότητες. Για τον σκοπό αυτό, και πριν την μετάβαση των μαθητών στην υποσελίδα των δραστηριοτήτων, κάθε θεωρητικό μάθημα ολοκληρώνεται με 1-3 συμπληρωματικά βίντεο παρουσίασης της εικονικής πειραματικής διάταξης μέσα από πρότυπο πείραμα, που εμφανίζονται ακριβώς κάτω από τα βίντεο της θεωρίας και μετά την ολοκλήρωσή τους. Για τις πειραματικές δραστηριότητες επίδειξης αξιοποιούνται οι ίδιες ακριβώς εικονικές

πειραματικές διατάξεις που θα κληθούν να μεταχειριστούν και οι μαθητές στον τομέα των δραστηριοτήτων, ώστε να έχουν εξοικειωθεί ήδη με το δυναμικό τους περιβάλλον και να καθοδηγούνται αναλυτικά από τον εκπαιδευτικό στην εφαρμογή και τη χρήση τους (Ya-Feng, 2015).

Ο σχεδιασμός και η δημιουργία των εικονικών διατάξεων δεν αποτελεί αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας, καθώς αυτό περιορίζεται στην εκπαιδευτική και παιδαγωγική αξιοποίησή τους, και για το σκοπό του μαθήματος επιλέχθηκαν ιστοσελίδες και προγράμματα που προτείνονται από τον οδηγό του Υπουργείου Παιδείας· βασικότερη βιβλιοθήκη πειραματικών διατάξεων αποτελεί η ιστοσελίδα <https://www.seilias.gr/>, από δραστηριότητες της οποίας έχουν παραχθεί 24 εκπαιδευτικά βίντεο. Σημαντική και πιο στοχευμένη συνεισφορά προέκυψε από την ιστοσελίδα <https://phet.colorado.edu/el/>, που απέδωσε τέσσερα βίντεο προσομοιώσεων. Δύο βίντεο δημιουργήθηκαν μέσα από το ελεύθερο ψηφιακό περιβάλλον του προγράμματος *InteractivePhysics2005*, που εξαιτίας της περιπλοκότητάς του δεν θα χρησιμοποιηθεί από μαθητές στον τομέα των Δραστηριοτήτων, ενώ για δύο από τα βίντεο χρησιμοποιείται μικρή διαδραστική κατασκευή του προγράμματος GeoGebra.



Εικόνα 14: Αυτοσχέδια εφαρμογή υπολογισμού διαστήματος και μετατόπισης, με χρήση του προγράμματος GeoGebra, από τη Δεύτερη Διδακτική Ωρα (1.1.3 & 1.1.4)

Τα βίντεο των πειραμάτων επίδειξης, όπως αναφέρθηκε, βρίσκονται ακριβώς κάτω από τα βίντεο της θεωρίας και τιτλοφορούνται ως "Εφαρμογή" αν υπάρχει ένα μόνο βίντεο στο συγκεκριμένο μάθημα, ή "Εφαρμογή 1^η/2^η/3^η" αν υπάρχουν περισσότερα. Στην αρχή κάθε βίντεο καλωσορίζω τους μαθητές στην εκάστοτε ιστοσελίδα και τους ξεναγώ στην εικονική πειραματική διάταξη, που υπάρχει ήδη

ανοιχτή στην οθόνη. Περιγράφω συνοπτικά τα διαφορετικά πλήκτρα και όργανα που φαίνονται στην επιφάνεια εργασίας, τόσο ως προς τη λειτουργία όσο και τη χρηστικότητα στη συγκεκριμένη άσκηση, και στη συνέχεια αναφέρομαι αναλυτικά στον σκοπό της δραστηριότητας, στον τρόπο που θα επιτευχθεί μέσα από μετρήσεις και εφαρμογή της θεωρίας, αλλά προπαντός στο συγκεκριμένο εννοιολογικό υπόβαθρο που αφορά η άσκηση μέσα από σύντομη περίληψή του. Συχνά υπενθυμίζω το συμπέρασμα που πρόκειται να εξαχθεί, αλλά όχι σαν αποτέλεσμα που οφείλουμε να πετύχουμε, μα σαν τυπική υπενθύμιση όσων αναφέρθηκαν στο αντίστοιχο θεωρητικό βίντεο.

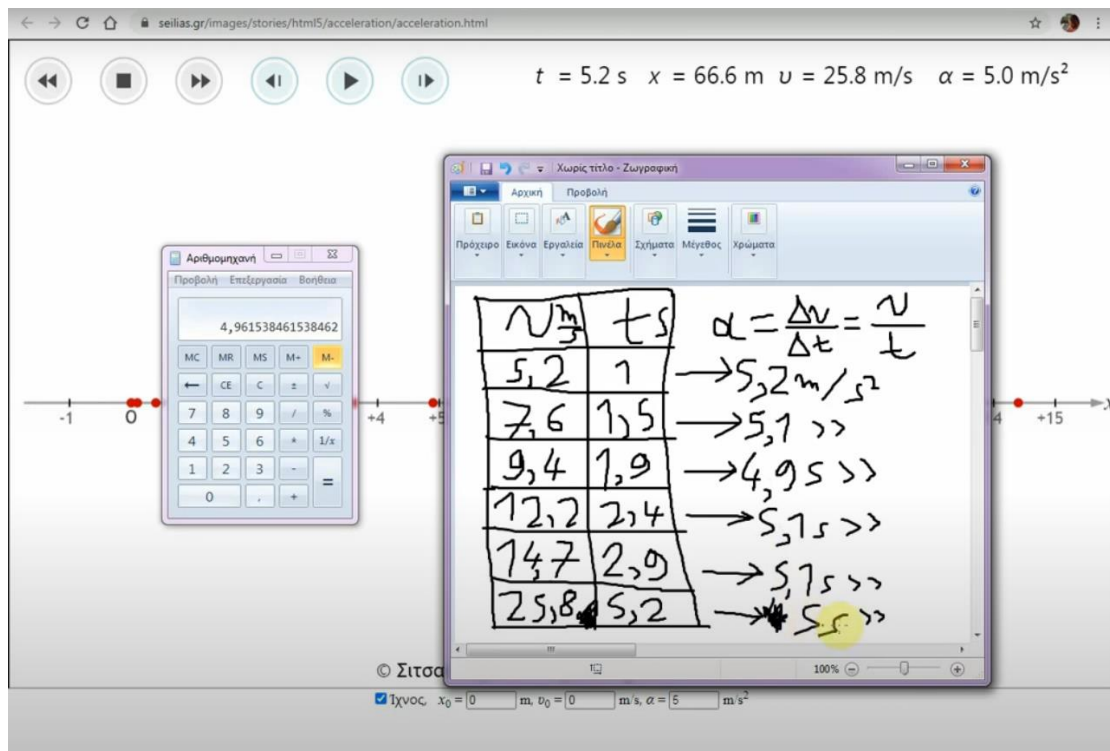
Μετά την αναλυτική παρουσίαση του στόχου, της διάταξης και της πειραματικής διαδικασίας, η δραστηριότητα επίδειξης εξελίσσεται με βάση τα ειδικά χαρακτηριστικά της. Ενδεικτικά μεθοδολογικά παραδείγματα αποτελούν τα παρακάτω:

- Στην πιο απλή περίπτωση το πείραμα αποτελείται π.χ. από μια απλή σφαίρα με αποθηκευμένη βαρυτική δυναμική ενέργεια ή ένα απλό αυτοκίνητο που καλύπτει συγκεκριμένη απόσταση σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Στα περισσότερα σχετικά πειράματα το αποτέλεσμα της μέτρησης φαίνεται ήδη στην οθόνη της διάταξης, με το πέρας του πειράματος, αλλά για την καλύτερη κατανόηση των φαινομένων λύνεται παράλληλα αναλυτικά και συνδέεται με τη θεωρία. Συνήθης τακτική σε αυτή την περίπτωση είναι η μεταβολή καθενός από τα δεδομένα του πειράματος ώστε να διερευνηθούν πιθανές αλλαγές στο αποτέλεσμα, που ακολουθείται πάντα από τον σχετικό σχολιασμό.

The screenshot shows a web browser window displaying a physics simulation. The main content area features a whiteboard with handwritten calculations for work done by gravity. The calculations are: $W = 5 \times 10 \times 8 = 400 \text{ J}$, $W = 2 \times 15 \times 8 = 240 \text{ J}$, $W = 2 \times 10 \times 10 = 200 \text{ J}$, and $0 \times 7 =$. To the right of the whiteboard is a diagram of a vertical path with two points marked: $y_1 = 10.0 \text{ m}$ and $y_2 = 7.0 \text{ m}$. A downward arrow labeled \vec{W} indicates the direction of the force. A calculator window is open in the foreground, showing the number 140. The interface includes a menu bar, a toolbar, and a bottom panel with physical constants like mass ($m = 2 \text{ kg}$) and gravity ($g = 10 \text{ m/s}^2$). The text $W_w^{(1 \rightarrow 2)} = U_1 - U_2$ is visible at the top of the whiteboard area.

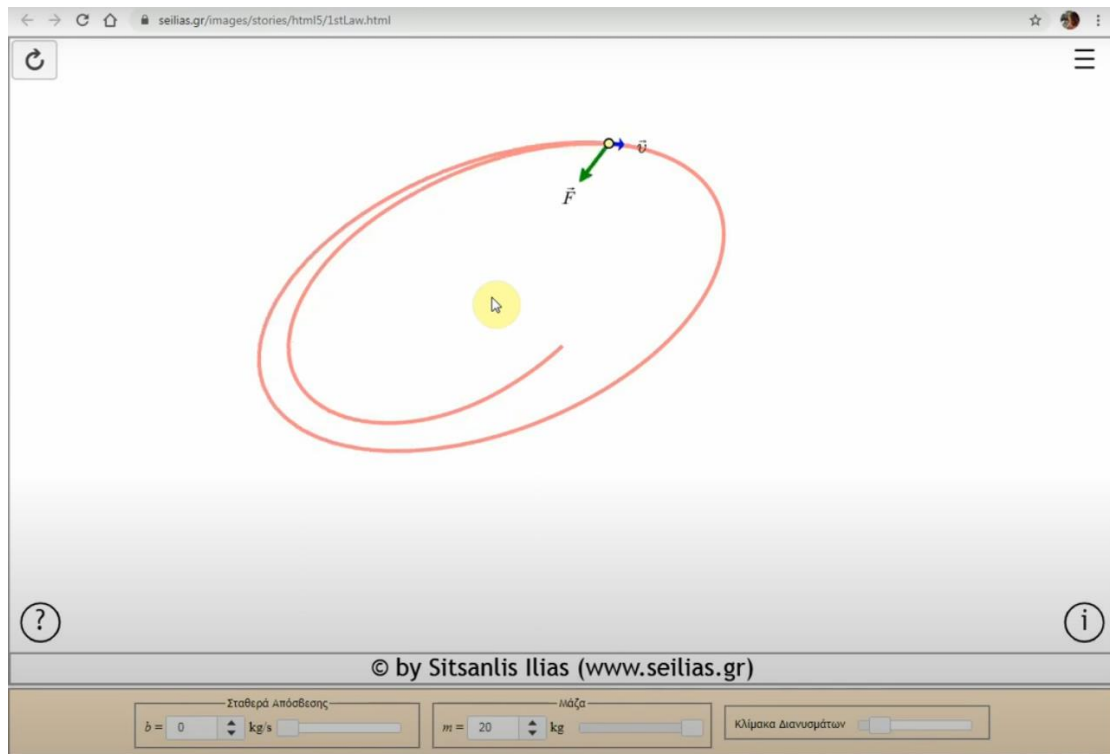
Εικόνα 15: Πρώτη εφαρμογή της Δέκατης Έκτης Διδακτικής Ώρας (2.1.3 & 2.1.4) που οδηγεί σε υπολογισμό της Βαρυτικής Δυναμικής Ενέργειας. Χρησιμοποιείται η ιστοσελίδα www.seilias.gr

- Παραλλαγή της παραπάνω φόρμας αποτελεί η λήψη πλήθους μετρήσεων με στόχο τον ακριβή πειραματικό προσδιορισμό φυσικού μεγέθους. Παραδείγματος χάρη το αυτοκίνητο που επιταχύνεται ή η σφαίρα σε ελεύθερη πτώση στην ατμόσφαιρα του Άρη ακινητοποιούνται μέσω της διάταξης σε πέντε ή έξι χρονικές στιγμές, κατά τις οποίες πραγματοποιούνται μετρήσεις ταχύτητας. Στη συνέχεια τα ζεύγη ταχύτητας-χρόνου αξιοποιούνται για τον υπολογισμό ανάλογου πλήθους τιμών της επιτάχυνσης, που οδηγούν στον προσδιορισμό και τη σύγκρισή της με την πραγματική τιμή που έχει οριστεί από τη διάταξη. Η παραπάνω διαδικασία μπορεί προαιρετικά να οδηγήσει στο σχεδιασμό γραφικής παράστασης.

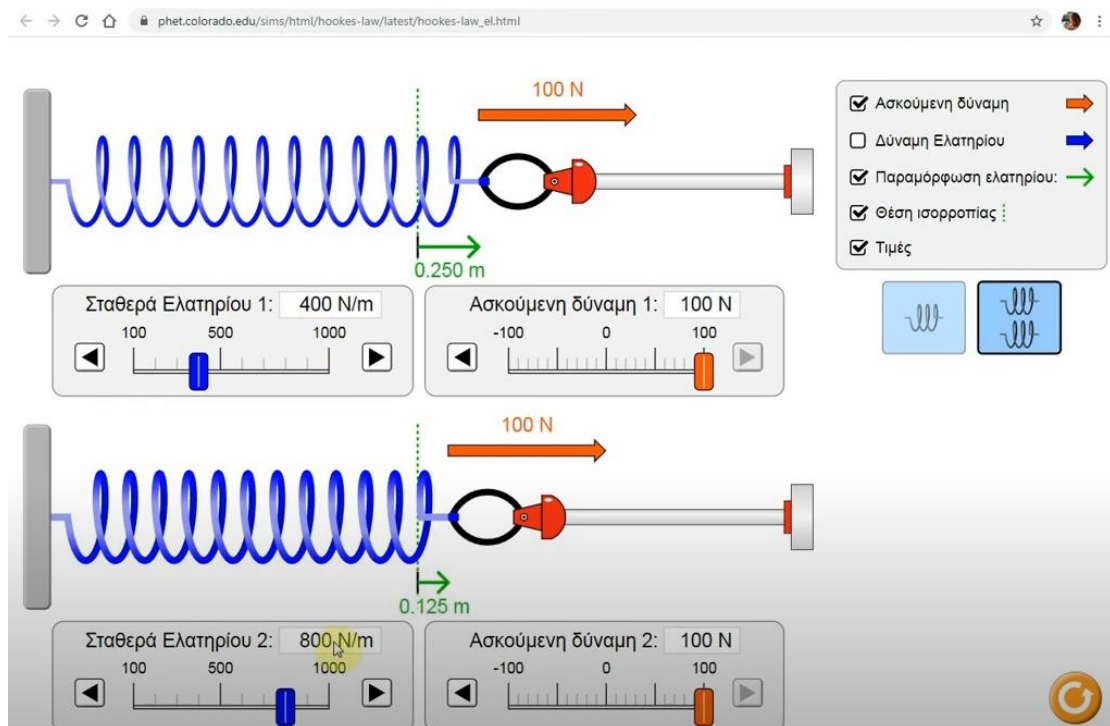


Εικόνα 16: Πρώτη εφαρμογή της Έκτης Διδακτικής Ώρας (1.1.8) που οδηγεί σε πειραματικό προσδιορισμό της επιτάχυνσης μέσα από καταγραφή ζευγών ταχύτητας-χρόνου κατά την κίνηση μοτοσυκλέτας σε άξονα. Χρησιμοποιούνται τα προγράμματα Ζωγραφική και Αριθμομηχανή και η ιστοσελίδα www.seilias.gr

- Σε αρκετές περιπτώσεις, όταν χρησιμοποιείται πειραματική διάταξη με πλήρως ρεαλιστική εξωτερική συμπεριφορά του αντικειμένου απέναντι σε δυνάμεις/επιταχύνσεις ή ταχύτητες, ο σκοπός του πειράματος επικεντρώνεται στην εμπειρική κατανόηση του σχετικού φαινομένου μέσα από δοκιμή και παρατήρηση. Η δοκιμή του Πρώτου ή του Δεύτερου Νόμου του Newton και του Νόμου του Hooke για τα ελατήρια αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα, καθώς τόσο η μεταβολή (ή μη) στην κινητική κατάσταση όσο και η μεταβολή στην παραμόρφωση -υπό μεταβλητές συνθήκες- μπορούν να γίνουν άμεσα ορατές σαν συμβάντα αλλά και σαν πρακτική απόδειξη των μαθηματικών πράξεων, που προβλέπουν π.χ. ότι συγκεκριμένο ελατήριο δέχεται διπλάσια παραμόρφωση για διπλάσια ασκούμενη δύναμη.

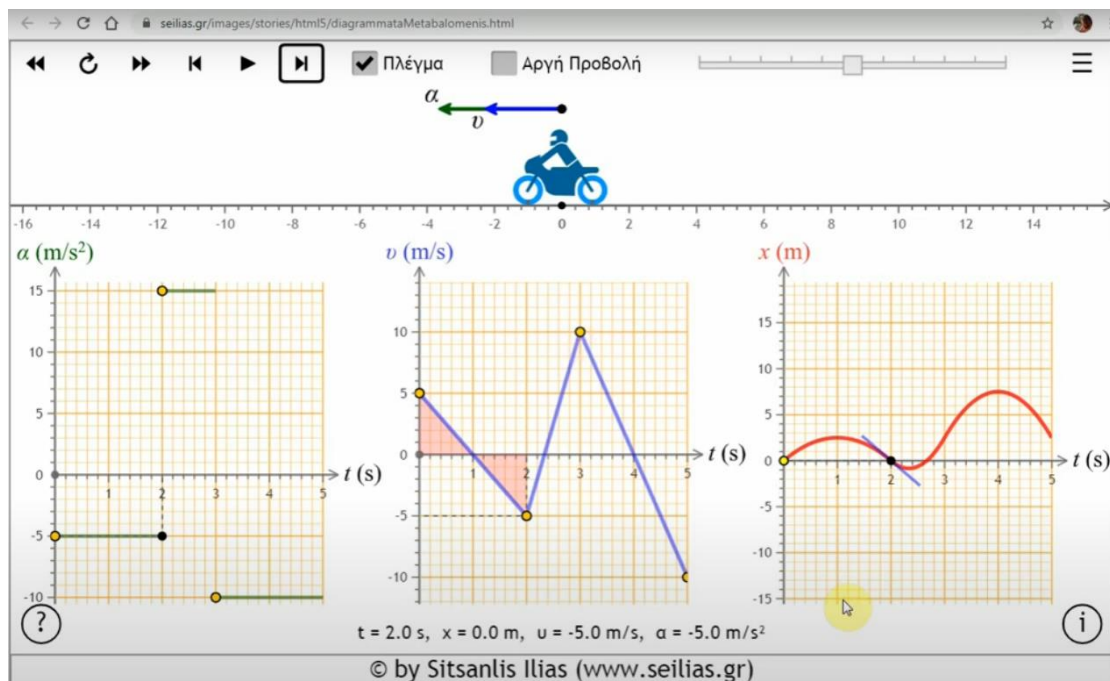


Εικόνα 17: Πρώτη Εφαρμογή της Δωδέκατης Διδακτικής Ωρας (1.2.3 & 1.2.4) με στόχο την ποιοτική και εμπειρική επίδειξη της ισχύος του Πρώτου και του Δεύτερου Νόμου του Newton, μέσα από εφαρμογή μιας και μοναδικής δύναμης σε σώμα ταχύτητας v που αιωρείται στο διαστρικό κενό. Χρησιμοποιείται η ιστοσελίδα www.seilias.gr



Εικόνα 18: Δεύτερη Εφαρμογή της Δέκατης Διδακτικής Ωρας (1.2.1) με στόχο την ποιοτική και εμπειρική κατανόηση του Νόμου του Hooke για τα ελατήρια, σε παραλληλισμό με την αλγεβρική του ανάλυση υπό μεταβλητές συνθήκες που διακρίνονται στους ροοστάτες και τα διανύσματα της διάταξης. Χρησιμοποιείται η ιστοσελίδα <https://phet.colorado.edu>

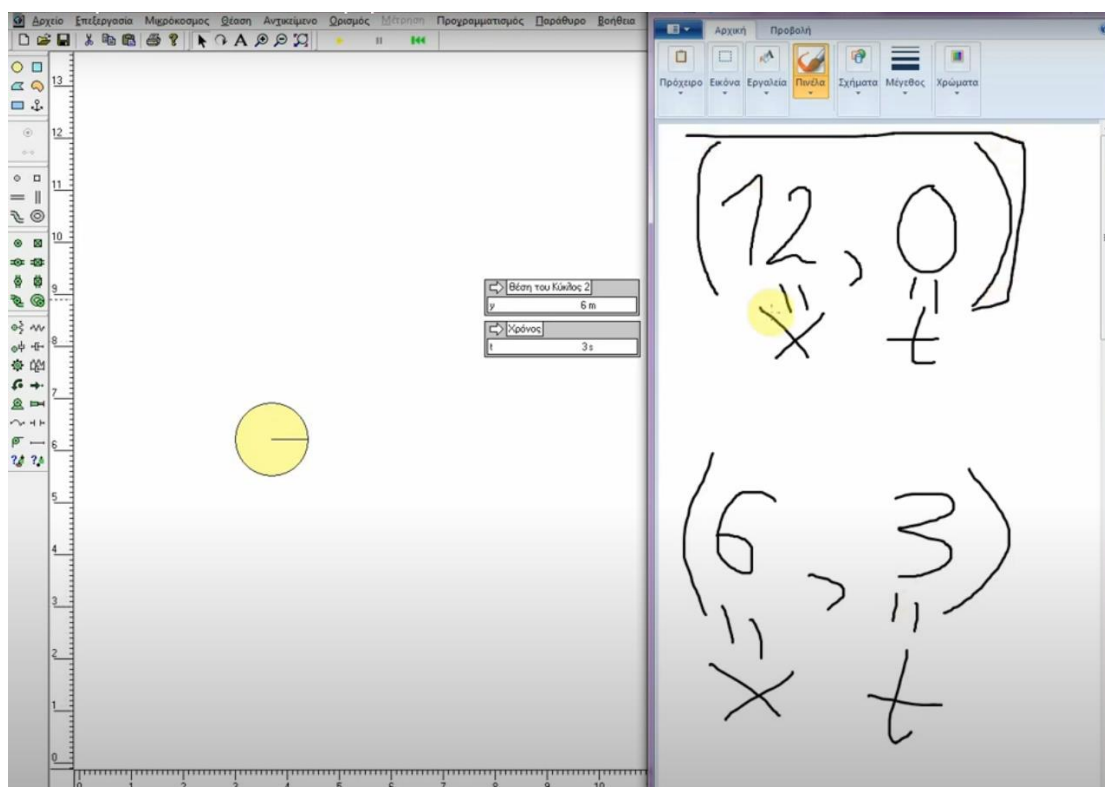
- Σημαντική κατηγορία πειραμάτων αποτελούν οι προσομοιώσεις που επιτρέπουν τη δημιουργία και μεταβολή γραφικών παραστάσεων σε πραγματικό χρόνο. Η συγκεκριμένη δυνατότητα συμβάλει ιδιαίτερα στη διδασκαλία διαγραμμάτων κίνησης, καθώς τα διαγράμματα αντιπαραβάλλονται στην οθόνη τόσο μεταξύ τους όσο και με την ίδια την κίνηση του πειραματικού οχήματος (π.χ. μοτοσυκλέτα) αλλά και τις μαθηματικές τιμές ή τα διανύσματα των μεγεθών όπως παρουσιάζονται στην οθόνη από την πειραματική διάταξη. Τα τεχνολογικά μέσα που επιτρέπουν αυτού του είδους την παρουσίαση παρέχουν πρωτοφανείς δυνατότητες διασύνδεσης της άλγεβρας με τη φυσική, καθώς ο τρόπος που τα φαινόμενα εξελίσσονται σε συμφωνία και παράλληλα με τα αντίστοιχα διαγράμματα ενισχύει την κατανόηση των δεδομένων κάθε γραφικής παράστασης και το πώς αυτά προκύπτουν άμεσα από τα στοιχεία του πειράματος (Barton, 1997).



Εικόνα 19: Τρίτη εφαρμογή της Όγδοης Διδακτικής Ώρας (1.1.9) όπου τα διαγράμματα $x-t$, $v-t$ και $a-t$ διακρίνονται σε σειρά κάτω από την πειραματική μοτοσυκλέτα. Οι κίτρινες αρθρώσεις μπορούν να συρθούν μέσω του κέρσορα και να αλλάξουν τα χαρακτηριστικά της κίνησης, επιβάλλοντας παράλληλα τις αλλαγές στα υπόλοιπα διαγράμματα. Χρησιμοποιείται η ιστοσελίδα www.seilias.gr

Καθ' όλη τη διάρκεια της παρουσίασης και της εκτέλεσης του πειράματος ακόμη και η παραμικρή κίνηση, απόφαση ή συμβάν επεξηγείται και σχολιάζεται, ούτως ώστε να δημιουργείται στον μαθητή η αίσθηση της συμμετοχικής και συνεργατικής εργασίας (Ya-Feng, 2015) που δεν έχει τίποτα το εξεζητημένο ή περίπλοκο να κρύψει απ' αυτόν στο σύνολο της διαδικασίας. Για τους υπολογισμούς και την επεξεργασία των μετρήσεων αξιοποιούνται απλά προγράμματα που κάθε μαθητής με υπολογιστή μπορεί να χρησιμοποιήσει, όπως η "Αριθμομηχανή" και η "Ζωγραφική" των Windows 7, με στόχο την πραγματοποίηση πράξεων και την καταγραφή δεδομένων αντίστοιχα.

Καθώς η ανάλυση προχωρά υπενθυμίζονται διαρκώς τα σχόλια, τα συμπεράσματα και τα κρίσιμα σημεία της παράδοσης, ούτως ώστε να υπάρχει άμεση σύνδεση της θεωρίας με την πρακτική της εφαρμογή. Η επερχόμενη χρήση των ίδιων ακριβώς πειραματικών διατάξεων από τους μαθητές για την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων εξάσκησης υπενθυμίζεται επίσης τακτικά, με τη συνοδεία αναφορών και ενδείξεων σε πιθανά ζητούμενα που ξεφεύγουν από το περιεχόμενο των δραστηριοτήτων επίδειξης αλλά ενδέχεται να συμπεριλαμβάνονται στις πειραματικές ασκήσεις.

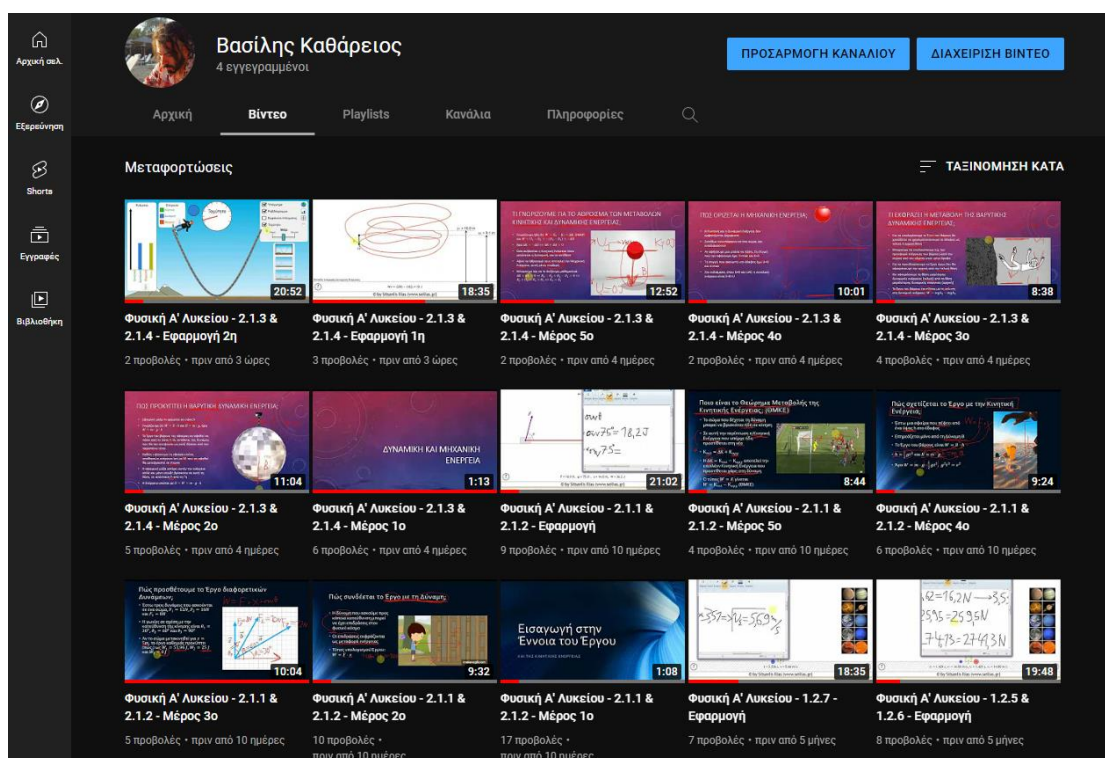


Εικόνα 20: Εφαρμογή από τη Δεύτερη Διδακτική Ώρα (1.1.3 & 1.1.4) με στόχο την καλύτερη επεξήγηση της έννοιας του συμβάντος. Χρησιμοποιείται το πρόγραμμα *InteractivePhysics2005*, που παρέχει σημαντικές δυνατότητες προσαρμογής της πειραματικής διάταξης στις ανάγκες της δραστηριότητας, αλλά ακριβώς λόγω της περιπλοκότητάς του χρησιμοποιείται σπάνια και δεν παρέχεται στους μαθητές για ασκήσεις.

Η αποκοπή στιγμιότυπων της οθόνης για εισαγωγή στο παρόν κείμενο γίνεται με χρήση του προγράμματος "*Εργαλείο Αποκομμάτων*" που περιλαμβάνεται επίσης στο πακέτο βοηθημάτων των Windows 7. Η καταγραφή των βίντεο -τόσο στην θεωρία όσο και στις δραστηριότητες- γίνεται με το πρόγραμμα "*FlashBack Express Recorder*" που στη βασική του έκδοση παρέχεται δωρεάν. Η βασική αυτή έκδοση επιτρέπει περιορισμένες δυνατότητες επεξεργασίας των βίντεο, όπως π.χ. η δυνατότητα αποκοπής τμημάτων μόνο στην αρχή ή το τέλος τους, με αποτέλεσμα την ανάγκη επιτυχούς ανάπτυξης του περιεχομένου σε όλη τη διάρκειά τους, καθώς ένα καθοριστικό σφάλμα θα προϋπέθετε επανάληψη ολόκληρου του βίντεο.

Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι το διαδικτυακό περιβάλλον *WordPress*, στο οποίο αναπτύσσεται η ιστοσελίδα, δεν παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής βίντεο

απευθείας από τον υπολογιστή στη δωρεάν έκδοσή του· επιτρέπει, αντίθετα, την ενσωμάτωση από την διαδικτυακή πλατφόρμα διαμοιρασμού βίντεο *YouTube*. Για τον παραπάνω λόγο το σύνολο των βίντεο που χρησιμοποιούνται για τη δική μου ιστοσελίδα έχουν πρώτα αναρτηθεί στο *YouTube*, ώστε να μπορούν στη συνέχεια να ενσωματωθούν απευθείας στη σελίδα κάθε Διδακτικής Ώρας. Χάρη σε αυτή τη στρατηγική τα βίντεο μπορούν να προσπελαστούν απευθείας και από το [κανάλι μου στο YouTube](#), ταξινομημένα κατά τη χρονική σειρά ανάρτησης ή το σύνολο των προβολών, χωρίς όμως το επίπεδο οργάνωσης και κατανομής σε ενότητες που χαρακτηρίζει την ιστοσελίδα. Τα βίντεο κάθε Διδακτικής Ώρας έχουν, ωστόσο, οργανωθεί σε σχετικές σειρές αναπαραγωγής (playlists).



Εικόνα 21: Εικόνα της καρτέλας "βίντεο" από το Κανάλι μου στο *YouTube*. Διακρίνονται οι 15 πιο πρόσφατες μεταφορτώσεις, τη στιγμή λήψης του στιγμιότυπου, αλλά και οι υπόλοιπες καρτέλες

Η μέθοδός μου περιλαμβάνει συνολικά 31 βίντεο πειραματικών προσομοιώσεων επίδειξης, με μέσο όρο διάρκειας τα 11:42 λεπτά και συνολική διάρκεια 6 ωρών και 2 λεπτών. Αν τα παραπάνω προστεθούν στα αντίστοιχα στοιχεία για τη διδασκαλία της θεωρίας φτάνουν τα 125 βίντεο, με συνολική διάρκεια 13 ωρών και 38 λεπτών και αδρομερώς ομοιογενή κατανομή σε δεκαέξι διδακτικές ώρες. Αξίζει να σημειωθεί ότι παρά τον αρκετά χαμηλότερο αριθμό βίντεο δραστηριοτήτων σε σύγκριση με την θεωρία η συνολική διάρκεια των δύο κατηγοριών είναι σχεδόν η ίδια, καθώς το κάθε πείραμα εξηγείται και πραγματοποιείται αναλυτικά, οδηγώντας σε αρκετά μεγαλύτερα βίντεο (μ.ο. 11:42 λεπτά) από τα αντίστοιχα των παραδόσεων (μ.ο. 4:51 λεπτά).

[Πλήρες ευρετήριο](#) των βίντεο παρουσίασης της ύλης και δραστηριοτήτων επίδειξης μπορεί να βρεθεί στο Παράρτημα.

Δομή Θεωρητικών Κουίζ Αξιολόγησης

Για λόγους πληρότητας, αλλά και για την αποτελεσματικότερη κατανόηση, εμπέδωση και αφομοίωση της θεωρίας του μαθήματος, στο τέλος κάθε διδακτικής ώρας οι μαθητές παραπέμπονται στο σχετικό θεωρητικό κουίζ. Για τη δημιουργία και την ευκολότερη αξιολόγηση των ερωτήσεων/απαντήσεων έχει χρησιμοποιηθεί η υπηρεσία Google Forms, που παρέχεται δωρεάν από την εταιρεία Google, και περιλαμβάνει πληθώρα επιλογών στην σύσταση των ερωτημάτων και την αλληλεπίδραση με το χρήστη. Μετά την εκπόνηση του φύλλου αξιολόγησης, και την επιλογή του πλήκτρου “Υποβολή”, ο καθηγητής λαμβάνει τις απαντήσεις ηλεκτρονικά, απευθείας στο e-mail του. Μια σημαντική δυνατότητα είναι η μετατροπή της απαντητικής φόρμας σε πραγματικό κουίζ, όπου κάθε ερώτηση συνεισφέρει συγκεκριμένη βαθμολογία στο τελικό αποτέλεσμα, που σε συγκεκριμένες κατηγορίες ερωτήσεων μπορεί να γίνει άμεσα ορατή αμέσως μετά την υποβολή των απαντήσεων.



