

# Εφαρμογή και αξιολόγηση ενός δικτυακού μαθησιακού σεναρίου για το Ύψος των Ήχων

Πανταζή Πηνελόπη<sup>1</sup>, Λεύκος Ιωάννης<sup>2</sup>  
[esp19247@uom.edu.gr](mailto:esp19247@uom.edu.gr), [lefkos@uom.edu.gr](mailto:lefkos@uom.edu.gr)

<sup>1</sup>Εκπαιδευτικός Μουσικής ΠΕ79.01

<sup>1,2</sup>Τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

## Περίληψη

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στην εφαρμογή και αξιολόγηση ενός δικτυακού εκπαιδευτικού σεναρίου το οποίο διερευνά το ύψος του ήχου μέσα από μια διεπιστημονική προσέγγιση που εμπλέκει τα μαθήματα της Φυσικής και της Μουσικής της Ε΄ Δημοτικού. Το σενάριο ακολουθεί τη διερευνητική μέθοδο διδασκαλίας και περιλαμβάνει δραστηριότητες και πειράματα, τόσο με απλά υλικά, όσο και με ψηφιακά εργαλεία. Για τη δημιουργία του χρησιμοποιήθηκε η διαδικτυακή πλατφόρμα GoLab/Graasp. Το σενάριο υλοποιήθηκε με μαθητές της Ε και ΣΤ Δημοτικού και διερευνήθηκε η απήχηση του σεναρίου, καθώς και η αποτελεσματικότητά του. Τα δεδομένα της έρευνας συλλέχθηκαν από ερωτηματολόγια τα οποία συμπλήρωσαν οι μαθητές πριν την εφαρμογή του σεναρίου και μετά το πέρας αυτής, καθώς και από τη συμπλήρωση των ψηφιακών φύλλων εργασίας. Τα αποτελέσματα της έρευνας φανερώνουν ότι η αξιοποίηση της δικτυακής πλατφόρμας των σεναρίων είχε θετική απήχηση στους μαθητές, ενώ κατανόησαν την έννοια του ύψους και τη μεταβολή του σε σχέση με το μέγεθος των μουσικών οργάνων. Προβλήματα παρουσιάζονται στη σύνδεση του ύψους με τη συχνότητα, καθώς και στη διάκριση της έννοιας του ύψους από αυτή της έντασης.

**Λέξεις κλειδιά:** Τα χαρακτηριστικά του ήχου, Φυσική, Μουσική, Δικτυακό σενάριο, ΤΠΕ

## Εισαγωγή

Η Μουσική καταλαμβάνει σημαντικό μέρος στην ανθρώπινη ζωή και χρησιμοποιείται ευρέως στη διδακτική πρακτική, διευκολύνοντας τους μαθητές να κατανοούν και να απομνημονεύουν ευκολότερα τη νέα γνώση, αλλά και προσθέτοντας μια ευχάριστη νότα στη μαθησιακή διαδικασία (Towell, 1999). Ο ήχος είναι φυσικό φαινόμενο, το οποίο προκαλείται από την ταλάντωση των σωμάτων. Γίνεται αντιληπτός με την αίσθηση της ακοής (Young, 2009). Η Μουσική είναι η τέχνη της ρυθμικής και μελωδικής οργάνωσης των ήχων. Τους μουσικούς ήχους διακατέχουν οι ίδιοι νόμοι της Φυσικής, και ειδικότερα οι νόμοι της Μηχανικής, οι οποίοι ισχύουν για όλους τους υπόλοιπους ήχους (Κολοκυθάς, 2015). Ο συνδυασμός δύο διαφορετικών θεματικών αντικειμένων, όπως η Φυσική και η Μουσική, θεωρείται ότι κινητοποιεί το ενδιαφέρον των μαθητών. Τα δύο αντικείμενα, έχουν αρκετά κοινά σημεία. Για παράδειγμα, και η Μουσική και η Φυσική, χρησιμοποιούν για την περιγραφή τους τα μαθηματικά. Επίσης, τα ηχητικά κύματα και οι αρμονικές, από τα οποία συνίστανται οι μουσικοί ήχοι, είναι και αντικείμενο μελέτης της Φυσικής. (Ramsey, 2015).

Οι Φυσικές Επιστήμες διδάσκονται κατά τη διάρκεια ενός μεγάλου μέρους της σχολικής πορείας των μαθητών. Παρόλα αυτά, οι γνώσεις και οι απόψεις που εκφέρουν ακόμη και στην ενήλικη ζωή τους διαπιστώνεται ότι δεν αντιστοιχούν στις αντίστοιχες επιστημονικές, τις οποίες έχουν διδαχθεί (Klammer, 1998). Οι μαθητές, ξεκινώντας την περίοδο της σχολικής τους ζωής, ήδη μεταφέρουν γνώσεις και εμπειρίες τις οποίες έχουν αποκομίσει από το κοινωνικό τους περιβάλλον, οι οποίες όμως πολλές φορές μπορεί να διαφέρουν από τις επιστημονικά αποδεκτές («εναλλακτικές» απόψεις). (Thijs & Van Den Berg, 1995). Επομένως, βασική μέριμνα της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών είναι η αποδόμηση των

εναλλακτικών απόψεων των μαθητών πριν την οικοδόμηση της νέας γνώσης. Για το σκοπό αυτό, είναι αναγκαίο να υπάρχει μια λεπτομερής εικόνα της προϋπάρχουσας άποψης των μαθητών για κάποιο φυσικό φαινόμενο ή έννοια, προτού μελετηθεί (Pejuan et al, 2012).

