

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

13^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Νέες Τάσεις και Έρευνα στη Μάθηση, τη Διδασκαλία
και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες

10 - 12 Νοεμβρίου 2023



ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Επιμέλεια έκδοσης:

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης, Γεώργιος Στύλος,

Γεωργία Βακάρου, Λεωνίδα Γαβριλάς, Δημήτρης Πανάγου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ
ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠ/ΣΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ



Ιωάννινα
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023



Βιβλιογραφική ανασκόπηση των αντιλήψεων και των γνώσεων μαθητών Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για την έννοια του ήχου

Δημήτρης Πανάγου, Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης

doi: [10.12681/codiste.7385](https://doi.org/10.12681/codiste.7385)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΓΝΩΣΕΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

Πανάγου Δημήτρης¹, Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης²

¹Υποψ. Διδάκτορας ΠΤΔΕ Παν. Ιωαννίνων, ²Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Ιωαννίνων

dimitrispanagou@yahoo.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Κατά το πέρασμα των τελευταίων χρόνων, έχουν εντοπιστεί και καταγραφεί οι αντιλήψεις των μαθητών για διάφορες έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών. Ωστόσο, είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που μελετά τις αντιλήψεις και την επιστημονική γνώση των μαθητών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για θέματα που αφορούν την έννοια του ήχου. Ως ερευνητική προσέγγιση χρησιμοποιήθηκε η συστηματική ανασκόπηση βιβλιογραφίας η οποία ανέδειξε 20 άρθρα από έγκριτα διεθνή περιοδικά, ευρετηριασμένα από το Scopus, το Google Scholar, την Elsevier, το Springer Link και την Eric, το οποία αναλύουν τις αντιλήψεις και την επιστημονική γνώση των μαθητών στην έννοια του ήχου. Αυτή η μελέτη ανέλυσε τις έρευνες σύμφωνα με τα γενικά χαρακτηριστικά τους που αποτελούνται από τον τύπο της δημοσίευσης, το έτος δημοσίευσης και την ερευνητική προσέγγιση. Μέσα από την ανάλυση των ερευνών του δείγματος προκύπτουν στοιχεία αναφορικά με το είδος, τη χρήση και την επίδραση της έννοιας του ήχου σε πτυχές της εκπαιδευτικής διαδικασίας αλλά και στοιχεία σχετικά με το μεθοδολογικό σχεδιασμό των σύγχρονων ερευνών στο πεδίο. Τα αποτελέσματα θα αποτελέσουν τη βάση για εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με την κατάσταση στη σύγχρονη έρευνα αλλά και για την σχηματισμό προτάσεων για μελλοντική έρευνα στο πεδίο της εφαρμογής και εκμάθησης της έννοιας του ήχου στην εκπαίδευση.

Λέξεις κλειδιά: Επιστημονική γνώση, Αντιλήψεις, Ήχος.

A LITERATURE REVIEW OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS' PERCEPTIONS AND KNOWLEDGE OF THE CONCEPT OF SOUND

Dimitris Panagou¹, Konstantinos T. Kotsis²

¹PhD candidate, PTDE, University of Ioannina, ²Professor PTDE, University of Ioannina

dimitrispanagou@yahoo.com

ABSTRACT:

Over the past few years, students' perceptions of various Science concepts and phenomena have been identified and recorded. However, research that studies the perceptions and scientific knowledge of primary school students on topics related to the concept of sound is particularly limited. As a research approach, a systematic literature review was used which highlighted 20 articles from reputable international journals, indexed by Scopus, Google Scholar, Elsevier, Springer Link, and Eric, which analyze students' perceptions and scientific knowledge of the concept of sound. This study analyzed the studies according to their general characteristics consisting of publication type, publication year, and research approach. Through the analysis of the researches of the sample, data emerges regarding the type, use, and effect of the concept of sound in aspects of the educational process, but also data related to the methodological design of modern researches in the field. The results will form the basis for drawing conclusions regarding the situation in contemporary research but also for the formation of proposals for future research in the field of application and learning of the concept of sound in education.