1.2.7 - Κουίζ

vaskathareios@gmail.com [Εναλλαγή λογαριασμού](#)

* Απαιτείται

Διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου *

Η διεύθυνσή σας ηλεκτρονικού ταχυδρομεί...


Όνοματεπώνυμο: *

Η απάντησή σας

Εικόνα 22: Κεφαλίδα του θεωρητικού Κουίζ για τη Δέκατη Τέταρτη Διδακτική Ώρα (1.2.7)

Η διατύπωση και ο αυτοσκοπός των θεωρητικών κουίζ δεν πρέπει να συγχέεται με τις ασκήσεις τύπου προβλημάτων που συνήθως παραδίδονται στους μαθητές ως εργασία για το σπίτι, καθώς οι τελευταίες ξεφεύγουν από τη στόχευση του μαθήματος. Επίκεντρο της μεθόδου μου αποτελούν οι πειραματικές δραστηριότητες, και σκοπός των αξιολογήσεων κατανόησης της θεωρίας είναι ο έλεγχος της επαρκούς εμπέδωσης των βασικών σημείων του μαθήματος, που θα εξασφαλίσει την μετέπειτα κατανόηση του περιεχομένου των πειραμάτων, και θα οδηγήσει τόσο στην επιτυχή αξιοποίησή τους όσο και στην εξαγωγή εποικοδομητικών συμπερασμάτων.

Η πρόσβαση στο εκάστοτε θεωρητικό κουίζ γίνεται αποκλειστικά μέσα από το αντίστοιχο θεωρητικό μάθημα στην υποσελίδα της *Θεωρίας*. Μετά το πέρας των βίντεο παράδοσης της ύλης και των δραστηριοτήτων επίδειξης ο μαθητής έρχεται σε επαφή με έκφραση όπως **“Αφού ολοκλήρωσες και το σημερινό μάθημα μπορείς να πατήσεις εδώ για ένα μικρό κουίζ.”**, σε έντονη πλάγια γραφή, που με επιλογή του κόκκινου υπογραμμισμένου *εδώ* θα οδηγήσει σε άνοιγμα της απαντητικής φόρμας σε νέο παράθυρο.

Να γίνει αυτό κουίζ 


Αναθέστε τιμές βαθμών, ορίστε απαντήσεις και παρέχετε αυτόματα σχόλια


ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΒΑΘΜΩΝ


Αμέσως μετά από κάθε υποβολή

Αργότερα, μετά από μη αυτόματο έλεγχο
Ενεργοποιεί τις Απαντήσεις → Συλλογή διευθύνσεων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου

ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΕΡΩΤΩΜΕΝΟΥ

Λανθασμένες απαντήσεις 
Οι ερωτώμενοι μπορούν να βλέπουν ποιες ερωτήσεις απαντήθηκαν λάθος.

Σωστές απαντήσεις 
Οι ερωτώμενοι μπορούν να βλέπουν τις σωστές απαντήσεις μετά τη δημοσίευση των βαθμών.

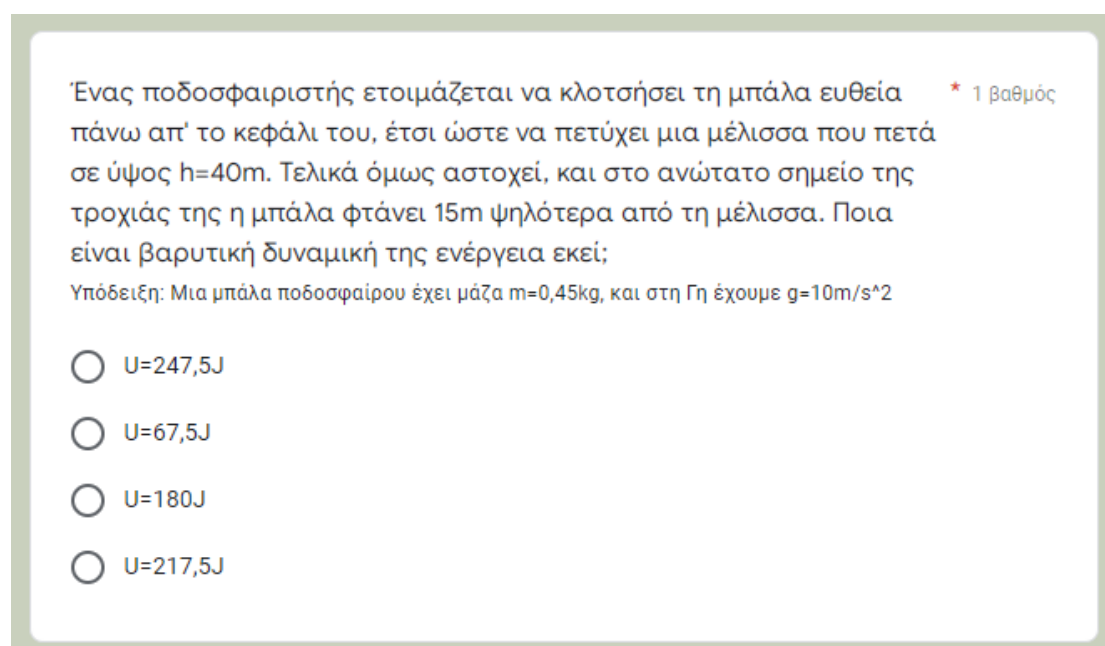
Τιμές βαθμών 
Οι ερωτώμενοι μπορούν να βλέπουν τους συνολικούς βαθμούς και τους βαθμούς που λήφθηκαν για κάθε ερώτηση.

Εικόνα 23: Ρυθμίσεις που εφαρμόζονται στο σύνολο των θεωρητικών ασκήσεων

Στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων ο μαθητής καλείται να απαντήσει σε πέντε ερωτήσεις, σε κάθε φόρμα, και η καθεμιά βαθμολογείται με 1 βαθμό. Η επιλογή του 5 ως τελική βαθμολογία έχει στόχο την παραπομπή της διαδικασίας σε δραστηριότητα συλλογής πόντων, και όχι σε τυπική ακαδημαϊκή αξιολόγηση με άριστα το 20. Η λογική δημιουργίας των ερωτήσεων κάθε είδους και θεματικής κατεύθυνσης είναι η κριτική αντιμετώπιση όσων διδάχθηκαν στη διάρκεια του

μαθήματος, μέσα από σενάρια που προϋποθέτουν είτε γραπτή έκφραση είτε σύντομη μαθηματική επίλυση. Οι ερωτήσεις βασίζονται συστηματικά σε πραγματικές εφαρμογές, ώστε να διατηρείται όσο το δυνατόν πιο έντονη η αίσθηση πειραματισμού και σύνδεσης της φυσικής με ρεαλιστικές καταστάσεις. Με βάση τα εργαλεία που παρέχονται από το πρόγραμμα Google Forms, αλλά και τις απαιτήσεις ή τα επί μέρους χαρακτηριστικά κάθε μαθήματος, βασικές κατηγορίες ερωτήσεων που μπορεί να βρεθούν στα κουίζ περιλαμβάνουν και τις παρακάτω:

- Θεωρητικές ή μαθηματικές -ή υβριδικές- ερωτήσεις που οδηγούν σε πολλαπλές επιλογές απαντήσεων, συνήθως τεσσάρων. Σε αυτή την περίπτωση μία μόνο από τις απαντήσεις είναι σωστή, και η επιτυχής εύρεσή της παρέχει 1 βαθμό (η αποτυχία κανέναν βαθμό). Σε κάθε περίπτωση συμπεριλαμβάνονται και απαντήσεις που προκύπτουν από αναμενόμενες παρανοήσεις στην κατανόηση της άσκησης, όπως π.χ. απάντηση ίδιας απόλυτης τιμής με την σωστή αλλά αντίθετου προσήμου. Σε κάθε ερώτηση τέτοιας μορφής αξιολογείται η δυνατότητα του Google Forms να παρέχει τις πιθανές απαντήσεις σε τυχαία σειρά, που εξασφαλίζει κατά το δυνατόν προσωποποιημένη εμπειρία για κάθε μαθητή που αξιολογείται. Για το συγκεκριμένο είδος ερωτήσεων οι μαθητές ενημερώνονται άμεσα για τα αποτελέσματα αμέσως μετά την υποβολή.



Ένας ποδοσφαιριστής ετοιμάζεται να κλοτσήσει τη μπάλα ευθεία * 1 βαθμός
πάνω απ' το κεφάλι του, έτσι ώστε να πετύχει μια μέλισσα που πετά
σε ύψος $h=40\text{m}$. Τελικά όμως αστοχεί, και στο ανώτατο σημείο της
τροχιάς της η μπάλα φτάνει 15m ψηλότερα από τη μέλισσα. Ποια
είναι βαρυτική δυναμική της ενέργεια εκεί;

Υπόδειξη: Μια μπάλα ποδοσφαίρου έχει μάζα $m=0,45\text{kg}$, και στη Γη έχουμε $g=10\text{m/s}^2$

- U=247,5J
- U=67,5J
- U=180J
- U=217,5J

Εικόνα 24: Άσκηση πολλαπλής επιλογής από τη Δέκατη Έκτη Ώρα (2.1.3 & 2.1.4), που απαιτεί μαθηματική επίλυση. Η σωστή απάντηση -τυχαίνει να- εμφανίζεται πρώτη

- Παραλλαγή της προηγούμενης κατηγορίας αποτελούν οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής τύπου Σωστού-Λάθους, που αξιοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά για ερωτήματα θεωρητικής μορφής και επιτρέπουν περισσότερες από μία σωστές απαντήσεις (γεγονός που διευκρινίζεται ακριβώς κάτω από την ερώτηση). Απόλυτη επιτυχία παρέχει 1 βαθμό, αλλά σε αντίθεση με την αυτόματη διόρθωση του Google Forms, που παρέχει 0 βαθμούς για κάθε είδους

αποτυχία, η εκ των υστέρων αξιολόγηση από εμένα αποδίδει στον μαθητή βαθμολογία μεταξύ 0 και 1, με βάση το ποσοστό επιτυχίας στον εντοπισμό όλων των Σωστών και όλων των Λάθος απαντήσεων.

Επέλεξε τις περιπτώσεις όπου η επιτάχυνση και η ταχύτητα έχουν αντίθετα πρόσημα: * 1 βαθμός

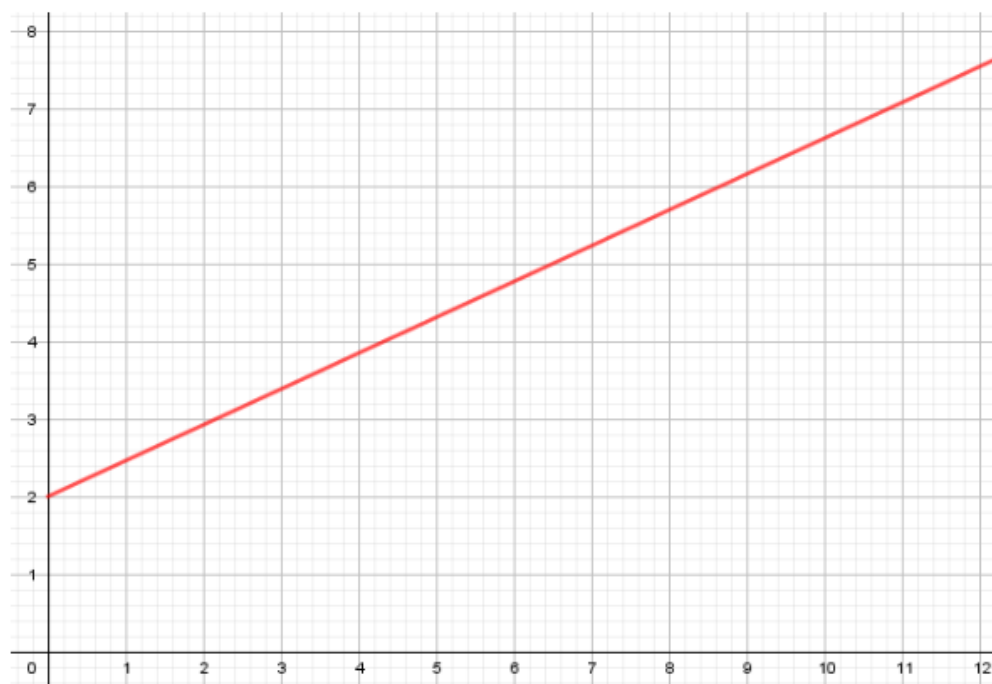
- Ένα πολύ ταλαντούχο καγκουρό κυνηγά ένα αεροπλάνο που απογειώνεται. Την τελευταία στιγμή, κάνει ένα ακόμη πιο απότομο σάλτο για να το πιάσει
- Το εξαγριωμένο καγκουρό που βρέθηκε σε επαρχιακό δρόμο αρχίζει να κυνηγάει ένα αυτοκίνητο, και ο οδηγός γκαζώνει απότομα για να γλιτώσει
- Ένα φορτηγό κινείται στην εθνική. Ξαφνικά φρενάρει απότομα, γιατί ένα καγκουρό διασχίζει τον δρόμο
- Το καγκουρό που κυνηγά μια μοτοσυκλέτα πηδά απότομα προς τα πίσω, για να μην το πατήσει το τρένο
- Ένα διαστημόπλοιο απογειώνεται, αλλά ένα καγκουρό θέλει να το σταματήσει και τρέχει εναντίον του. Η έκρηξη, ωστόσο, πετά το καγκουρό απότομα προς την αντίθετη κατεύθυνση

Εικόνα 25: Άσκηση πολλαπλής επιλογής Σωστού-Λάθους από την Έκτη Διδακτική Ωρα (1.1.8), με αξιολόγηση θεωρητικής κατανόησης. Οι σωστές απαντήσεις -τυχαίνει να- εμφανίζονται στις θέσεις 3, 4 και 5.

- Σημαντική παραλλαγή των παραπάνω δύο αποτελεί ο δημιουργικός τους συνδυασμός με γραφικές παραστάσεις. Το Google Forms επιτρέπει την εισαγωγή εικόνων τόσο στην εκφώνηση όσο και στις απαντήσεις των ερωτήσεων, και η χρήση εικόνων διαγραμμάτων με στόχο την κατανόηση και ανάλυσή τους αποτελεί σημαντική εφαρμογή της συγκεκριμένης δυνατότητας. Η παρατήρηση των διαγραμμάτων, και η εξαγωγή εμπειρικών συμπερασμάτων με βάση τη μορφολογία τους, αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα σχετικής άσκησης. Εφόσον πρόκειται για ερωτήματα πολλαπλής επιλογής ή Σωστού-Λάθους, οι κανόνες οργάνωσης και βαθμολόγησης αντλούνται απευθείας απ' τις σχετικές κατηγορίες.

Τι μπορεί απεικονίζει η παρακάτω γραφική παράσταση; *
(Υπόδειξη: Μπορεί να υπάρχουν περισσότερες από μία σωστές απαντήσεις)

1 βαθμός

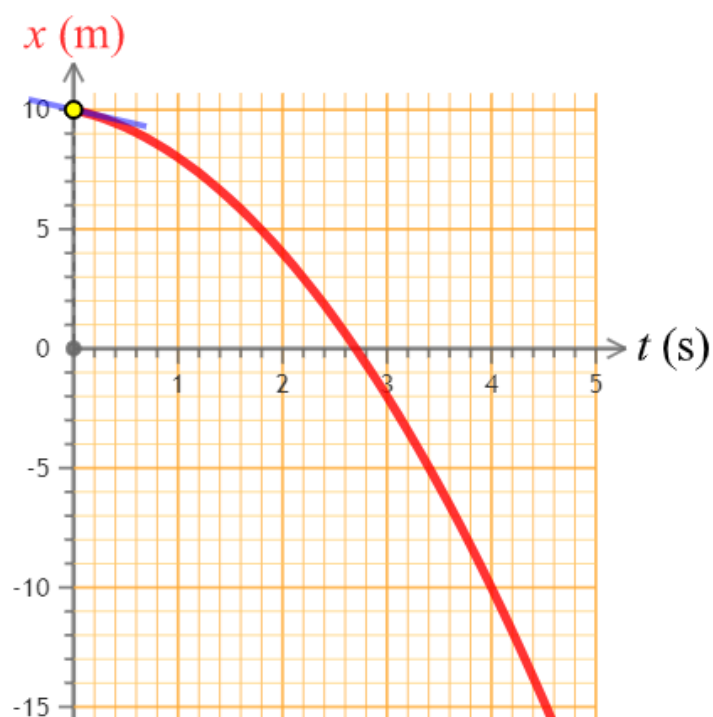


- Διάγραμμα $u-t$ σε Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση
- Διάγραμμα $x-t$ σε Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση
- Διάγραμμα $x-t$ σε Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση
- Διάγραμμα $u-t$ σε Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση

Εικόνα 26: Ερώτηση τύπου Σωστού-Λάθους από την Ένατη Διδακτική Ώρα (1.1.9) που απεικονίζει γραφική παράσταση χωρίς στοιχεία για τους άξονες και καλεί τους μαθητές να προσδιορίσουν την πιθανή της ταυτότητα, με βάση τη μορφολογία της. Οι σωστές απαντήσεις -τυχαίνει να- εμφανίζονται στην πρώτη και την τρίτη θέση

Τι ισχύει για την αρχική ταχύτητα u_0 και την επιτάχυνση a του σώματος που φαίνεται παρακάτω;

* 1 βαθμός

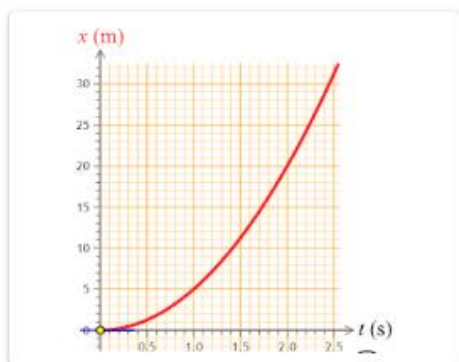


- $u_0 < 0$ και $a < 0$
- $u_0 > 0$ και $a > 0$
- $u_0 > 0$ και $a < 0$
- $u_0 < 0$ και $a > 0$

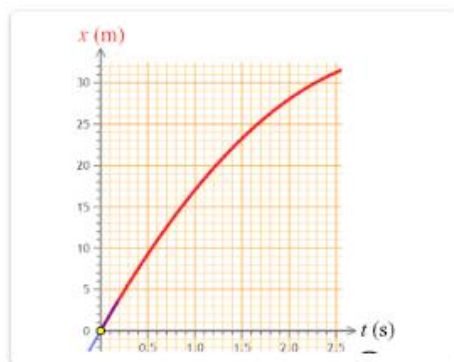
Εικόνα 27: Ερώτηση πολλαπλής επιλογής από την Όγδοη Διδακτική Ωρα (1.1.9) που απεικονίζει γραφική παράσταση $x-t$ και καλεί τους μαθητές να προσδιορίσουν τα χαρακτηριστικά της ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης που περιγράφει, με βάση τη μορφολογία της. Η σωστή απάντηση -τυχαίνει να- εμφανίζεται πρώτη.

Πολλές φορές θεωρούμε για ευκολία ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας στη Γη είναι $g = 10 \text{ m/s}^2$, αντί για 9,81. Αν πάρουμε αυτή την προσέγγιση, ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα θέσης-χρόνου περιγράφει την κίνηση ενός σώματος σε ελεύθερη πτώση;

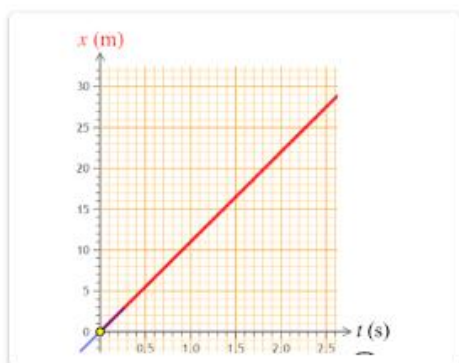
* 1 βαθμός



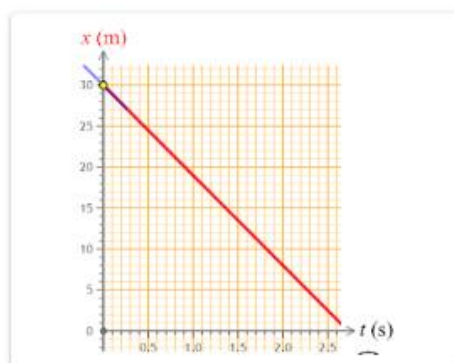
1)



2)



3)



4)

Εικόνα 28: Ερώτηση πολλαπλής επιλογής από τη Δέκατη Τέταρτη Διδακτική Ώρα (1.2.7) που περιγράφει τα χαρακτηριστικά μιας ελεύθερης πτώσης και καλεί τους μαθητές να επιλέξουν τη γραφική παράσταση που περιγράφει την κίνηση. Σωστή απάντηση είναι η πρώτη.

- Στην ίδια λογική με την αμέσως προηγούμενη ανήκει η κατηγορία ερωτήσεων που απαιτεί τον σχεδιασμό γραφικής παράστασης από τους μαθητές. Για το σκοπό αυτό ακριβώς κάτω από την εκφώνηση εμφανίζεται πεδίο εισαγωγής αρχείου, καθώς οι μαθητές θα πρέπει να σχεδιάσουν την γραφική παράσταση σε δικό τους χαρτί, να τη φωτογραφήσουν και να την ανεβάσουν επιλέγοντας το πεδίο εισαγωγής. Το Google Forms παρέχει τη δυνατότητα επιλογής του είδους του αρχείου που μπορεί να επιλεγεί για μεταφόρτωση (Έγγραφο, Υπολογιστικό Φύλλο, Εικόνα, Σχέδιο), τον μέγιστο αριθμό αρχείων που μπορούν να ανέβουν (συνήθως μέχρι πέντε) και τον συνολικό τους όγκο (συνήθως ως 100 MB). Για να αποθαρρύνεται η ανάρτηση αρχείων άσχετων με το μάθημα, εφόσον στην εκάστοτε φόρμα υπάρχει ερώτηση που απαιτεί

μεταφόρτωση αρχείου, απαιτείται υποχρεωτικά η σύνδεση του χρήστη μέσα από τον λογαριασμό του στην Google (όπως φαίνεται στην *Εικόνα 22*), δηλαδή τη δημιουργία και χρήση e-mail με κατάληξη @gmail.com, που είτε επιλέγεται ήδη από την πλειοψηφία των χρηστών ή μπορεί να δημιουργηθεί εύκολα σε λίγα λεπτά.

Σχεδιάσε την γραφική παράσταση ταχύτητας-χρόνου και για τα δύο * 1 βαθμός
διαστημόπλοια, με όποιον τρόπο θες (χαρτί, Excel κλπ) και ανέβασέ
την εδώ:
(Υπόδειξη: Μπορείς να κάνεις και τα δύο διαγράμματα πάνω στους ίδιους άξονες)

[↑ Προσθήκη αρχείου](#)

Εικόνα 29: Ερώτηση που οδηγεί στον σχεδιασμό γραφικής παράστασης, από την Έβδομη Διδακτική Ωρα (1.1.9). Αναφέρεται σε διαστημόπλοια κινητικής κατάστασης που είχε περιγραφεί στις δύο προηγούμενες ερωτήσεις της φόρμας, προσδίδοντας νοηματική συνέχεια. Επιλογή του πλήκτρου «Προσθήκη αρχείου» επιτρέπει στον μαθητή να εισάγει φωτογραφία της γραφικής παράστασης που σχεδίασε σε χαρτί.

- Παραλλαγή των προηγούμενων κατηγοριών αποτελεί η χρήση διαφορετικού τύπου εικόνας σε ερώτηση π.χ. πολλαπλής επιλογής. Η εκάστοτε εικόνα δεν έχει απλώς διακοσμητικό ρόλο, αλλά η αξιοποίηση των δεδομένων που παρέχει οδηγεί στην επιλογή της σωστής απάντησης.

Ποια είναι η συνολική μετατόπιση Δx και το συνολικό διάστημα S του * 1 βαθμός
δρομέα;
(Υπόδειξη: Για το διάστημα ακολουθείς τα βελάκια κάτω απ' τον άξονα)

$\Delta x = 3$ και $S = 32$

$\Delta x = -3$ και $S = 31$

$\Delta x = -3$ και $S = 34$

$\Delta x = 3$ και $S = 31$

Εικόνα 30: Ερώτηση πολλαπλής επιλογής από τη Δεύτερη Διδακτική Ωρα (1.1.3 & 1.1.4) που προϋποθέτει μετρήσεις πάνω στην συνημμένη εικόνα (από την ιστοσελίδα www.seilias.gr) ώστε να επιλυθεί. Η σωστή απάντηση -τυχαίνει να- εμφανίζεται δεύτερη.

- Διαφορετική παραλλαγή των προηγούμενων αποτελεί η αξιοποίηση πλέγματος πολλαπλής επιλογής. Χρησιμοποιείται σπάνια, αλλά αποτελεί ψηφιακό ανάλογο της αντιστοίχισης των περιεχομένων δύο στηλών μεταξύ τους και μπορεί να προσαρμοστεί σε πληθώρα εφαρμογών.

Το ίδιο βουβάλι, πέρα από τη Σελήνη (Moon), ταξιδεύει διαδοχικά στον Άρη (Mars), το Δία (Jupiter), τον Ποσειδώνα (Neptune) και τον Πλούτωνα (Pluto). Ποιο θα είναι το βάρος του σε κάθε ουράνιο σώμα; * 5 βαθμοί

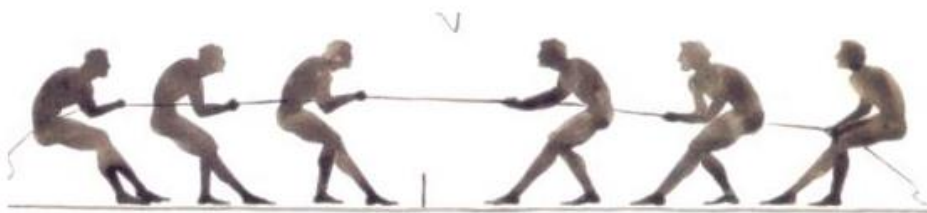
(Υπόδειξη: Οι τιμές του g για διάφορους πλανήτες υπάρχουν στη στήλη "Acceleration Due to Gravity" του πίνακα που μπορεί να βρεθεί στο σύνδεσμο <http://www.aerospaceweb.org/question/astromony/q0227.shtml>)

	$F = 648N$	$F = 1508N$	$F = 10380N$	$F = 5628N$	$F = 168N$
Ποσειδών	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Σελήνη	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Δίας	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Άρης	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Πλούτων	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Εικόνα 31: Ερώτηση από τη Δέκατη Τρίτη Διδακτική Ώρα (1.2.5 & 1.2.6) που απαιτεί τον υπολογισμό του βάρους συγκεκριμένου σώματος σε διαφορετικά ουράνια σώματα. Για τις αντίστοιχες επιταχύνσεις της βαρύτητας οι μαθητές παραπέμπονται σε επιστημονική ιστοσελίδα, ώστε να ενισχυθεί η αίσθηση αξιοποίησης και επεξεργασίας πειραματικών δεδομένων.

- Τελευταία κατηγορία, που ξεφεύγει από τη φόρμα των προηγούμενων και βαθμολογείται πάντοτε εκ των υστέρων, αποτελούν οι ερωτήσεις ανάπτυξης. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για να ενθαρρύνουν τους μαθητές να εκφράσουν την άποψή τους σε συγκεκριμένους θεματικούς κύκλους και έννοιες, είτε για να επιτρέψουν την αναλυτική πραγματοποίηση μαθηματικών πράξεων με παράλληλη περιγραφή του σκεπτικού πίσω από τη χρήση συγκεκριμένων τύπων. Ανεξάρτητα από την αναμενόμενη απάντηση οι ερωτήσεις ανάπτυξης διαθέτουν πάντοτε πεδίο κειμένου μακροσκελούς απάντησης (εν αντιθέσει με το «κείμενο σύντομης απάντησης»).

Σε περίπτωση που δεν το γνωρίζεις, η διεκυστίνδα είναι το παιχνίδι * 1 βαθμός που φαίνεται παρακάτω· δυο ισάριθμες ομάδες τραβούν τις δυο άκρες ενός σχοινού, ώσπου ο πρώτος παίκτης της μίας να αγγίξει τη γραμμή στο κέντρο. Έστω ότι στο σημερινό παιχνίδι θα έχουμε ομάδες των πέντε ατόμων. Οι παίκτες της ομάδας Α μπορούν να ασκήσουν δυνάμεις $F = 134, 152, 147, 158$ και 139 N αντίστοιχα, ενώ οι παίκτες της ομάδας Β δυνάμεις $143, 155, 160, 129$ και 137 N αντίστοιχα. Ποια από τις δύο ομάδες θα κερδίσει; Θέλω να γράψεις αναλυτικά τι σκέφτηκες για να βρεις το αποτέλεσμα:



Η απάντησή σας

Εικόνα 32: Ερώτηση που καλεί τον μαθητή να επεξεργαστεί αναλυτικά ένα πρόβλημα και να περιγράψει την εργασία του, από την Ενδέκατη Διδακτική Ώρα (1.2.2). Η εικόνα εδώ δεν χρησιμεύει στην επίλυση, αλλά περισσότερο στην κατανόηση και τη διασύνδεση του ερωτήματος με ρεαλιστική εφαρμογή.

Ολόκληρο το περιεχόμενο των ερωτημάτων στα κουίζ, για όλες τις διδακτικές ώρες, έχει αναπτυχθεί από εμένα για τις ανάγκες της εργασίας. Το σύνολο των εκφωνήσεων, των αριθμητικών τιμών, των μεθόδων αξιολόγησης των απαντήσεων και της γενικότερης οργάνωσης του περιεχομένου αποτελεί εξ ολοκλήρου δική μου έμπνευση, είναι πρωτότυπο, και δεν βασίζεται σε αντίστοιχες ασκήσεις από καμιά εξωτερική πηγή. Μοναδική εξαίρεση αποτελούν οι εικόνες, που έχουν προκύψει από διάφορες πηγές, αλλά το σκεπτικό ένταξής τους στο περιεχόμενο των ερωτήσεων προέκυψε από δική μου πρωτοβουλία. Χάρη στα παραπάνω εξασφαλίζεται η ολοκληρωτική πρωτοτυπία του περιεχομένου της μεθόδου, αλλά και η πλήρης ταύτιση των ασκήσεων με τον προσανατολισμό και τις ανάγκες της.

Οι πέντε -γενικά- ερωτήσεις κάθε φόρμας καλύπτουν και εξερευνούν τα σημαντικότερα σημεία κάθε διδακτικής ώρας όπως τα έχω επισημάνει κατά την παράδοση. Συνήθως είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, αλλά σε αρκετές περιπτώσεις μετέπειτα ερωτήματα βασίζονται σε προγενέστερα. Για την κεφαλίδα κάθε φόρμας επιλέγεται εικόνα όσο το δυνατόν πιο σχετική με το περιεχόμενο, που παραπέμπει σε εφηβικά ενδιαφέροντα (π.χ. αθλήματα, ταξίδια, δραστηριότητες κλπ), χρησιμοποιώντας την προαποθηκευμένη βιβλιοθήκη εικόνων του Google Forms. Ανάλογα με την εικόνα που χρησιμοποιείται το πρόγραμμα προτείνει μια σειρά από χρωματικούς συνδυασμούς για το φόντο, μεταξύ των οποίων έχω επιλέξει όποιον φαίνεται πιο κατάλληλος, με βάση το προσωπικό μου κριτήριο.

Στις ρυθμίσεις της φόρμας επιλέγω την μετατροπή της σε κουίζ, ώστε να ενεργοποιηθεί η βαθμονόμηση των ερωτημάτων, ενώ για τις απαντήσεις που το καθιστούν εφικτό (π.χ. πολλαπλής επιλογής) τα αποτελέσματα γίνονται ορατά αμέσως μετά την υποβολή τους από τον μαθητή. Η βαθμολόγηση ερωτημάτων που διορθώνονται μη αυτόματα, όπως οι ασκήσεις ανάπτυξης, ο σχεδιασμός διαγραμμάτων και -εν μέρει- οι ερωτήσεις Σωστού-Λάθους, γίνεται στη συνέχεια από εμένα, καθώς μετά την Υποβολή δέχομαι το σύνολο των απαντήσεων κάθε μαθητή. Μετά τις διορθώσεις στο συνολικό βαθμό εκδίδω την τελική βαθμολογία, που γνωστοποιείται αυτόματα στους μαθητές, μαζί με σχετικά σχόλια. Για τη διευκόλυνση της επικοινωνίας μαζί τους, κάτω από την κεφαλίδα κάθε κουίζ ζητείται η ηλεκτρονική διεύθυνση και το ονοματεπώνυμο κάθε συμμετέχοντα.

Συνολικά προκύπτουν δεκαέξι φόρμες αξιολόγησης της κατανόησης της θεωρίας, με περισσότερες από εβδομήντα πρωτότυπες ερωτήσεις διαφόρων ειδών. Κεντρική θεματική στόχευση της μεθόδου αποτελούν οι πειραματικές δραστηριότητες, και τα θεωρητικά κουίζ έχουν σχεδιαστεί ακριβώς ώστε να επιτελούν υποστηρικτικό ρόλο στην καλλιέργεια τριβής με τη μεθοδολογία· αξιοποίηση προκαθορισμένων στοιχείων και δεδομένων υπό ρεαλιστικές συνθήκες, κριτική αντιμετώπιση του περιεχομένου, μαθηματική επεξεργασία και εξαγωγή συμπερασμάτων. Επόμενο και τελικό βήμα κατά τη σύνθεση της διαδικασίας, και αποκλειστικότητα του πειραματικού τμήματός της, είναι η εξαγωγή των δεδομένων από τους ίδιους τους μαθητές.

Δομή Πειραματικών Δραστηριοτήτων

Δέκατη Τέταρτη Ώρα (1.2.7: Εισαγωγή στην Έννοια της Ελεύθερης Πτώσης)

Στη σημερινή δραστηριότητα θα επεξεργαστείς ποσοτικά την έννοια της Ελεύθερης Πτώσης. Μπορείς να χρησιμοποιήσεις την -ήδη γνωστή- προσομοίωση παρακάτω ώστε να απαντήσεις στις ερωτήσεις της φόρμας.

Η φόρμα με τις ερωτήσεις μπορεί να βρεθεί [εδώ](#)

Η δραστηριότητα μπορεί να βρεθεί [εδώ](#)

Εικόνα 33: Περιεχόμενο της ιστοσελίδας για τις πειραματικές δραστηριότητες της Δέκατης Τέταρτης Διδακτικής Ώρας (1.2.7) όπου η διακρίνονται η εισαγωγή, ο σύνδεσμος για την απαντητική φόρμα και ο σύνδεσμος για την πειραματική διάταξη (μπορεί να υπάρχουν περισσότερες από μία)

Ο τομέας των πειραματικών δραστηριοτήτων αποτελεί τον επίλογο κάθε διδακτικής ώρας (εκτός της πρώτης) και το επίκεντρο της μεθοδολογικής μου προσέγγισης. Οι παιδαγωγικές επιλογές για την παρουσίαση, τη δομή και τη διδασκαλία της ύλης γίνονται με γνώμονα την καλύτερη δυνατή προετοιμασία για τις πειραματικές δραστηριότητες, αλλά και αντίστροφα, η εκπόνηση των δραστηριοτήτων έχει ως

στόχο την πρακτική δοκιμασία και την ενισχυμένη εμπέδωση της ύλης μέσα από κριτική επεξεργασία των εφαρμογών της.