Προς την κατεύθυνση αυτή φαίνεται να συμβάλλει ουσιαστικά η μέθοδος της διερευνητικής μάθησης, η οποία βρίσκεται σήμερα στο προσκήνιο παγκοσμίως. Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, αρχικά οι μαθητές διατυπώνουν υποθέσεις σχετικά με τα φαινόμενα που διερευνώνται. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας πειράματα ή προσομοιώσεις, διαπιστώνουν αν οι υποθέσεις τους είναι αληθείς ή ψευδείς (De Caro et al., 2015). Καθώς τα συμπεράσματά τους είναι αποτέλεσμα πειραματισμού και έρευνας, εισάγονται στον επιστημονικό τρόπο σκέψης. Επίσης, η γνώση που κατακτάται μέσω της έρευνας και του πειραματισμού, είναι γνώση την οποία αποκτά ο μαθητής σε βάθος, ενώ η μάθηση γίνεται μια ελκυστική, ευχάριστη διαδικασία και επομένως πιο αποτελεσματική για μεγαλύτερη μερίδα μαθητών, καθώς εμπλέκονται με μεγαλύτερη προθυμία σε αυτή (Καριώτογλου κ.ά, 2012).

Ο εκπαιδευτικός σε αυτή τη διαδικασία κατέχει υποστηρικτικό ρόλο, καθώς παρέχει συμβουλές και κατευθύνσεις στους μαθητές και τους προτρέπει να ερευνήσουν και να κατασκευάσουν μόνοι τους τη γνώση. Συντονίζει τη μαθησιακή διαδικασία και ελέγχει την πρόοδο των μαθητών, προσφέροντας επιπλέον υποστήριξη σε όσους την έχουν ανάγκη (Σιαμέτη, 2021).

Η χρήση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία διαδίδεται ολοένα και περισσότερο. Οι νέες τεχνολογίες αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο για τον εκπαιδευτικό, καθώς προσφέρουν επιπλέον δυνατότητες για τη διδασκαλία των μαθησιακών αντικειμένων, είτε στη δια ζώσης, είτε στην εξ αποστάσεως διδασκαλία. Οι μαθητές έχουν εξοικειωθεί αρκετά με τη χρήση των συσκευών και των εκπαιδευτικών προγραμμάτων, καθώς πλέον αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της εκπαιδευτικής καθημερινότητας, ιδιαίτερα με την εισαγωγή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες (Μαρασλή, 2021).

Οι προσομοιώσεις βοηθούν τους μαθητές να αντιληφθούν νόμους της Φυσικής και φαινόμενα τα οποία στο φυσικό περιβάλλον είναι αδύνατον να παρατηρήσουν (Ολυμπίου, 2012). Επομένως, η χρήση πραγματικών πειραμάτων σε συνδυασμό με εικονικά πειράματα μεγιστοποιεί τα μαθησιακά οφέλη (Ευαγγέλου & Κώπτης, 2017) και στην κατεύθυνση αυτή έχουν αναφερθεί θετικά αποτελέσματα από τη χρήση του περιβάλλοντος Golab/Graasp (Rodriguez-Triana et al., 2020; Παπαλαζάρου κ.ά., 2019) Η ιδιαίτερη συμβολή των ΤΠΕ στο συγκεκριμένο θέμα, είναι η δυνατότητα οπτικοποίησης των ηχητικών κυμάτων. Με την εκτέλεση των πειραμάτων, και κυρίως με τη χρήση των προσομοιώσεων, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να “δουν” επιπλέον την ταλάντωση που προκαλεί τους ήχους και επομένως να τη συνδέσουν με τα χαρακτηριστικά του. Ο συνδυασμός περισσότερων αισθήσεων κατά τη μαθησιακή διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα την πληρέστερη κατάκτηση της νέας γνώσης, με μεγαλύτερη διάρκεια, όπως έχουν αποδείξει σχετικές έρευνες (Katai et al., 2008).

Τα δύο τελευταία χρόνια η παραγωγή διδασκικών σεναρίων έχει αυξηθεί κατακόρυφα. Μια από τις αιτίες είναι η διάδοση της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, στην οποία αυτού του τύπου τα σενάρια κατέχουν πρωταγωνιστικό ρόλο, ειδικά για τη μορφή της ασύγχρονης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. (Ζώρζος κ.ά., 2021). Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να εργαστούν από το χώρο τους, κατά το χρόνο που οι ίδιοι επιθυμούν, εργαζόμενοι με τον δικό τους, προσωπικό ρυθμό (Fadde & Vu, 2014). Το διδακτικό σενάριο το οποίο διαπραγματεύεται η έρευνα, έχει τέτοια δομή ώστε να μπορεί να λειτουργήσει σε ποικίλες εκπαιδευτικές συνθήκες, τόσο σύγχρονες όσο και ασύγχρονες, μέσα στο σχολείο είτε εκτός αυτού.

Η καινοτομία του διδακτικού σεναρίου συνίσταται στο συνδυασμό διαφορετικών μαθησιακών αντικειμένων (Φυσικής και Μουσικής) για την επίτευξη του επιθυμητού

αποτελέσματος. Θεωρείται ότι ο συνδυασμός αυτός θα διεγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών και θα βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση της διαπραγματευόμενης έννοιας. Πιο αναλυτικά, η εργασία αυτή αφορά την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας ενός δικτυακού σεναρίου που διαπραγματεύεται το ύψος του ήχου, (α) στην κατανόηση των σχετικών εννοιών και (β) στην απήχηση που είχε στους μαθητές η εργασία μέσα στο περιβάλλον των ψηφιακών σεναρίων με μια συνδυασμένη προσέγγιση Φυσικής και Μουσικής.