Keywords: Scientific knowledge, Perceptions, Sound.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κόσμος της εκπαίδευσης βρίσκεται σήμερα στον 21^ο αιώνα, στην εποχή όπου ο μαθητής ενσωματώνει δεξιότητες, γνώσεις, δεξιότητες και συμπεριφορές μέσω της εκπαιδευτικής του πορείας (Barak, 2017· Chu et al., 2021· Panagou et al., 2022).

Η έννοια του ήχου προφανώς σχετίζεται με πολλά καθημερινά φαινόμενα και επομένως μπορεί να θεωρηθεί αυτό που ονομάζεται «χρήσιμη γνώση» για τους μαθητές, βοηθώντας τους να κατανοήσουν το περιβάλλον τους. Για τους περισσότερους ανθρώπους η έννοια του ήχου είναι γνωστή λόγω του ότι ο ήχος είναι αισθητός, ακούγεται, και χρησιμοποιείται συνεχώς στην καθημερινότητα τους. Ο ήχος είναι επίσης ένα συχνό φαινόμενο που βιώνουν οι μαθητές καθημερινά στην εκπαιδευτική τους διαδικασία. Ωστόσο, αρκετοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι πολλοί μαθητές εξακολουθούν να μην κατανοούν την έννοια του ήχου (Erinosho, 2013· Gelu et al., 2020).

Στη Φυσική, η κατανόηση του ήχου μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην κατανόηση τόσο της κλασικής όσο και της σύγχρονης Φυσικής (Kane, 2014). Έτσι, εντοπίζοντας τις αντιλήψεις που εμποδίζουν τους μαθητές από τη σωστή κατανόηση των ηχητικών φαινομένων είναι πολύτιμη και αξίζει μια κεντρική θέση στο πρόγραμμα σπουδών της Φυσικής. Δυστυχώς, εμπειρικές μελέτες για τις στάσεις και την επιστημονική γνώση των μαθητών έχει επικεντρωθεί σε μηχανική, ηλεκτρισμό και μαγνητισμό, ενώ οι ερευνητές έχουν δώσει λιγότερη προσοχή στην έννοια του ήχου (Kotsis & Panagou, 2022· Kotsis & Panagou, 2023· Panagou et al., 2023· Panagou et al., 2024). Συνεπώς, ένα φυσικό φαινόμενο που πρέπει να μελετηθεί περαιτέρω είναι η έννοια του ήχου.

Σκοπός λοιπόν της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι να συμβάλει στα δεδομένα άλλων σύγχρονων βιβλιογραφικών ερευνών, σχετικά με τις αντιλήψεις και την επιστημονική γνώση των μαθητών απέναντι στην έννοια του ήχου. Επιπρόσθετα, αποσκοπεί να διερευνήσει και να περιγράψει το μεθοδολογικό σχεδιασμό στα οποία στοχεύουν οι παρεμβάσεις καθώς και την αποτελεσματικότητά τους.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η ερευνητική προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε ήταν η συστηματική ανασκόπηση βιβλιογραφίας μέσω των μηχανών αναζήτησης Scopus, το Google Scholar, την Elsevier, το Springer Link και την Eric. Τα άρθρα που επιλέχθηκαν για ανασκόπηση ήταν αυτά που δημοσιεύτηκαν τα τελευταία δέκα χρόνια, από το 2012 έως το 2022.

Αυτή η διαδικασία ακολουθεί τις αρχές του PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), με στόχο να εξασφαλίσει τη συστηματικότητα και την πληρότητα της ανασκόπησης (Page et al., 2021; Page et al., 2018). Το PRISMA αποτελεί το πλέον καθιερωμένο πλαίσιο που παρέχει κατευθυντήριες οδηγίες για τη διενέργεια συστηματικών ανασκοπήσεων και μετα-αναλύσεων, προάγοντας τη διαφάνεια των ερευνητικών διαδικασιών (Moher et al., 2015; Sarkis-Onofre et al., 2021). Τα τέσσερα στάδια της μελέτης περιλάμβαναν τον εντοπισμό (identification), τον έλεγχο (screening), την επιλεξιμότητα (eligibility) και τη συμπερίληψη (included).

Λέξεις-Κλειδιά και Στρατηγική Αναζήτησης

Η αναζήτηση στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των τελεστών Boolean (Boolean Operators) AND/OR σε συνδυασμό με τις αναφερόμενες λέξεις-κλειδιά (Bramer et al., 2018; Gupta et al., 2018).