Στην υποσελίδα “Δραστηριότητες” μπορεί να βρεθεί το σύνολο των πειραματικών δραστηριοτήτων ανά Διδακτική Ώρα, από τη Δεύτερη ως και τη Δέκατη Έκτη (η Πρώτη περιγράφει αποκλειστικά θεωρητικές έννοιες και δεν υποστηρίζει εφαρμογές). Κάτω από κάθε τίτλο υπάρχει σύντομη περίληψη του περιεχομένου, και με κλικ στο κείμενο του τίτλου ο χρήστης μεταφέρεται στο σχετικό περιεχόμενο. Η δεύτερη οδός προσπέλασης του τομέα των Δραστηριοτήτων είναι μέσα από την αντίστοιχη Διδακτική Ώρα στον τομέα της Θεωρίας, μετά το πέρας των βίντεο και αμέσως μετά τον σύνδεσμο για το θεωρητικό κουίζ.

Δέκατη Τέταρτη Ώρα (1.2.7: Εισαγωγή στην Έννοια της Ελεύθερης Πτώσης)

Δραστηριότητα με στόχο την ποσοτική επεξεργασία της έννοιας της Ελεύθερης Πτώσης

by Βασίλης Καθάρειος

Εικόνα 34: Πειραματική Δραστηριότητα για τη Δέκατη Τέταρτη Διδακτική Ώρα (1.2.7) όπως εμφανίζεται στην υποσελίδα των Δραστηριοτήτων. Κλικ στον τίτλο οδηγεί στο σχετικό περιεχόμενο, που μπορεί να προσπελαστεί και με τον τρόπο που φαίνεται στην επόμενη εικόνα.

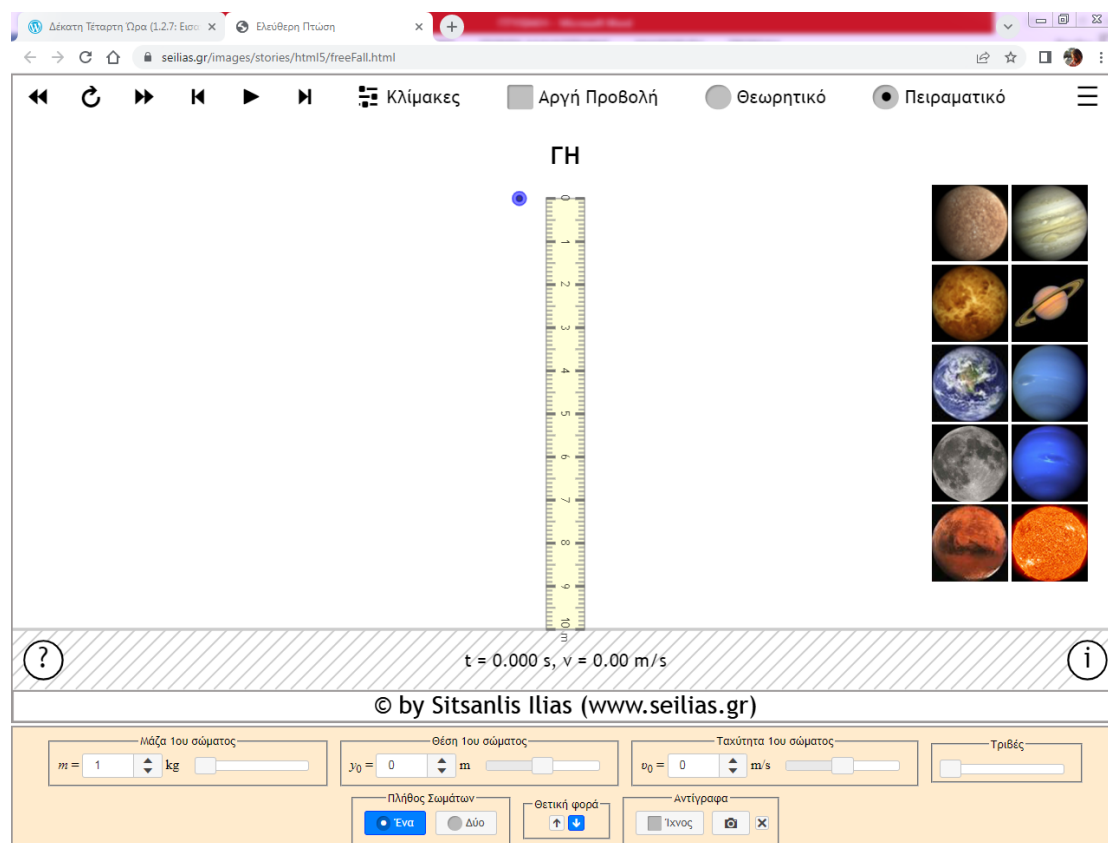
Αφού ολοκλήρωσες και το σημερινό μάθημα μπορείς να πατήσεις [εδώ](#) για ένα μικρό κουίζ.

Τώρα που μελέτησες καλά την θεωρία, μπορείς να πατήσεις [εδώ](#) για να προχωρήσουμε στις Δραστηριότητες!

Εικόνα 35: Τυπική εμφάνιση επιλογού του θεωρητικού τμήματος κάθε διδακτικής ώρας, ακριβώς κάτω από το τελευταίο βίντεο παράδοσης της ύλης. Κλικ στο δεύτερο [εδώ](#) οδηγεί στο σχετικό περιεχόμενο για την ίδια διδακτική ώρα, που μπορεί να προσπελαστεί και με τον τρόπο που φαίνεται στην προηγούμενη εικόνα.

Μετά την είσοδο στις δραστηριότητες της εκάστοτε διδακτικής ώρας ο μαθητής έρχεται σε επαφή με δομή όμοια αυτής στην Εικόνα 33. Ακριβώς κάτω από τον τίτλο μικρή παράγραφος περιγράφει και επεξηγεί συνοπτικά το περιεχόμενο και τους στόχους της εν λόγω δραστηριότητας, ενώ ακριβώς από κάτω, ή εναλλακτικά στο τέλος του κειμένου, σύντομο βίντεο περιγράφει τα βασικά σημεία και τις ιδιαιτερότητες της πειραματικής διάταξης που θα κληθεί να χρησιμοποιήσει ο μαθητής για την επίλυση της δραστηριότητας. Τα συγκεκριμένα βίντεο, τα βίντεο οδηγιών για τις διατάξεις, είναι και τα μοναδικά που δεν μπορούν να βρεθούν στο κανάλι μου στο YouTube, καθώς έχουν αποθηκευτεί ως “μη καταχωρισμένα” και μπορούν να προσπελαστούν μόνο μέσα από τον σχετικό υπερσύνδεσμο, ή το σημείο όπου βρίσκονται αναρτημένα.

Ακριβώς κάτω από την εισαγωγική παράγραφο βρίσκονται δύο ή περισσότερες προτάσεις σε έντονη πλάγια γραφή, που περιλαμβάνουν τους συνδέσμους για την απαντητική φόρμα και την πειραματική διάταξη. Η πρώτη έχει μορφή τύπου “**Η φόρμα με τις ερωτήσεις μπορεί να βρεθεί εδώ**” και η δεύτερη τύπου “**Η (1^η/2^η/3^η) δραστηριότητα μπορεί να βρεθεί εδώ**”. Επιλογή των κόκκινων υπογραμμισμένων εδώ οδηγεί στη φόρμα ή τη διάταξη, αντίστοιχα.

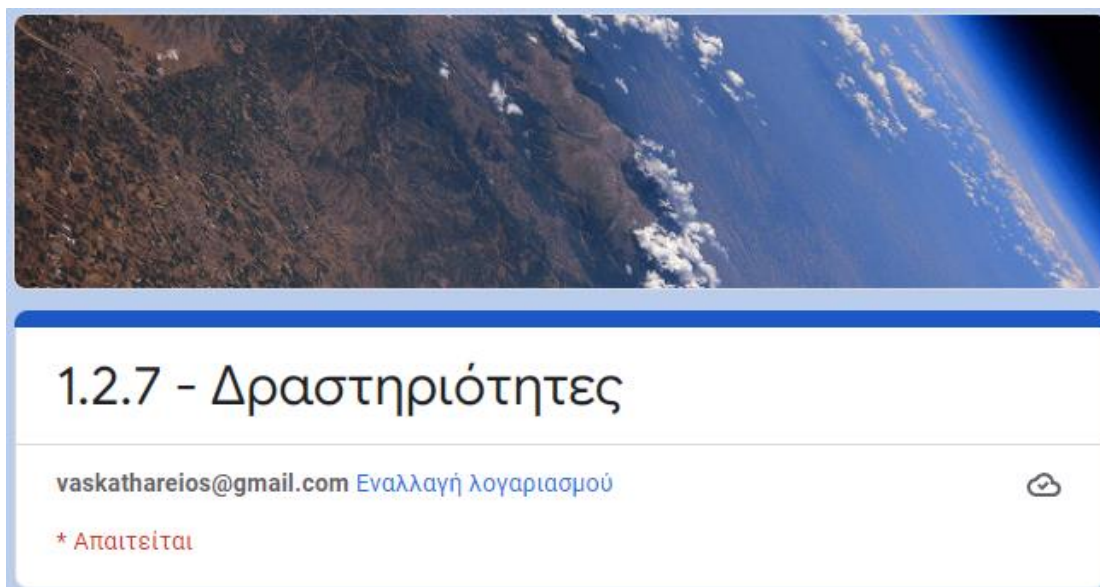


Εικόνα 36: Πειραματική δραστηριότητα από την ιστοσελίδα www.seilias.gr, για τη Δέκατη Τέταρτη Διδακτική Ώρα (1.2.7). Μετά από κλικ στο κόκκινο υπογραμμισμένο "εδώ" που αφορά τη δραστηριότητα, η πειραματική διάταξη εμφανίζεται απευθείας σε νέο παράθυρο και σε πλήρη οθόνη.

Στη συντριπτική τους πλειοψηφία οι πειραματικές διατάξεις που χρησιμοποιούνται για τις δραστηριότητες των μαθητών ανήκουν στην ιστοσελίδα www.seilias.gr, που παρέχεται δωρεάν για μη εμπορική χρήση και παραγωγική αξιοποίηση σύμφωνα με τη σχετική [κατηγορία αδειών](#) των *Creative Commons*, υπό την προϋπόθεση ότι και η δική μου εργασία θα παρέχεται υπό ανάλογους όρους. Η επιλογή έγινε με βασικό κριτήριο την απλοϊκή αλλά περιεκτική δομή των πειραματικών διατάξεων που περιλαμβάνονται στην εκτενή συλλογή της ιστοσελίδας, με τον ελάχιστο δυνατό αριθμό πλήκτρων και ρυθμίσεων που θα επιτρέψουν στο μαθητή να κατανοήσει άμεσα τη χρήση και τη λειτουργία τους.

Η -ήδη σχεδόν προφανής- μέθοδος λειτουργίας τους, αλλά και ρυθμίσεις που σε κάποιες ελάχιστες περιπτώσεις θα ήταν χρήσιμο να εφαρμοστούν στις προεπιλεγμένες, επεξηγούνται αναλυτικά στα βίντεο οδηγιών όπου αυτό απαιτείται. Το σύνολο της εμπειρίας έχει σχεδιαστεί ώστε να χαρακτηρίζεται

απόλυτα φιλικό προς τον χρήστη, που ιδανικά δεν θα αντιμετωπίσει κανένα σημαντικό πρόβλημα σε επίπεδο πρακτικής κατανόησης.



Εικόνα 37: Κεφαλίδα της απαντητικής φόρμας δραστηριοτήτων για τη Δέκατη Τέταρτη Διδακτική Ώρα (1.2.7). Σημαντική λεπτομέρεια, που μπορεί να διασταυρωθεί μέσω της Εικόνας 22 στην προηγούμενη ενότητα, είναι η απόλυτη αισθητική ταύτιση με το αντίστοιχο κουίζ της ίδιας Διδακτικής Ώρας.

Για τη δημιουργία των φύλλων ερωτήσεων και απαντήσεων για τις δραστηριότητες έχει αξιοποιηθεί και πάλι το πρόγραμμα Google Forms, όπως και με τα αντίστοιχα στα θεωρητικά κουίζ, οπότε οι βασικές αρχές για τη λειτουργία και τη δομή τους μπορούν να αναζητηθούν στο αμέσως προηγούμενο μέρος της αναφοράς (“*Δομή Θεωρητικών Κουίζ Αξιολόγησης*”). Σημαντικές ομοιότητες και διαφορές με την αξιολόγηση της θεωρίας, ωστόσο, περιλαμβάνουν τις παρακάτω:

- Για τη φόρμα κάθε πειραματικής δραστηριότητας χρησιμοποιείται ακριβώς η ίδια εικόνα κεφαλίδας, και ο ίδιος χρωματικός συνδυασμός, με το αντίστοιχο θεωρητικό κουίζ της ίδιας διδακτικής ώρας. Πέρα από τις δύο αξιολογήσεις εντός του ίδιου μαθήματος, η συγκεκριμένη εικόνα και το συγκεκριμένο φόντο δεν χρησιμοποιούνται σε κανένα άλλο.
- Σε αντίθεση με τη θεωρία, οι πειραματικές δραστηριότητες βαθμολογούνται πάντα με άριστα το 20. Κίνητρο για αυτή την επιλογή αποτελεί το μεγαλύτερο πλήθος λεπτομερειών και παραγόντων που χαρακτηρίζει τη βαθμολόγηση των δραστηριοτήτων, καθιστώντας τη διαδικασία ευκολότερη μέσα από κατανομή περισσότερων βαθμών σε κάθε ξεχωριστό ερώτημα. Επιπρόσθετα, το σύνολο των βαθμών κοινοποιείται στο μαθητή μόνο μετά από δική μου διόρθωση.
- Σε αντίθεση με κάθε προηγούμενη παροχή της ιστοσελίδας, που θα μπορούσε ίσως να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά και σε φορητή συσκευή, η πειραματική διαδικασία συνίσταται να πραγματοποιείται αποκλειστικά σε προσωπικό υπολογιστή. Η χρήση της πειραματικής διάταξης, αλλά και η διαρκής εναλλαγή παραθύρων ανάμεσα στη διάταξη και την απαντητική φόρμα

ή κάποια άλλη πηγή πληροφοριών, καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη σε μικρή οθόνη και χωρίς τη βοήθεια κέρσορα.

Πέρα όμως από τα γενικότερα στοιχεία που χαρακτηρίζουν την οργάνωση των πειραματικών δραστηριοτήτων, η αναφορά στις βασικές κατηγορίες ερωτήσεων όπως διαμορφώνονται με βάση την εξαγωγή του συμπεράσματος αποτελεί σημαντική προσθήκη στην τρέχουσα αναφορά. Προσομοιάζουν αρκετά τις αντίστοιχες κατηγορίες στον τομέα των θεωρητικών κουίζ, αλλά με προφανείς διαφοροποιήσεις, καθώς σε αυτή την περίπτωση τα δεδομένα πηγάζουν από δυναμικές προσομοιώσεις και όχι απλές γραπτές εκφωνήσεις:

- Βασική και πλέον χαρακτηριστική κατηγορία, που στις δραστηριότητες εμφανίζεται αρκετά συχνότερα συγκριτικά με τις ερωτήσεις κατανόησης, είναι η λήψη πειραματικών τιμών που οδηγούν στον σχεδιασμό γραφικών παραστάσεων. Πολλές από τις προσομοιώσεις περιλαμβάνουν ταυτόχρονο σχεδιασμό εικονικών γραφημάτων, αλλά ειδικά στις περιπτώσεις εκείνων όπου κάτι τέτοιο δεν προβλέπεται η εξοικείωση των μαθητών με τη λήψη και επεξεργασία ρεαλιστικών δεδομένων κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική. Η πιο απλή μεθοδολογία βασίζεται στη λήψη μετρήσεων για φυσικό μέγεθος-κλειδί στην κατανόηση του εν λόγω μαθήματος, την απεικόνισή τους σε γραφικούς άξονες που σχεδιάζονται σε χαρτί, και τη λήψη φωτογραφίας που μεταφορτώνεται στο σχετικό πεδίο. Τυπικές παραλλαγές μπορεί να προβλέπουν την επεξεργασία των δεδομένων πριν την απεικόνισή τους, ή το σχεδιασμό της γραφικής παράστασης με σχετικό πρόγραμμα, δεδομένης της τεχνογνωσίας.

Αρχικά θέλω να σταματήσεις την μηχανή σε επτά σημεία της επιλογής σου, και αφού σημειώσεις την θέση και τον χρόνο να τα καταγράψεις παρακάτω ως συμβάντα: * 4 βαθμοί

Η απάντησή σας

Αυτή την φορά όμως θα αξιοποιήσουμε καλύτερα τις μετρήσεις σου. * 4 βαθμοί
Θυμάσαι τον πίνακα δεδομένων που είδαμε στην θεωρία; Θέλω να καταγράψεις τα συμβάντα σε έναν ίδιο και να τον ανεβάσεις εδώ. Μπορείς να φτιάξεις τον πίνακα σε χαρτί, και να μου στείλεις μια φωτογραφία του, ή σε Excel, ό,τι ξέρεις καλύτερα:

📁 Προσθήκη αρχείου

Εικόνα 38: Δραστηριότητες από την Τέταρτη Διδακτική Ωρα (1.1.5) που οδηγούν σε σχεδιασμό γραφικής παράστασης $x-t$. Τελικός στόχος είναι ο υπολογισμός της ταχύτητας.

Περνάμε τώρα στη δεύτερη δραστηριότητα, όπου μια μπάλα του μπάσκετ μάζας $m=1\text{kg}$ κρέμεται σε ύψος $h=5\text{m}$. Αφήνοντάς τη να πέσει τη σταματάς σε πέντε τυχαίες χρονικές στιγμές, για καθεμιά απ' τις οποίες παίρνεις μετρήσεις για την ταχύτητα και το ύψος. Απ' αυτές τις πέντε τιμές θα ήθελα να υπολογίσεις την αντίστοιχη Δυναμική και την Κινητική Ενέργεια, αλλά και την Μηχανική Ενέργεια. Οι υπολογισμοί θα ήταν καλό να γίνουν αναλυτικά, σε χαρτί, που στη συνέχεια θα βγάλεις μια καθαρή φωτογραφία και θα ανεβάσεις εδώ. Αν μπορείς, το ιδανικό θα ήταν να παρουσιάσεις τα τελικά δεδομένα σε πίνακα όπως αυτός της εικόνας.

* 8 βαθμοί

	u (m/s)	h (m)	K (J)	U (J)	Εμχ (J)
Μέτρηση 1η					
Μέτρηση 2η					
Μέτρηση 3η					
Μέτρηση 4η					
Μέτρηση 5η					

[↑ Προσθήκη αρχείου](#)

Εικόνα 39: Δραστηριότητα από τη Δέκατη Έκτη Διδακτική Ώρα (2.1.3 & 2.1.4) που οδηγεί σε δημιουργία πίνακα δεδομένων και -σε επόμενη ερώτηση- στον σχεδιασμό γραφικών παραστάσεων $E-t$.

- Σημαντική παραλλαγή της αμέσως προηγούμενης κατηγορίας αποτελεί η αξιοποίηση των γραφικών παραστάσεων που σχεδιάζονται σε πραγματικό χρόνο από την πειραματική διάταξη για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Σε κάποιες περιπτώσεις η ερώτηση προϋποθέτει απλή παρατήρηση της γραφικής παράστασης, με άμεσο στόχο την εξαγωγή δεδομένων, ενώ σε άλλες ο μαθητής οφείλει να επεξεργαστεί τη μορφολογία της, πριν σχολιάσει τα αποτελέσματα των παρεμβάσεών του.

Πάμε τώρα στην δεύτερη δραστηριότητα. Από το διάγραμμα $u-t$ θέλω να υπολογίσεις την συνολική μετατόπιση, και έπειτα ακριβώς το ίδιο με το διάγραμμα $x-t$ σχηματίζοντας την ευθεία της μέσης ταχύτητας. Διαφέρουν; Γιατί;

* 4 βαθμοί

(Υπόδειξη: Για το διάγραμμα $x-t$ έχουμε πει ότι δεν δουλεύει έτσι για αρνητικές ταχύτητες, αλλά θέλω να το δοκιμάσεις)

Η απάντησή σας

Εικόνα 40: Δραστηριότητα από τη Πέμπτη Διδακτική Ώρα (1.1.6 & 1.1.7) που αξιοποιεί τη γραφική παράσταση της πειραματικής διάταξης για μαθηματική επίλυση

Άνοιξε ταυτόχρονα και τις δύο δραστηριότητες. Όπως παρατηρείς, * 4 βαθμοί και όπως είπαμε και στην θεωρία, το διάγραμμα $x-t$ της Ευθύγραμμης Ομαλής Κίνησης και το διάγραμμα $u-t$ της Ευθύγραμμης Ομαλά Μεταβαλλόμενης μοιάζουν αρκετά. Πηγαίνοντας στο πρώτο θέλω να το αλλάξεις και να του δώσεις όποια μορφή θες, με ιδιαίτερη προτίμηση στις πιο περίεργες. Έπειτα, φτιάξε το δεύτερο διάγραμμα που ανέφερα έτσι ώστε να φαίνεται ολόιδιο με το πρώτο. Τρέξε τώρα και τις δυο προσομοιώσεις, και κατάγραψε εδώ την συμπεριφορά των μηχανών σε κάθε περίπτωση. Σε ποιες ομοιότητες και διαφορές αντιστοιχούν τα ίδια διαγράμματα; Γράψε όσο πιο αναλυτικά μπορείς, αναφέροντας παράλληλα γιατί θεωρείς ότι προέκυψαν:

Η απάντησή σας

Εικόνα 41: Δραστηριότητα από την Ένατη Διδακτική Ώρα (1.1.9) που ζητά από τον μαθητή να επεξεργαστεί τις γραφικές παραστάσεις της διάταξης, με σημαντική δημιουργική ελευθερία, και τελικό στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων μέσα από δοκιμή και παρατήρηση

- Κατηγορία με κοινό στόχο, αλλά διαφορετική πηγή δεδομένων συγκριτικά με την προηγούμενη, αποτελεί η καθοδηγούμενη χρήση της πειραματικής διάταξης για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Ερωτήσεις αυτής της μορφής περιγράφουν συγκεκριμένες αλληλουχίες βημάτων που -αν πραγματοποιηθούν σωστά- οδηγούν σε πρακτική παρατήρηση ιδιαίτερων υποπεριπτώσεων γνωστών προβλημάτων. Ένας κατάλληλα προετοιμασμένος μαθητής οφείλει να επισημάνει τις οριακές αυτές καταστάσεις αλλά και να τις ερμηνεύσει με κριτικό τρόπο.

Χρησιμοποιώντας τα βελάκια αυξομείωσης της γωνίας θ , χαμηλά * 4 βαθμοί στο κέντρο της οθόνης, αλλά διατηρώντας τη Δύναμη σταθερή στα 10N, θα ήθελα να ορίσεις τη γωνία στις $\theta=30$ μοίρες αρχικά, και έπειτα στις $\theta= -30$ μοίρες, σημειώνοντας κάθε φορά το Έργο που υπολογίζεται από τη διάταξη (δε χρειάζεται να το υπολογίσεις εσύ, αλλά αν θες δοκίμασε). Στη συνέχεια επανάλαβε τη διαδικασία για τα ζεύγη γωνιών $\theta=15$ και $\theta= -15$ μοίρες, $\theta=45$ και $\theta= -45$ μοίρες. Τι παρατηρείς; Γιατί θεωρείς ότι συμβαίνει αυτό;

Η απάντησή σας

Εικόνα 42: Δραστηριότητα από τη Δέκατη Πέμπτη Διδακτική Ώρα (2.1.1 & 2.1.2) που αν πραγματοποιηθεί σωστά οδηγεί τον μαθητή σε συγκεκριμένη παρατήρηση, την οποία οφείλει στη συνέχεια να επεξηγήσει

- Σημαντική κατηγορία, που εμφανίζεται τακτικά και αποτελεί πάγια τακτική αξιολόγησης τόσο της πρακτικής όσο και της θεωρητικής αντίληψης του μαθήματος, αποτελεί ο ταυτόχρονος υπολογισμός φυσικών μεγεθών τόσο χάρη στην πειραματική διάταξη όσο και στην εφαρμογή σχετικών τύπων. Ο μαθητής οφείλει στη συνέχεια να συγκρίνει τα αποτελέσματα κάθε προσέγγισης και να επιβεβαιώσει τη μαθηματική ταύτιση, ή αντίστοιχα να δικαιολογήσει πιθανές αποκλίσεις. Η αντιστοίχιση του θεωρητικού υποβάθρου με τη φυσική σημασία των εννοιών ισχυροποιείται έτσι περαιτέρω, ενώ παράλληλα εξασκείται η ικανότητα των μαθητών στην ορθή χρήση των πειραματικών διατάξεων και του σχετικού μαθηματικού φορμαλισμού.

Περνάμε τώρα στη δεύτερη δραστηριότητα. Το ελατήριο που βλέπεις στην οθόνη έχει σταθερά $k=200 \text{ N/m}$, και αρχικά δεν του ασκείται καμιά δύναμη. Διαδοχικά θα ήθελα να εφαρμόσεις δυνάμεις μέτρου $F=20\text{N}$, $F=-30\text{N}$, $F=50\text{N}$, $F=-60\text{N}$ και $F=80\text{N}$, και να σημειώσεις τις αντίστοιχες πέντε τιμές παραμόρφωσης στον χώρο ακριβώς από κάτω. Αμέσως μετά θα ήθελα να υπολογίσεις τις πέντε θεωρητικές τιμές της παραμόρφωσης, όχι με βάση το πείραμα, αλλά χρησιμοποιώντας τον Νόμο του Hooke και την σταθερά του ελατηρίου. Οι θεωρητικές τιμές συμπίπτουν με τις πειραματικές;

* 4 βαθμοί

Η απάντησή σας

Εικόνα 43: Δραστηριότητα από τη Δέκατη Διδακτική Ώρα (1.2.1) με στόχο την καλύτερη κατανόηση του Νόμου του Hooke. Η παραμόρφωση του ελατηρίου υπό καθορισμένες συνθήκες υπολογίζεται τόσο πειραματικά όσο και θεωρητικά, με αναμενόμενο αποτέλεσμα την ταύτιση των αντίστοιχων τιμών.

Στην πειραματική διάταξη της οθόνης θα πρέπει να έχουμε $m=1\text{kg}$ και $F=5\text{N}$. Η τιμή της επιτάχυνσης a που παρατηρούμε πάλι στα ΣΦ και m αποτελεί τη θεωρητική πρόβλεψη της επιτάχυνσης, που για να υπολογιστεί πειραματικά θα αξιοποιήσουμε εξισώσεις κίνησης. Αφού πατήσεις το play και αφήσεις το σώμα να τρέξει θα ήθελα να το σταματήσεις σε πέντε σημεία και να σημειώσεις την ταχύτητα u του σώματος εκείνη τη στιγμή, αλλά και την ίδια τη χρονική στιγμή t : από τα παραπάνω ζεύγη τιμών θα υπολογίσουμε την επιτάχυνση. Συμφωνεί με την θεωρητική τιμή; Περιέγραψε τη διαδικασία αναλυτικά:

* 4 βαθμοί

(Υπόδειξη: Για την ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση -όπως στο πείραμα- η επιτάχυνση δίνεται από τον τύπο $u=a \cdot t$)

Εικόνα 44: Δραστηριότητα από τη Δωδέκατη Διδακτική Ώρα (1.2.3 & 1.2.4) που οδηγεί σε πειραματικό και μαθηματικό υπολογισμό της επιτάχυνσης σώματος, με βάση τον Δεύτερο Νόμο του Νεύτωνα. Οι διαφορετικές τιμές οφείλουν στη συνέχεια να συγκριθούν.

- Δύο κατηγορίες που κάνουν τακτικά την εμφάνισή τους στις πειραματικές δραστηριότητες, αν και όχι τόσο συχνά όσο στον τομέα των θεωρητικών κουίζ, είναι οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και Σωστού-Λάθους. Η διαφορά συγκριτικά με την αξιολόγηση της θεωρίας έγκειται στη μέθοδο εξαγωγής του αποτελέσματος, καθώς σε αυτή την περίπτωση ο μαθητής οφείλει να αξιοποιήσει εν μέρει ή εξ ολοκλήρου τα εργαλεία της πειραματικής διάταξης ώστε να εντοπίσει τις σωστές απαντήσεις.

Μπορείς τώρα να προσθέσεις και ένα δεύτερο σώμα, από την επιλογή "Πλήθος Σωμάτων", που όπως παρατηρείς έχει αρκετά μεγαλύτερη μάζα. Χρησιμοποιώντας την πειραματική διάταξη και τις γνώσεις σου θα ήθελα να επιλέξεις ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές:

* 5 βαθμοί

- Οι δυο σφαίρες πέφτουν ταυτόχρονα, ανεξάρτητα από το ουράνιο σώμα όπου βρίσκονται
- Είναι το ίδιο εύκολο να σπρώξουμε καθεμιά από τις δύο σφαίρες, αρκεί να βρίσκονται στο ίδιο ουράνιο σώμα
- Οι δυο σφαίρες πέφτουν ταυτόχρονα μόνο στη Γη
- Η αδράνεια των σφαιρών παραμένει σταθερή ανεξάρτητα από το πού βρίσκονται
- Οι δυο σφαίρες πέφτουν με την ίδια ταχύτητα σε κάθε ουράνιο σώμα

Εικόνα 45: Δραστηριότητα από τη Δέκατη Τρίτη Διδακτική Ωρα (1.2.5 & 1.2.6) όπου οι μαθητές οφείλουν να αξιοποιήσουν την πειραματική διάταξη ώστε να χαρακτηρίσουν τις δεδομένες προτάσεις ως σωστές ή μη

Επιστρέφουμε το σώμα στην κατάσταση όπου $m=2\text{kg}$ και $F=5\text{N}$. Πόση * 4 βαθμοί επιπλέον δύναμη F' θα πρέπει να προσθέσουμε ώστε η τελική επιτάχυνση να φτάσει τα $a=-2\text{m/s}^2$; Χρησιμοποίησε την πειραματική διάταξη για τον υπολογισμό:

- $F'=7\text{N}$
- $F'=11\text{N}$
- $F'=-6\text{N}$
- $F'=-9\text{N}$

Εικόνα 46: Δραστηριότητα από τη Δωδέκατη Διδακτική Ωρα (1.2.3 & 1.2.4) με στόχο την πειραματική δοκιμασία του Δεύτερου Νόμου του Νεύτωνα μέσα από προσδιορισμό άγνωστης δύναμης

- Η τελευταία αξιοσημείωτη κατηγορία περιλαμβάνει τις ερωτήσεις κάθε είδους που απαιτούν κριτική και μη καθοδηγούμενη έκφραση γνώμης πάνω σε συγκεκριμένα αποτελέσματα ή φαινόμενα. Η πραγματική φύση της θεματικής που εξερευνά η εκάστοτε ερώτηση προκύπτει αποκλειστικά από την αντίστοιχη πειραματική διάταξη, τόσο από άποψη των συγκεκριμένων γνώσεων που επιλέγω κάθε φορά να αξιολογήσω, όσο και των τεχνικών δυνατοτήτων που παρέχει το κάθε εικονικό πείραμα. Σε αντίθεση με προηγούμενες κατηγορίες ερωτήσεων ανάπτυξης, που αναζητούν σχολιασμό τυπικά προκαθορισμένο, στη συγκεκριμένη κατηγορία βαθμολογείται θετικά οποιαδήποτε ορθά τεκμηριωμένη έκφραση που απαντά στον προβληματισμό της εκφώνησης, με στόχο την ενθάρρυνση της δημιουργικότητας και της επιστημονικής επιχειρηματολογίας πάνω σε γνωστά ζητήματα (Stern C. et al., 2017).

Μετά την εκκίνηση ο οδηγός της μηχανής ρίχνει μια σταγόνα κόκκινου μελανιού στον δρόμο ανά 0,2s. Γιατί πιστεύεις ότι η απόσταση μεταξύ τους αυξάνεται; * 4 βαθμοί

(Υπόδειξη: Θα σε βοηθήσει να ρίξεις μια ματιά στην ταχύτητα της μηχανής τις στιγμές που πέφτουν οι πρώτες 4-5 σταγόνες)

Η απάντησή σας

Εικόνα 47: Δραστηριότητα από την Έκτη Διδακτική Ώρα (1.1.8) με στόχο τη θεωρητική επεξήγηση συγκεκριμένου χαρακτηριστικού της πειραματικής διάταξης, που σχετίζεται άμεσα με το θεωρητικό υπόβαθρο

Στο βίντεο με τον αθλητή, τον παρατηρούμε αρχικά να τρέχει από την μαύρη πινέζα στην μπλε, και έπειτα πίσω στην πράσινη. Ποια είναι η μετατόπισή του ως αυτό το σημείο, και ποιο το διάστημα της κίνησης; Γράψε μου όσο μπορείς πιο αναλυτικά τι σκέφτεσαι για να απαντήσεις; * 3 βαθμοί

Η απάντησή σας

Εικόνα 48: Δραστηριότητα από τη Δεύτερη Διδακτική Ώρα (1.1.3 & 1.1.4) με στόχο την αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας υπολογισμού μετατόπισης

Οι διαδικαστικές λεπτομέρειες που αφορούν το σχεδιασμό των δραστηριοτήτων ταυτίζονται με τις αντίστοιχες των θεωρητικών κουίζ, όπως αναφέρονται στον επίλογο της αντίστοιχης ενότητας, οπότε δεν απαιτείται να επεξηγηθούν εκτενώς. Επιγραμματικά αξίζει να επιβεβαιωθεί ότι το σύνολο των ερωτημάτων είναι πρωτότυπο και ειδικά σχεδιασμένο για τις ανάγκες της μεθόδου μου, σε πλήρη συμφωνία με το περιεχόμενο των πειραματικών διατάξεων και των θεωρητικών

βίντεο. Περαιτέρω ομοιότητες ή διαφορές έχουν ήδη αναφερθεί σε προηγούμενες παραγράφους.

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του τομέα των πειραματικών δραστηριοτήτων, που απαιτούν προσεκτική αξιολόγηση της απάντησης κάθε μαθητή, δεν επιτρέπουν την άμεση κοινοποίηση της βαθμολογίας. Ακόμη και στην περίπτωση των ερωτημάτων πολλαπλής επιλογής ή Σωστού-Λάθους τα αποτελέσματα αξιολογούνται με βάση τη συνολική εικόνα των απαντήσεων κάθε φόρμας, και συμπληρώνονται πάντα από ερμηνευτικά σχόλια. Η αρχική ιδέα κατά την κατασκευή της ιστοσελίδας δεν προέβλεπε καν την ύπαρξη κανονικής, βαθμονομημένης βαθμολογίας για τον τομέα του πειραματισμού, αλλά σε αυτή την περίπτωση η ήδη αποκομμένη από την τυπική σχολική αξιολόγηση φύση του θα έδινε την εντύπωση προαιρετικού παραρτήματος και όχι της εξέχουσας θέσης που κατέχει στη μέθοδο (Stern C. et al., 2017). Για τον σκοπό αυτό προβλέπεται αναλυτική βαθμολόγηση με άριστα το είκοσι.