## Ερευνητική μεθοδολογία

### Τα ερευνητικά ερωτήματα

Ειδικότερα πρόκειται να διερευνηθούν τα παρακάτω επιμέρους ερευνητικά ερωτήματα:

- Υπάρχει διαφορά στην κατανόηση της έννοιας του ύψους του ήχου από τους μαθητές πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση;
- Υπάρχει διαφορά στην κατανόηση της σύνδεσης του ύψους του ήχου με τη συχνότητα από τους μαθητές πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση;
- Υπάρχει διαφορά στην κατανόηση της αναπαράστασης του ύψους του ήχου στη μουσική σημειογραφία από τους μαθητές πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση;
- Υπάρχει διαφορά στην κατανόηση της σύνδεσης του ύψους του ήχου με το μέγεθος των μουσικών οργάνων από τους μαθητές πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση;
- Διαπιστώνεται ικανοποίηση των μαθητών από το συνδυασμό Φυσικής και Μουσικής κατά τη διδασκαλία;
- Διαπιστώνεται ικανοποίηση των μαθητών από τη χρήση της πλατφόρμας Graasp;
- Αντιμετώπισαν δυσκολίες οι μαθητές στη χρήση της πλατφόρμας Graasp;

Το τελικό ζητούμενο που επιδιώκεται από τις απαντήσεις στα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα είναι αν το διδακτικό σενάριο αποτελεί μια ενδιαφέρουσα, καινοτόμα διδακτική πρόταση η οποία θα μπορούσε εν δυνάμει να εφαρμοστεί και σε άλλα θέματα.

### Το δείγμα και οι συνθήκες της έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στα τέλη του δεύτερου και τις αρχές του τρίτου τριμήνου του σχολικού έτους 2021-2022 σε δύο δημοτικά σχολεία στο νομό Χαλκιδικής. Για την υλοποίηση του διδακτικού σεναρίου και την εξαγωγή των ερευνητικών αποτελεσμάτων επιλέχθηκαν μαθητές της Ε (37,5%) και ΣΤ (62,5%) Δημοτικού, καθώς το σενάριο απευθύνεται σε μαθητές της συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας. Συμμετείχαν συνολικά 77 μαθητές και μαθήτριες από τα τρία τμήματα των Ε και ΣΤ τάξεων, εκ των οποίων το 44,4% ήταν αγόρια και το 55,6% κορίτσια. Το σενάριο υλοποιήθηκε σε τρεις διδακτικές ώρες. Οι μαθητές του δείγματος δεν είχαν διδαχθεί προηγουμένως το κεφάλαιο της Φυσικής το οποίο αναφέρεται στον ήχο.

Πρόκειται για συμμετοχική εμπειρική έρευνα κατά την οποία τα δεδομένα συλλέχθηκαν με τη χρήση ερωτηματολογίων εισόδου και εξόδου, τα οποία περιλαμβάνουν ερωτήσεις κλειστού και ανοιχτού τύπου, καθώς και με τη συλλογή δεδομένων μέσω της πλατφόρμας Graasp, η οποία χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία και υλοποίηση του σεναρίου.

### Σύντομη περιγραφή του διδακτικού σεναρίου

Το διδακτικό σενάριο το οποίο διαπραγματεύεται η έρευνα, ασχολείται με το ύψος του ήχου. Είναι δομημένο στο πνεύμα της διερευνητικής μεθόδου, επιχειρώντας να εμπλέξει τους μαθητές σε δραστηριότητες, πειράματα και προσομοιώσεις, με στόχο αρχικά να κατανοήσουν το φαινόμενο “ύψος του ήχου”, αλλά και να το συνδέσουν εκτός από τις Φυσικές Επιστήμες

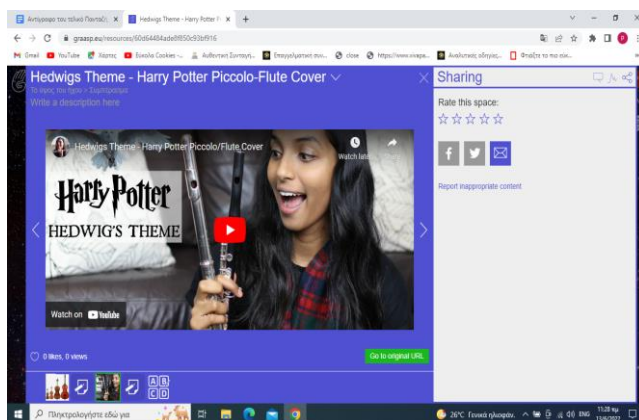
και με τη Μουσική. Το σενάριο είναι ελεύθερα προσβάσιμο στη διεύθυνση <https://graasp.eu/s/8oerkw>

Αποτελείται από πέντε ενότητες / φάσεις, οι οποίες βασίζονται στη διερευνητική μέθοδο διδασκαλίας. Η πρώτη ενότητα είναι η φάση του προσανατολισμού, όπου οι μαθητές καλούνται να διαπιστώσουν τις προηγούμενες γνώσεις τους σχετικά με την έννοια του ύψους του ήχου και των φυσικών μεγεθών που συνδέονται με αυτό. Στο τέλος της ενότητας δίδονται οι ορισμοί. Στη δεύτερη ενότητα, η οποία είναι η φάση της εννοιολόγησης, οι μαθητές διατυπώνουν τις υποθέσεις τους σχετικά με το ύψος του ήχου και τις μεταβολές του. Η τρίτη ενότητα είναι η φάση της έρευνας, όπου οι μαθητές κάνοντας χρήση απλών πειραμάτων και προσομοιώσεων διαπιστώνουν αν οι υποθέσεις που διατύπωσαν στην προηγούμενη ενότητα ήταν σωστές ή λανθασμένες και συνδέουν το ύψος του ήχου με τα φυσικά μεγέθη από τα οποία εξαρτάται. Στην τέταρτη ενότητα, καταλήγουν σε συμπεράσματα σχετικά με τις έννοιες που διδάχτηκαν στις προηγούμενες ενότητες.