Είναι ευρέως αναγνωρισμένο ότι οι τελεστές Boolean διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη συστηματική αναζήτηση και στην ανάκτηση σχετικής βιβλιογραφίας για την εκπόνηση αξιόπιστων συστηματικών ανασκοπήσεων. Αυτοί οι τελεστές, δηλαδή AND και OR, αποτελούν θεμελιώδη στοιχεία στη διαμόρφωση στρατηγικών αναζήτησης, οι οποίες στοχεύουν στην ολοκληρωμένη συλλογή σχετικών δεδομένων από διάφορες πηγές (Atkinson & Cipriani, 2018; Scells et al., 2020). Οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν για τον εντοπισμό των άρθρων περιλάμβαναν τους όρους (Επιστημονική γνώση, Αντιλήψεις, Φυσική, Ήχος) για την αναζήτηση τόσο στην εγχώρια όσο και στη διεθνή βιβλιογραφία.

Συνοψίζοντας, οι τελεστές Boolean θεωρούνται απαραίτητα εργαλεία στο οπλοστάσιο των συστηματικών αναθεωρητών, επιτρέποντάς τους να περιηγηθούν μεθοδικά σε τεράστιες βάσεις δεδομένων και να ανακτήσουν σχετικές μελέτες με ακρίβεια και αποτελεσματικότητα (Aliyu, 2017; Chigbu et al., 2023).

Τα άρθρα της εγχώριας και διεθνούς βιβλιογραφίας, εξετάστηκαν ποιοτικά και ποσοτικά και όσον αφορά την ταυτότητα του άρθρου (τίτλος, συγγραφείς, έτος δημοσίευσης, λέξεις κλειδιά) καθώς και άλλων στοιχείων του άρθρου (στρατηγική διδασκαλίας και την μεθοδολογία του άρθρου, το είδος του άρθρου και οι επιστημονικές περιοχές που αναφέρεται, την διεπιστημονικότητα και τα γνωστικά αντικείμενα που περιλαμβάνει).

- Συνάφεια του τίτλου με το θέμα που μελετάται στην έρευνα
- Το έτος δημοσίευσης να είναι εντός του 2012-2022
- Οι λέξεις κλειδιά να συνάδουν με το αντικείμενο που εξετάζει η έρευνα
- Να έχουν δημοσιευθεί σε έγκυρα και έγκριτα διεθνή επιστημονικά περιοδικά με υψηλούς δείκτες αξιολόγησης (Impact factor)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Λαμβάνοντας υπόψη τις προαναφερθείς παραμέτρους, επιλέχθηκαν 20 μελέτες σύμφωνες με τα κριτήρια εισδοχής, οποίες συντέθηκαν και αναλύθηκαν συλλογικά.

Κατά τη σύνθεσή τους, παρέχονται πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (φύλο, ηλικία), το είδος του σχεδιασμού και της ερευνητικής μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε (πείραμα, έρευνα δράσης, μελέτη περίπτωσης), συμπεριλαμβανομένου και του τύπου παρέμβασης που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της εκάστοτε ερευνάς (ποιοτική, ποσοτική, μικτή μέθοδος), πίνακες (1,2).