Με το πέρας της τελευταίας αυτής ενότητας το σύνολο των διακριτών παροχών της εκπαιδευτικής μου ιστοσελίδας έχει παρουσιαστεί και περιγραφεί εκτενώς. Το σύνολο του υλικού βρίσκεται άμεσα διαθέσιμο για χρήση από εκπαιδευτικούς, μαθητές και λοιπούς ενδιαφερόμενους ανεξαιρέτως, είτε υπό τη μορφή πλήρους, αυτοτελούς μεθόδου διδασκαλίας της ύλης της Α' Λυκείου, είτε υπό τη μορφή ενισχυτικού υλικού στα πλαίσια διαφορετικής διδακτικής μεθόδου με ανάγκες εξ αποστάσεως θεωρητικής ή πειραματικής αρωγής. Η λειτουργικότητα της εν λόγω μεθόδου, με έμφαση στην ανταπόκριση που γνωρίζει στο εσωτερικό του σχολικού περιβάλλοντος, αξιολογείται στο τελευταίο Κεφάλαιο της αναφοράς.

Κεφάλαιο 3^ο - Αξιολόγηση της Μεθόδου

Εισαγωγή - Ερευνητικός Σχεδιασμός

Όπως αναφέρθηκε και κατά την παρουσίαση της μεθόδου, βασική της στόχευση αποτελεί μία πλήρης και ολοκληρωμένη παιδαγωγική πρόταση για τη διδασκαλία της Φυσικής Α' Λυκείου, με έμφαση στον τομέα των πειραματικών δραστηριοτήτων και του καθοριστικού ρόλου που μπορούν να επιτελέσουν στην κατανόηση των σχετικών φυσικών φαινομένων. Πέρα όμως από την κατασκευή της εκπαιδευτικής ιστοσελίδας ώστε να εξυπηρετεί τον συγκεκριμένο αυτοσκοπό, η αποτελεσματικότητά της οφείλει να δοκιμαστεί έστω σε στοιχειώδες επίπεδο υπό κατά το δυνατόν ρεαλιστικές συνθήκες.

Οι εν λόγω ευνοϊκές -αν και παράλληλα δυσμενείς- συνθήκες εξασφαλίστηκαν χάρη στον κοινωνικό απομονωτισμό που επιβλήθηκε εξαιτίας της πανδημίας του κορωνοϊού. Η υποχρεωτική αναστολή της δια ζώσης εκπαιδευτικής διαδικασίας για το μεγαλύτερο μέρος του σχολικού έτους 2020-2021 εξοκείωσε τους μαθητές τόσο με την ίδια τη χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών εικονικής τάξης, όσο και με μια ρεαλιστική, απτή πραγματικότητα στην οποία η ποιοτική εξ αποστάσεως εκπαίδευση αποτελεί αναγκαιότητα. Από την άλλη πλευρά, οι κοινωνικοί περιορισμοί δυσχεραίνουν σε μεγάλο βαθμό την παρουσίαση, τη συνεννόηση, τη σωστή διοργάνωση αλλά και την τελική συλλογή ερευνητικών δεδομένων που συνοδεύουν μια παιδαγωγική έρευνα.

Παρόλα αυτά, από τον Μάιο του 2021 και έπειτα η πρότασή μου βρίσκεται σε διαρκές στάδιο δοκιμών. Μετά την ολοκλήρωση του Κεφαλαίου 1.1, τον Απρίλιο του 2021, φρόντισα να επικοινωνήσω άμεσα με το ιδιωτικό εκπαιδευτήριο *“Η Ελληνική Παιδεία”* ώστε να εξασφαλίσω συνεργασία στην πρακτική δοκιμή της ιστοσελίδας. Η απόκριση ήταν άμεση, και εντός του Μαΐου δυο διδακτικές ώρες τέθηκαν στη διάθεσή μου ώστε επεξηγήσω αναλυτικά τον σκοπό και τη λειτουργία της στο σύνολο των μαθητών της Α' Λυκείου. Με το πέρας της παρουσίασης φρόντισα κάθε ενδιαφερόμενος μαθητής να λάβει αναλυτικές οδηγίες για τη συμμετοχή στην έρευνα, αλλά και ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του μαθήματος που όφειλε να συμπληρώσει σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Όπως είναι προφανές η σχολική χρονιά βρισκόταν κοντά στο τέλος της, και η λειτουργία της μεθόδου μου σαν αυτοτελής μέθοδος διδασκαλίας, όπως θα μπορούσε να αξιολογηθεί μέσα από -παραδείγματος χάρη- βελτίωση στην βαθμολογική απόδοση των μαθητών, δεν ήταν εφικτή. Το πεδίο της έρευνας, σαν αποτέλεσμα, εστιάζεται στην ικανότητα της ιστοσελίδας αρχικά να προσελκύει, έπειτα να διευκολύνει, και τέλος να ενισχύει την κατανόηση της ύλης από τους μαθητές, μέσα από ένα ψηφιακό περιβάλλον μαγνητοσκοπημένων διαλέξεων και πειραματισμού. Η μακροπρόθεσμη ικανότητα της μεθόδου μου να βελτιώνει αισθητά την αποτελεσματικότητα των μαθητών σε συγκεκριμένου τύπου ακαδημαϊκές αξιολογήσεις, πέρα από αυτές που παρέχονται στην ίδια την

ιστοσελίδα, προτείνεται ως στόχος πιθανής μελλοντικής έρευνας. Το φετινό πρόγραμμα σπουδών του Γενικού Λυκείου όπου απευθύνθηκα περιλαμβάνει και τη βοηθητική χρήση παροχών της ιστοσελίδας μου, ενισχύοντας περαιτέρω την πρακτική της δοκιμασία υπό ρεαλιστικές σχολικές συνθήκες.

Περιγραφή της Ερευνητικής Διαδικασίας

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, οι πρακτικές δοκιμές της εκπαιδευτικής μεθόδου μου ξεκίνησαν με το πέρας της προετοιμασίας του Κεφαλαίου 1.1, τον Απρίλιο του 2021. Το εκπαιδευτικό υλικό δεν είχε προφανώς ολοκληρωθεί, αλλά η εκπαιδευτική μεθοδολογία είχε ήδη λάβει την τελική της μορφή, και το Κεφάλαιο 1.1 παρέχει αρκετή θεματική ποικιλομορφία ώστε να επιτρέπει την πλήρη εξερεύνηση των τεχνολογικών και δημιουργικών δυνατοτήτων που παρέχουν τα σχετικά ψηφιακά εργαλεία.

Η πρώτη επικοινωνία με τον διευθυντή του Γενικού Λυκείου και τον υπεύθυνο φυσικό της Α' τάξης έλαβε χώρα κατά τη δεύτερη εβδομάδα των διακοπών του Πάσχα, και με πρωτοβουλία του δεύτερου προτάθηκε η αυτοπρόσωπη παρουσία μου στο σχολείο ώστε να παρουσιάσω αναλυτικά τη μέθοδο και την έρευνά μου. Οι μαθητές είχαν μόλις επιστρέψει στην δια ζώσης εκπαίδευση μετά τις 16 Νοεμβρίου 2020, ημερομηνία επιβολής της αναστολής λειτουργίας των σχολικών μονάδων λόγω κορωνοϊού, και δεν θα εξετάζονταν σε ενδοσχολικές εξετάσεις, γεγονός που εξασφάλισε αρκετό χρόνο για τη συμμετοχή μαθητών στην έρευνα.

Η ημέρα της παρουσίασης ορίστηκε για τις 14 Μαΐου, κατά τις δύο πρώτες σχολικές ώρες, για καθένα από τα δύο τμήματα της Α' Λυκείου. Μετά από μικρή εισαγωγή, όπου αναφέρθηκα επιγραμματικά στα χαρακτηριστικά και τον στόχο της μεθόδου, ακολούθησε σύντομη επίδειξη βασικών στοιχείων της ιστοσελίδας με τη βοήθεια προτζέκτορα και προβολή βίντεο από το εκπαιδευτικό υλικό. Το σύνολο των εντυπώσεων από τις δύο παρουσιάσεις, όπως το κατέγραψα την ίδια κιόλας μέρα ώστε να διατηρήσω την αμεσότητα της περιγραφής, μεταφέρεται αυτούσιο στο υποκεφάλαιο "[Σχόλιο από την παρουσίαση της μεθόδου σε σχολείο \(14/5/2021\)](#)" του Παραρτήματος.

Με το πέρας κάθε παρουσίασης ενημέρωσα τους μαθητές ότι πολύ σύντομα θα τους προωθήσω, μέσω του καθηγητή φυσικής, οδηγίες για τη συμμετοχή τους στην έρευνα καθώς και το ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του μαθήματος. Οι οδηγίες περιέγραφαν επιγραμματικά την ιστοσελίδα και τα περιεχόμενά της, καθώς και κάποιες προτεινόμενες δραστηριότητες που θα επέτρεπαν στους μαθητές να εργαστούν πάνω στα πλέον χαρακτηριστικά σημεία του εκπαιδευτικού υλικού. Περιλαμβάνονταν επίσης ευχαριστίες και προτροπή για συμπλήρωση του σύντομου ερωτηματολογίου.

Το ίδιο το ερωτηματολόγιο αναρτήθηκε στο e-class του μαθήματος φυσικής του Λυκείου για την Α' τάξη, ώστε να παραμείνει εύκολα προσβάσιμο. Περιλαμβάνει 21

ερωτήσεις, χωρισμένες σε πέντε κατηγορίες (πλοήγηση, βίντεο, δραστηριότητες, θεωρητικά κουίζ, γενικά σχόλια), που μπορούν να βρεθούν στο υποκεφάλαιο του Παραρτήματος "[Ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης του Μαθήματος](#)". Όπως και σε όλα τα θεωρητικά ή πειραματικά κουίζ της μεθόδου, για την κατασκευή του ερωτηματολογίου αξιοποιήθηκε το δωρεάν πρόγραμμα Google Forms.

Οι δεκαέξι από τις ερωτήσεις έχουν τη μορφή βαθμολόγησης συγκεκριμένου τομέα της ιστοσελίδας, όπως π.χ. "Πώς σου φάνηκαν οι δραστηριότητες που σου δόθηκαν να κάνεις;", με εύρος βαθμολόγησης 1-5. Στα άκρα του άξονα βαθμολόγησης συμπληρώνονται βοηθητικά οι οριακές καταστάσεις του κριτηρίου αξιολόγησης κάθε τομέα, όπως π.χ. "Πολύ Δύσκολο-Πολύ Εύκολο", ώστε να διευκολύνουν την κατανόηση του ζητούμενου. Οι υπόλοιπες πέντε ερωτήσεις ενθαρρύνουν μικρό σχολιασμό κάθε κατηγορίας, και σε αντίθεση με τις ερωτήσεις βαθμολόγησης δεν είναι υποχρεωτικό να απαντηθούν για την επιτυχή ολοκλήρωση της φόρμας· οι προηγούμενες δεκαέξι ερωτήσεις, ωστόσο, οφείλουν να απαντηθούν όλες.

16) Θεωρείς πώς όσα άκουσες στα βίντεο των μαθημάτων ήταν αρκετά για να λύσεις τα * αντίστοιχα κουίζ;

1 2 3 4 5

Ήθελα πολύ περισσότερα Ήταν Αρκετά

17) Θες να προσθέσεις κάποια σχόλια σχετικά με τα θεωρητικά κουίζ;
(Δεν είναι υποχρεωτικό να απαντήσεις εδώ)

Κείμενο μακροσκελούς απάντησης

Εικόνα 49: Ερωτήσεις 16 και 17 του ερωτηματολογίου αξιολόγησης. Η πρώτη βαθμολογείται από το 1 (αρνητικά) έως το 5 (θετικά) και είναι υποχρεωτική. Η δεύτερη είναι προαιρετική, και ενθαρρύνει τον μαθητή να εκφράσει ελεύθερα την άποψή του για το σύνολο του σχετικού τομέα της ιστοσελίδας.

Συμπερασματικά η παρουσίαση της μεθόδου στην σχολική αίθουσα κρίνεται επιτυχημένη. Όπως αναφέρω και στον σχολιασμό του Παραρτήματος το ενδιαφέρον των μαθητών διατηρήθηκε σε υψηλό επίπεδο καθ' όλη τη διάρκεια, ενώ αρκετοί προχώρησαν σε ερωτήσεις, δήλωσαν οικειοθελώς ενδιαφέρον να ασχοληθούν με τη ιστοσελίδα ή επαίνεσαν τη δουλειά μου. Ανάλογη ανταπόκριση υπήρξε και από την πλευρά του καθηγητή, που επαίνεσε επίσης τη λειτουργία της μεθόδου και προσφέρθηκε να εκφράσει γραπτά σύντομη άποψη επί του περιεχομένου, που μπορεί να βρεθεί στο υποκεφάλαιο του Παραρτήματος "[Σχόλιο Καθηγητή Φυσικής του Ιδιωτικού Λυκείου \(24/7/2021\)](#)". Συγκεκριμένα, όπως αναφέρει και στο σχόλιο, ανακοίνωσε πως σκοπεύει να αξιοποιήσει την ιστοσελίδα

μου ως ενισχυτική διδασκαλία για το μάθημα της Α' Λυκείου, κατά το σχολικό έτος 2021-2022.

Με βάση την πιο πρόσφατη ενημέρωση από τον καθηγητή, στα μέσα Ιουνίου του 2022, η ιστοσελίδα μου χρησιμοποιήθηκε πραγματικά ως αρωγή στην κατανόηση της ύλης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, αναφορικά τουλάχιστον με τα Κεφάλαια του σχολικού βιβλίου 1.1 και 1.2 που ήταν διαθέσιμα από την αρχή της σχολικής χρονιάς. Τα σχόλια που έλαβα ήταν εξαιρετικά ενθαρρυντικά, και μπορούν να βρεθούν στο υποκεφάλαιο του Παραρτήματος "[Σχόλιο του Καθηγητή Φυσικής του Ιδιωτικού Λυκείου \(15/6/2022\)](#)".

Με λίγα λόγια, το σύνολο της διαδικασίας συμπεριέλαβε την ολοκλήρωση συγκεκριμένου τμήματος της μεθόδου, την συνεννόηση με το εκπαιδευτικό ίδρυμα, την παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού στους μαθητές και τον καθηγητή, την εύρεση υποψηφίων συνεργατών από το σύνολο της Α' Λυκείου και την τελική συλλογή ερευνητικών δεδομένων από την ομάδα των μαθητών που εκδήλωσε ενδιαφέρον για συμμετοχή στις δοκιμές. Η εν λόγω αλληλουχία δεν αντιμετώπισε αξιοσημείωτα κωλύματα σε κανένα από τα διαδοχικά βήματα και απέδωσε μικρό αλλά επαρκές σύνολο δεδομένων, που εκτίθεται αναλυτικά στην επόμενη ενότητα.

Έκθεση Αποτελεσμάτων και Σχολιασμού

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, η παρουσίαση της εκπαιδευτικής μου μεθόδου στο ιδιωτικό εκπαιδευτήριο έλαβε χώρα στις 14 Μαΐου 2021. Παρά τη μη διεξαγωγή ενδοσχολικών εξετάσεων λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών που χαρακτήρισαν το σχολικό έτος 2020-2021, η ανταπόκριση των μαθητών στην έρευνα έκανε την εμφάνισή της περίπου στα τέλη της σχολικής χρονιάς. Συγκεκριμένα, κατά το πρώτο δεκαήμερο του Ιουνίου 2021 έλαβα κάποιες απαντήσεις σε θεωρητικά κουίζ και πειραματικές δραστηριότητες, ενώ κατά την περίοδο 7-12 Ιουνίου υπήρξαν 15 απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του μαθήματος.

Αναφορικά με τις απαντήσεις των ασκήσεων, οφείλω αρχικά να διευκρινίσω ότι προήλθαν από μαθητές θεωρητικού προσανατολισμού, οπότε η ορθότητα των απαντήσεων κινήθηκε σε μέτρια επίπεδα. Συν τοις άλλοις η έκθεση στην παιδαγωγική μου μέθοδο αφορούσε ένα αρκετά μικρό χρονικό διάστημα, κατά το τέλος της σχολικής χρονιάς, που δεν θα μπορούσε να παρέχει ασφαλή συμπεράσματα για τις επιδράσεις της στην τελική ακαδημαϊκή απόδοση.

Δυο σημαντικά θετικά στοιχεία που διακρίθηκαν, ωστόσο, αφορούν την ευχρηστία και την ικανότητά της να εμπνέει την ενασχόληση με το γνωστικό της αντικείμενο. Ως προς το πρώτο, οι μαθητές χρησιμοποίησαν με ορθό τρόπο τα εργαλεία της ιστοσελίδας, όσον αφορά τα εκπαιδευτικά βίντεο, τις φόρμες απαντήσεων και τις ψηφιακές πειραματικές διατάξεις. Σε καμιά από τις απαντήσεις δεν παρατηρήθηκε λάθος που να υποδηλώνει ελλιπή κατανόηση ή/και εσφαλμένη χρήση τμήματος της ιστοσελίδας, ενώ στα αντίστοιχα πεδία του ερωτηματολογίου οι εν λόγω μαθητές

έδωσαν υψηλές βαθμολογίες. Ως προς το δεύτερο στοιχείο, την ανταπόκριση, τα βασικά συμπεράσματα θα εξαχθούν από τα στοιχεία του ερωτηματολογίου, είτε υπό τη μορφή βαθμολογίας είτε σχολίων επί του περιεχομένου. Αξίζει μόνο να αναφερθεί το σχόλιο που παρείχε με δική του πρωτοβουλία κάποιος από τους μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα, και μπορεί να βρεθεί στο υποκεφάλαιο “[Σχόλιο μαθητή της Α΄ Λυκείου, 16 ετών \(7/6/2021\)](#)”.

Αρχικά θέλω να αφήσεις την μηχανή να τρέξει, και να καταγράψεις έξι μετρήσεις ταχύτητας σε πίνακα δεδομένων. Τις μετρήσεις ταχύτητας, αλλά και την χρονική στιγμή που τους αντιστοιχεί, μπορείς να τις γράψεις εδώ:

1 απάντηση

t=0,5s και u=5m/s, t=1s και u=9,9m/s, t=1,5s και u=15,4m/s, t=2s και u=20,4m/s, t=3s και u=30,3m/s, t=0,1s και u=1,4m/s

Εικόνα 50: Απαντήσεις μαθητή σε Δραστηριότητα από την Έκτη Διδακτική Ωρα (1.1.8) κατά την οποία κλήθηκε να χρησιμοποιήσει πειραματική διάταξη για μετρήσεις ταχύτητας, που στη συνέχεια θα αξιοποιηθούν για τον υπολογισμό της επιτάχυνσης. Οι τιμές έχουν καταμετρηθεί σωστά.

Ένα σώμα επιταχύνεται κατά 300m/s σε 15s, ένα άλλο κατά 250m/s σε 25s, και ένα τρίτο κατά 150m/s σε 6s. Επέλεξε τις τρεις επιταχύνσεις από την παρακάτω λίστα:

1 / 1 σωστή απάντηση

✓ α= 10 m/s ²	1 (100%)
α= 15 m/s ²	0 (0%)
✓ α= 20 m/s ²	1 (100%)
✓ α= 25 m/s ²	1 (100%)
α= 30 m/s ²	0 (0%)
α= 35 m/s ²	0 (0%)
α= 40 m/s ²	0 (0%)
α= 45 m/s ²	0 (0%)

Εικόνα 51: Απαντήσεις μαθητή σε θεωρητική ερώτηση Σωστού-Λάθους από την Έκτη Διδακτική Ωρα (1.1.8) που προϋποθέτει μαθηματικούς υπολογισμούς και επιλογή των σωστών απαντήσεων μέσα από πλήθος άλλων παρεμφερών. Οι τρεις επιταχύνσεις έχουν υπολογιστεί σωστά.

Τα σχόλια του υπεύθυνου καθηγητή για την πρώτη αυτή δοκιμή μπορούν να βρεθούν στο [σχετικό τμήμα του Παραρτήματος](#). Η μέθοδός μου αξιοποιήθηκε συστηματικά και κατά το σχολικό έτος 2021-2022, παρέχοντας επιπλέον στοιχεία ανατροφοδότησης όπως διατυπώνονται συνοπτικά στο [δεύτερο σχόλιο](#) του υπεύθυνου καθηγητή. Εξαιτίας των υποχρεώσεών τους κατά τις ενδοσχολικές εξετάσεις, ωστόσο, οι μαθητές που αξιοποίησαν φέτος την εκπαιδευτική ιστοσελίδα δεν ήταν δυνατό να παρέχουν επιπλέον σχόλια ή απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο.

Τι παρατηρείς;

1 απάντηση

Παρατηρώ ότι η επιτάχυνση παραμένει σταθερή για κάθε δευτερόλεπτο

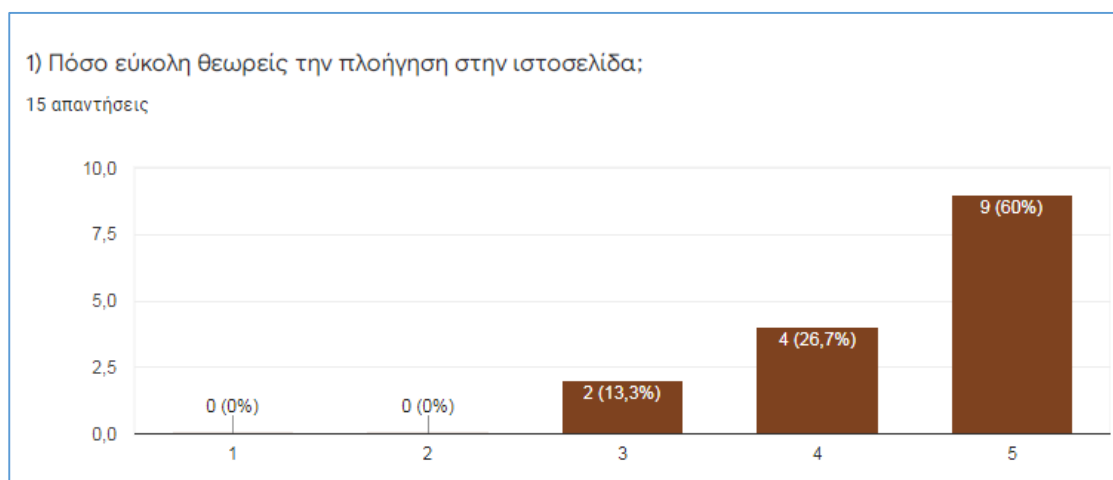
Γιατί πιστεύεις ότι προέκυψε το παραπάνω αποτέλεσμα; Σχολιάσε το όπως θέλεις!

1 απάντηση

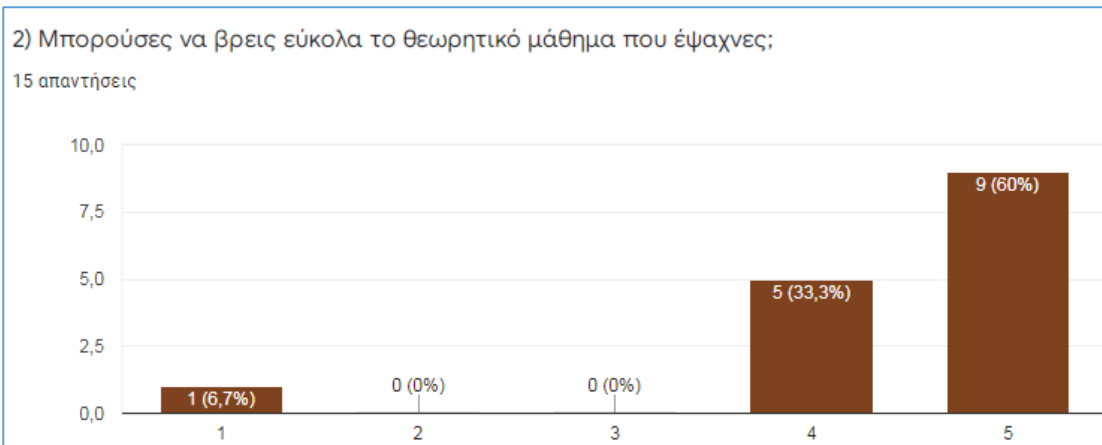
πιστεύω ότι προέκυψε αυτό γιατί αν διαιρέσεις την ταχύτητα κάθε χρονική στιγμή με τον αντίστοιχο χρόνο η επιτάχυνση θα είναι η ίδια

Εικόνα 52: Απαντήσεις μαθητή σε Δραστηριότητες από την Έκτη Διδακτική Ώρα (1.1.8) όπου κλήθηκε να σχολιάσει τις επιταχύνσεις που υπολόγισε από τα ζεύγη ταχύτητας-χρόνου που κατέγραψε (Εικόνα 50).

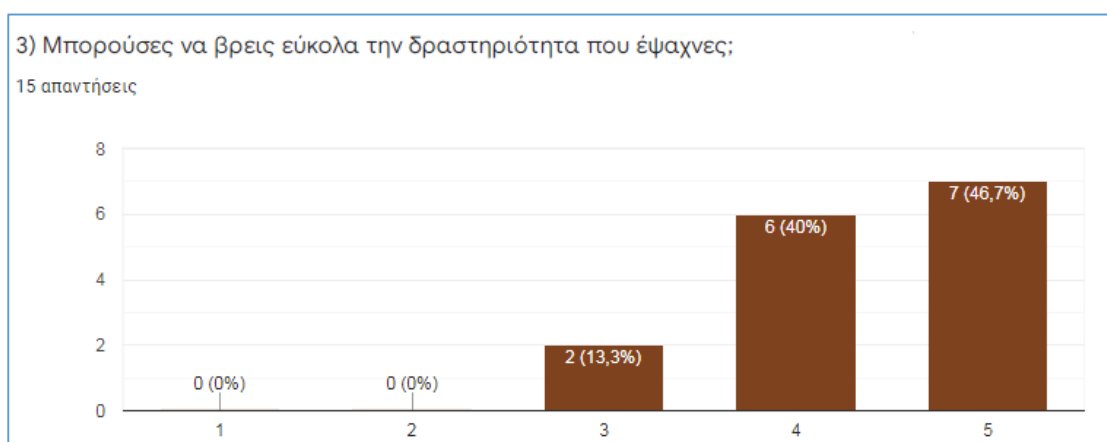
Τα στοιχεία που παρουσιάζονται γραφικά στις επόμενες σελίδες, κατ' επέκταση, αφορούν αποκλειστικά τους 15 μαθητές και μαθήτριες (6 και 9 αντίστοιχα) που χρησιμοποίησαν την ιστοσελίδα κατά τα τέλη του σχολικού έτους 2020-2021 και συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο. Το πρόγραμμα Google Forms παρέχει τη δυνατότητα αυτόματης γραφικής επεξεργασίας των απαντήσεων κάθε ξεχωριστής ερώτησης, επιτρέποντας άμεσες παρατηρήσεις επί του περιεχομένου, χωρίς την απαίτηση για επιπλέον γραφική επεξεργασία των δεδομένων μέσω εξωτερικού προγράμματος. Για την εξαγωγή του μέσου όρου κάθε βαθμολογικής απάντησης έχει χρησιμοποιηθεί το Microsoft Excel, ενώ οι απαντήσεις στις προαιρετικές ερωτήσεις σχολιασμού-ανάπτυξης εμφανίζονται κάτω από τα διαγράμματα, ανά κατηγορία. Συνολικά πρόκειται για δεκαέξι διαγράμματα πειραματικών δεδομένων, σε σειρά εμφάνισης πανομοιότυπη με εκείνη των αντίστοιχων ερωτήσεων του ερωτηματολογίου:



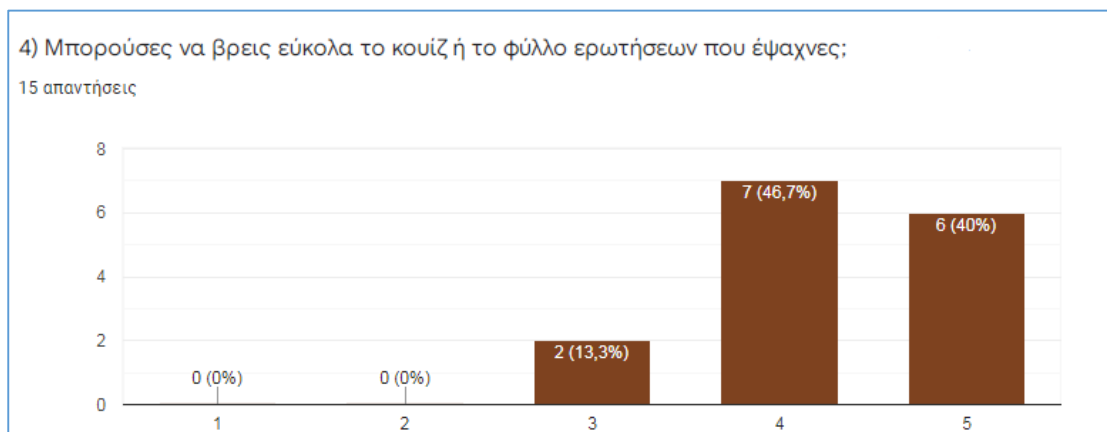
Πίνακας 1: Μέσος Όρος 4.47 / 5 (Πολύ Δύσκολη-Πολύ Εύκολη)



Πίνακας 2: Μέσος Όρος 4.4 / 5 (Πολύ Δύσκολα-Πολύ Εύκολα)



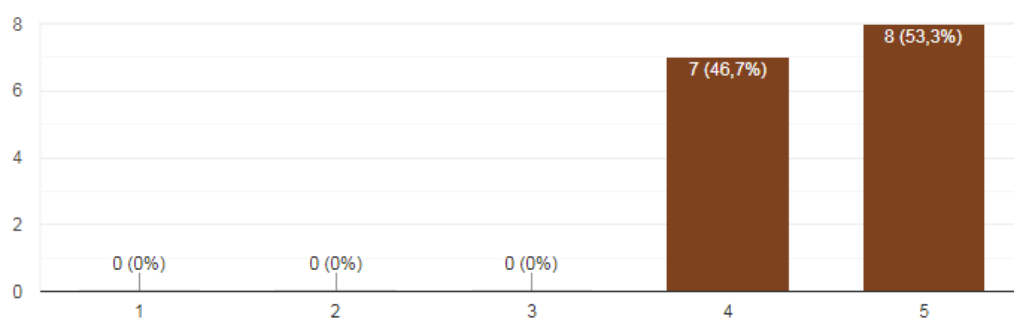
Πίνακας 3: Μέσος Όρος 4.33 / 5 (Πολύ Δύσκολα-Πολύ Εύκολα)



Πίνακας 4: Μέσος Όρος 4.27 / 5 (Πολύ Δύσκολα-Πολύ Εύκολα)

6) Πώς σου φάνηκαν τα βίντεο του μαθήματος;

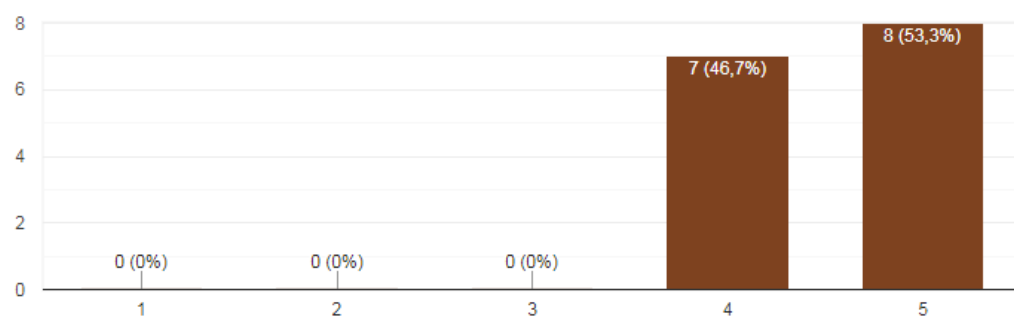
15 απαντήσεις



Πίνακας 5: Μέσος Όρος 4.53 / 5 (Καθόλου Καλά-Πολύ Καλά)

7) Ήταν απλά και κατανοητά όσα έλεγα;

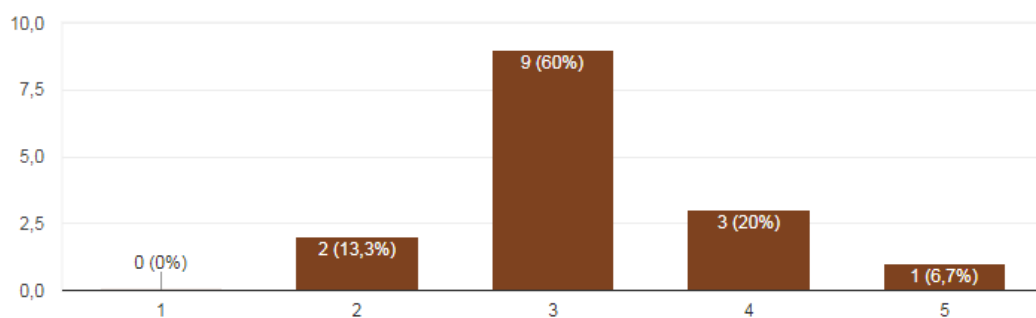
15 απαντήσεις



Πίνακας 6: Μέσος Όρος 4.53 / 5 (Καθόλου Κατανοητά-Απόλυτα Κατανοητά)

8) Τα βίντεο ήταν μεγάλα σε διάρκεια;

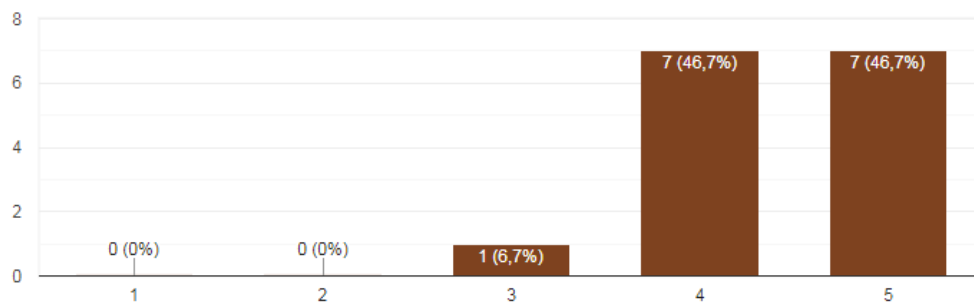
15 απαντήσεις



Πίνακας 7: Μέσος Όρος 3.2 με ιδανική απάντηση το 3 (Υπερβολικά Μεγάλα-Υπερβολικά Μικρά)

10) Πώς σου φάνηκαν οι δραστηριότητες που σου δόθηκαν να κάνεις;