Σε όλες τις ενότητες η πλειοψηφία των παραδειγμάτων, των πειραμάτων και των προσομοιώσεων είναι από το χώρο της μουσικής. Στην πέμπτη και τελευταία ενότητα, γίνεται σύνδεση του ύψους του ήχου με τη μουσική θεωρία και πράξη. Επίσης, δίνονται επιπλέον πληροφορίες σχετικά με το ύψος του ήχου.

### **Η πλατφόρμα ανάπτυξης του σεναρίου Graasp**

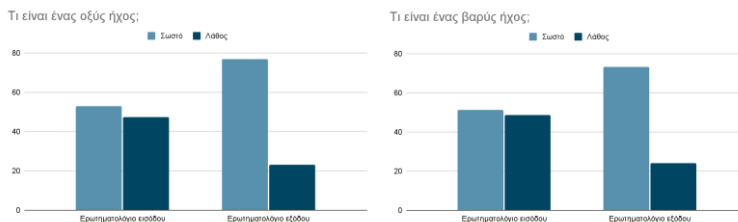
Το σενάριο έχει δημιουργηθεί εξ ολοκλήρου στη δικτυακή πλατφόρμα Graasp (Graasp.eu). Πρόκειται για περιβάλλον με ελεύθερη πρόσβαση, το οποίο προσφέρει έτοιμη δομή για τη δημιουργία διερευνητικών σεναρίων με τις φάσεις της διερεύνησης (Pedaste et al., 2015). Επιπλέον, προσφέρει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης εξωτερικών δικτυακών πηγών (βίντεο, εικόνων, συνδέσμων, προσομοιώσεων κλπ) (Σχήμα 1). Διαθέτει ενσωματωμένες μικροεφαρμογές (apps), τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός ως γνωστικές σκαλωσιές προκειμένου να υποστηρίξει και να ελέγξει τη μαθησιακή πορεία των εκπαιδευομένων (δημιουργία υποθέσεων, κουίζ κ.ά.) Πρόκειται επομένως για ένα εργαλείο το οποίο διευκολύνει σημαντικά το έργο του εκπαιδευτικού, καθώς μπορεί να οργανώσει τη διδασκαλία του με ποικίλες δραστηριότητες.



Σχήμα 1. Στιγμιότυπο από το περιβάλλον συγγραφής Graasp με την δυνατότητα ενσωμάτωσης video

## Αποτελέσματα

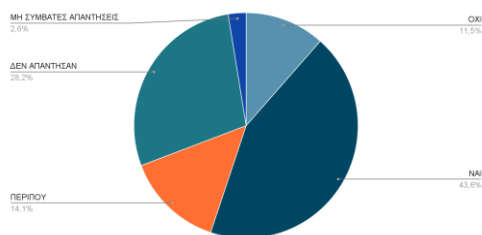
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται απαντήσεις των μαθητών στα ερωτηματολόγια εισόδου και εξόδου, καθώς και στις ερωτήσεις που περιλαμβάνονται στο διδακτικό σενάριο, σχετικά με την αποτελεσματικότητα του σεναρίου, αλλά και την απήχηση που είχε στους μαθητές.



**Σχήμα 2. Τα ποσοστά των απαντήσεων για το ύψος του ήχου πριν και μετά την παρέμβαση**

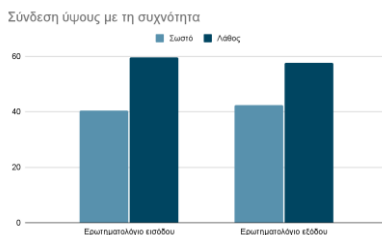
Σχετικά με το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, το οποίο αναφέρεται στην κατανόηση της έννοιας του ύψους του ήχου από τους μαθητές πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, παρατηρούμε ότι στα ερωτήματα τι είναι ένας οξύς και ένας βαρύς ήχος, τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων των μαθητών στα ερωτηματολόγια εισόδου και εξόδου μεταβλήθηκαν από το 52,8% στο 76,9% και από το 51,4% στο 73,1% αντίστοιχα, ενώ και στα δύο ερωτήματα στο ερωτηματολόγιο εξόδου απουσίαζαν εντελώς απαντήσεις που δηλώνουν άγνοια (Σχήμα 2).

Επίσης, στο ερώτημα αν οι ίδιοι οι μαθητές αισθάνονται ότι έχουν κατανοήσει την έννοια του ύψους του ήχου, το 44,3% απάντησαν θετικά, το 10,4% αρνητικά, το 14,1% των μαθητών διατύπωσαν αμφιβολίες, 2,6% έδωσαν απαντήσεις που δεν ανταποκρίνονται στο ερώτημα, ενώ το 28,6% των μαθητών δεν απάντησαν καθόλου (Σχήμα 3).



**Σχήμα 3. Η εκτίμηση των μαθητών για την κατανόηση της έννοιας του ύψους**

Όσον αφορά στο δεύτερο ερευνητικό ερώτημα για τον ορισμό της συχνότητας, η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών (πλην τριών, οι οποίοι όμως έδωσαν λάθος απαντήσεις), απάντησε “δεν ξέρω” στο ερωτηματολόγιο εισόδου. Στο ερωτηματολόγιο εξόδου οι απαντήσεις “δεν ξέρω” μειώθηκαν αισθητά, ενώ δόθηκαν ορισμοί για τη συχνότητα, από τους οποίους αρκετοί ήταν σωστοί, αλλά και αρκετοί λανθασμένοι. Στο ερώτημα που συνδέει τη μεταβολή του ύψους με τη συχνότητα, στο ερωτηματολόγιο εισόδου το 40,3% των μαθητών απάντησε σωστά, ενώ στο ερωτηματολόγιο εξόδου το 42,3% (Σχήμα 4).