Πίνακας 1. Έρευνες που συμπεριλήφθηκαν στην βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Ερευνητές	Διαστάσεις ανάλυσης	Δείγμα ερευνών	Κυριότερα ευρήματα
(Plack, 2018)	Το βιβλίο εισάγει τη φύση του ήχου, προτού συζητήσει τις βασικές ακουστικές διεργασίες, συμπεριλαμβανοντας την έννοια των συχνοτήτων, της αντίληψης της έντασης και του τόνου, και τον εντοπισμό του ήχου.	-	Επισκόπηση των ερευνητικών τεχνικών, ένα εκτενές γλωσσάριο τεχνικών όρων και πάνω από 150 πρωτότυπες εικόνες, Προσφέρει μια σαφή εισαγωγή και ένα βασικό βοήθημα για τους φοιτητές και τους εκπαιδευτικούς που ασχολούνται με αυτόν τον απαιτητικό τομέα.
(Eshach et al., 2017)	Αναλύοντας μια συγχρονική μελέτη ανάμεσα σε μαθητές όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων για τις εναλλακτικές αντιλήψεις και την έννοια του ήχου, και εξέτασαν τα αποτελέσματα υπό το πρίσμα πολλών διαφορετικών θεωριών εννοιολογικής αλλαγής.	717	Όλες οι εκπαιδευτικές βαθμίδες έχουν εναλλακτικές αντιλήψεις για την έννοια του ήχου Δίνουν εισηγήσεις για την βελτίωση της διδασκαλίας του ήχου
(Rumsey & McCormick, 2012)	Αυτό το βιβλίο αποτελεί μια ζωτικής σημασίας εισαγωγή στις αρχές του ήχου, των αντιλήψεων και της τεχνολογίας του ήχου.	-	
(Bulunuz et al., 2017)	Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να αξιολογήσει τις απόψεις των μαθητών σχετικά με το επίπεδο θορύβου στο σχολείο, τις επιπτώσεις του και τον έλεγχό του σε δύο δημοτικά σχολεία.	432	
(Sozen & Bolat, 2012)	Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να προσδιοριστούν οι λανθασμένες αντιλήψεις των μαθητών του δημοτικού σχολείου σχετικά με τη μετάδοση του ήχου	286	Ως αποτέλεσμα της ανάλυσης των των ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής για την έννοια του ήχου, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές είχαν αρκετές λανθασμένες αντιλήψεις σχετικά με τη μετάδοση του ήχου.

Πίνακας 2. Έρευνες που συμπεριλήφθηκαν στην βιβλιογραφική ανασκόπηση

Ερευνητές	Διαστάσεις ανάλυσης	Δείγμα ερευνών	Κυριότερα ευρήματα
(Bybee, 2010)	Σε αυτό το άρθρο, ο συγγραφέας παρουσιάζει το τι μπορεί να σημαίνει η εκπαίδευση Stem για τη σύγχρονη εκπαίδευση.	-	Προτείνει ότι η αποσαφήνιση του γραμματισμού Stem και η καθιέρωση αυτού ως θεμελιώδης σκοπός των σχολικών προγραμμάτων είναι ένα πρώτο βήμα για την προώθηση της εκπαίδευσης Stem. Συζητά επίσης τις προκλήσεις για την προώθηση της εκπαίδευσης Stem και τον τρόπο αντιμετώπισής τους.
(Zollman, 2012)	Αυτό το άρθρο δίνει ένα σύντομο υπόβαθρο των ορισμών του γραμματισμού στο Stem και παρουσιάζει μια περιγραφή του γραμματισμού Stem με βάση τους τομείς (1) γνωστικούς, (2) συναισθηματικούς και (3) ψυχοκινητικούς τομείς της θεωρίας μάθησης.		Η έρευνα τονίζει την ανάγκη να εξελιχθούμε για τη μάθηση και τον γραμματισμό Stem για την ικανοποίηση των κοινωνικών, οικονομικών και προσωπικών μας αναγκών.
(Kelley and Knowles, 2013)	Η ακόλουθη εργασία αναδύκνει τις βασικές έννοιες της εκπαίδευσης Stem και συνδιάζει θεωρίες μάθησης για τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου εκπαιδευτικού πλαισίου Stem που θα βοηθήσει στην περαιτέρω έρευνα της ολοκληρωμένης εκπαίδευσης Stem.		Οι συγγραφείς προτείνουν ότι το κλειδί για την προετοιμασία των εκπαιδευτών Stem είναι να ξεκινήσουν πρώτα με τη γείωση της εννοιολογικής τους κατανόησης της ολοκληρωμένης εκπαίδευσης Stem διδάσκοντας βασικές θεωρίες μάθησης, παιδαγωγικές προσεγγίσεις και χτίζοντας συνειδητοποίηση των ερευνητικών αποτελεσμάτων των τρεχουσών εκπαιδευτικών πρωτοβουλιών δευτεροβάθμιας Stem.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σε γενικές γραμμές οι απαντήσεις των μαθητών έδειξαν ότι σχεδόν όλοι οι μαθητές ενθουσιάστηκαν με τη μάθηση Stem - PjBL, έλαβαν εντυπωσιακές εμπειρίες κατά τη διάρκεια της μάθησης και ενίσχυσαν τα μαθησιακά κίνητρα και το ενδιαφέρον τους. Επιπρόσθετα, οι έρευνες ανέδειξαν ότι η εκμάθηση βάσει έργου ενσωματωμένη με την εκπαίδευση Stem ενίσχυσε σημαντικά τον επιστημονικό εγγραμματισμό των μαθητών.