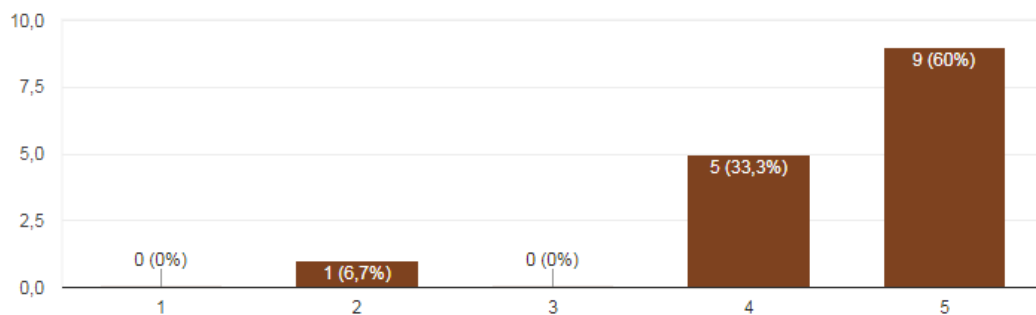
15 απαντήσεις



Πίνακας 8: Μέσος Όρος 4.4 / 5 (Καθόλου Ενδιαφέρουσες-Πολύ Ενδιαφέρουσες)

11) Μπορούσες να κατάλαβες τι ζητούσα;

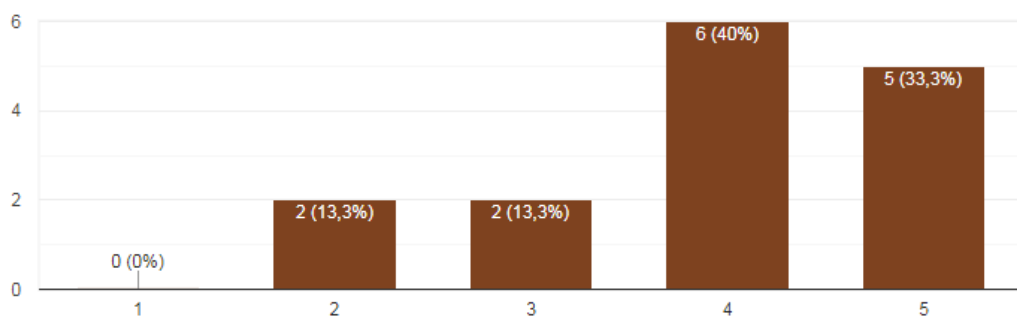
15 απαντήσεις



Πίνακας 9: Μέσος Όρος 4.47 / 5 (Καθόλου-Απολύτως)

12) Ήταν εύκολο να χρησιμοποιήσεις τις προσομοιώσεις;

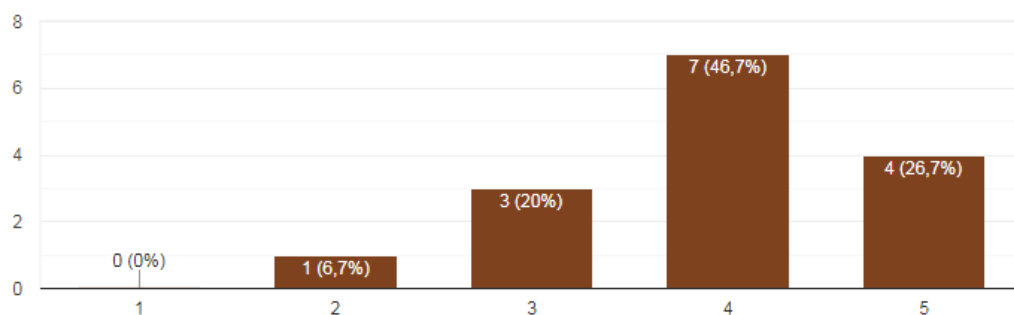
15 απαντήσεις



Πίνακας 10: Μέσος Όρος 3.93 / 5 (Πολύ Δύσκολο-Πολύ Εύκολο)

14) Πώς σου φάνηκαν τα κουίζ που υπήρχαν στο τέλος κάθε θεωρητικού μαθήματος;

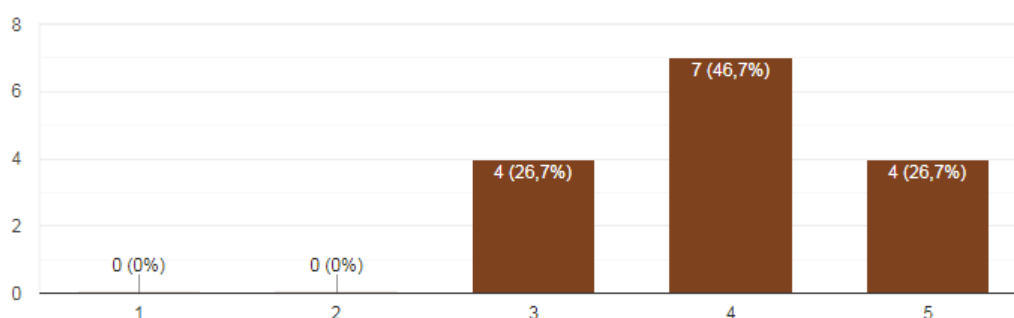
15 απαντήσεις



Πίνακας 11: Μέσος Όρος 3.93 / 5 (Πολύ Δύσκολα-Πολύ Εύκολα)

15) Δυσκολεύτηκες να τα λύσεις;

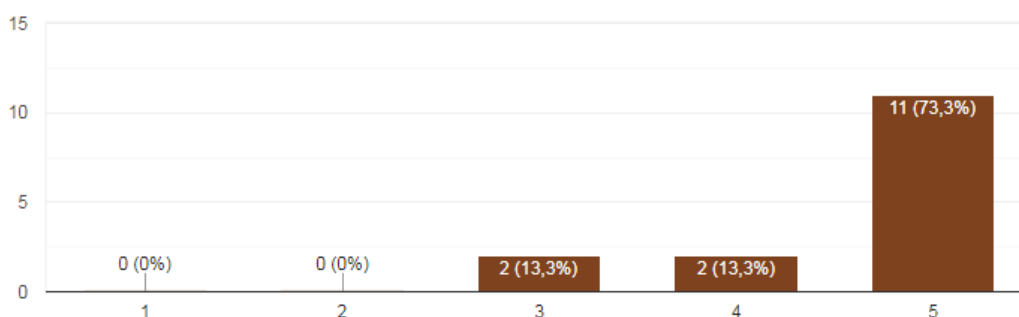
15 απαντήσεις



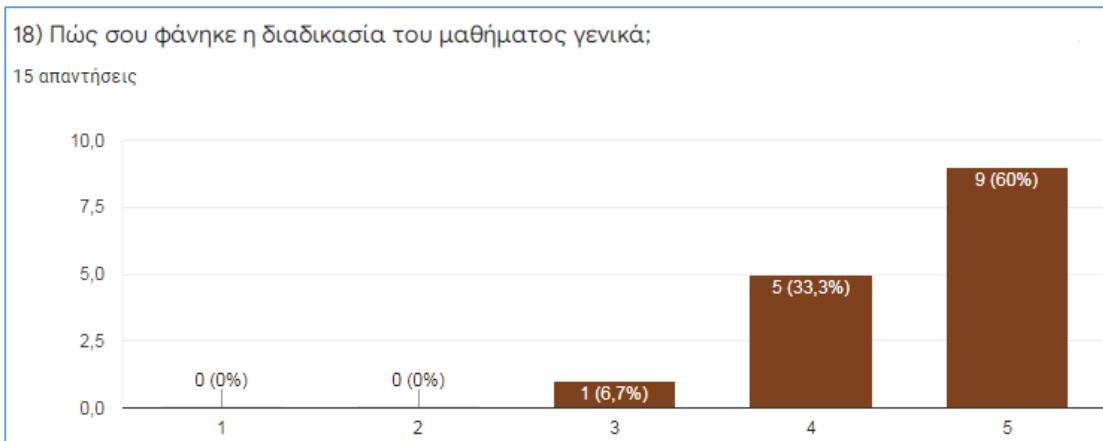
Πίνακας 12: Μέσος Όρος 4 / 5 (Πολύ-Καθόλου)

16) Θεωρείς πώς όσα άκουσες στα βίντεο των μαθημάτων ήταν αρκετά για να λύσεις τα αντίστοιχα κουίζ;

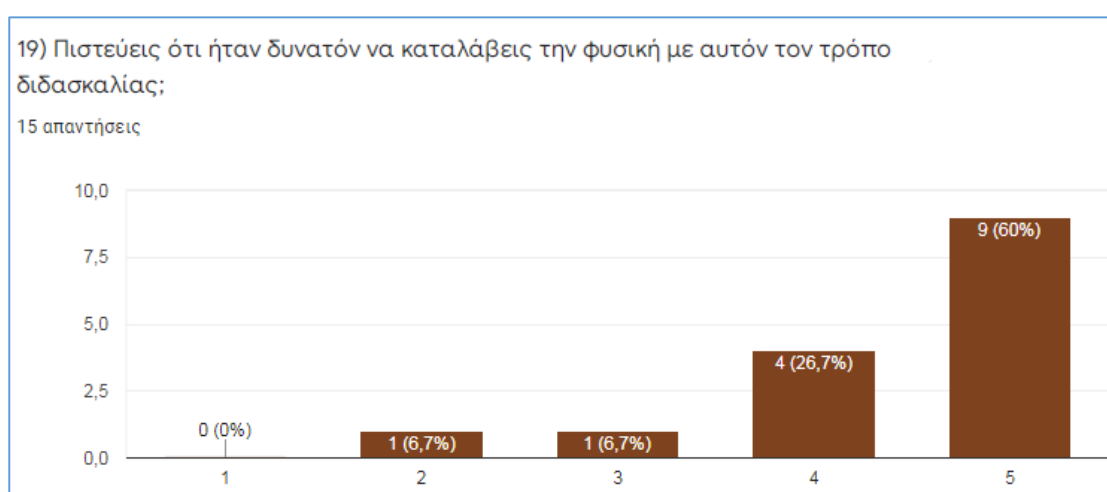
15 απαντήσεις



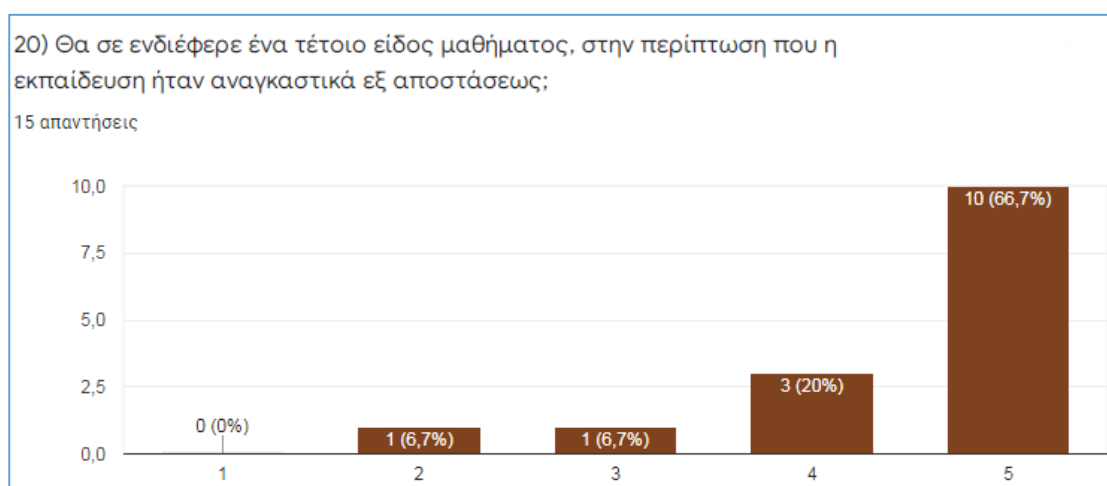
Πίνακας 13: Μέσος Όρος 4.6 / 5 (Ηθελα πολύ περισσότερα-Ήταν Αρκετά)



Πίνακας 14: Μέσος Όρος 4.53 / 5 (Πολύ Κακή-Πολύ Καλή)



Πίνακας 15: Μέσος Όρος 4.4 / 5 (Πολύ Δύσκολο-Πολύ Εύκολο)



Πίνακας 16: Μέσος Όρος 4.47 / 5 (Καθόλου-Πάρα Πολύ)

Η ερώτηση 5 ("Θες να προσθέσεις κάποια σχόλια σχετικά με την πλοήγηση στην ιστοσελίδα;") δέχτηκε πέντε απαντήσεις. Μαθήτρια σχολίασε "Μου άρεσαν πολύ οι εικόνες", αναφερόμενη στις κινούμενες και μη εικόνες που συμπεριέλαβα στις

διαφάνειες της θεωρίας. Διαφορετική μαθήτρια πρόβαλε το αίτημα “να προστεθεί και η υπόλοιπη ύλη της Α λυκείου”. Οι τρεις τελευταίες απαντήσεις, από δυο μαθητές και μία μαθήτρια, απάντησαν πιο στοχευμένα στο θέμα της πλοήγησης: “Μου αρέσει πολύ η δομή της ιστοσελίδας και πραγματικά είναι πολύ καλή δουλειά”, “Όχι, είναι εξαιρετική και εύκολη η πλοήγηση”, “Ήταν πολύ κατατοπιστική”.

Η ερώτηση 9 (“Θες να προσθέσεις κάποια σχόλια σχετικά με τα βίντεο;”) δέχτηκε επίσης πέντε απαντήσεις. Μια μαθήτρια άσκησε την κριτική “Θα ήθελα λίγο πιο ζωντανές και ζωηρές εκφωνήσεις”, ενώ ένας μαθητής αποκρίθηκε απλά “όχι”. Οι υπόλοιπες τρεις απαντήσεις, από έναν μαθητή και δύο μαθήτριες, θετικές και περιεκτικές: “Τα βίντεο ήταν ενδιαφέροντα.”, “Φανταστικά!”, “απλά και κατανοητά”.

Η ερώτηση 13 (“Θες να προσθέσεις κάποια σχόλια σχετικά με τις δραστηριότητες;”) δέχτηκε τέσσερις απαντήσεις. Μια μαθήτρια άσκησε την κριτική “σαν μαθήτρια με δυσκόλεψε να χρησιμοποιήσω τις προσομοιώσεις χωρίς καθοδήγηση”. Οι υπόλοιπες τρεις απαντήσεις, από τρεις μαθήτριες, ήταν θετικές: “Με βοήθησαν στην εμπέδωση”, “Χάρη σε αυτές η κατανόηση της θεωρίας γινόταν καλύτερη.”, “ΠΟΛΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ”.

Η ερώτηση 17 (“Θες να προσθέσεις κάποια σχόλια σχετικά με τα θεωρητικά κουίζ;”) δεν δέχτηκε καμία απάντηση.

Η ερώτηση 21 (“Θες να προσθέσεις κάποια σχόλια σχετικά με το μάθημα, συνολικά;”) δέχτηκε δεκαπέντε ερωτήσεις, όσες και οι 6 μαθητές και 9 μαθήτριες που συμμετείχαν. Τρεις μαθήτριες και ένας μαθητής απάντησαν απλώς “όχι” και ένας μαθητής απλώς “μπράβο”. Πέντε μαθήτριες και τρεις μαθητές έδωσαν απαντήσεις εκτενέστερες, αλλά με γενικό περιεχόμενο: “Πολύ ενδιαφέρον και βοηθητικό για μια τόσο ιδιαίτερη χρονιά. Ευχαριστούμε πολύ!”, “έχετε κάνει πολύ καλή δουλειά.”, “Ήταν πολύ μικρή χρονιά και μου χρειάστηκαν.”, “Ευχαριστούμε πολύ! Εύχομαι ο κόπος σας να εκτιμηθεί.”, “Ευχαριστώ για την παρουσίασή σας. Αρκετά καλή και βοηθητική”, “όχι, ήταν πολύ ωραία. Ευχαριστούμε πολύ!”, “Όχι, μου άρεσε πολύ!”, “Συνεχίστε την καλή δουλειά που κάνετε”. Ένας μαθητής και μια μαθήτρια, τέλος, αναφέρθηκαν πιο στοχευμένα σε στοιχεία του μαθήματος: “Το μάθημα μου άρεσε πολύ το βρήκα ενδιαφέρον και εντυπωσιάστηκα με τον τρόπο ανάλυσης και εξήγησης κάθε μαθήματος ήταν μια πολύ ωραία εμπειρία”, “Με τα οπτικοακουστικά μέσα που παρέχονται στη σελίδα η φυσική είναι πολύ πιο ενδιαφέρουσα.”.

Όλες οι απόψεις των συμμετεχόντων μεταφέρονται αυτούσιες, όπως καταγράφηκαν στην απαντητική φόρμα, με σκοπό την πλήρη διατήρηση του ύφους των δεκαεξάχρονων εκφραστών τους. Εκτός των παρουσιάσεων δεν είχα κανενός άλλου είδους επαφή με τους μαθητές, αν εξαιρέσουμε τις απαντήσεις μου στις λύσεις των ασκήσεων από τον μαθητή που απέστειλε και το παρακάτω [σχόλιο](#).

Ανάλυση των Ερευνητικών Αποτελεσμάτων και Συμπεράσματα

Ένα πρώιμο και βασικό συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί απ' τα παραπάνω στοιχεία είναι το γεγονός ότι, όσο τουλάχιστον αφορά την ιδιαίτερη προσέγγισή της και τα μέσα που αξιοποιεί για να την υποστηρίξει, η μέθοδός μου βρίσκει σημαντική ανταπόκριση μεταξύ των μαθητών. Η συντριπτική πλειοψηφία των γραπτών σχολίων είναι θετική και επιτιμητική, ενώ σχεδόν το σύνολο των ερωτημάτων βαθμολόγησης με άριστα το 5 έχει απαντήσεις με μέσο όρο τουλάχιστον 4. Οι μόνες δύο με χαμηλότερη βαθμολογία βρίσκονται στο 3.93 .

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά την ευκολία πλοήγησης στην ιστοσελίδα, το 60% των ερωτηθέντων βαθμολόγησε με 5 (*Πολύ Εύκολη*). Αυτό, ωστόσο, ήταν και το αρτιότερο αποτέλεσμα αναφορικά με την πλοήγηση, καθώς σε ερωτήματα για την ευκολία εντοπισμού των βίντεο/κουίζ/δραστηριοτήτων οι βαθμολογίες κινήθηκαν σε ελαφρώς χαμηλότερα επίπεδα. Η ερώτηση "*Μπορούσες να βρεις εύκολα το θεωρητικό μάθημα που έψαχνες;*" απέδωσε το μοναδικό 1 (*Πολύ Δύσκολα*) σε ολόκληρο το ερωτηματολόγιο, ενώ στην ερώτηση "*Μπορούσες να βρεις εύκολα το κουίζ ή το φύλλο ερωτήσεων που έψαχνες;*" οι βαθμολογήσεις με 4 ξεπέρασαν - επτά αντί έξι- αυτές με 5 (*Πολύ Εύκολα*).

Παρόλ' αυτά, όλοι οι υπόλοιποι μαθητές βρήκαν τον εντοπισμό των θεωρητικών μαθημάτων τουλάχιστον αρκετά εύκολο (το 93.3% βαθμολόγησε με ≥ 4), επιβεβαιώνοντας ότι ο διαχωρισμός σε διδακτικές ώρες, με συνοπτική περιγραφή του περιεχομένου της καθεμιάς ακριβώς κάτω απ' τον τίτλο της στη σχετική υποσελίδα, βοηθά τους μαθητές να πλοηγηθούν ακόμη και χωρίς καθοδήγηση. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα είχε η ακριβέστερη περιγραφή από την μαθήτρια που βαθμολόγησε με 1 του ακριβούς σοβαρού προβλήματος που αντιμετώπισε στον εντοπισμό συγκεκριμένου μαθήματος, καθώς το κριτήριο της αναζήτησής της θα μπορούσε να αποκαλύψει παράληψη στην ορθή περιγραφή κάθε μαθήματος.

Οι ερωτήσεις για τον επιτυχή εντοπισμό των πειραματικών δραστηριοτήτων και των θεωρητικών κουίζ απέδωσαν μέσους όρους 4.33 και 4.27 αντίστοιχα, με σχετικά ομαλή κατανομή στις τιμές 4 και 5, και δύο βαθμολογήσεις με 3. Συμπερασματικά οι μαθητές δεν αντιμετώπισαν συστηματικό πρόβλημα στην πλοήγηση (υπήρξαν, αντίθετα, τρία επιτιμητικά σχόλια για την δομή της ιστοσελίδας) και πιθανές δυσκολίες θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν με εισαγωγικό βίντεο, στην αρχική σελίδα, που θα επεξηγεί με λεπτομέρειες τα βασικά σημεία της μεθόδου και την μέθοδο προσπέλασής τους.

Η ανταπόκριση απέναντι στα βίντεο του μαθήματος υπήρξε ακόμη πιο ενθαρρυντική, καθώς στις ερωτήσεις "*Πώς σου φάνηκαν τα βίντεο του μαθήματος;*" και "*Ήταν απλά και κατανοητά όσα έλεγα;*" οι μέσοι όροι έφτασαν το 4.53, χωρίς καμιά βαθμολογία μικρότερη του 4. Η επόμενη ερώτηση, "*Τα βίντεο ήταν μεγάλα σε διάρκεια;*", είναι και η μοναδική χωρίς γραμμική αύξηση της βαθμολογίας, καθώς η θεωρητικά ιδανική απάντηση 3 βρίσκεται ακριβώς στο μέσο του άξονα

Υπερβολικά Μεγάλα-Υπερβολικά Μικρά. Ο μέσος όρος των απαντήσεων ήταν 3.2, συμπεριλαμβάνοντας και μια βαθμολόγηση με 5, υποδηλώνοντας γενικευμένη ικανοποίηση για την έκταση των βίντεο, με αμυδρή ίσως υποψία ανάγκης για περιεκτικότερη ανάλυση του περιεχομένου.

Το σχόλιο της μαθήτριας που αναφέρθηκε σε *“πιο ζωντανές και ζωηρές εκφωνήσεις”* οφείλεται κατά πάσα πιθανότητα στο γεγονός ότι αρκετοί μαθητές παρακολούθησαν κάποια από τα βίντεο των πρώτων διδακτικών ωρών, όταν οι παραδόσεις μου δεν είχαν αποκτήσει ακόμη την απαιτούμενη φυσικότητα, όπως αυτή χαρακτηρίζει μετέπειτα διαλέξεις. Αντικατάσταση των εκπαιδευτικών βίντεο από τις πρώτες δύο διδακτικές ώρες βρίσκεται ήδη υπό εξέταση, και κατά τη συγγραφή της παρούσας αναφοράς η πρώτη διδακτική ώρα (που έτσι κι αλλιώς δεν ανήκει στη διδακτέα ύλη) έχει αφαιρεθεί από την ιστοσελίδα. Συμπερασματικά, και πέρα από ελαφρώς μειωμένη διάρκεια σε ορισμένες περιπτώσεις, βελτιωτικές αλλαγές στα εκπαιδευτικά βίντεο δεν αφορούν τόσο την κατανόηση των μαθητών όσο πιθανά ζητήματα όπως η επιστημονική και εννοιολογική ακρίβεια, αλλά και η φυσικότητα της περιγραφής.

Στον τομέα των δραστηριοτήτων, που αποτελεί το επίκεντρο αλλά και το πλέον περίπλοκο τμήμα της μεθόδου, τα αποτελέσματα κρίνονται επιτυχή αλλά και επιδεκτικά απέναντι σε βελτιώσεις. Το περιεχόμενό τους κατόρθωσε αδιαμφισβήτητα να κινήσει το ενδιαφέρον των μαθητών, καθώς ο μέσος όρος απαντήσεων στην ερώτηση *“Πώς σου φάνηκαν οι δραστηριότητες που σου δόθηκαν να κάνεις;”* έφτασε το 4.4, περιλαμβάνοντας μία μόλις βαθμολόγηση με 3. Σε ανάλογα επίπεδα κινήθηκε η αίσθηση κατανόησης των ζητημάτων από τους μαθητές (*“Μπορούσες να κατάλαβες τι ζητούσα;”*), με μέσο όρο απαντήσεων το 4.47 και εννιά βαθμολογήσεις με 5 (*Απολύτως*). Υπήρξε ωστόσο και μια βαθμολόγηση με 2, ενώ από την ίδια μαθήτρια προήλθε και το κριτικό σχόλιο *“σαν μαθήτρια με δυσκόλεψε να χρησιμοποιήσω τις προσομοιώσεις χωρίς καθοδήγηση”*.

Κρίσιμη αποδείχθηκε η ερώτηση *“Ήταν εύκολο να χρησιμοποιήσεις τις προσομοιώσεις;”* που απέδωσε και τον χαμηλότερο μέσο όρο μεταξύ των ερωτήσεων, με 3.93, ενώ παράλληλα υπήρξαν δύο βαθμολογήσεις με 2 και δύο με 3. Το εν λόγω αποτέλεσμα δεν αποτελεί παράδοξο, καθώς σε αντίθεση με προηγούμενα ερωτήματα, που αφορούσαν ζητήματα αισθητικής ή κατανόησης, το συγκεκριμένο αφορά την απόδοση των μαθητών στην ορθή χρήση ενός σύνθετου προγράμματος, χωρίς άμεση καθοδήγηση. Η πλειοψηφία των ερωτηθέντων, παρόλ' αυτά, κατόρθωσε να ανταποκριθεί σε ικανοποιητικό επίπεδο, ή τουλάχιστον αρκετά ικανοποιητικό ώστε να βαθμολογεί θετικά την πειραματική εμπειρία και να την αξιολογεί ως επιδραστική στην κατανόηση της θεωρίας.

Οι λιγοστές αρνητικές απαντήσεις, ωστόσο, οφείλουν να μην αγνοηθούν, καθώς υποδηλώνουν πιθανές ελλείψεις στην ακριβή καθοδήγηση των μαθητών για την διεκπεραίωση των πειραματικών δραστηριοτήτων. Πέρα από την πραγματοποίηση αναλυτικών εφαρμογών επίδειξης με τη βοήθεια των ίδιων ψηφιακών διατάξεων

που θα χρησιμοποιηθούν και από τους μαθητές, παροχή που ήδη συμπεριλαμβάνεται στην ιστοσελίδα, ως προσθήκη υψίστης σημασίας χαρακτηρίζεται η ηχογράφηση βίντεο οδηγιών με πλήρη περιγραφή των διατάξεων, η αναφορά σε όλα τα σημαντικά εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν και η ανάλυση της χρηστικότητάς τους. Βίντεο αυτής της μορφής προβλέπονται ήδη για τις περισσότερες διδακτικές ώρες, αλλά το επίπεδο εμπάθυνας στην περιγραφή θα εξαρτηθεί άμεσα από το επίπεδο κατανόησης και απόδοσης των μαθητών μακροπρόθεσμα. Συμπερασματικά, πιθανές βελτιωτικές αλλαγές στον τομέα των δραστηριοτήτων δεν αφορούν άμεσα την ίδια τη φύση του ψηφιακού πειραματισμού και των ερωτημάτων στις απαντητικές φόρμες, όσο τη διασφάλιση ότι κανένας μαθητής δεν θα αποκλειστεί από τα παραπάνω εξαιτίας ελλιπούς κατανόησης στη χρήση των εικονικών διατάξεων.

Στον τομέα των θεωρητικών κουίζ η ανταπόκριση υπήρξε ανάλογη, ίσως όχι τόσο εξαιτίας της εγγενούς δυσκολίας των ερωτημάτων, όσο της άμεσης παραπομπής τους σε παραδοσιακό ασκησιολόγιο κοινών εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Το ερώτημα *“Πώς σου φάνηκαν τα κουίζ που υπήρχαν στο τέλος κάθε θεωρητικού μαθήματος;”* είχε από κοινού με προηγούμενο τον χαμηλότερο μέσο όρο απαντήσεων, με 3.93, συμπεριλαμβανομένων μόλις τεσσάρων βαθμολογήσεων με 5 (*Πολύ Εύκολα*), τριών με 3 και μιας με 2. Η αντίστοιχη αλλά με εναλλακτική διατύπωση ερώτηση *“Δυσκολεύτηκες να τα λύσεις;”* είχε μέσο όρο απαντήσεων το 4, εμφανίζοντας ομαλή κατανομή γύρω από τη συγκεκριμένη τιμή.

Παρόλ’ αυτά το αποτέλεσμα οφείλει να θεωρηθεί επιτυχημένο, καθώς σε αντίθεση με προηγούμενα ερωτήματα στόχος των θεωρητικών κουίζ αξιολόγησης είναι να εκφράζουν έναν στοιχειώδη βαθμό δυσκολίας. Το σκεπτικό πίσω από τη δημιουργία των ασκήσεων ήταν να παραμείνουν κατά το δυνατόν προσιτές από κάθε μαθητή που θα έχει παρακολουθήσει τη μέθοδο, αλλά αν οι βαθμολογίες των μαθητών με 5 (*Πολύ Εύκολα*) είχαν καταλάβει υπερβολικά υψηλό ποσοστό οι ασκήσεις δεν θα ήταν πραγματικά ικανές να αξιολογήσουν ουσιαστικές γνώσεις.

Ωστόσο, η ερώτηση *“Θεωρείς πώς όσα άκουσες στα βίντεο των μαθημάτων ήταν αρκετά για να λύσεις τα αντίστοιχα κουίζ;”* θα όφειλε να βαθμολογηθεί αρκετά ψηλά, καθώς σε αντίθετη περίπτωση θα υπήρχαν σοβαρές παραλείψεις είτε στις παραδόσεις καθαυτές είτε στην πρακτική σύνδεσή τους με την αντίστοιχη αξιολόγηση. Οι βαθμολογήσεις με 5 (*Ήταν Αρκετά*) έφτασαν σε ποσοστό μεγαλύτερο από κάθε άλλη ερώτηση (73.3%) και ο μέσος όρος το 4.6, υποδεικνύοντας ότι στη συντριπτική τους πλειοψηφία οι μαθητές θεώρησαν την ύλη των διαλέξεων επαρκή ώστε να επιλύσουν τα θεωρητικά κουίζ. Χαρακτηριστικό μπορεί να θεωρηθεί το γεγονός ότι σε αυτό τον τομέα δεν υπήρξαν καθόλου γραπτά σχόλια, καθώς οι βαθμολογίες περιγράφουν απόλυτα τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου στοιχείου της μεθόδου. Συμπερασματικά η αξιολόγηση κρίνεται απλώς εύστοχη και στοιχειωδώς απαιτητική, και πιθανές βελτιωτικές ενέργειες θα

βασίζονται περισσότερο σε ορθότερη κάλυψη της διδακτέας ύλης παρά σε κάποιες μορφές απλοποίηση ή αναθεώρηση στην διατύπωση.

Το τελευταίο τμήμα του ερωτηματολογίου αφορά το σύνολο της εκπαιδευτικής εμπειρίας, σύμφωνα με την τελική εντύπωση των συμμετεχόντων, και συμβάλει καθοριστικά στο τελικό συμπέρασμα για την απήχηση και τις πιθανές της ελλείψεις. Στην γενική και περιεκτική ερώτηση *“Πώς σου φάνηκε η διαδικασία του μαθήματος γενικά;”* ο μέσος όρος έφτασε το 4.53, λαμβάνοντας εννιά βαθμολογήσεις με 5 (*Πολύ Καλή*), πέντε με 4 και μία με 3. Παρατηρείται κοινώς μια γραμμική αύξηση της συνολικής ικανοποίησης από το μέσο του άξονα προς το θετικό άκρο, υποδηλώνοντας μια γενικευμένη ανταπόκριση απέναντι στην εκπαιδευτική μεθοδολογία.

Τα κίνητρα πίσω από τη μοναδική βαθμολόγηση με 3 μπορούν να εντοπιστούν σε δυσκολίες κατά την πλοήγηση και τη χρήση των δραστηριοτήτων, καθώς η ίδια μαθήτρια που την απέδωσε, στα ερωτήματα *“Μπορούσες να βρεις εύκολα το θεωρητικό μάθημα που έψαχνες;”* και *“Ήταν εύκολο να χρησιμοποιήσεις τις προσομοιώσεις;”* αντίστοιχα βαθμολόγησε με 1 και 2. Οι πέντε βαθμολογήσεις με 4 δεν συμπίπτουν με άλλες ιδιαιτέρως χαμηλές βαθμολογίες σε προηγούμενες ερωτήσεις, αλλά οι τρεις εξ αυτών δεν απέδωσαν σχεδόν κανένα 5 στο υπόλοιπο ερωτηματολόγιο, υποδηλώνοντας ομοιόμορφη κατανομή εντυπώσεων σε επίπεδα λίγο χαμηλότερα του *Άριστου* για το σύνολο της ιστοσελίδας.

Η επόμενη ερώτηση, *“Πιστεύεις ότι ήταν δυνατόν να καταλάβεις την φυσική με αυτόν τον τρόπο διδασκαλίας;”*, έχει μέσο όρο 4.4 και εννιά βαθμολογήσεις με 5 (*Πολύ Εύκολο*), αλλά και δύο με 3 και 2 αντίστοιχα. Μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση είναι ότι οι ερωτηθέντες που απέδωσαν τις δύο αυτές χαμηλότερες βαθμολογίες είχαν βαθμολογήσει με 4 και 5, αντίστοιχα, στην προηγούμενη ερώτηση, ενώ το μοναδικό 3 που είχε εμφανιστεί προηγουμένως βαθμολόγησε τώρα με 5.

Το άμεσο συμπέρασμα που εξάγεται αποτελεί το ενδεχόμενο της σημαντικής μεθοδολογικής απήχησης της μεθόδου σε κάποιους μαθητές, που όμως αδυνατούν να την μεταχειριστούν σωστά σε πρακτικό επίπεδο, ενώ παράλληλα κάποιοι άλλοι δεν μένουν ικανοποιημένοι από την παιδαγωγική προσέγγιση, παρά το γεγονός ότι μπορούν να την αξιοποιήσουν εποικοδομητικά. Ο μεθοδολογικός συγκερασμός των δύο αυτών ζητούμενων αποτελεί βασική προτεραιότητα σε πιθανές διορθωτικές ενέργειες. Ένα επίσης ενδιαφέρον στοιχείο είναι ότι οι μαθητές που βαθμολόγησαν με 2 και 3 στη συγκεκριμένη ερώτηση απέδωσαν ανάλογες βαθμολογίες στους τομείς των θεωρητικών κουίζ και των πειραματικών δραστηριοτήτων, αλλά όχι σε προηγούμενους, καταδεικνύοντας σε ακόμη μεγαλύτερο βαθμό την εξάρτηση της μεθόδου από την σωστή πρακτική καθοδήγηση των μαθητών στα πλέον απαιτητικά τμήματά της.

Τα αποτελέσματα της τρίτης ερώτησης, *“Θα σε ενδιέφερε ένα τέτοιο είδος μαθήματος, στην περίπτωση που η εκπαίδευση ήταν αναγκαστικά εξ αποστάσεως;”*

είναι σχεδόν πανομοιότυπα με αυτά της προηγούμενης, καθώς ο μέσος όρος έφτασε το 4.47 και οι βαθμολογήσεις με 5 (*Πάρα Πολύ*) το 66.7%. Υπήρξαν, ωστόσο, και πάλι δύο βαθμολογήσεις με 2 και 3 αντίστοιχα, οι οποίες όμως δεν προέκυψαν από τους ίδιους μαθητές που απέδωσαν τις σχετικές απαντήσεις στην προηγούμενη ερώτηση, καθώς εκεί είχαν βαθμολογήσει με 5 και 4 αντίστοιχα.