**Σχήμα 4. Ποσοστό σωστών απαντήσεων για τη σχέση ύψους-συχνότητας**

Το τρίτο ερευνητικό ερώτημα αναφέρεται στην κατανόηση της αναπαράστασης του ύψους του ήχου στη μουσική σημειογραφία. Οι σωστές απαντήσεις είναι “με τα κλειδιά” και “με τη θέση της νότας στο πεντάγραμμο”. Στο ερωτηματολόγιο εισόδου το 33,3% των μαθητών επέλεξαν την πρώτη και το 54,2% των μαθητών τη δεύτερη. Οι λανθασμένες απαντήσεις κατέλαβαν το 33,3% και 44,4% αντίστοιχα, ενώ πέντε μαθητές απάντησαν “δεν ξέρω”. Σημειώνεται όμως ότι σε αυτό το ερώτημα οι μαθητές είχαν την ευχέρεια να επιλέξουν περισσότερες από μία απαντήσεις, με την υπόδειξη όμως ότι οι σωστές απαντήσεις είναι δύο. Στο ερωτηματολόγιο εξόδου, το 48,1% των μαθητών επέλεξαν την πρώτη σωστή απάντηση και το 53,8% τη δεύτερη. Οι λανθασμένες απαντήσεις κατέλαβαν το 34,6% και το 25% αντίστοιχα, ενώ η απάντηση “δεν ξέρω” δεν δόθηκε από κανέναν μαθητή.

Το τέταρτο ερευνητικό ερώτημα ελέγχει τη σύνδεση της μεταβολής του ύψους σε σχέση με το μέγεθος των μουσικών οργάνων. Στο ερωτηματολόγιο εισόδου, το 51,4% των μαθητών έδωσε σωστή απάντηση στο ερώτημα που συσχετίζει το ύψος του ήχου με το μέγεθος του μουσικού οργάνου. Στο ερωτηματολόγιο εξόδου, οι σωστές απαντήσεις στο αντίστοιχο ερώτημα ήταν 84,6% (Σχήμα 5). Επιπλέον, στο ερωτηματολόγιο εισόδου οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα ερώτημα σχετικά με το ύψος του ήχου που παράγουν οι χορδές μιας άρπας. Στο ερωτηματολόγιο εισόδου, το 12,5% των μαθητών απάντησαν σωστά. Στο ερωτηματολόγιο εξόδου, το 25% των μαθητών απάντησε σωστά.



**Σχήμα 5. Ποσοστό σωστών απαντήσεων για τη σχέση ύψος ήχου - μέγεθος οργάνου**

Όσον αφορά στην ικανοποίηση των μαθητών από το συνδυασμό Φυσικής και Μουσικής κατά τη διδασκαλία, καταρχήν το 80,8% των μαθητών δήλωσε ότι δεν έχει υλοποιήσει ξανά διαδικτυακό διδακτικό σενάριο. Στο ερώτημα τι τους άρεσε περισσότερο στο μάθημα, 7 μαθητές απάντησαν ότι τους άρεσαν όλα, 3 μαθητές ότι δεν τους άρεσε τίποτα, ενώ οι υπόλοιποι υπέδειξαν συγκεκριμένες δραστηριότητες του μαθήματος. Στο ερώτημα τι τους φάνηκε βαρετό, 32 μαθητές απάντησαν τίποτα, 2 μαθητές όλα, ενώ οι υπόλοιποι υπέδειξαν

ορισμένες δραστηριότητες του μαθήματος. Στο ερωτηματολόγιο εισόδου το 55,5% των μαθητών δήλωσαν ότι ενδιαφέρονται πάρα πολύ και πολύ να διδαχθούν το μάθημα της Φυσικής σε συνδυασμό με τη Μουσική, το 30,6% εκδήλωσαν μέτριο ενδιαφέρον, ενώ το 13,9% εκδήλωσαν ελάχιστο έως μηδενικό ενδιαφέρον. Αντίστοιχα, εκδήλωσαν μεγάλο ενδιαφέρον να διδαχθούν το μάθημα της Φυσικής μέσα από μια διαδικτυακή πλατφόρμα το 38,9%, μέτριο ενδιαφέρον το 15,3%, ενώ ελάχιστο έως καθόλου ενδιαφέρον το 45,8%. Με το πέρασμα του μαθήματος, το 69,2% των μαθητών δήλωσαν ότι τους άρεσε πολύ, το 21,2% μέτρια και το 9,6% από ελάχιστα έως καθόλου (Σχήμα 6). Το 63,5% των μαθητών δήλωσε ότι ήταν πολύ ενδιαφέρον, 21,2% ότι ήταν μέτρια ενδιαφέρον και το 15,4% ελάχιστα έως καθόλου ενδιαφέρον. Στο 67% των μαθητών άρεσε πολύ ο συνδυασμός Φυσικής, Μουσικής και ΤΠΕ, στο 21,2% άρεσε μέτρια, ενώ στο 11,5% άρεσε από ελάχιστα έως καθόλου.