Επίσης, η βιβλιογραφία αποκάλυψε ότι η μάθηση που εφαρμόστηκε ήταν ενδιαφέρουσα και με κίνητρα για τους μαθητές, βοηθάει στην κατανόηση θεμάτων, στην οικοδόμηση, δημιουργικότητα και την ευαισθητοποίηση των μαθητών, και θα ήθελαν να χρησιμοποιήσουν ξανά το μοντέλο εκμάθησης Stem - PjBL.

Οι συγκεκριμένες παρεμβάσεις αποσκοπούσαν στη διδασκαλία ακαδημαϊκών δεξιοτήτων των μαθητών, επεκτείνοντας τη σχετική βιβλιογραφία όσον αφορά την εκπαίδευση Stem και τον επιστημονικό γραμματισμό (Grigal et al., 2011). Λαμβάνοντας υπόψη τα αυξανόμενα ακαδημαϊκά πρότυπα, οι εκπαιδευτικοί επισημαίνουν την ανάγκη για την εφαρμογή της εκπαίδευσης Stem στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Συμπερασματικά, οι ανάγκες των εκπαιδευτικών για αποτελεσματικές μεθόδους διδασκαλίας των ΦΕ στο πλαίσιο της εκπαίδευσης Stem με τον συνδυασμό της παρέμβασης Stem - PjBL, αποτελεί ερευνητικό εγχείρημα και μελλοντική προοπτική.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με την ενδελεχή ανασκόπηση της βιβλιογραφίας που ασχολείται με την έννοια του ήχου στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών, έχει αναδειχθεί μια κοινή συναίνεση μεταξύ των ερευνητών σχετικά με

την αναγκαιότητα περαιτέρω διερεύνησης και ανάλυσης αυτής της έννοιας. Ο ήχος αποτελεί ένα βασικό και πολυδιάστατο θέμα στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, το οποίο απαιτεί λεπτομερή προσέγγιση για την αποτελεσματική κατανόησή του από τους μαθητές. Μέσω της βιβλιογραφίας, έχουν παρουσιαστεί διάφορες μεθοδολογικές προσεγγίσεις για τη διάγνωση των αντιλήψεων και της επιστημονικής γνώσης των μαθητών, υπογραμμίζοντας την ποικιλομορφία των στρατηγικών που μπορεί να εφαρμοστούν. Αυτές οι μέθοδοι περιλαμβάνουν από κλασικές διδακτικές πρακτικές έως πιο καινοτόμες και διαδραστικές προσεγγίσεις, που στοχεύουν στην εις βάθος κατανόηση του φαινομένου του ήχου.

Παρά το γεγονός ότι υπάρχει ευρεία συμφωνία όσον αφορά την ανάγκη για πιο αναλυτική διερεύνηση της έννοιας του ήχου, δεν έχει προκύψει ομοφωνία σχετικά με την επιλογή της πλέον κατάλληλης μεθόδου για την αξιολόγηση των αντιλήψεων των μαθητών. Η επιλογή της μεθόδου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το συγκεκριμένο πλαίσιο του θέματος που διερευνάται, τα χαρακτηριστικά των μαθητών που συμμετέχουν στην έρευνα, καθώς και από τις ικανότητες, τους στόχους και τους διαθέσιμους πόρους του ερευνητή ή του εκπαιδευτικού. Αυτό υπογραμμίζει την πολυπλοκότητα της εκπαιδευτικής έρευνας και την ανάγκη για ευελιξία στην εφαρμογή των μεθόδων.