Το συμπέρασμα απ' αυτό το γεγονός εκθέτει ένα ακόμη σημαντικό ενδεχόμενο, αυτό της ικανότητας των μαθητών να αποδώσουν στο συγκεκριμένο μεθοδολογικό πλαίσιο, αλλά να μην το θεωρούν πρώτη επιλογή κατά την εξ αποστάσεως εκπαίδευσή τους. Όπως είναι φυσικό, παράλληλα, τα αποτελέσματα της τελευταίας αυτής ερώτησης συνδέονται στενότερα με την προ προηγούμενη (*"Πώς σου φάνηκε η διαδικασία του μαθήματος γενικά;"*), καθώς η μαθήτρια που απέδωσε το μοναδικό 3 εκεί βαθμολόγησε τώρα με 2, ενώ οι περισσότεροι μαθητές έδωσαν τον ίδιο βαθμό στις δυο αυτές ερωτήσεις και κανένας δεν τον μετέβαλε πάνω από μια μονάδα. Ο συγκερασμός και των δύο παραπάνω γεγονότων αποτελεί επίσης βασική παιδαγωγική και μεθοδολογική προτεραιότητα.

Όσον αφορά τον τελικό σχολιασμό κανείς από τους 15 μαθητές και μαθήτριες δεν έδωσε αρνητικά σχόλια (υπήρξαν απλώς τέσσερις αρνήσεις για περαιτέρω σχολιασμό), ενώ οι έντεκα έκριναν επιτιμητικά την προσπάθεια. Τρεις απ' αυτούς αναφέρθηκαν σε *"πολύ καλή δουλειά"*, δύο στο γεγονός ότι η μέθοδός μου συνέβαλε θετικά στην ιδιαίτερη εκείνη σχολική χρονιά, ένας στον *"εντυπωσιακό"* τρόπο ανάλυσης και ένας στη θετική συμβολή των οπτικοακουστικών μέσων.

Συμπερασματικά, λαμβάνοντας υπ' όψη τόσο τις υψηλές βαθμολογίες σε όλους τους τομείς του ερωτηματολογίου, όσο και τα θετικά σχόλια από το σύνολο σχεδόν των απαντήσεων, μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι η ολοκληρωμένη εμπειρία των συμμετεχόντων χαρακτηρίζεται από θετικό πρόσημο. Η πλοήγηση στην ιστοσελίδα και τα διαφορετικά της χαρακτηριστικά αποδεικνύεται προσιτή για την πλειοψηφία των μαθητών, τα εκπαιδευτικά βίντεο ελκυστικά και επεξηγηματικά, οι πειραματικές δραστηριότητες ενδιαφέρουσες και φιλικές προς τον χρήστη, ενώ τα θεωρητικά κουίζ εύστοχα και με τον κατάλληλο βαθμό δυσκολίας.

Σημαντική αφορμή ανατροφοδότησης, ωστόσο, αποτελούν οι λιγοστές αλλά εντοπισμένες ελλείψεις που διακρίνονται στα ερευνητικά στοιχεία. Στις τέσσερις ερωτήσεις που αφορούν την πλοήγηση υπήρξαν συνολικά επτά βαθμολογήσεις με ≤ 3 (το 11.67%), μια εκ των οποίων με 1. Η επιδιόρθωση των σχετικών ανωμαλιών μπορεί να περιλαμβάνει αναλυτικά βίντεο οδηγιών για τη λειτουργία του ιστοτόπου, σαφείς και ευδιάκριτες σημάνσεις για τους υπερσυνδέσμους που οδηγούν από συγκεκριμένο τμήμα του σε άλλα, αλλά και τακτικές αναφορές στα εκπαιδευτικά βίντεο για το πού θα πρέπει να κατευθυνθεί ο μαθητής αμέσως μετά.

Στις τρεις ερωτήσεις που αφορούν τα βίντεο υπήρξε μία μόλις ακραία αρνητική απάντηση (το 2.22%), που τα βαθμολόγησε ως *Υπερβολικά Μεγάλα*. Πιθανός

περιορισμός της διάρκειας δε χαρακτηρίζεται ως πρώτη προτεραιότητα, αλλά εάν δρομολογηθεί θα αφορά αδιαμφισβήτητα την περιεκτικότητα και την ευστοχία του περιεχομένου, και όχι την ορθή κάλυψη της ύλης ή τη μεθοδολογική προσέγγιση.

Στις τρεις ερωτήσεις που αφορούν τις δραστηριότητες υπήρξαν έξι βαθμολογήσεις με ≤ 3 (το 13.33%) εκ των οποίων οι τέσσερις αφορούν τη χρήση των ψηφιακών πειραματικών διατάξεων. Όπως είναι προφανές μερίδα μαθητών συναντά δυσκολίες στην προσπάθεια να χρησιμοποιήσει επιτυχημένα και εύστοχα τις διατάξεις χωρίς άμεση και εντοπισμένη βοήθεια, γεγονός που απαιτεί διορατικότητα στην επιδιόρθωσή του. Οι εφαρμογές επίδειξης οφείλουν να παρουσιάζονται αναλυτικές και εκτενείς, με πολλαπλές χρήσεις των πειραματικών εργαλείων, ενώ ο δημιουργός τους οφείλει να αναλογιστεί εκ των προτέρων ποια πιθανά εμπόδια θα μπορούσε να αντιμετωπίσει ένας μαθητής της Α' Λυκείου κατά την επίλυση των δραστηριοτήτων που του έχουν δοθεί.

Στις τρεις ερωτήσεις που αφορούν τα θεωρητικά κουίζ υπήρξαν δέκα βαθμολογήσεις με ≤ 3 (το 22.22%), εκ των οποίων μόλις οι δύο στην ερώτηση που αφορά τη σύνδεση των εκπαιδευτικών βίντεο με την αξιολόγηση. Απλοποίηση των ερωτήσεων κατανόησης δεν προβλέπεται, ίσως αντίθετα να υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης του επιπέδου γνωστικής ακρίβειας που θα απαιτείται για την επίλυσή τους, αλλά και μεγαλύτερη εστίαση στην προετοιμασία που θα παρέχουν για τις αντίστοιχες πειραματικές δραστηριότητες.

Στις τρεις ερωτήσεις, τέλος, που αφορούν τη γενική κριτική πάνω στη μέθοδο υπήρξαν πέντε βαθμολογήσεις με ≤ 3 (το 11.11%), και είκοσι οκτώ με 5 (το 62.22%). Το σύνολο των μαθητών μπορεί είτε να επικροτήσει σε παιδαγωγικό επίπεδο, είτε να κατανοήσει, είτε να αξιοποιήσει σωστά την ιστοσελίδα, και η συντριπτική πλειοψηφία μπορεί να κάνει και τα τρία. Οι λιγοστές ενστάσεις, όπως αναφέρθηκε, μπορούν να εντοπιστούν στους τομείς της αξιολόγησης και της περιήγησης, ενώ οι σχετικές βελτιωτικές παρεμβάσεις έχουν περιγραφεί αναλυτικά παραπάνω. Οι περισσότερες έχουν ήδη εφαρμοστεί στο περιεχόμενο της ιστοσελίδας, αλλά ο ακριβής βαθμός της εκάστοτε παρέμβασης, όπως και οι ακριβείς ελλείψεις που οφείλουν να αντιμετωπιστούν, μπορούν να προσδιοριστούν μόνο με περαιτέρω δοκιμαστικές και ερευνητικές απόπειρες, που αποτελούν και την θεματική του τελευταίου υποκεφαλαίου της παρούσας αναφοράς.

Προτάσεις μελλοντικής Έρευνας

Ολοκληρώνοντας την περιγραφή της εκπαιδευτικής μου μεθόδου, αλλά και της πρακτικής εφαρμογής της, θεωρώ σημαντικό να παραχωρήσω μια σειρά από πιθανές ερευνητικές οδούς σε δύο βασικούς άξονες· συμπεράσματα από τη δοκιμή στο ιδιωτικό Λύκειο, και συγκεκριμένες μεθοδολογικές δυνατότητες που αναφέρθηκαν στη Θεωρητική Εισαγωγή αλλά δεν αξιοποιούνται στο τελικό αποτέλεσμα με την τρέχουσα μορφή του.

Οι πιθανές ελλείψεις που παρατηρήθηκαν κατά την αξιοποίηση της ιστοσελίδας στο σχολικό περιβάλλον αναδείχθηκαν μέσα από τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου, και αναφέρονται αναλυτικά παραπάνω. Διορθωτικές ενέργειες με βάση τις παρατηρήσεις έχουν ήδη πραγματοποιηθεί, και υπάρχει σημαντικό περιθώριο για αρκετές περαιτέρω βελτιώσεις, αλλά οποιεσδήποτε μεταβολές που θα βασίζονται αποκλειστικά στο προσωπικό κριτήριο και τη διαίσθησή μου θα αποτελούν τυφλές εκτιμήσεις. Μοναδική διαδικασία που θα επιφέρει στοχευμένες παρατηρήσεις και αλλαγές αποτελεί η εκτενέστερη συλλογή εντυπώσεων από υποψήφιους μαθητές, σε όσο το δυνατόν πιο στενά συνεργατικά πλαίσια.

Οι πηγές των επιπλέον πειραματικών στοιχείων οφείλουν να προέρχονται από κάθε πιθανό υπόβαθρο· μαθητές που εργάζονται σε τάξη πολλών ατόμων (σχολείο), λιγότερων ατόμων (φροντιστήριο), ή και μόνοι, μαθητές που η μέθοδός μου τους προτάθηκε μέσω παρουσίας ή την εντόπισαν με δικά τους μέσα, που θα δεχθούν ή δεν θα δεχθούν βοήθεια, που έχουν ή δεν έχουν λάβει εκπαίδευση στην ύλη της Α' Λυκείου από άλλη πηγή, που θα αξιοποιήσουν κάποιες ή και όλες τις πτυχές της μεθόδου, που θα την αξιοποιήσουν καθ' όλη τη διάρκεια της χρονιάς ή τμηματικά, σαν βασική πηγή εκπαίδευσης ή βοηθητική, και ούτω καθεξής. Οι πιθανοί παράγοντες που θα επηρεάσουν την απήχηση και την αποτελεσματικότητα της ιστοσελίδας μπορούν να αποδειχθούν αμέτρητοι, και η εφαρμογή της σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ποικιλία διαφορετικών εκπαιδευτικών αναγκών πρόκειται να ενδυναμώσει περαιτέρω τα θετικά της χαρακτηριστικά και να αποκαλύψει περισσότερες μεθοδολογικές παραλείψεις (Dhawan, 2020).

Στοιχεία που αδιαμφισβήτητα οφείλουν να αναλυθούν σε επόμενη έρευνα, ωστόσο, αποτελούν τα ευρήματα από τις απαντήσεις των 15 μαθητών που συμμετείχαν στις παρουσιάσεις του Μαΐου 2021. Σημεία ενδιαφέροντος ήταν οι πιθανές δυσκολίες στην πλοήγηση του ιστοτόπου, ο εντοπισμός συγκεκριμένης πληροφορίας στα θεωρητικά βίντεο, η μετάβαση από την παράδοση στις δραστηριότητες ή το θεωρητικό κουίζ, η καλύτερη καθοδήγηση στη χρήση των ψηφιακών διατάξεων και στην πρακτική τους αξιοποίηση, αλλά και η γενικότερη βελτιστοποίηση της εξ αποστάσεως και ασύγχρονης παιδαγωγικής εμπειρίας.

Η εμπάθυνση στους συγκεκριμένους τομείς μπορεί να πραγματοποιηθεί, σε πρώτη φάση, μέσα από ενημερωμένο ερωτηματολόγιο, ή το απευθείας αίτημα προς τους μαθητές να εξηγήσουν περαιτέρω μια αρνητική βαθμολογία ή κριτική. Χαρακτηριστικές ερωτήσεις, παραδείγματος χάρη, που θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν σε πιθανή επέκταση της παραπάνω έρευνας είναι και οι εξής: *“Τι θεωρείς ότι σε δυσκόλεψε κατά την πλοήγηση της ιστοσελίδας;”, “Τι προσπάθησες να βρεις αλλά δεν σου ήταν εύκολο;”, “Πώς πιστεύεις ότι θα μπορούσαν να βελτιωθούν οι εκφωνήσεις των βίντεο;”, “Ποιο βίντεο ήταν τόσο μεγάλο που δεν κατόρθωσε να κρατήσει την προσοχή σου;”, “Πώς σκέφτηκες να ψάξεις για τις δραστηριότητες/τα θεωρητικά κουίζ και δεν κατάφερες να τις/τα βρεις;”, “Πού πιστεύεις ότι θα έπρεπε να μπορείς να τα βρεις;”, “Τι δεν σου άρεσε στις*

δραστηριότητες;”, “Τι ακριβώς σε δυσκόλεψε στις εκφωνήσεις των δραστηριοτήτων/των θεωρητικών κουίζ;”, “Τι ακριβώς σε δυσκόλεψε στη χρήση των ψηφιακών πειραματικών διατάξεων;”, “Τι παραπάνω θα ήθελες να γράφω στην ιστοσελίδα, ως οδηγίες, για να την χρησιμοποιήσεις καλύτερα;”, “Ποιο θεωρείς ότι ήταν το χειρότερο σημείο του μαθήματος;”, “Για ποιους λόγους θεωρείς ότι αυτού του είδους το μάθημα δεν θα σε βοηθήσει να καταλάβεις τη φυσική;” και τέλος, “Αν η εκπαίδευση ήταν υποχρεωτικά εξ αποστάσεως, τι θα σε έκανε να προτιμήσεις κάποια άλλη μέθοδο και όχι αυτή;”.

Διαφορετικού τύπου έρευνες, προσαρμοσμένες σε περιβάλλοντα όπως αυτά που ανέφερα νωρίτερα, θα μπορούσαν θεωρητικά να φέρουν στην επιφάνεια διαφορετικού τύπου προβληματισμούς, με ανάγκη για επιπλέον διερεύνηση· προς το παρόν, ωστόσο, δεν αποτελούν παρά εικασίες. Αντίθετα, σημαντικοί θεματικοί κύκλοι προσαρμογών στα σύγχρονα πρότυπα αναδεικνύονται χάρη στη διεθνή βιβλιογραφία.

Σε αρκετά εδάφια της θεωρητικής εισαγωγής αναφέρθηκα επανειλημμένα στη σύγχρονη ανάγκη της συνεργατικότητας κατά την εξ αποστάσεως εκπαίδευση, που μπορεί να υποκαταστήσει στο μέγιστο δυνατό βαθμό την έλλειψη της κοινωνικοποίησης που στα πλαίσια παραδοσιακής εκπαίδευσης θα λάμβανε χώρα στο εσωτερικό της σχολικής αίθουσας (Garrison & Anderson, 2003). Παρόλ' αυτά, η τρέχουσα μορφή της ιστοσελίδας δεν προβλέπει κάποια οργανωμένη παροχή κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Βασικό χαρακτηριστικό ενός προγράμματος ασύγχρονης εκπαίδευσης αποτελεί η απόλυτη ελευθερία του χρήστη να το παρακολουθήσει με τον δικό του προσωπικό ρυθμό, από όποιους παράγοντες κι αν αυτό καθοδηγείται (Hrastinski, 2007). Ιδιαίτερη βάση, κατ' επέκταση, δόθηκε στη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού προσβάσιμου από κάθε μαθητή με σύνδεση στο διαδίκτυο, ακόμη κι αν βρίσκεται απομονωμένος και χωρίς κανενός είδους ακαδημαϊκή κοινωνικοποίηση (Dhawan, 2020).

Η πολυπόθητη σύνθεση των θετικών στοιχείων σύγχρονης και ασύγχρονης διδασκαλίας, ωστόσο, απαιτεί την εισαγωγή και την πρακτική δοκιμή συστήματος ανταλλαγής δεδομένων και απόψεων, ακόμη και χωρίς άμεση παρέμβαση από τον καθηγητή. Κάθε Διδακτική Ώρα, ενδεικτικά, και με πιθανό διαχωρισμό στον τομέα των βίντεο και των δραστηριοτήτων, θα μπορεί να φέρει ένα είδος forum όπου οι μαθητές θα εκφράζουν απορίες και θα συζητούν τα πειραματικά τους αποτελέσματα (Hrastinski, 2007). Βασικές προκλήσεις μιας τέτοιας επέκτασης, απ' την άλλη πλευρά, αποτελούν οι τεχνολογικοί περιορισμοί και τα ζητήματα ασφαλείας. Ένα τέτοιο σύστημα επικοινωνίας θα μπορεί να επιτρέπει ανταλλαγές οποιουδήποτε πληροφοριακού μέσου, από μηνύματα έως εικόνες και βίντεο ή λοιπά αρχεία, ενώ θα πρέπει να βρίσκεται υπό συνεχή επιτήρηση για πιθανή ανάρμωση συμπεριφορά.

Ένα ακόμη σημαντικό θέμα που προκύπτει αφορά την φερεγγυότητα των χρηστών (Gautam, 2020; Mukhtar et al. 2020). Οι ψηφιακές πειραματικές διατάξεις είναι

προγραμματισμένες να εξάγουν αυτόματα τα σχετικά αποτελέσματα στην οθόνη, εξαλείφοντας αυτόματα τη δυνατότητα αξιολόγησης ερωτημάτων όπου ο μαθητής καλείται να χρησιμοποιήσει τις δραστηριότητες ώστε να υπολογίσει καθορισμένα αποτελέσματα. Το συγκεκριμένο πρόβλημα επιλύεται σε κάποιο βαθμό από τον τύπο των ερωτήσεων που επιλέγω, καθώς δεν αναζητούν μόνο συγκεκριμένα αποτελέσματα αλλά και τον σχετικό τρόπο επίλυσης/σκέψης (π.χ. *“Θα ήθελα να γράψεις αναλυτικά τους υπολογισμούς σου”*). Ακόμη μεγαλύτερες αμφιβολίες για την ακεραιότητα της διαδικασίας προκύπτουν σε περιπτώσεις βαθμοθηρίας κατά τη διάρκεια σημαντικών εξετάσεων, που για αυτό τον λόγο ήδη δεν προβλέπονται από τη μέθοδο. Χωρίς συστηματική πρακτική αντιμετώπισης πιθανής διαφθοράς, η απονομή βαθμών τετραμήνου ή τελικών όπως λαμβάνει χώρα σε ένα Γενικό Λύκειο δεν είναι εφικτή μόνο μέσα από τις αξιολογήσεις της ιστοσελίδας.

Μια ακόμη πιθανή ενδιαφέρουσα προσθήκη, με δυναμικά σημαντικές επιδράσεις στο τελικό αποτέλεσμα, είναι η προσαρμογή του περιεχομένου τουλάχιστον των θεωρητικών κουίζ και των δραστηριοτήτων στις ιδιαίτερες ανάγκες κάθε μαθητή (Dhawan, 2020). Ένα πρώτο βήμα θα αποτελούσε πιθανή δημιουργία περισσότερων της μίας σειρών με ερωτήσεις για κάθε Διδακτική Ώρα, και ο μαθητής θα καλείται να επιλέξει το σχετικό επίπεδο δυσκολίας που θεωρεί ότι τον αντιπροσωπεύει. Σε δεύτερη φάση, η μέθοδος θα προτείνει αυτόματα στον εκάστοτε μαθητή το προτεινόμενο επίπεδο δυσκολίας, με βάση την απόδοσή του σε προηγούμενες δοκιμασίες. Εναλλακτικά, και σε περίπτωση αλληλεπίδρασης με τον καθηγητή, εκείνος θα προτείνει στον μαθητή εξατομικευμένες ασκήσεις από σχετική τράπεζα.

Στα πλαίσια της προηγούμενης εφαρμογής, οι μαθητές θα μπορούν να ενθαρρύνονται να προτείνουν οι ίδιοι πιθανές πειραματικές εφαρμογές, βασισμένοι σε αγαπημένες τους πειραματικές διατάξεις που δεν έχουν ακόμη δει να αξιοποιούνται με επιθυμητό τρόπο. Οι ιδέες θα συλλέγονται από τον καθηγητή, ο οποίος στη συνέχεια θα κωδικοποιεί τις πιο εποικοδομητικές σε πραγματικές εφαρμογές για χρήση στην ιστοσελίδα, από όλους. Η αίσθηση της δημιουργικότητας, αλλά και της συνεισφοράς σε ένα ευρύτερο project, αναμένεται να τονώσει σε ακόμη μεγαλύτερο βαθμό την ενασχόληση των μαθητών με τη διδακτέα ύλη και να βελτιώσει αισθητά την εμπέδωση (Stern C. et al., 2017).

Όλες οι κάποιες από τις παραπάνω προτάσεις θα μπορούσαν στο άμεσο μέλλον να υλοποιηθούν και να δοκιμαστούν στην πράξη, από κάθε ενδιαφερόμενο. Σημαντικοί παράγοντες επιτυχίας μπορούν αποδειχθούν η επαρκής τεχνική κατάρτιση στην κατασκευή ιστοσελίδων, που θα μπορούσε να αποδώσει βίντεο με ενισχυμένα γραφικά και ψηφιακές διατάξεις θεωρητικά προσαρμοσμένες απόλυτα στις ανάγκες της ιστοσελίδας, αλλά και η εξασφάλιση επαρκούς δείγματος μαθητών για τις απαραίτητες δοκιμές. Παρουσία επαρκών δεδομένων που επιβεβαιώνουν την παιδαγωγική της ευστοχία, οποιαδήποτε εκπαιδευτική καινοτομία μπορεί να βελτιώσει και να καταστήσει τον ψηφιακό πειραματισμό αναπόσπαστο τμήμα της εκπαιδευτικής διαδικασίας του αύριο.

Αναφορές

- 1) Abdullah, F. M., Mohammed, A. A., Maatuk, A. M., Elberkawi, E. K. (2019), *Application of electronic management system in governmental institutions: An empirical study on the Libyan civil registration*. In *Proceedings of 2nd International Conference on Data Science, E-Learning and Information Systems (DATA '19)*. Dubai, UAE. ACM: New York, NY, USA, Article No. 19. Doi: <https://doi.org/10.1145/3368691.3368710>
- 2) Aboagye, E., Yawson, J. A., Appiah, K. N. (2020), *COVID-19 and E-learning: The Challenges of Students in Tertiary Institutions*. *Social Education Research*, 2(1), p: 1–8. <https://doi.org/10.37256/ser.212021422>.
- 3) Achenbach, J. (1999), *The too-much-information age*, *The Washington Post*, March 12, A23.
- 4) Advisory Committee for Online Learning (2000), *The e-learning e-volution in colleges and universities: A pan-Canadian challenge*, Ottawa: Industry Canada.
- 5) Affouneh, S., Salha, S., N., Khlaif, Z. (2020), *Designing quality e-learning environments for emergency remote teaching in coronavirus crisis*. *Interdisciplinary Journal of Virtual Learning in Medical Sciences*, 11(2), p: 1–3.
- 6) Aljawarneh, S. A. (2020), *Reviewing and exploring innovative ubiquitous learning tools in higher education*. *Journal of Computing in Higher Education*, 32, p: 57–73. <https://doi.org/10.1007/s12528-019-09207-0>.
- 7) Altawaty, J. A., Benismail, A. and Maatuk, A. M. (2020), *Experts' opinion on the IT skills training needs among healthcare workers*. In *Proceedings of International Conference on Engineering and Information Management Systems 2020 (ICEMIS'20)*, Almaty, Kazakhstan, September 14–16. DOI: <https://doi.org/10.1145/3410352.3410790>
- 8) Anderson, T., Mason, R. (1993), *The Bangkok Project: New tool for professional development*, *American Journal of Distance Education*, 7(2), p: 5–18.
- 9) Anderson, T. D., Garrison, D. R. (1997), *New roles for learners at a distance*, *Distance learners in higher education: Institutional responses for quality outcomes*, Madison, WI: Atwood Publishing.
- 10) Anderson, T., Varnhagen, S., Campbell, K. (1998), *Faculty adoption of teaching and learning technologies: Contrasting earlier adopters and mainstream faculty*, *Canadian Journal of Higher Education*, 28(3), p: 71–98. <http://www.aln.org/alnweb/journal/jaln-vol5issue2v2.htm>

- 11) Anderson, T. (2001), *The hidden curriculum of distance education*, ChangeMagazine, 33(6), p: 29–35.
- 12) Anderson, T., Rourke, L., Garrison, D. R., Archer, W. (2001), *Assessing teacher presence in a computer conferencing context*, Journal of Asynchronous Learning Networks, 5(2).http://www.aln.org/alnweb/journal/Vol5_issue2/Anderson/5-2%20JALN%20Anderson%20Assessing.htm
- 13) Archer, W., Garrison, D. R., Anderson, T. (1999), *Adopting disruptive technologies in traditional universities: Continuing education as an incubator for innovation*, Canadian Journal of University Continuing Education, 25(1), p: 13–30.
- 14) Aung, T.N., Khaing, S.S. (2015), *Challenges of implementing e-learning in developing countries: A review*. In International Conference on Genetic and Evolutionary Computing. Springer, Cham. p: 405–411.
- 15) Barboni, L. (2019), *From shifting earth to shifting paradigms: How webex helped our university overcome an earthquake*. CISCO, Upshot ByInfluitive.
- 16) Barton, R. (1997), *How do computers affect graphical interpretation*, Sch. Sci. Rev., vol. 79, p. 55–60.
- 17) Basilaia, G., Dgebuadze, M., Kantaria, M., Chokhnelidze, G. (2020), *Replacing the classic learning form at universities as an immediate response to the COVID-19 virus infection in Georgia*. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology, 8(III).
- 18) Bates, T. (1995), *Technology, open learning and distance education*, London: Routledge.
- 19) Bereiter, C. (1992), *Referent-centred and problem-centred knowledge: Elements of an educational epistemology*, Interchange, 23, p: 337–361.
- 20) Bereite, C., Scardemalia, M. (1987), *The psychology of written composition*, Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- 21) Berners-Lee, T. (1999), *Weaving the Web: The original design and ultimate destiny of the World Wide Web by its inventor*, San Francisco: Harper.
- 22) Berners-Lee, T., Hendler, J., Lassila, O. (2001), *The semantic web*, Scientific American, May.
- 23) Biggs, J. B. (1987), *Student approaches to learning and studying*, Melbourne, Australia: Australian Council for Educational Research.
- 24) Blanchette, J. (2001), *Questions in the online learning environment*, Journal of Distance Education, 16(2), p: 37–57.

- 25) Bonk, C. J., Dennen, N. (1999), *Framework for frameworks in Web instruction: Fostering research, design, benchmarks, training, and pedagogy*, Handbook of American distance education, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- 26) Brianna, D., Derrian, R., Hunter, H., Kerra, B., Nancy, C. (2019), *Using EdTech to enhance learning*. International Journal of the Whole Child, 4(2), p: 57–63.
- 27) Brookfield, S. D. (1987), *Recognizing critical thinking*, Developing Critical Thinkers, Oxford: Jossey-Bass Publishers.
- 28) Brookfield, S. D. (1990), *The skillful teacher*, San Francisco: Jossey-Bass.
- 29) Brown, J. S. (2000), *Growing up digital: How the Web changes work, education, and the ways people learn*, Change, March/April, p: 11–20.
- 30) Brown, J. S., Duguid, P. (1996), *Universities in the digital age*, Change, July/August, p: 11–19.
- 31) Buschert, J. R., Blank, N. (1997), *An inexpensive sensor for small motions*, Amer. J. Phys., vol. 65, p. 350–352.
- 32) Campion M., Renner, W. (1992), *The supposed demise of Fordism: Implications for distance education and higher education*, Distance Education, 13(1). p: 7–28.
- 33) Carey, K. (2020), *Is everybody ready for the big migration to online college? Actually, no*. The New York Times. <https://www.nytimes.com>
- 34) Carlosena, A., Cabeza, R. (1997), *A course on instrumentation: The signal processing approach*, IEEE Trans. Educ., vol. 40, p. 297.
- 35) Cecez-Kecmanovic, D., Webb, C. (2000), *Towards a communicative model of collaborative web-mediated learning*, Australian Journal of Educational Technology, 16(1), p:73–85.
- 36) Chandler, D. (1995), *The act of writing: A media theory approach*, Aberystwyth: University of Wales.
- 37) Chang-Richards, A., Vargo, J., & Seville, E. (2013), *Organisational resilience to natural disasters: New Zealand's experience (English translation)*. China Policy Review, 10, p: 117–119.
- 38) Chen, S. (2011), *Computers & education*, 31(3), p. 1123.
- 39) Christensen, C. (1997), *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*, Boston: Harvard Business School Press.

- 40) Clark, B. R. (1998), *Creating entrepreneurial universities: Organizational pathways of transformation*, Guildford: Pergamon.
- 41) Clark, R. (1994), *Media will never influence learning*, Educational Technology Research and Development, 42(3), p: 21–29.
- 42) Clark, R. (2000), *Evaluating distance education: strategies and cautions*, Quarterly Review of Distance Education, 1(1), p: 3–16.
- 43) Clark, R. E. (1983), *Reconsidering research on learning from media*, Review of Educational Research, 53, p: 445–459.
- 44) Cliffs, NJ: *Educational Technology Publications*, p: 269–282.
- 45) Cojocariu, V.-M., Lazar, I., Nedeff, V., & Lazar, G. (2014), *SWOT analysis of e-learning educational services from the perspective of their beneficiaries*. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 116, 1999–2003.
- 46) Coleman, S. D., Perry, J. D., Schwen, T. M. (1997), *Constructivist instructional development: Reflecting on practice from an alternative paradigm*, Instructional development paradigms, Englewood
- 47) Collison, G., Elbaum, B., Haavind, S., Tinker R. (2000), *Facilitating online learning: Effective strategies for moderators*, Madison, WI: Atwood Publishing.
- 48) Consonni, D., Seabra, A. C. (2001), *A modern approach to teaching basic experimental electricity and electronics*, IEEE Trans. Educ., vol. 44, p. 5–15.
- 49) Curtin University (2001), *Internet based learning construction kit*.
<http://www.curtin.edu.au/home/allen/we3/igm/12050108.html>
- 50) Davie, L. (1989), *Facilitation techniques for the online tutor*, MindWeave, Oxford: Pergamon Press, p: 74–85.
- 51) Dede, C. (1996), *The evolution of distance education: Emerging technologies and distributed learning*, American Journal of Distance Education, 10(2), p: 4–36.
- 52) Dejong, M. L., Layman, J. W. (1984), *Using the Apple-II as a laboratory instrument*, Phys. Teach. 22, p. 291–296.
- 53) de la Sola Pool, I. (1984), *Communications flows: A consensus in the United States and Japan*, Amsterdam: University of Tokyo Press.
- 54) Dewey, J. (1916), *Democracy and education*, New York: Macmillan.

- 55) Dhawan, S. (2020), *Online Learning: A Panacea in the Time of COVID-19 Crisis*, Journal of Educational Technology Systems, 49(1), p: 5–22.
<https://doi.org/10.1177/0047239520934018>
- 56) Di Pietro, G. (2017), *The academic impact of natural disasters: Evidence from the L'Aquila earthquake*. Education Economics, 26(1), p: 62–77.
<https://doi.org/10.1080/09645292.2017.1394984>
- 57) Dirks, M. (1997), *Developing an appropriate assessment strategy: Research and guidance for practice*, Northern Arizona University.
- 58) Dolence, M., Norris, D. (1995), *Transforming higher education: A vision for learning in the 21st century*, Ann Arbor, MI: Society for College and University Planning.
- 59) Donovan, M. S., Bransford, J. D., Pellegrino, J. W. (1999), *How people learn: Bridging research and practice*, Washington, DC: National Academy Press.
- 60) Downes, S. (2000), *Learning Objects*,
http://www.downes.ca/files/Learning_Objects_whole.htm
- 61) Eaton, J. S. (2001), *Distance learning: Academic and political challenges for higher education accreditation*, CHEA Monograph Series, No. 1, Council for Higher Education Accreditation.
- 62) Entwistle, N. J., Ramsden, P. (1983), *Understanding student learning*, London: Croom Helm.
- 63) Fabro, K. R., Garrison, D. R. (1998), *Computer conferencing and higher-order learning*, Indian Journal of Open Learning, 7(1), p: 41–54.
- 64) Favale, T., Soro, F., Trevisan, M., Drago, I., & Mellia, M. (2020), *Campus traffic and e-Learning during COVID-19 pandemic*. Computer Networks, 176, 107290.
- 65) Feenberg, A. (1999), *Questioning technology*, London: Routledge.
- 66) Frye, B. E. (2002), *Reflections*, EDUCAUSE, 37(1), p: 8–14.
- 67) Garrison, D. R. (1985), *Three generations of technological innovations in distance education*, Distance Education, 6(2), p: 235–241.
- 68) Garrison, D. R. (1997), *Computer conferencing: The post-industrial age of distance education*, Open Learning, 12(2), p: 3–11.
- 69) Garrison, D. R. (1997), *Self-directed learning: Toward a comprehensive model*, Adult Education Quarterly, 48(1), p: 18–33.

- 70) Garrison, D. R., Anderson, T. (2000), *Transforming and enhancing university teaching: Stronger and weaker technological influences*, Changing university teaching: Reflections on creating educational technologies, London: Kogan Page.
- 71) Garrison, D. R., Anderson, T., Archer, W. (2000), *Critical inquiry in a text based environment: Computer conferencing in higher education*, The Internet and Higher Education, 2(2&3), p: 87–105.
- 72) Garrison, D.R., Anderson, T. (2003), *E-learning in the 21st Century: A Framework for Research and Practice*, RoutledgeFalmer, p: 1-38.
- 73) Garrison, D. R., Baynton, M. (1987), *Beyond independence in distance education: The concept of control*, American Journal of Distance Education, 1(3), p: 3–15.
- 74) Garrison, J. (1997), *Dewey and eros: Wisdom and desire in the art of teaching*, New York: Teachers College Press.
- 75) Gautam, P. (2020), *Advantages and disadvantages of online learning in E-Learning Industry*.
- 76) Gregory, M. (1997), *Analogue-to-digital and digital-to-analogue conversion*, Sch. Sci. Rev., vol. 79, p: 51–55.
- 77) Gunawardena, C. N. (1991), *Collaborative learning and group dynamics in computer-mediated communication networks*, Research Monograph of the American Center for the Study of Distance Education, 9, p: 14–24, University Park, Pennsylvania: The Pennsylvania State University.
- 78) Gunawardena, C. N. (1995), *Social presence theory and implications for interaction and collaborative learning in computer conferencing*, Fourth International Conference on Computer Assisted Instruction, Hsinchu, Taiwan.
- 79) Gunawardena, C.N., Mclsaac, M.S. (2004), *Distance Education*. Handbook of Research on Educational Communications and Technology, ed. Jonassen D.H., Lawrence Erlbaum, p: 355-395
- 80) Hannafin, M. J. (1989), *Inter-action strategies and emerging instructional technologies: Psychological perspectives*, Canadian Journal of Educational Communication, 18, p: 167–179.
- 81) Harasim, L. (1987), *Teaching and learning on-line: Issues in computer-mediated graduate courses*, Canadian Journal of Educational Communication, 16, p: 117–135.
- 82) Harasim, L. M. (1989), *On-line education: A new domain*, Mindweave: Communication, computers, and distance education, New York: Pergamon, p: 50–62.