Σχήμα 6. Ποσοστά ικανοποίησης των μαθητών από τον τρόπο εργασίας

Στο ερώτημα σχετικά με την ικανοποίηση των μαθητών από την πλατφόρμα Graasp, το 65,4% των μαθητών βρήκαν το μάθημα μέσα από την πλατφόρμα πολύ διασκεδαστικό, το 15,4% μέτρια διασκεδαστικό και το 19,2% ελάχιστα έως καθόλου διασκεδαστικό. Επίσης, στο ερώτημα “τι σου άρεσε περισσότερο στον τρόπο που έγινε το μάθημα;”, το 11,5% απάντησε συγκεκριμένα ότι αυτό που τους άρεσε περισσότερο ήταν το γεγονός ότι έγινε διαδικτυακά, με χρήση υπολογιστών.

Σχετικά με την ευκολία χρήσης της πλατφόρμας, το 73% απάντησε ότι ήταν πάρα πολύ ή πολύ εύκολη, 17% τη βρήκαν μέτρια, ενώ 9,6% δήλωσε ότι δυσκολεύτηκε. Στο ερώτημα αν αντιμετώπισαν κάποια δυσκολία στη χρήση της πλατφόρμας, οι περισσότεροι μαθητές ανέφεραν ότι δεν αντιμετώπισαν δυσκολίες. Δύο μαθητές αναφέρθηκαν σε δυσκολίες, οι οποίες όμως δεν είχαν σχέση με τη χρήση της πλατφόρμας, αλλά με τη γενικότερη διεξαγωγή του μαθήματος.

Τέλος, τέθηκαν ερωτήματα τα οποία διερευνούν τη διάθεση των μαθητών να συνεχίσουν να διδάσκονται με αυτόν τον τρόπο, καθώς και την πρόθεσή τους να συμμετέχουν σε παρόμοιες μαθησιακές διαδικασίες για άλλα αντικείμενα. Στο ερώτημα αν θα ήθελαν να γίνεται πιο συχνά το μάθημα με αυτόν τον τρόπο, το 78,8% απάντησε θετικά, 9,6% έδωσε αρνητική απάντηση και 11,6% δήλωσε “δεν ξέρω” (Σχήμα 7).



Σχήμα 7. Ποσοστά επιθυμίας των μαθητών για την επανάληψη παρόμοιας προσέγγισης

Στο ερώτημα αν θα ήθελαν να διδαχθούν και άλλα μαθήματα με αυτόν τον τρόπο, 17,3% απάντησαν αρνητικά, 9,6% απάντησαν “δεν ξέρω” και το 73,1% απάντησε θετικά. Στο ερώτημα αν θα ήθελαν να σχολιάσουν κάτι σχετικά με το μάθημα και να προτείνουν τρόπους για τη βελτίωσή του, το 53,8% των μαθητών δεν είχαν κάτι να σχολιάσουν ή να προτείνουν, με τους μισούς από αυτούς να συνδέουν την απάντησή τους με την ικανοποίηση που άντλησαν από το μάθημα. Οι υπόλοιποι μαθητές πρότειναν την ενσωμάτωση περισσότερων κουίζ, βίντεο και μουσικής, άλλοι πρότειναν βελτίωση στη διατύπωση των ερωτήσεων ώστε να είναι πιο κατανοητές, ενώ άλλοι με διάθεση αυτοκριτικής διαπίστωσαν ότι θα έπρεπε να βελτιωθεί η δική τους συμμετοχή στο μάθημα.

Τα αποτελέσματα από τα φύλλα εργασίας του σεναρίου αναδεικνύουν την κατανόηση των μαθητών στις υπό διαπραγμάτευση έννοιες. Όσον αφορά στη σύνδεση του ύψους με τη συχνότητα, γίνεται αντιληπτό ότι οι μαθητές δεν έχουν κατανοήσει σε ικανοποιητικό ποσοστό την έννοια της συχνότητας και τη σύνδεσή της με τη μεταβολή του ύψους του ήχου. Ανάλογα αποτελέσματα προκύπτουν και σε μία προσομοίωση, όπου οι μαθητές καλούνται να δικαιολογήσουν τη μεταβολή του ύψους στους μουσικούς φθόγγους που παράγονται από ένα πληκτρολόγιο. Η πλειοψηφία των μαθητών συνδέει τη μεταβολή του ύψους όχι με τη συχνότητα, αλλά με τη θέση των πληκτρων στο πληκτρολόγιο.

Στο στάδιο της εννοιολόγησης οι μαθητές καλούνται να υποθέσουν αν και με ποιον τρόπο θα μεταβληθεί το ύψος του ήχου που παράγεται ανάλογα με τη μεταβολή του μήκους ενός χάρακα και ενός πλαστικού σωληναρίου. Σχετικά με το μήκος του χάρακα, αρκετοί μαθητές έδωσαν σωστή απάντηση, ενώ οι υπόλοιποι έδωσαν λανθασμένες απαντήσεις ή δεν απάντησαν καθόλου, κάτι που δεν ισχύει για τη μεταβολή του μήκους του πλαστικού σωληναρίου, όπου οι σωστές απαντήσεις ήταν αισθητά μειωμένες. Στο στάδιο της έρευνας όμως, οι σωστές απαντήσεις για το μήκος του χάρακα που μικραίνει ή μεγαλώνει και την αντίστοιχη μεταβολή του ύψους του ήχου που παράγεται αυξήθηκαν αισθητά, ενώ ακόμη και για το μήκος από το καλαμάκι που μικραίνει η διαφορά των σωστών απαντήσεων σε σχέση με το στάδιο της εννοιολόγησης ήταν εντυπωσιακή. Αρκετές σωστές απαντήσεις έδωσαν οι μαθητές στο στάδιο της έρευνας στο ερώτημα για τη μεταβολή του ύψους του ήχου που παράγεται, καθώς μεταβάλλεται το μήκος από ένα τεντωμένο λαστιχάκι, το οποίο συμπεριφέρεται όπως οι χορδές των μουσικών οργάνων.