Εντούτοις, παρά την έλλειψη ομοφωνίας, υπάρχει μια γενικά αποδεκτή άποψη ότι η συνδυαστική χρήση πολλαπλών μεθόδων είναι πιο αποτελεσματική σε σύγκριση με τη χρήση μιας μεμονωμένης προσέγγισης. Ένας τέτοιος συνδυασμός επιτρέπει μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση της κατανόησης του ήχου από τους μαθητές, αξιοποιώντας τα πλεονεκτήματα διαφόρων μεθοδολογιών και εξασφαλίζοντας μια πιο σφαιρική και βαθιά κατανόηση του θέματος. Με τον τρόπο αυτό, οι ερευνητές και οι εκπαιδευτικοί μπορούν να προσαρμόζουν την προσέγγισή τους ανάλογα με τις ανάγκες και τις δυνατότητες της διδασκαλίας, εξασφαλίζοντας την αποτελεσματικότερη μάθηση για τους μαθητές.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Project based learning integrated to stem to enhance elementary school's students' scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 261-267.
- Barnes, B. (2013). *Scientific knowledge and sociological theory*. Routledge.
- Bybee, R. W. (2010). *Advancing STEM education: A 2020 vision*. *Technology and engineering teacher*, 70(1), 30.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). STEM project-based learning. *An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*, 2.
- Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to foster scientific literacy: A review of argument interventions in K–12 science contexts. *Review of educational research*, 80(3), 336-371.
- Erinosho, S. Y. (2013). How do students perceive the difficulty of physics in secondary school? An exploratory study in Nigeria. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education*, 3(3), 1510-1515.
- Gormally, C., Brickman, P., & Lutz, M. (2012). Developing a test of scientific literacy skills (TOSLS): Measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *CBE—Life Sciences Education*, 11(4), 364-377. <https://doi.org/10.1187/cbe.12-03-0026>
- Gurel, D. E. R. Y. A., Eryilmaz, A., & McDermott, L. (2015). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 11(5). <https://hdl.handle.net/11511/38957>
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 1089-1113.

- Hendrix, R., Eick, C., & Shannon, D. (2012). The integration of creative drama in an inquiry-based elementary program: The effect on student attitude and conceptual learning. *Journal of Science Teacher Education*, 23, 823-846. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9292-1>
- Kane, B. (2014). *Sound unseen: Acousmatic sound in theory and practice*. Oxford University Press, USA.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM education*, 3, 1-11.
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving schools*, 19(3), 267-277.
- Kotsis, K. T., & Panagou, D. (2022). Using Alternative Ideas for Determining the Learning Curve on the Concept of Force. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 10(4), 495-506. <https://doi.org/10.30935/scimath/12251>
- Kotsis, K. T., & Panagou, D. (2023). Self-concept of Greek primary school teachers and their conceptions of force and weight among their years of service. *International Journal of Professional Development, Learners and Learning*, 5(1), ep2301. <https://doi.org/10.30935/ijpdll/12628>
- Kotsis, K. T., & Panagou, D. (2023). The determination of the learning curve on the concept of energy using the alternatives ideas. *Contemporary Mathematics and Science Education*, 4(1), ep23011. <https://doi.org/10.30935/conmaths/13022>
- Panagou D, Kostara C. E., Stylos G, Kotsis K. T. (2024). Medical school students' misconceptions regarding concept of density. *Journal of Pedagogical Research*. <https://doi.org/10.33902/JPR.202426211>
- Panagou, D., Kostara, C., Dimos, E., Stylos, G., & Kotsis, K. (2024). Honors High School Graduates Students' Misconceptions Regarding Evolutionary Theory of Biology. *EIKI Journal of Effective Teaching Methods*, 2(3). <https://doi.org/10.59652/jetm.v2i3.188>
- Panagou, D., Kostara, C., Stylos, G., & Kotsis, K. (2024). Unraveling Force and Weight Misconceptions: A Study among Medicine Enrolled Honors High School Graduates. *European Journal Of Physics Education*, 15(1), 25-46. Retrieved from <https://eu-journal.org/index.php/EJPE/article/view/365>
- Panagou, D., Kotsis, K. T., & Stylos, G. (2022). An empirical study on the evolution of students' perceptions in basic concepts of physics of primary and secondary education in Cyprus. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 26(2), 91-109.
- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). *Scientific literacy, science literacy, and science education*. In Handbook of research on science education, Volume II (pp. 559-572). Routledge.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4.
- Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K. (2015). *STEM education*. *Annual review of sociology*, 41, 331-357.
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.