- 83) Harasim, L., Hiltz, S. R., Teles, L., Turoff, M. (1995), *Learning networks: A field guide to teaching and learning online*, Cambridge, MA: MIT Press.
- 84) Haythornthwaite, C., Kazmer, M.M. (2002), *Bringing the Internet Home: Adult Distance Learners and Their Internet, Home, and Work Worlds*. The Internet in Everyday Life, ed. Haythornthwaite C., Wellman B., Blackwell Publishing, p: 431-463
- 85) Haythornthwaite, C. (2002), *Building Social Networks via Computer Networks: Creating and Sustaining Distributed Learning Communities*. Building Virtual Communities: Learning and Change in Cyberspace, ed. Renninger A., Schumar W., Cambridge University Press, p: 159-190
- 86) Hiltz, S. R., Turoff, M. (1993), *The network nation: Human communication via computer*, Cambridge, MA: MIT Press.
- 87) Hrastinski, S. (2007), *The Potential of Synchronous Communication to Enhance Participation in Online Discussions*. 28th International Conference on Information Systems, Montreal, Canada.
- 88) Hrastinski, S. (2008), *A study of asynchronous and synchronous e-learning methods discovered that each supports different purposes*. Educause Quarterly, 4, p: 51-55
- 89) Holmberg, B. (1989), *Theory and practice of distance education*, London: Routledge.
- 90) Huang, R. H., Liu, D. J., Tlili, A., Yang, J. F., Wang, H. H., Zhang, M., Lu, H., Gao, B., Cai, Z., Liu, M., Cheng, W., Cheng, Q., Yin, X., Zhuang, R., Berrada, K., Burgos, D., Chan, C., Chen, N. S., Cui, W., Hu, X. et al. (2020), *Handbook on facilitating flexible learning during educational disruption: The Chinese experience in maintaining undisturbed learning in COVID-19 outbreak*. Smart Learning Institute of Beijing Normal University.
- 91) Ikenberry, S. O. (1999), *The university and the information age*, Challenges facing higher education at the millennium, Phoenix, AZ: Oryx Press.
- 92) Jiang, M., Ting, E. (2000), *A study of factors influencing students' perceived learning in a web-based course environment*, International Journal of Educational Telecommunications, 6(4), p: 317–338.
- 93) Kanuka, H., Anderson, T. (1998), *Online social interchange, discord, and knowledge construction*, Journal of Distance Education, 13(1), p: 57–75.
- 94) Kaufman, D. (1989), *Third generation course design in distance education*, Post-secondary distance education in Canada, Athabasca, AB: Canadian Society for Studies in Education, p: 61–78.

- 95) Kaye, T. (1987), *Introducing computer-mediated communication into a distance education system*, Canadian Journal of Educational Communication, 16, p: 153–166.
- 96) Kebritchi, M., Lipschuetz, A., Santiago, L. (2017), *Issues and challenges for teaching successful online courses in higher education*. Journal of Educational Technology Systems, 46(1), p: 4–29.
- 97) Keeton, M.T. (2004), *Best online instructional practices: Report of phase I of an ongoing study*. Journal of Asynchronous Learning Networks, 8(2), p: 75–100.
- 98) Kim, K.J., Bonk, C.J. (2006), *The future of online teaching and learning in higher education: The survey says*. Educause Quarterly, 4, p: 22–30.
- 99) Kocijancic S. (1998), *Integrating computer based science lab and multimedia*, in Proc. Seminar Experiments Measurements Engineering Physics Education, p. 20–24.
- 100) Kocijancic, S. (2002), *Online experiments in physics and technology teaching*, IEEE Trans. Educ., vol. 45, p: 26–32.
- 101) Kock, N. (2005), *Media Richness or Media Naturalness? The Evolution of Our Biological Communication Apparatus and Its Influence on Our Behavior Toward E-Communication Tools*. IEEE Transactions on Professional Communication, 48(2), p: 117-130
- 102) Koponen, I.T., Mäntylä, T. (2006), *Generative Role of Experiments in Physics and in Teaching Physics: A Suggestion for Epistemological Reconstruction*, T. Sci. Educ., vol. 15, p. 31
- 103) Kozma, R. (1994), *Will media influence learning? Reframing the debate*, Educational Technology Research & Development, 42(2), p: 7–19.
- 104) Langer, E. (1997), *The power of mindful learning*, Reading, MA: Addison-Wesley.
- 105) Lara, J. A., Aljawarneh, S., Pamplona, S. (2020), *Special issue on the current trends in E-learning Assessment*. Journal of Computing in Higher Education, 32, p: 1–8. <https://doi.org/10.1007/s12528-019-09235-w>.
- 106) Laurillard, D. (1997), *Rethinking university teaching: A framework for the effective use of educational technology*, London: Routledge.
- 107) Laurillard, D. (2000), *New technologies and the curriculum*, Higher Education Re-formed, London: Falmer Press, p: 133–153.
- 108) Laurillard, D. (2002), *Rethinking teaching for the knowledge society*, EDUCAUSE, 37(1), p: 16–25.

- 109) Lauzon, A. C., Moore, G. A. B. (1989), *A fourth generation distance education system: Integrating computer-assisted learning and computer conferencing*, The American Journal of Distance Education, 3(1), p: 38–49.
- 110) Lave, J. (1988), *Cognition in practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life*, Cambridge: Cambridge University Press.
- 111) Lea, M. (2001), *Computer conferencing and assessment: New ways of writing in higher education*, Studies in Higher Education, 26(2), p: 163–181.
- 112) Lipman, M. (1991), *Thinking in education*, Cambridge: Cambridge University Press.
- 113) Littlefield, J. (2018), *The difference between synchronous and asynchronous distance learning*. <https://www.thoughtco.com/synchronous-distance-learning-asynchronousdistance-learning-1097959>
- 114) Lizcano, D., Lara, J. A., White, B. (2020), *Blockchain-based approach to create a model of trust in open and ubiquitous higher education*. Journal of Computing in Higher Education, 32, p: 109–134. <https://doi.org/10.1007/s12528-019-09209-y>.
- 115) Maatuk, A.M., Elberkawi, E.K., Aljawarneh, S., Rashaideh, H., Alharbi, H. (2021), *The COVID-19 pandemic and E-learning: challenges and opportunities from the perspective of students and instructors*. Journal of Computing in Higher Education. <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09274-2>
- 116) Mark, G., Semaan, B. (2008), *Resilience in collaboration: Technology as a resource for new patterns of action*. In B. Begole & D. W. McDonald (Eds.), *Proceedings of the 2008 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work* (p: 127–136). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1460563.1460585>
- 117) Martin, A. (2020), *How to optimize online learning in the age of coronavirus (COVID-19): A 5-point guide for educators*. <https://www.researchgate.net/publication/339944395> [How to Optimize Online Learning in the Age of Coronavirus COVID-19 A 5-Point Guide for Educators](https://www.researchgate.net/publication/339944395)
- 118) Martín-Blas, T., Serrano-Fernández, A. (2009), *Computers & Education*, 52(1), p: 35.
- 119) Marton, F. (1988), *Describing and improving teaching*, Learning strategies and learning styles, New York: Plenum.
- 120) Marton, F., Ramsden, P. (1988), *What does it take to improve learning?*, Improving learning: New perspectives, London: Kogan Page.

- 121) Marton, F., Saljo, R. (1976), *On qualitative differences in learning: I – Outcome and process*, British Journal of Educational Psychology, 46, p: 4–11.
- 122) McBrien, J.L., Cheng, R., Jones, P. (2009), *Virtual spaces: Employing a synchronous online classroom to facilitate student engagement in online learning*. The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 10(3), p: 1–17.
- 123) McLuhan, M. (1995), *Understanding media: The extensions of man*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- 124) Mehrabian, A. (1969), *Some referents and measures of nonverbal behavior*, Behavior Research Methods and Instrumentation, 1(6), p: 205–207.
- 125) Meyer, K.A., Wilson, J.L. (2011), *Online journal of distance learning administration (vol. IV, no. I)*. University of West Georgia, Distance Education Center.
- 126) Mikropoulos, T.A., Natsis, A. (2011), *Computers & Education*, 56(3), p. 769.
- 127) Moore, D. (2000), *The changing face of the infosphere*, Internet Computing, 4(1). <http://www.computer.org/internet/v4n1/moore.htm>
- 128) Moore, G. (1991), *Crossing the chasm*, New York: Harper Business.
- 129) Moore, M., Kearsley G. (1996), *Distance education: A systems view*, Toronto: Wadsworth Publishing Company.
- 130) Ms, P., Toro, U. (2013), *A review of literature on knowledge management using ICT*. Higher Education, 4(1), p: 62–67.
- 131) Mukhtar, K., Javed, K., Arooj, M., Sethi A. (2020), *Advantages, limitations and recommendations for online learning during COVID-19 pandemic era. (COVID19-S4): COVID19-S27-S31*. Doi: <https://doi.org/https://doi.org/10.12669/pjms.36.COVID19-S4.2785>
- 132) Murray, J. H. (1997), *Hamlet on the holodeck: The future of narrative in cyberspace*, New York: Free Press.
- 133) Myers, K. (1999), *Is there a place for instructional design in the information age?*, Educational Technology, 36(6), p: 50–53.
- 134) Newton, L. (1997), *Graph talk: Some observations and reflections on students' data-logging*, Sch. Sci. Rev., vol. 79, p. 49–54.
- 135) Nipper, S. (1989), *Third generation distance learning and computer conferencing*, Mindweave: Communication, computers and distance education, Oxford: Permagon, p: 63–73.

- 136) Noble, D. (1998), *The coming battle over online education*, *Sociological Perspectives*, 41(4), p: 815–818.
- 137) Noble, D. (2002), *Digital diploma mills: The automation of higher education*, New York: Monthly Review Press.
- 138) Olson, D.K. (1994), *The world on paper: The conceptual and cognitive implications of reading and writing*, Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- 139) Omar, A., Liu, L.C., Koong, K.S. (2008), *From disaster recovery to mobile learning: A case study*. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 2(1), p: 4–7.
- 140) Ong, W. (1982), *Orality and literacy*, New York: Routledge.
- 141) O’Sullivan, C. (1989), *Introductory Physics Experiments Using the BBC Micro*. Paris, France: UNESCO, vol. 1–5.
- 142) Palloff, R.M., Pratt, K. (1999), *Building Learning Communities in Cyberspace: Effective Strategies for the Online Classroom*. San Francisco: Jossey-Bass.
- 143) Parkes, M., Stein, S., Reading, C. (2014), *Student preparedness for university e-learning environments*. *The Internet and Higher Education*, 25, p: 1–10.
<https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2014.10.002>
- 144) Partlow, K.M., Gibbs, W.J. (2003), *Indicators of constructivist principles in internet based courses*. *Journal of Computing in Higher Education*, 14(2), p: 68–97.
- 145) Paul, R. (1990), *Critical thinking*, Rohnert Park: Sonoma State University.
- 146) Paulsen, M. (1995), *Moderating Educational Computer Conferences*, Computer mediated communication and the online classroom, Cresskill, NJ: Hampton Press, Inc, p: 81–90.
- 147) Peters, O. (1988), *Distance teaching and industrial production: A comparative interpretation in outline*, *Distance education: International perspectives*, London/New York: CroomHelm/St. Martin’s Press, p: 95–111.
- 148) Peters, O. (2000), *Digital learning environments: New possibilities and opportunities*, *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 1(1).
<http://www.irrodl.org/content/v1.1/otto.pdf>
- 149) Phipps, R. (2000), *Measuring quality in Internet based higher education: Benchmarks for success*, *International Higher Education*, 20, p: 2–4.

- 150) Polajnar, J., Tratnik, M. (1995), *From a musical greeting card to a dynamometer*, Proc. GIREP-ICPE Conf. Teaching Science Condensed Matter New Materials, Udine, Italy, p. 397.
- 151) Pratt, D.D. (1981), *The dynamics of continuing education learning groups*, Canadian Journal of University Continuing Education, 8(1), p: 26–32.
- 152) Preston, D.W., Good, R.H. (1996), *Computers in the general physics laboratory*, Amer. J. Phys., vol. 64, p: 766–772.
- 153) Privateer, P.M. (1999), *Academic technology and the future of higher education*, The Journal of Higher Education, 70(1), p: 60–79.
- 154) Ramsden, P. (1988), *Context and strategy: Situational influences on learning*, Learning strategies and learning styles, New York: Plenum, p: 159–184.
- 155) Ramsden, P. (1992), *Learning to teach in higher education*, London: Routledge.
- 156) Redish, E.F., Saul, J.M., Steinberg, R.N. (1997), *On the effectiveness of active-engagement microcomputer-based laboratories*, Amer. J. Phys., vol. 65, p: 45–54.
- 157) Report of a University of Illinois Faculty Seminar (1999), *Teaching at an Internet distance: the pedagogy of online teaching and learning*, Chicago: University of Illinois. http://www.vpaa.uillinois.edu/reports_retreats/tid_toc.asp
- 158) Report of the Web-Based Education Commission (2001), *The power of the internet for learning: Moving from promise to practice*, The President and the Congress of the United States. <http://interact.hpcnet.org/webcommission/index.htm>
- 159) Resnick, L.B. (1987), *Education and learning to think*, Washington, DC: National Academy Press.
- 160) Resnick, M. (1996), *Distributed constructivism*, Proceedings of the International Conference on the Learning Sciences Association for the Advancement of Computing in Education, Northwestern University. <http://el.www.media.mit.edu/groups/el/Papers/mres/Distrib-Construct/Distrib-Construct.html#RTFTOC1>
- 161) Rieley, J.B. (2020), *Corona Virus and its impact on higher education*. Research Gate.
- 162) Robert, L.P., Dennis, A.R. (2005), *Paradox of Richness: A Cognitive Model of Media Choice*. IEEE Transactions on Professional Communication, 4(1), p: 10-21
- 163) Rogers, L. (1997), *New data-logging tools—New investigations*, Sch. Sci. Rev., vol. 79, p. 61–68.

- 164) Rogoff, B. (1990), *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*, New York: Oxford University Press.
- 165) Rosenberg, M.J. (2001), *e-Learning: Strategies for delivering knowledge in the digital age*, New York: McGraw-Hill.
- 166) Rossman, M. (1999), *Successful online teaching using an asynchronous learner discussion forum*, *Journal of Asynchronous Learning Network*, 3(2).
http://www.aln.org/alnweb/journal/Vol3_issue2/Rossman.htm
- 167) Rourke, L., Anderson, T. (2002), *Exploring social communication in computer conferencing*, *Internet Technologies, Applications and Issues*.
- 168) Rourke, L., Anderson, T., Archer, W., Garrison, D.R. (1999), *Assessing social presence in asynchronous, text-based computer conferences*, *Journal of Distance Education*, 14(3), p: 51–70.
- 169) Rourke, L., Anderson, T., Garrison, R., Archer, W. (2001), *Methodological issues in the content analysis of computer conference transcripts*, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12(1), p: 8–22. <http://www.atl.ualberta.ca/CMC>
- 170) Rowntree, D. (1977), *Assessing students*, London: Harper and Row.
- 171) Russell, T.L. (1999), *The “no significant difference” phenomenon*, Research reports, summaries, and papers #248 (4th ed.), Raleigh, NC: North Carolina State University.
- 172) Samir, M., El-Seoud, A., Taj-Eddin, I. A. T. F., Seddiek, N., El-Khouly, M. M., Nosseir, A. (2014), *E-learning and Students’ Motivation: A Research Study on the Effect of E-learning on Higher Education*. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 9(4), p: 20–26. <https://doi.org/10.3991/ijet.v9i4.3465>.
- 173) Scheucher, B., Bailey, P.H., Gütl, C. (2009), *iJOE*, 5(S1), p: 65.
- 174) Schön, D. (1988), *Educating the reflective practitioner*, London: Jossey-Bass Publishers.
- 175) Schrage, M. (1989), *No more teams! Mastering the dynamics of creative collaboration*, New York: Currency Doubleday.
- 176) Seels, B.B., Richey, R.C. (1994), *Instructional technology: The definition and domains of the field*, Washington, DC: Association for Educational Communications and Technology.
- 177) Selim, H.M. (2007), *E-learning critical success factors: An exploratory investigation of student perceptions*. *International Journal of Technology Marketing*, 2(2), p: 157. <https://doi.org/10.1504/ijtmkt.2007.014791>.

- 178) Senge, P. (1990), *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*, New York: Doubleday Publishers.
- 179) Seville, E., Hawker, C., Lyttle, J. (2012), *Resilience tested: A year and a half of ten thousand aftershocks*. University of Canterbury.
- 180) Short, J., Williams, E., Christie, B. (1976), *The Social Psychology of Telecommunications*, Toronto: John Wiley and Sons.
- 181) Sims, R. (2001), *From art to alchemy: Achieving success with online learning*, IT Forum, 55. <http://www.it.coe.uga.edu/itforum/paper55.html>
- 182) Singh, V., Thurman, A. (2019), *How many ways can we define online learning? A systematic literature review of definitions of online learning (1988-2018)*. American Journal of Distance Education, 33(4), p: 289–306.
- 183) Skinner, B.F. (1968), *The technology of teaching*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- 184) Somayeh, M., Dehghani, M., Mozaffari, F., Ghasemnegad, S.M., Hakimi, H. and Samaneh, B. (2016), *The effectiveness of E-learning in learning : A review of the literature Ph.D. of Nursing, Instructor, Department of nursing, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Instructor, Department of Operating Room, Faculty of Medical Sciences, Birjand Un*. International Journal of Medical Research & Health Sciences. 5(2): p: 86–91.
- 185) Song, L., Singleton, E.S., Hill, J.R., Koh, M.H. (2004), *Improving online learning: Student perceptions of useful and challenging characteristics*. The Internet and Higher Education, 7(1), p: 59–70.
- 186) Stein, D. (1992), *Cooperating with written texts: The pragmatics and comprehension of written texts*, Berlin & New York: Mouton de Gruyter.
- 187) Stern, C., Echeverría, C., Porta, D. (2017), *Teaching Physics through Experimental Projects*, Procedia IUTAM 20, p. 189–194
- 188) Taylor, J. (2001), *The future of learning – learning for the future: Shaping the transition*, Proceedings of the 20th ICDE World Congress. http://www.fernuni-hagen.de/ICDE/D-2001/final/keynote_speeches/wednesday/taylor_keynote.pdf
- 189) Taylor, P.G., Richardson, A.S. (2001), *Validating scholarship in university teaching: Constructing a national scheme for external peer review of ICT-based teaching and learning resources*. http://www.detya.gov.au/highered/eippubs/eip01_3/01_3.pdf

- 190) Todorova, N., & Bjorn-Andersen, N. (2011), *University learning in times of crisis: The role of IT*. Accounting Education, 20(6), p: 597–599.
<https://doi.org/10.1080/09639284.2011.632913>
- 191) Trochim, W.M. (2000), *The research methods knowledge base (2nd ed.)*.
<http://trochim.human.cornell.edu/kb/index.htm>
- 192) Tuckman, B.W. (1965), *Developmental sequence in small groups*, Psychological Bulletin, 63, p: 309–316.
- 193) Tull, S.P.C., Dabner, N., Ayebe-Arthur, K. (2017), *Social media and e-learning in response to seismic events: Resilient practices*. Journal of Open, Flexible and Distance Learning, 21(1), p: 63–76.
- 194) Vassileva, J., Greer, J.M.G., Deters, R., Zapata, D., Mudgal, C., Grant, S. (1999), *A multi-agent approach to the design of peer-help environments*, Proceedings of AIED'99. Artificial Intelligence in Education.
<http://julita.usask.ca/homepage/Agents.htm>
- 195) Walther, J. (1992), *Interpersonal effects in computer mediated interaction: A relational perspective*, Communication Research, 19(1), p: 52–90.
- 196) Wenger, E. (2001), *Supporting communities of practice: A survey of community orientated technologies*, Shareware. <http://www.ewenger.com/tech/>
- 197) <https://www.worldvision.org/>
- 198) Yengin, I., Karahoca, A., Karahoca, D. (2011), *An E-learning success model for instructors' satisfaction in the perspective of interaction and usability outcomes*. Procedia Computer Science, 3 (2011), p: 1396–1403.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2011.01.021>.
- 199) Ya-Feng, L. (2015), *The Application of the Virtual Experiment in Physics Teaching*, Proceedings of the 2015 International Conference on Education Technology, Management and Humanities Science, Atlantis Press
- 200) Young, J.R. (1997), *Rethinking the role of the professor in an age of high-tech tools*, The Chronicle of Higher Education, 3 October: A26–A28.
- 201) Young, J.R. (2001), *MIT begins effort to create public web pages for more than 2,000 of its courses*, The Chronicle of Higher Education, 14 December: A34.
- 202) Zacharia, Z.C., Olympiou, G. (2011), *Learning and Instruction*, 21(3), p: 317.
- 203) Zaiane, O. (2001), *Web site mining for better web-based learning environments*, Proceedings of computers and advanced technology in education conference, Calgary: ACTA Press.

Παράρτημα

Ευρετήριο Θεωρητικών Βίντεο ανά Διδακτική Ώρα

- ❖ Πρώτη Ώρα (1.1.1 και 1.1.2)
 - Εισαγωγή (1.1.1):
 - Τι είναι η Ύλη
 - Τι είναι η Κίνηση;
 - Τι παρατηρούμε απ' τα προηγούμενα;
 - Τι ονομάζουμε τροχιά ενός σωματιδίου;
 - Εισαγωγή (1.1.2):
 - Πώς μπορούμε να μετρήσουμε την ακριβή απόσταση δυο αντικειμένων στο χώρο;
 - Μπορούμε να θεωρήσουμε οποιοδήποτε αντικείμενο ως «σωμάτιο»;
 - Πώς μπορούμε να μετρήσουμε τη θέση ενός σωματίου πάνω σε μια ευθεία;
 - Πώς μπορούμε να μετρήσουμε τη θέση ενός σωματίου πάνω σε ένα επίπεδο;
 - Μικρή Εφαρμογή, όπου η θεωρία της προηγούμενης διαφάνειας δοκιμάζεται στο μαθητική πρόγραμμα GeoGebra:
- ❖ Δεύτερη Ώρα (1.1.3 και 1.1.4)
 - Εισαγωγή (1.1.3):
 - Τι είναι χρονική στιγμή;
 - Τι είναι το «Συμβάν»;
 - Τι είναι η Χρονική Διάρκεια;
 - Εφαρμογή:
 - Εισαγωγή (1.1.4):
 - Τι ορίζουμε ως μετατόπιση Δx ενός σωματίου;
 - Ποια είναι η διαφορά της μετατόπισης από το συνολικό διάστημα της κίνησης;
 - Η μετατόπιση είναι διάνυσμα;
 - Χάρτης με πόλεις;
 - Εφαρμογή με Δρομέα:
- ❖ Τρίτη Ώρα (1.1.5: Η έννοια της Ταχύτητας στην Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση)
 - Εισαγωγή:
 - Πώς υπολογίζουμε την ταχύτητα ενός σωματίου;
 - Πώς συγκρίνουμε τις ταχύτητες δύο σωματίων;
 - Η Ταχύτητα είναι διανυσματικό μέγεθος;
 - Πώς μπορούμε να υπολογίσουμε τη Μετατόπιση από την Ταχύτητα;
 - Μπόνους: Ερώτηση Σχολικού Βιβλίου:
 - Εφαρμογή 1^η:
 - Εφαρμογή 2^η:
 - Εφαρμογή 3^η:
- ❖ Τέταρτη Ώρα (1.1.5: Η έννοια της Ταχύτητας στην Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση)
 - Εισαγωγή:

- Πώς σχεδιάζουμε μια γραφική παράσταση θέσης-χρόνου;
- Πώς σχεδιάζουμε μια γραφική παράσταση ταχύτητας-χρόνου;
- Πώς υπολογίζουμε την ταχύτητα από τη γραφική παράσταση;
- Πώς μπορούμε να συγκρίνουμε τις ταχύτητες δύο σωματίων;
- Τι ονομάζουμε -τελικά- ευθύγραμμη ομαλή κίνηση;
- Εφαρμογή 1^η:
- Εφαρμογή 2^η:
- Εφαρμογή 3^η:
- ❖ Πέμπτη Ώρα (1.1.6 και 1.1.7)
 - Εισαγωγή
 - Είναι η «Ευθύγραμμη και Ομαλή» Κίνηση ρεαλιστική;
 - Πώς ορίζεται η «Μέση» Ταχύτητα;
 - Η Μέση Ταχύτητα είναι διανυσματικό μέγεθος;
 - 1.1.7.: Πώς ορίζεται η «Στιγμιαία» Ταχύτητα;
 - Πώς υπολογίζουμε τη Μέση Ταχύτητα από ένα διάγραμμα ταχύτητας-χρόνου;
 - Εφαρμογή 1^η:
 - Εφαρμογή 2^η:
- ❖ Έκτη Ώρα (1.1.8: Η Έννοια της Επιτάχυνσης στην Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση)
 - Εισαγωγή:
 - Πώς ορίζεται η Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση;
 - Πώς μελετάμε τη μεταβολή της ταχύτητας;
 - Πώς ορίζεται η «Επιτάχυνση»;
 - Η επιτάχυνση είναι διανυσματικό μέγεθος;
 - Η ταχύτητα και η επιτάχυνση πρέπει να έχουν το ίδιο πρόσημο;
 - Bonus: Ερώτηση Σχολικού Βιβλίου:
 - Εφαρμογή 1^η:
 - Εφαρμογή 2^η:
 - Εφαρμογή 3^η:
- ❖ Έβδομη Ώρα (1.1.9: Οι Εξισώσεις προσδιορισμού της Ταχύτητας στην Ευθύγραμμη Ομαλά Επιταχυνόμενη Κίνηση)
 - Εισαγωγή:
 - Ποιες είναι οι παραλλαγές του τύπου της Επιτάχυνσης;
 - Ποιες γραφικές παραστάσεις μας ενδιαφέρουν εδώ;
 - Πως σχεδιάζουμε μια γραφική παράσταση $a-t$;
 - Πώς σχεδιάζουμε μια γραφική παράσταση $u-t$;
 - Πώς μπορούμε να υπολογίσουμε την επιτάχυνση από το διάγραμμα $u-t$;
 - Ποιες είναι οι κλίσεις που μπορεί να πάρει μια γραφική παράσταση ταχύτητας-χρόνου;
 - Εφαρμογή 1^η:
 - Εφαρμογή 2^η:
- ❖ Όγδοη Ώρα (1.1.9: Οι Εξισώσεις προσδιορισμού της Θέσης στην Ευθύγραμμη Ομαλά Επιταχυνόμενη Κίνηση)

- Εισαγωγή:
- Πώς υπολογίζουμε τη μεταβολή Θέσης στην Ευθύγραμμη Ομαλά Επιταχυνόμενη Κίνηση;
- Ποιες μορφές μπορεί να πάρει η Γραφική Παράσταση $x-t$ για θετική ταχύτητα;
- Ποιες μορφές μπορεί να πάρει η Γραφική Παράσταση $x-t$ για αρνητική ταχύτητα;
- Πώς σχεδιάζουμε μια Γραφική Παράσταση $x-t$;
- Τι θα συμβεί αν έχουμε αρχική θέση x_0 διάφορη του μηδενός;
- Ποιες μορφές Διαγράμματος μπορούμε να έχουμε σε μια πιο σύνθετη Κίνηση;
- Εφαρμογή 1^η:
- Εφαρμογή 2^η:
- Εφαρμογή 3^η:
- ❖ Ένατη Ώρα (1.1.9: Σύγκριση Γραφικών Παραστάσεων Ευθύγραμμης Ομαλής και Ευθύγραμμης Ομαλά Επιταχυνόμενης Κίνησης)
 - Εισαγωγή:
 - Σε τι διαφέρουν οι τύποι μεταξύ των δύο Κινήσεων;
 - Σε τι διαφέρουν οι Γραφικές Παραστάσεις $a-t$;
 - Σε τι διαφέρουν οι Γραφικές Παραστάσεις $u-t$;
 - Σε τι διαφέρουν οι Γραφικές Παραστάσεις $x-t$;
 - Ποιες γραφικές παραστάσεις έχουν τη μορφή ευθειών παράλληλων στον άξονα t ;
 - Ποιες γραφικές παραστάσεις έχουν τη μορφή ευθειών με κλίση γνωστό μέγεθος;
 - Ποιες γραφικές παραστάσεις δεν αναφέραμε στα αμέσως προηγούμενα;
 - Εφαρμογή:
- ❖ Δέκατη Ώρα (1.2.1: Εισαγωγή στην Έννοια της Δύναμης)
 - Εισαγωγή:
 - Τι ορίζουμε στη φυσική ως Δύναμη;
 - Η Δύναμη είναι διανυσματικό ή μονόμετρο μέγεθος;
 - Πώς μπορούμε να μετρήσουμε τη δύναμη;
 - Ποιος είναι ο Νόμος του Hooke;
 - Εφαρμογή 1^η:
 - Εφαρμογή 2^η:
- ❖ Ενδέκατη Ώρα (1.2.2: Σύνθεση Δυνάμεων)
 - Εισαγωγή:
 - Πώς μπορούμε να προσθέσουμε διανύσματα;
 - Πώς ορίζεται η συνισταμένη Δύναμη;
 - Πώς συνθέτουμε δύο ή περισσότερες Δυνάμεις σε μία;
 - Εφαρμογή 1^η:
 - Εφαρμογή 2^η:
- ❖ Δωδέκατη Ώρα (1.2.3 & 1.2.4: Εισαγωγή στους Νόμους του Νεύτωνα)
 - Εισαγωγή:

- Πώς ορίζεται η Αδράνεια ενός Σώματος;
- Ποιος είναι ο Πρώτος Νόμος του Νεύτωνα;
- Πώς επηρεάζεται η επιτάχυνση ενός σώματος από τη Δύναμη που του ασκείται;
- Ποιος είναι ο Δεύτερος Νόμος του Νεύτωνα;
- Εφαρμογή 1^η:
- Εφαρμογή 2^η:
- ❖ Δέκατη Τρίτη Ώρα (1.2.5 & 1.2.6: Βάρος και Μάζα)
 - Εισαγωγή:
 - Πώς ορίζεται το Βάρος ενός σώματος;
 - Πώς ορίζεται η αδρανειακή Μάζα ενός σώματος;
 - Πώς ορίζεται η βαρυτική Μάζα ενός σώματος;
 - Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ Βάρους και Μάζας;
 - Εφαρμογή:
- ❖ Δέκατη Τέταρτη Ώρα (1.2.7: Εισαγωγή στην Έννοια της Ελεύθερης Πτώσης)
 - Εισαγωγή:
 - Αν αφήσουμε να πέσουν ταυτόχρονα δύο σώματα με διαφορετικό βάρος από το ίδιο ύψος, ποιο θα πέσει πρώτο στο έδαφος;
 - Πότε λέμε ότι ένα σώμα κάνει Ελεύθερη Πτώση;
 - Ποιες είναι οι εξισώσεις που περιγράφουν την Ελεύθερη Πτώση;
 - Εφαρμογή:
- ❖ Δέκατη Πέμπτη Ώρα (2.1.1 & 2.1.2: Έργο και Κινητική Ενέργεια)
 - Εισαγωγή:
 - Πώς συνδέεται το Έργο με τη Δύναμη;
 - Πώς προσθέτουμε το Έργο διαφορετικών Δυνάμεων;
 - Πώς σχετίζεται το Έργο με την Κινητική Ενέργεια;
 - Ποιο είναι το Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας; (ΘΜΚΕ)
 - Εφαρμογή:
- ❖ Δέκατη Έκτη Ώρα (2.1.3 & 2.1.4: Δυναμική και Μηχανική Ενέργεια)
 - Εισαγωγή:
 - Πώς προκύπτει η Βαρυτική Δυναμική Ενέργεια;
 - Τι εκφράζει η μεταβολή της Βαρυτικής Δυναμικής Ενέργειας;
 - Πώς ορίζεται η Μηχανική Ενέργεια;
 - Τι γνωρίζουμε για το άθροισμα των μεταβολών Κινητικής και Δυναμικής Ενέργειας;
 - Εφαρμογή 1^η:
 - Εφαρμογή 2^η:

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Κεντρική Σελίδα της Ιστοσελίδας, και πρώτη εικόνα που αντικρίζει ο επισκέπτης 32
 Εικόνα 2: Διάταξη των Διδακτικών Ωρών στο μενού Θεωρία. Το κλικ πάνω σε κάποιον από τους τίτλους οδηγεί στο περιεχόμενο του αντίστοιχου θεωρητικού μαθήματος..... 33

Εικόνα 3: Διάταξη των Διδακτικών Ωρών στο μενού Δραστηριότητες. Το κλικ πάνω σε κάποιον από τους τίτλους οδηγεί στο περιεχόμενο της αντίστοιχης πειραματικής δραστηριότητας.	34
Εικόνα 4: Τίτλος και εισαγωγικό βίντεο της Ένατης Διδακτικής Ώρας (1.1.9), που ολοκληρώνει το Κεφάλαιο 1.1	35
Εικόνα 5: Κάτω μέρος της Ένατης Διδακτικής Ώρας (1.1.9), μετά και το τελευταίο θεωρητικό βίντεο. Το κλικ στις ενδείξεις εδώ οδηγεί σε ανάλογη ανακατεύθυνση.....	35
Εικόνα 6: Χαρακτηριστικά βίντεο από το περιεχόμενο της Ένατης Διδακτικής Ώρας (1.1.9)	36
Εικόνα 7: Η αντίστοιχη σελίδα της Ένατης Διδακτικής Ώρας (1.1.9) στην υποσελίδα των Δραστηριοτήτων. Το κλικ στις ενδείξεις εδώ οδηγεί σε ανάλογη ανακατεύθυνση.....	37
Εικόνα 8: Περιεχόμενο που εμφανίζεται μετά από κλικ στο μενού "Επικοινωνία" της Αρχικής Σελίδας	37
Εικόνα 9: Στην αρχή κάθε βίντεο παράδοσης της θεωρίας υπάρχει μόνο ο τίτλος μπροστά από το φόντο. (Το στιγμιότυπο έχει ληφθεί από το δεύτερο βίντεο της δωδέκατης διδακτικής ώρας (1.2.3 & 1.2.4))	38
Εικόνα 10: Στη συνέχεια του μαθήματος προστίθεται η εικόνα, κινούμενη ή μη, και έπειτα το κείμενο της θεωρίας σταδιακά.....	39
Εικόνα 11: Ολοκληρωμένη ανάπτυξη της διαφάνειας, αμέσως πριν τη λήξη του βίντεο	40
Εικόνα 12: Εισαγωγική Διαφάνεια Τίτλου για τη Δέκατη Διδακτική Ώρα (1.2.1).....	41
Εικόνα 13: Βίντεο της δεύτερης πειραματικής δραστηριότητας επίδειξης από την Πέμπτη Διδακτική Ώρα (1.1.6 & 1.1.7) όπως εμφανίζεται στην σελίδα του μαθήματος, μαζί με τον τίτλο του.	42
Εικόνα 14: Αυτοσχέδια εφαρμογή υπολογισμού διαστήματος και μετατόπισης, με χρήση του προγράμματος GeoGebra, από τη Δεύτερη Διδακτική Ώρα (1.1.3 & 1.1.4)	43
Εικόνα 15: Πρώτη εφαρμογή της Δέκατης Έκτης Διδακτικής Ώρας (2.1.3 & 2.1.4) που οδηγεί σε υπολογισμό της Βαρυτικής Δυναμικής Ενέργειας. Χρησιμοποιείται η ιστοσελίδα www.seilias.gr	44
Εικόνα 16: Πρώτη εφαρμογή της Έκτης Διδακτικής Ώρας (1.1.8) που οδηγεί σε πειραματικό προσδιορισμό της επιτάχυνσης μέσα από καταγραφή ζευγών ταχύτητας-χρόνου κατά την κίνηση μοτοσυκλέτας σε άξονα. Χρησιμοποιούνται τα προγράμματα Ζωγραφική και Αριθμομηχανή και η ιστοσελίδα www.seilias.gr	45
Εικόνα 17: Πρώτη Εφαρμογή της Δωδέκατης Διδακτικής Ώρας (1.2.3 & 1.2.4) με στόχο την ποιοτική και εμπειρική επίδειξη της ισχύος του Πρώτου και του Δεύτερου Νόμου του Newton, μέσα από εφαρμογή μιας και μοναδικής δύναμης σε σώμα ταχύτητας u που αιωρείται στο διαστρικό κενό. Χρησιμοποιείται η ιστοσελίδα www.seilias.gr	46
Εικόνα 18: Δεύτερη Εφαρμογή της Δέκατης Διδακτικής Ώρας (1.2.1) με στόχο την ποιοτική και εμπειρική κατανόηση του Νόμου του Hooke για τα ελατήρια, σε παραλληλισμό με την αλγεβρική του ανάλυση υπό μεταβλητές συνθήκες που διακρίνονται στους ροοστάτες και τα διανύσματα της διάταξης. Χρησιμοποιείται η ιστοσελίδα https://phet.colorado.edu	46
Εικόνα 19: Τρίτη εφαρμογή της Όγδοης Διδακτικής Ώρας (1.1.9) όπου τα διαγράμματα $x-t$, $u-t$ και $a-t$ διακρίνονται σε σειρά κάτω από την πειραματική μοτοσυκλέτα. Οι κίτρινες αρθρώσεις μπορούν να συρθούν μέσω του κέρσορα και να αλλάξουν τα χαρακτηριστικά της κίνησης, επιβάλλοντας παράλληλα τις αλλαγές στα υπόλοιπα διαγράμματα. Χρησιμοποιείται η ιστοσελίδα www.seilias.gr	47
Εικόνα 20: Εφαρμογή από τη Δεύτερη Διδακτική Ώρα (1.1.3 & 1.1.4) με στόχο την καλύτερη επεξήγηση της έννοιας του συμβάντος. Χρησιμοποιείται το πρόγραμμα InteractivePhysics2005, που παρέχει σημαντικές δυνατότητες προσαρμογής της πειραματικής διάταξης στις ανάγκες της δραστηριότητας, αλλά ακριβώς λόγω της	