Στη φάση του συμπεράσματος, γίνεται ξεκάθαρη συσχέτιση της μεταβολής του ύψους του ήχου με το μέγεθος μουσικών οργάνων. Η πλειοψηφία των μαθητών δείχνει ότι έχει κατανοήσει τη σχέση της μεταβολής του ύψους με το μέγεθος των μουσικών οργάνων, καθώς οι σωστές απαντήσεις στα σχετικά ερωτήματα είναι σε ικανοποιητικό ποσοστό. Καλούνται να συσχετίσουν τη μεταβολή του ύψους του ήχου στα όργανα της οικογένειας του βιολιού, καθώς και μεταξύ του φλάουτου και του φλάουτου piccolo.

## Συμπεράσματα και Συζήτηση

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα, το σενάριο είχε θετική απήχηση στους μαθητές. Η πλειοψηφία θεωρεί ότι είναι διασκεδαστικό και ενδιαφέρον, ενώ η πλατφόρμα Graasp δεν τους δυσκόλεψε στη χρήση της. Όσον αφορά στα μαθησιακά αποτελέσματα, φαίνεται ότι ενώ οι μαθητές κατανόησαν τη διάκριση των ήχων σε σχέση με το ύψος τους, ωστόσο συνεχίζουν να αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη διατύπωση του ορισμού, καθώς και στη διάκριση του ύψους από την ένταση. Σχετικά με τον ορισμό της συχνότητας οι μαθητές στο ερωτηματολόγιο εξόδου φαίνεται ότι κατέβαλαν περισσότερη προσπάθεια για να δώσουν απάντηση, ενώ συγκεντρώθηκαν αρκετές σωστές απαντήσεις. Επίσης, φαίνεται ότι κατανόησαν τη σύνδεση της μεταβολής του ύψους με τη μεταβολή της συχνότητας.



Λαμβάνοντας υπόψη τις απαντήσεις των μαθητών στα φύλλα εργασίας, προκύπτει ότι χρειάζεται να δοθεί περισσότερη έμφαση στην έννοια της συχνότητας και στη σύνδεσή της με το ύψος του ήχου, καθώς φαίνεται ότι η κατανόηση των μαθητών παρουσιάζει προβλήματα. Για παράδειγμα οι απαντήσεις στην προσομοίωση με το πληκτρολόγιο οι οποίες συνδέουν τη μεταβολή του ύψους του ήχου με τη θέση της νότας στο πληκτρολόγιο δεν είναι λανθασμένες, αλλά δε συνδέουν τη μεταβολή του ύψους με τη συχνότητα. Οι απαντήσεις των μαθητών σε αυτό το ερώτημα οφείλονται μάλλον σε λανθασμένη κατανόηση του ερωτήματος, κάτι που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το συγκεκριμένο ερώτημα, αλλά και ο τρόπος ενασχόλησης με την προσομοίωση χρήζουν βελτίωσης και επαναδιατύπωσης.

Επισημαίνεται ότι καθώς είναι δικτυακό, το σενάριο προσφέρεται για δια ζώσης ή για εξ αποστάσεως διδασκαλία, ακόμη και ατομικής ενασχόλησης από τον κάθε μαθητή. Η παρούσα υλοποίησή του έγινε σε συνθήκες δια ζώσης διδασκαλίας, έτσι υπήρχε η δυνατότητα επεξηγήσεων και διευκρινήσεων από την πλευρά του εκπαιδευτικού, καθώς και η δυνατότητα ανταλλαγής απόψεων και αλληλεπίδρασης μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικού. Από την άλλη μεριά, δεν υπήρχε η δυνατότητα ατομικής ακρόασης των μουσικών και ακουστικών παραδειγμάτων, μετά από τα οποία ακολουθούσαν ερωτήματα στα οποία καλούνταν να απαντήσουν οι μαθητές. Επομένως, υπήρχε χρονική καθυστέρηση και αναμονή, ώστε να απαντήσουν όλοι προτού προχωρήσει η διαδικασία στις επόμενες δραστηριότητες.

Από τα παραπάνω συνάγεται το συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός Φυσικής και Μουσικής σε μια ενιαία προσέγγιση με την αξιοποίηση δικτυακών μαθησιακών σεναρίων κίνησε το ενδιαφέρον των μαθητών, οι οποίοι συμμετείχαν ευχάριστα και με προθυμία στη μαθησιακή διαδικασία, εκφράζοντας την ικανοποίησή τους. Χρειάζονται όμως βελτιώσεις στον τρόπο διαπραγμάτευσης των εννοιών, ώστε να τις κατανοήσουν καλύτερα οι μαθητές και να επιτευχθούν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Σε αυτό, πιθανώς να βοηθούσε η διδασκαλία του αντίστοιχου κεφαλαίου από το σχολικό εγχειρίδιο της Φυσικής, παράλληλα με την υλοποίηση του σεναρίου.

Πρόκειται επομένως για μία διδακτική πρόταση, η οποία έπειτα από τις απαιτούμενες βελτιώσεις, μπορεί να υποστηρίξει αποτελεσματικά τη μαθησιακή διαδικασία.

Μελλοντικά σχεδιάζεται να γίνουν βελτιώσεις και να πραγματοποιηθεί η διδασκαλία του σε παρόμοιο δείγμα μαθητών, προκειμένου να διερευνηθεί εκ νέου η κατανόηση των υπό διαπραγμάτευση εννοιών. Επιπλέον, θα είχε ενδιαφέρον η υλοποίηση του σεναρίου σε συνθήκες τόσο δια ζώσης, όσο και εξ αποστάσεως διδασκαλίας, ώστε να γίνει μεταξύ τους σύγκριση.