περιπλοκότητάς του χρησιμοποιείται σπάνια και δεν παρέχεται στους μαθητές για ασκήσεις.	48
Εικόνα 21: Εικόνα της καρτέλας "Βίντεο" από το Κανάλι μου στο YouTube. Διακρίνονται οι 15 πιο πρόσφατες μεταφορτώσεις, τη στιγμή λήψης του στιγμιότυπου, αλλά και οι υπόλοιπες καρτέλες	49
Εικόνα 22: Κεφαλίδα του θεωρητικού Κουίζ για τη Δέκατη Τέταρτη Διδακτική Ώρα (1.2.7)	50
Εικόνα 23: Ρυθμίσεις που εφαρμόζονται στο σύνολο των θεωρητικών ασκήσεων	51
Εικόνα 24: Άσκηση πολλαπλής επιλογής από τη Δέκατη Έκτη Ώρα (2.1.3 & 2.1.4), που απαιτεί μαθηματική επίλυση. Η σωστή απάντηση -τυχαίνει να- εμφανίζεται πρώτη	52
Εικόνα 25: Άσκηση πολλαπλής επιλογής Σωστού-Λάθους από την Έκτη Διδακτική Ώρα (1.1.8), με αξιολόγηση θεωρητικής κατανόησης. Οι σωστές απαντήσεις -τυχαίνει να- εμφανίζονται στις θέσεις 3, 4 και 5.	53
Εικόνα 26: Ερώτηση τύπου Σωστού-Λάθους από την Ένατη Διδακτική Ώρα (1.1.9) που απεικονίζει γραφική παράσταση χωρίς στοιχεία για τους άξονες και καλεί τους μαθητές να προσδιορίσουν την πιθανή της ταυτότητα, με βάση τη μορφολογία της. Οι σωστές απαντήσεις -τυχαίνει να- εμφανίζονται στην πρώτη και την τρίτη θέση.....	54
Εικόνα 27: Ερώτηση πολλαπλής επιλογής από την Όγδοη Διδακτική Ώρα (1.1.9) που απεικονίζει γραφική παράσταση $x-t$ και καλεί τους μαθητές να προσδιορίσουν τα χαρακτηριστικά της ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης που περιγράφει, με βάση τη μορφολογία της. Η σωστή απάντηση -τυχαίνει να- εμφανίζεται πρώτη.	55
Εικόνα 28: Ερώτηση πολλαπλής επιλογής από τη Δέκατη Τέταρτη Διδακτική Ώρα (1.2.7) που περιγράφει τα χαρακτηριστικά μιας ελεύθερης πτώσης και καλεί τους μαθητές να επιλέξουν τη γραφική παράσταση που περιγράφει την κίνηση. Σωστή απάντηση είναι η πρώτη.	56
Εικόνα 29: Ερώτηση που οδηγεί στον σχεδιασμό γραφικής παράστασης, από την Έβδομη Διδακτική Ώρα (1.1.9). Αναφέρεται σε διαστημόπλοια κινητικής κατάστασης που είχε περιγραφεί στις δύο προηγούμενες ερωτήσεις της φόρμας, προσδίδοντας νοηματική συνέχεια. Επιλογή του πλήκτρου «Προσθήκη αρχείου» επιτρέπει στον μαθητή να εισάγει φωτογραφία της γραφικής παράστασης που σχεδίασε σε χαρτί.	57
Εικόνα 30: Ερώτηση πολλαπλής επιλογής από τη Δεύτερη Διδακτική Ώρα (1.1.3 & 1.1.4) που προϋποθέτει μετρήσεις πάνω στην συνημμένη εικόνα (από την ιστοσελίδα www.seilias.gr) ώστε να επιλυθεί. Η σωστή απάντηση -τυχαίνει να- εμφανίζεται δεύτερη.	57
Εικόνα 31: Ερώτηση από τη Δέκατη Τρίτη Διδακτική Ώρα (1.2.5 & 1.2.6) που απαιτεί τον υπολογισμό του βάρους συγκεκριμένου σώματος σε διαφορετικά ουράνια σώματα. Για τις αντίστοιχες επιταχύνσεις της βαρύτητας οι μαθητές παραπέμπονται σε επιστημονική ιστοσελίδα, ώστε να ενισχυθεί η αίσθηση αξιοποίησης και επεξεργασίας πειραματικών δεδομένων.	58
Εικόνα 32: Ερώτηση που καλεί τον μαθητή να επεξεργαστεί αναλυτικά ένα πρόβλημα και να περιγράψει την εργασία του, από την Ενδέκατη Διδακτική Ώρα (1.2.2). Η εικόνα εδώ δεν χρησιμεύει στην επίλυση, αλλά περισσότερο στην κατανόηση και τη διασύνδεση του ερωτήματος με ρεαλιστική εφαρμογή.	59
Εικόνα 33: Περιεχόμενο της ιστοσελίδας για τις πειραματικές δραστηριότητες της Δέκατης Τέταρτης Διδακτικής Ώρας (1.2.7) όπου διακρίνονται η εισαγωγή, ο σύνδεσμος για την απαντητική φόρμα και ο σύνδεσμος για την πειραματική διάταξη (μπορεί να υπάρχουν περισσότερες από μία)	60
Εικόνα 34: Πειραματική Δραστηριότητα για τη Δέκατη Τέταρτη Διδακτική Ώρα (1.2.7) όπως εμφανίζεται στην υποσελίδα των Δραστηριοτήτων. Κλικ στον τίτλο οδηγεί στο σχετικό	

περιεχόμενο, που μπορεί να προσπελαστεί και με τον τρόπο που φαίνεται στην επόμενη εικόνα.	61
Εικόνα 35: Τυπική εμφάνιση επιλόγου του θεωρητικού τμήματος κάθε διδακτικής ώρας, ακριβώς κάτω από το τελευταίο βίντεο παράδοσης της ύλης. Κλικ στο δεύτερο εδώ οδηγεί στο σχετικό περιεχόμενο για την ίδια διδακτική ώρα, που μπορεί να προσπελαστεί και με τον τρόπο που φαίνεται στην προηγούμενη εικόνα.	61
Εικόνα 36: Πειραματική δραστηριότητα από την ιστοσελίδα www.seilias.gr , για τη Δέκατη Τέταρτη Διδακτική Ώρα (1.2.7). Μετά από κλικ στο κόκκινο υπογραμμισμένο "εδώ" που αφορά τη δραστηριότητα, η πειραματική διάταξη εμφανίζεται απευθείας σε νέο παράθυρο και σε πλήρη οθόνη.	62
Εικόνα 37: Κεφαλίδα της απαντητικής φόρμας δραστηριοτήτων για τη Δέκατη Τέταρτη Διδακτική Ώρα (1.2.7). Σημαντική λεπτομέρεια, που μπορεί να διασταυρωθεί μέσω της Εικόνας 22 στην προηγούμενη ενότητα, είναι η απόλυτη αισθητική ταύτιση με το αντίστοιχο κουίζ της ίδιας Διδακτικής Ώρας.	63
Εικόνα 38: Δραστηριότητες από την Τέταρτη Διδακτική Ώρα (1.1.5) που οδηγούν σε σχεδιασμό γραφικής παράστασης $x-t$. Τελικός στόχος είναι ο υπολογισμός της ταχύτητας. 64	
Εικόνα 39: Δραστηριότητα από τη Δέκατη Έκτη Διδακτική Ώρα (2.1.3 & 2.1.4) που οδηγεί σε δημιουργία πίνακα δεδομένων και -σε επόμενη ερώτηση- στον σχεδιασμό γραφικών παραστάσεων $E-t$	65
Εικόνα 40: Δραστηριότητα από τη Πέμπτη Διδακτική Ώρα (1.1.6 & 1.1.7) που αξιοποιεί τη γραφική παράσταση της πειραματικής διάταξης για μαθηματική επίλυση.....	65
Εικόνα 41: Δραστηριότητα από την Ένατη Διδακτική Ώρα (1.1.9) που ζητά από τον μαθητή να επεξεργαστεί τις γραφικές παραστάσεις της διάταξης, με σημαντική δημιουργική ελευθερία, και τελικό στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων μέσα από δοκιμή και παρατήρηση.....	66
Εικόνα 42: Δραστηριότητα από τη Δέκατη Πέμπτη Διδακτική Ώρα (2.1.1 & 2.1.2) που αν πραγματοποιηθεί σωστά οδηγεί τον μαθητή σε συγκεκριμένη παρατήρηση, την οποία οφείλει στη συνέχεια να εξηγήσει.....	66
Εικόνα 43: Δραστηριότητα από τη Δέκατη Διδακτική Ώρα (1.2.1) με στόχο την καλύτερη κατανόηση του Νόμου του Hooke. Η παραμόρφωση του ελατηρίου υπό καθορισμένες συνθήκες υπολογίζεται τόσο πειραματικά όσο και θεωρητικά, με αναμενόμενο αποτέλεσμα την ταύτιση των αντίστοιχων τιμών.....	67
Εικόνα 44: Δραστηριότητα από τη Δωδέκατη Διδακτική Ώρα (1.2.3 & 1.2.4) που οδηγεί σε πειραματικό και μαθηματικό υπολογισμό της επιτάχυνσης σώματος, με βάση τον Δεύτερο Νόμο του Νεύτωνα. Οι διαφορετικές τιμές οφείλουν στη συνέχεια να συγκριθούν.	67
Εικόνα 45: Δραστηριότητα από τη Δέκατη Τρίτη Διδακτική Ώρα (1.2.5 & 1.2.6) όπου οι μαθητές οφείλουν να αξιοποιήσουν την πειραματική διάταξη ώστε να χαρακτηρίσουν τις δεδομένες προτάσεις ως σωστές ή μη	68
Εικόνα 46: Δραστηριότητα από τη Δωδέκατη Διδακτική Ώρα (1.2.3 & 1.2.4) με στόχο την πειραματική δοκιμασία του Δεύτερου Νόμου του Νεύτωνα μέσα από προσδιορισμό άγνωστης δύναμης.....	68
Εικόνα 47: Δραστηριότητα από την Έκτη Διδακτική Ώρα (1.1.8) με στόχο τη θεωρητική επεξήγηση συγκεκριμένου χαρακτηριστικού της πειραματικής διάταξης, που σχετίζεται άμεσα με το θεωρητικό υπόβαθρο	69
Εικόνα 48: Δραστηριότητα από τη Δεύτερη Διδακτική Ώρα (1.1.3 & 1.1.4) με στόχο την αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας υπολογισμού μετατόπισης.....	69
Εικόνα 49: Ερωτήσεις 16 και 17 του ερωτηματολογίου αξιολόγησης. Η πρώτη βαθμολογείται από το 1 (αρνητικά) έως το 5 (θετικά) και είναι υποχρεωτική. Η δεύτερη	

είναι προαιρετική, και ενθαρρύνει τον μαθητή να εκφράσει ελεύθερα την άποψή του για το σύνολο του σχετικού τομέα της ιστοσελίδας.	73
Εικόνα 50: Απαντήσεις μαθητή σε Δραστηριότητα από την Έκτη Διδακτική Ώρα (1.1.8) κατά την οποία κλήθηκε να χρησιμοποιήσει πειραματική διάταξη για μετρήσεις ταχύτητας, που στη συνέχεια θα αξιοποιηθούν για τον υπολογισμό της επιτάχυνσης. Οι τιμές έχουν καταμετρηθεί σωστά.....	75
Εικόνα 51: Απαντήσεις μαθητή σε θεωρητική ερώτηση Σωστού-Λάθους από την Έκτη Διδακτική Ώρα (1.1.8) που προϋποθέτει μαθηματικούς υπολογισμούς και επιλογή των σωστών απαντήσεων μέσα από πλήθος άλλων παρεμφερών. Οι τρεις επιταχύνσεις έχουν υπολογιστεί σωστά.	75
Εικόνα 52: Απαντήσεις μαθητή σε Δραστηριότητες από την Έκτη Διδακτική Ώρα (1.1.8) όπου κλήθηκε να σχολιάσει τις επιταχύνσεις που υπολόγισε από τα ζεύγη ταχύτητας-χρόνου που κατέγραψε (Εικόνα 50).....	76
Πίνακας 1: Μέσος Όρος 4.47 / 5 (Πολύ Δύσκολη-Πολύ Εύκολη)	76
Πίνακας 2: Μέσος Όρος 4.4 / 5 (Πολύ Δύσκολα-Πολύ Εύκολα).....	77
Πίνακας 3: Μέσος Όρος 4.33 / 5 (Πολύ Δύσκολα-Πολύ Εύκολα).....	77
Πίνακας 4: Μέσος Όρος 4.27 / 5 (Πολύ Δύσκολα-Πολύ Εύκολα).....	77
Πίνακας 5: Μέσος Όρος 4.53 / 5 (Καθόλου Καλά-Πολύ Καλά).....	78
Πίνακας 6: Μέσος Όρος 4.53 / 5 (Καθόλου Κατανοητά-Απόλυτα Κατανοητά).....	78
Πίνακας 7: Μέσος Όρος 3.2 με ιδανική απάντηση το 3 (Υπερβολικά Μεγάλα-Υπερβολικά Μικρά)	78
Πίνακας 8: Μέσος Όρος 4.4 / 5 (Καθόλου Ενδιαφέρουσες-Πολύ Ενδιαφέρουσες).....	79
Πίνακας 9: Μέσος Όρος 4.47 / 5 (Καθόλου-Απολύτως)	79
Πίνακας 10: Μέσος Όρος 3.93 / 5 (Πολύ Δύσκολο-Πολύ Εύκολο)	79
Πίνακας 11: Μέσος Όρος 3.93 / 5 (Πολύ Δύσκολα-Πολύ Εύκολα).....	80
Πίνακας 12: Μέσος Όρος 4 / 5 (Πολύ-Καθόλου)	80
Πίνακας 13: Μέσος Όρος 4.6 / 5 (Ήθελα πολύ περισσότερα-Ήταν Αρκετά).....	80
Πίνακας 14: Μέσος Όρος 4.53 / 5 (Πολύ Κακή-Πολύ Καλή).....	81
Πίνακας 15: Μέσος Όρος 4.4 / 5 (Πολύ Δύσκολο-Πολύ Εύκολο)	81
Πίνακας 16: Μέσος Όρος 4.47 / 5 (Καθόλου-Πάρα Πολύ)	81
Πίνακας 17: Ερωτήσεις 1-4, σχετικά με την πλοήγηση στην εκπαιδευτική ιστοσελίδα	116
Πίνακας 18: Ερωτήσεις 6-8, σχετικά με τα εκπαιδευτικά βίντεο της θεωρίας	116
Πίνακας 19: Ερωτήσεις 10-12, σχετικά με τις πειραματικές δραστηριότητες	117
Πίνακας 20: Ερωτήσεις 14-16, σχετικά με τα θεωρητικά κουίζ αξιολόγησης.....	117
Πίνακας 21: Ερωτήσεις 18-20, σχετικά με τη συνολική εμπειρία του μαθήματος	117

Ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης του Μαθήματος

Στη λίστα που ακολουθεί παρατίθενται οι 21 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου αξιολόγησης της μεθόδου μου. Σε παρένθεση αναφέρονται οι αντίστοιχες ακραίες βαθμολογίες 1 και 5, όπως διαμορφώνονται με βάση το περιεχόμενο κάθε ερώτησης. Αμέσως μετά ακολουθούν τα αποκόμματα από το αρχείο του Microsoft Excel που εκθέτει αναλυτικά τις βαθμολογίες ανά μαθητή:

1. Πόσο εύκολη θεωρείς την πλοήγηση στην ιστοσελίδα; (Πολύ δύσκολη-Πολύ εύκολη)
2. Μπορούσες να βρεις εύκολα το θεωρητικό μάθημα που έψαχνες; (Πολύ Δύσκολα-Πολύ Εύκολα)
3. Μπορούσες να βρεις εύκολα την δραστηριότητα που έψαχνες; (Πολύ Δύσκολα-Πολύ Εύκολα)
4. Μπορούσες να βρεις εύκολα το κουίζ ή το φύλλο ερωτήσεων που έψαχνες; (Πολύ Δύσκολα-Πολύ Εύκολα)
5. Θες να προσθέσεις κάποια σχόλια σχετικά με την πλοήγηση στην ιστοσελίδα; (Προαιρετική Ανάπτυξης)
6. Πώς σου φάνηκαν τα βίντεο του μαθήματος; (Καθόλου Καλά-Πολύ Καλά)
7. Ήταν απλά και κατανοητά όσα έλεγα; (Καθόλου Κατανοητά-Απόλυτα Κατανοητά)
8. Τα βίντεο ήταν μεγάλα σε διάρκεια; (Υπερβολικά Μεγάλα-Υπερβολικά Μικρά)
9. Θες να προσθέσεις κάποια σχόλια σχετικά με τα βίντεο; (Προαιρετική Ανάπτυξης)
10. Πώς σου φάνηκαν οι δραστηριότητες που σου δόθηκαν να κάνεις; (Καθόλου Ενδιαφέρουσες-Πολύ Ενδιαφέρουσες)
11. Μπορούσες να κατάλαβες τι ζητούσα; (Καθόλου-Απολύτως)
12. Ήταν εύκολο να χρησιμοποιήσεις τις προσομοιώσεις; (Πολύ Δύσκολο-Πολύ Εύκολο)
13. Θες να προσθέσεις κάποια σχόλια σχετικά με τις δραστηριότητες; (Προαιρετική Ανάπτυξης)
14. Πώς σου φάνηκαν τα κουίζ που υπήρχαν στο τέλος κάθε θεωρητικού μαθήματος; (Πολύ Δύσκολα-Πολύ Εύκολα)
15. Δυσκολεύτηκες να τα λύσεις; (Πολύ-Καθόλου)
16. Θεωρείς πώς όσα άκουσες στα βίντεο των μαθημάτων ήταν αρκετά για να λύσεις τα αντίστοιχα κουίζ; (Ήθελα πολύ περισσότερα-Ήταν Αρκετά)
17. Θες να προσθέσεις κάποια σχόλια σχετικά με τα θεωρητικά κουίζ; (Προαιρετική Ανάπτυξης)
18. Πώς σου φάνηκε η διαδικασία του μαθήματος γενικά; (Πολύ Κακή-Πολύ Καλή)
19. Πιστεύεις ότι ήταν δυνατόν να καταλάβεις την φυσική με αυτόν τον τρόπο διδασκαλίας; (Πολύ Δύσκολο-Πολύ Εύκολο)
20. Θα σε ενδιέφερε ένα τέτοιο είδος μαθήματος, στην περίπτωση που η εκπαίδευση ήταν αναγκαστικά εξ αποστάσεως; (Καθόλου-Πάρα Πολύ)
21. Θες να προσθέσεις κάποια σχόλια σχετικά με το μάθημα, συνολικά; (Προαιρετική Ανάπτυξης)

1	θεωρείς την πλοήγηση εύκολα	το θεωρητικό εύκολα	επίσης εύκολα την δραστηριότητα	το κουίζ ή το φύλλο
2	5	5	4	4
3	5	5	3	5
4	4	4	4	5
5	3	1	5	4
6	5	5	5	5
7	4	4	4	4
8	3	4	5	3
9	5	4	4	3
10	5	5	3	4
11	4	5	5	4
12	5	5	5	4
13	4	4	5	5
14	5	5	4	4
15	5	5	4	5
16	5	5	5	5
17	4,47	4,40	4,33	4,27

Πίνακας 17: Ερωτήσεις 1-4, σχετικά με την πλοήγηση στην εκπαιδευτική ιστοσελίδα

1	φάνηκαν τα βίντεο του απλά και κατανοητά	όσο ήταν μεγάλα σε δ	
2	4	5	4
3	5	4	3
4	5	5	5
5	5	4	3
6	4	5	3
7	5	5	3
8	5	4	4
9	4	4	2
10	5	5	2
11	5	4	3
12	4	5	3
13	4	4	3
14	4	5	3
15	4	4	4
16	5	5	3
17	4,53	4,53	3,20

Πίνακας 18: Ερωτήσεις 6-8, σχετικά με τα εκπαιδευτικά βίντεο της θεωρίας

1	2	3	4
1	4	5	4
2	5	5	4
3	5	5	5
4	4	5	2
5	5	4	5
6	4	5	5
7	4	4	5
8	3	4	3
9	4	2	2
10	5	4	3
11	4	5	4
12	4	4	4
13	5	5	4
14	5	5	4
15	5	5	5
16	4,40	4,47	3,93

Πίνακας 19: Ερωτήσεις 10-12, σχετικά με τις πειραματικές δραστηριότητες

1	2	3	4
1	3	4	5
2	4	3	3
3	4	5	3
4	4	3	5
5	5	4	5
6	3	4	4
7	4	4	5
8	4	4	4
9	2	3	5
10	3	3	5
11	4	4	5
12	5	5	5
13	4	5	5
14	5	4	5
15	5	5	5
16	3,93	4,00	4,60

Πίνακας 20: Ερωτήσεις 14-16, σχετικά με τα θεωρητικά κομμάτια αξιολόγησης

1	2	3	4
1	5	5	4
2	4	5	5
3	5	4	5
4	3	5	2
5	5	5	5
6	5	5	5
7	4	5	4
8	4	3	5
9	5	2	4
10	5	5	5
11	4	5	5
12	4	4	3
13	5	4	5
14	5	4	5
15	5	5	5
16	4,53	4,40	4,47

Πίνακας 21: Ερωτήσεις 18-20, σχετικά με τη συνολική εμπειρία του μαθητή

Σχόλιο από την παρουσίαση της μεθόδου σε σχολείο (14/5/2021)

Το παρακάτω σχόλιο από την παρουσίαση της μεθόδου μου σε ιδιωτικό σχολείο, στις 14 Μαΐου 2021, παρατίθεται αυτούσιο όπως καταγράφηκε πρόχειρα από εμένα την ίδια μέρα, ώστε να διατηρηθεί με ακρίβεια η αρχική εντύπωση:

“Η ενημέρωση των μαθητών έλαβε χώρα τις δύο πρώτες ώρες, και αφορούσε τα δύο τμήματα της Πρώτης Τάξης ξεχωριστά. Ο καθηγητής φρόντισε να ειδοποιήσει τα παιδιά και να εγκαταστήσει τον εξοπλισμό (προτζέκτορας, υπολογιστής, πρόσβαση στην ιστοσελίδα), και η παρουσίαση έγινε στην ειδικά διαμορφωμένη αίθουσα του σχολείου όπου λαμβάνουν χώρα οι παρουσιάσεις. Μετά από μικρή εισαγωγή ο καθηγητής ζήτησε αρχικά να μιλήσω στα παιδιά για την ΣΕΜΦΕ και τις ιδιαιτερότητές της σε σύγκριση με το Μαθηματικό ή το Φυσικό του ΕΚΠΑ. Ανέφερα κάποια βασικά, και στην συνέχεια πέρασα στο κυρίως θέμα.

Ξεκίνησα την ανάλυση περιγράφοντας ξεχωριστά τους όρους του θέματος της διπλωματικής, “Ασύγχρονη εξ’ αποστάσεως διδασκαλία της Φυσικής μέσω Πειραμάτων”. Η μετάβαση στην επίδειξη της ιστοσελίδας έγινε όταν επιχείρησα να συνδέσω το ασύγχρονο και το πειραματικό στοιχείο, μέσω της μεθόδου μου, οπότε άρχισα να εξηγώ αναλυτικά την διάρθρωση και τα χαρακτηριστικά του ιστοτόπου. Στο τέλος, αφού πρώτα ανέφερα ότι το υλικό θα μοιραστεί σε όλους ανεξαιρέτως, ως βοήθεια στην επανάληψή τους, διευκρίνισα ότι για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου χρειάζομαι εθελοντές που θα παρακολουθήσουν και θα χρησιμοποιήσουν έναν ελάχιστο αριθμό βίντεο και δραστηριοτήτων. Η συμπλήρωση ενός ερωτηματολογίου με νοηματικό περιεχόμενο βασισμένο στην ορθή λειτουργία της ιστοσελίδας είναι επίσης σημαντική. Ανάλογη διαδικασία έλαβε χώρα και την δεύτερη ώρα, με τους μαθητές του δεύτερου τμήματος· προσωπικά είμαι αρκετά ικανοποιημένος και με τις δύο παρουσιάσεις, αλλά περισσότερο με την πρώτη.

Οι αντιδράσεις των μαθητών ήταν ιδιαίτερα ένθερμες. Με παρακολουθούσαν όλοι, καθ’ όλη τη διάρκεια, και σε αρκετές περιπτώσεις όταν εστίαζα σε πρόσωπα εκείνα με παρακολουθούσαν ήδη και έγνεφαν καταφατικά. Σε κάθε τμήμα έγιναν από δύο ερωτήσεις, που αφορούσαν περισσότερο διαδικαστικά θέματα· κάποιος ρώτησε αν ανάλογο υλικό υπάρχει και για άλλες τάξεις του λυκείου, κάποιος αναρωτήθηκε για τον χρονικό ορίζοντα που προβλέπεται, κάποια ρώτησε πόσα περίπου βίντεο υπάρχουν και κάποια άλλη αν η μέθοδος περιλαμβάνει και κανονικές ασκήσεις. Σε κάθε τμήμα, όταν τελικά ρώτησα αν υπάρχουν εθελοντές για ολοκληρωμένη συνεργασία μαζί μου σήκωσαν το χέρι περίπου 10-12 άτομα, με μια βιαστική ματιά.

Δεν υπήρξε επί τόπου κάποια εξέλιξη, και ο τελικός αριθμός συμμετεχόντων θα εξαρτηθεί και από μελλοντικές υπενθυμίσεις του καθηγητή μέσα στην τάξη, αλλά το αρχικό δείγμα σε συνδυασμό με το ενδιαφέρον ήταν σίγουρα ενθαρρυντικό. Στον τομέα της συμμετοχής, είτε αναφορικά με την συγκέντρωση κατά την παρουσίαση είτε από άποψη εθελοντικής συνεργασίας με το project, τα κορίτσια επέδειξαν γρηγορότερα αντανακλαστικά απ’ τα αγόρια, παρόλο που η τελική κατανομή

ενδιαφέροντος ήταν παρόμοια. Μετά την παρουσίαση στο δεύτερο τμήμα, που ο καθηγητής ρώτησε δυο αγόρια στην τύχη αν σκοπεύουν να συνεργαστούν, εκείνα δέχτηκαν, συμπληρώνοντας ένα θετικό σχόλιο για την δουλειά μου.

Η αντιμετώπιση από τον ίδιο τον καθηγητή ήταν επίσης πολύ ενθαρρυντική, καθώς πέρα απ' τις δύο ώρες που μου παραχώρησε εξ' ολοκλήρου για τις παρουσιάσεις σχολίασε πολύ θετικά την μέθοδό μου. Συμφώνησε να γράψει συστατική επιστολή μετά την ολοκλήρωση της συνεργασίας, και ανέφερε χαρακτηριστικά ότι προγραμματίζει να χρησιμοποιεί επίσημα την ιστοσελίδα από την νέα χρονιά σαν υποστήριξη στο κυρίως μάθημα. Το σύνολο της συνεργασίας με το σχολείο, ως τώρα, αποδεικνύεται ανώτερο των αρχικών μου προσδοκιών."

Σχόλιο μαθητή της Α' Λυκείου, 16 ετών (7/6/2021)

Το παρακάτω σχόλιο παρατίθεται αυτούσιο όπως το παρέλαβα με e-mail (στις 7/6/2021) από μαθητή της Α' Λυκείου, 16 ετών, που παρακολούθησε την παρουσίασή μου και δοκίμασε τη μέθοδό μου. Η ταυτότητά του παραμένει μυστική για ευνόητους λόγους. Δεν ζήτησα με κανέναν τρόπο επιπλέον γραπτά σχόλια από μαθητές, οπότε το παρακάτω οφείλεται αποκλειστικά σε πρωτοβουλία του μαθητή, από τον οποίο είχα δεχτεί απαντήσεις σε θεωρητικά κουίζ και είχα απαντήσει με διορθώσεις και σχόλια, που δικαιολογούν και την εισαγωγική πρόταση:

"Καλησπέρα είμαι ο *όνομα* όπως λογικά θα έχεις καταλάβει. Δεν χρειάζεται να ευχαριστείς για τίποτα αν και το σκεφτόμουν πολύ να βοηθήσω στην εργασία. Λόγω του ότι δεν είμαι και τόσο καλός στην φυσική και επειδή δεν μου αρέσει σαν μάθημα σκεφτόμουν να μην ασχοληθώ. Όμως τελικά το αποφάσισα γιατί σκέφτηκα ότι θα έχει ενδιαφέρον η ιστοσελίδα αυτή. Και τελικά βγήκα αληθινός!!!

Μου άρεσε πάρα πολύ σαν project ήταν πολύ ενδιαφέρουσα και εντυπωσιάστηκα από την εξαιρετική δουλειά σου. Μπράβο και εύχομαι να πάνε όλα καλά και να πετύχεις αυτό που θέλεις. Απλά να ξέρεις πως η ιστοσελίδα αυτή είναι πολύ εντυπωσιακή και πολύ ωφέλιμη. Με βοήθησαν τα βίντεο στο να κατανοήσω κάποια πράγματα που ίσως να μην είχα μάθει σωστά, αλλά και να εξασκηθώ σε ασκήσεις και ερωτηματολόγια που μου ξεκαθάριζαν την σκέψη και με καθοδηγούσαν στο σωστό αποτέλεσμα.

Εύχομαι να ασχοληθούν και άλλα παιδιά και να σε βοηθήσουν στο επιθυμητό σου αποτέλεσμα. Ο,τι και να θέλεις να κάνω παραπάνω πες μου το.

Καλή συνέχεια και καλή επιτυχία,

Ονοματεπώνυμο "

Σχόλιο Καθηγητή Φυσικής του Ιδιωτικού Σχολείου (24/7/2021)

Ο παρακάτω σχολιασμός προέρχεται από τον καθηγητή φυσικής του ιδιωτικού Λυκείου με το οποίο συνεργάστηκα για τη δοκιμή της μεθόδου μου, και παρατίθεται αυτούσιος όπως τον έλαβα με e-mail:

“Ο Βασίλης Καθάρειος επισκέφτηκε το Λύκειο Μελισσίων « Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΙΔΕΙΑ» τον Μάιο του 2021 και παρουσίασε την έρευνα που κάνει στα πλαίσια της πτυχιακής του εργασίας.

Οι μαθητές της Α Λυκείου παρακολούθησαν την διαδικτυακή παρουσίαση με ενδιαφέρον. Ακολούθησε διάλογος και εκδήλωσαν ενδιαφέρον να πραγματοποιήσουν τα πειράματα και να συμμετάσχουν στην έρευνα.

Βρισκόμασταν στο τέλος του διδακτικού έτους και δε μπορούσα να χρησιμοποιήσω και εγώ συντονισμένα τις πειραματικές εφαρμογές. Ελπίζω με την άδεια του Βασίλη, να αποτελούν την επόμενη σχολική χρονιά, μέρος της διδασκαλίας μου.

ΓΙΩΡΓΟΣ ΤΣΟΛΚΑΣ

Καθηγητής Φυσικής, στο Λύκειο Μελισσίων «Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΑΙΔΕΙΑ».”

Σχόλιο Καθηγητή Φυσικής του Ιδιωτικού Σχολείου (15/6/2022)

Ο παρακάτω σχολιασμός προέρχεται επίσης από τον καθηγητή φυσικής του ιδιωτικού Λυκείου με το οποίο συνεργάστηκα για τη δοκιμή της μεθόδου μου, μετά από έναν χρόνο τακτικής αξιοποίησής της στην σχολική αίθουσα. Παρατίθεται αυτούσιος όπως τον έλαβα με e-mail:

“Χρησιμοποίησα και τη σχολική χρονιά 2021-2022 την ιστοσελίδα του Βασίλη Καθάρειου, κυρίως στο 1ο κεφάλαιο, της Φυσικής Α Λυκείου.

Η εντύπωση μου είναι ότι βοηθάει τα παιδιά να κατανοήσουν τις κινήσεις και τις σχέσεις μεταξύ ταχύτητας, επιτάχυνσης, μετατόπισης. Και κυρίως τα διαγράμματα.

Με βάση τις πειραματικές αυτές διαδικασίες οι μαθητές εμπέδωσαν τη λογική επεξεργασίας των κινήσεων και είχαν τη δυνατότητα ενασχόλησης με αυτές και εκτός σχολείου.

Για την επόμενη σχολική χρονιά σκοπεύω να χρησιμοποιήσω την ιστοσελίδα αυτή ακόμη περισσότερο.

Γιώργος Τσόλκας

Καθηγητής Φυσικής στο Λύκειο Μελισσίων « Η Ελληνική Παιδεία».”