## Βιβλιογραφικές Αναφορές

- De Caro, D. A., De Caro, M. S., & Rittle-Johnson, B. (2015). Achievement motivation and knowledge development during exploratory learning. *Learning and Individual Differences*, 37, 13-26. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.10.015>.
- Fadde, P. J., & Phu Vu. (2014). Blended Online Learning: Benefits, Challenges and Misconceptions. In P. Lowenthal, C. S. York, and J. C. Richardson (Eds.), *Online Learning: Common Misconceptions, Benefits and Challenges* (pp. 33 - 48). Nova.
- Katai, Z., Juhasz, K., & Adorjani, A.K. (2008). On the role of senses in education. *Computers and education*, 51 (4), 1707-1717. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.05.002>.
- Klammer, J. (1998). *An overview of techniques for identifying, acknowledging and overcoming alternate conceptions in physics education*. Klingenstein Project Paper, Teachers College, Columbia University.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z., C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>.

- Pejuan, A., Bohigas, X., Jaén, X., & Periago C. (2012). Misconceptions About Sound Among Engineering Students. *J Sci Educ Technol* 21, 669-685. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9356-6>.
- Ramsey, G.P. (2015). Teaching Physics with Music. *The Physics Teacher*, 53 (7), 415. <https://doi.org/10.1119/1.4931010>.
- Rodriguez-Triana, M.J., Prieto, L.P., Ley, T., Jong, T., Gillet, D. (2020). Social practices in teacher knowledge creation and innovation adoption: a large-scale study in an online instructional design community for inquiry learning. *Intern. J. Comput.-Support. Collab. Learn* 15, 445-467. <https://doi.org/10.1007/s11412-020-09331-5>.
- Thijs, G. D., & Van Den Berg, E. (1995). Cultural Factors in the Origin and Remediation of Alternative Conceptions in Physics. *Science & Education*, 4, 317- 347. <https://doi.org/10.1007/BF00487756>.
- Towell, J. H. (1999). Motivating students through music and literature. *The Reading Teacher*, 53(4), 284-287. <https://www.jstor.org/stable/20204792>.
- Ευαγγέλου, Φ., & Κώτσας, Κ. (2017). Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα πραγματικών και εικονικών πειραμάτων κατά τη διδασκαλία και μάθηση φυσικών επιστημών. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, 2017 (64- 65), 83-103.
- Ζώρζος, Μ., Μανίκαρος, Ν. & Αυγερινός, Ε. (2021). Η προσαρμογή των εκπαιδευτικών στην νέα πραγματικότητα: Χρήση εργαλείων εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Στο Α. Σοφός, Α., Κώτσας, Γ., Φούζας & Β. Παράσχου (Επι.). *Πρακτικά του 1ου Διεθνούς Συνεδρίου «Από τον 20ο στον 21ο αιώνα μέσα σε 15 ημέρες: Η απότομη μετάβαση της εκπαιδευτικής μας πραγματικότητας σε ψηφιακά περιβάλλοντα. Στάσεις-Αντιλήψεις-Σενάρια-Προοπτικές-Προτάσεις*, 3-5 Ιουλίου 2020», 268-276. Ηλεκτρονική έκδοση: ΕΚΤ.
- Καριώτογλου, Π., Σπόρτου, Α., Πνευματικός, Δ., & Ζουπιδής, Α. (2012). Σύγχρονες τάσεις στα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών: οι περιπτώσεις της διερεύνησης και των επισκέψεων σε χώρους επιστήμης και τεχνολογίας στο Πρόγραμμα "Materials Science". *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 5 (1-2), 153-164.
- Κολοκυθιάς, Κ. (2015). Ψηφιακά μέσα στις οπτικοακουστικές τέχνες (Κεφάλαιο 5: ΗΧΟΣ). Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/3494>.
- Μαρασλή, Ι. (2021). Οι ΤΠΕ και η εξ αποστάσεως εκπαίδευση στην “covid εποχή” (Μεταπτυχιακή εργασία). ΠΤΔΕ, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης. Διαθέσιμο από: [https://repo.lib.duth.gr/jspui/bitstream/123456789/13332/1/MarasliI\\_2021.pdf](https://repo.lib.duth.gr/jspui/bitstream/123456789/13332/1/MarasliI_2021.pdf).
- Ολυμπίου, Γ.Α. (2012). Ανάπτυξη ενός πλαισίου συνδυασμού εικονικών και πραγματικών περιβαλλόντων πειρατισμού στις φυσικές επιστήμες (Διδακτορική διατριβή). Πανεπιστήμιο Κύπρου, Σχολή Κοινωνικών Επιστημών και Επιστημών Αγωγής. Διαθέσιμο από: <https://gnosis.library.ucy.ac.cy/handle/7/39231>.
- Παπαλαζάρου, Ν., Λεύκος, Ι., & Φαχαντίδης, Ν. (2019). Ανάπτυξη και εφαρμογή μιας διδακτικής σειράς ψηφιακών σεναρίων με εικονικά πειράματα - σύγκριση με την συμβατική προσέγγιση. Στο Γ. Κουτρομάνης & Λ. Γαλάνη (επιμ.), *Πρακτικά του 6ου Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*, 347-358.
- Σιαμέτη, Κ. (2021). Εκπαιδευτική παρέμβαση με προσέγγιση STEAM για τη μελέτη μαθηματικών και φυσικών εννοιών που αφορούν στον μουσικό ήχο (Μεταπτυχιακή εργασία). Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και Κοινωνικής Εργασίας, Πανεπιστήμιο Πατρών. Διαθέσιμο από: <http://hdl.handle.net/10889/14504>.